



KEMENTERIAN  
KESEHATAN  
REPUBLIK  
INDONESIA



# DENGUE UPDATE

*Menilik Perjalanan Dengue di Jawa Barat*

Editor:  
Agus Suwandono

# DENGUE UPDATE

*Menilik Perjalanan Dengue di Jawa Barat*

Dilarang memproduksi atau memperbanyak sebagian atau seluruh buku ini dalam bentuk atau cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindung oleh Undang-Undang Nomor 28 tahun 2014

*All Right Reserved*

# DENGUE UPDATE

*Menilik Perjalanan Dengue di Jawa Barat*

Editor:  
Agus Suwandono

LIPI Press



# Daftar Isi



Daftar Gambar .....	vii
Pengantar Penerbit .....	ix
Kata Pengantar .....	xi
Bab 1 Dinamika Dengue di Jawa Barat: Sebuah Pengantar <i>Agus Suwandono</i> .....	1
Bab 2 Sebaran dan Faktor Risiko Dengue <i>Mara Ipa &amp; Endang Puji Astuti</i> .....	7
Bab 3 Manifestasi Klinis dan Keparahan Dengue <i>Tri Wahono &amp; Mara Ipa</i> .....	29
Bab 4 Serotipe Virus Dengue dan Peranannya dalam Endemisitas DBD Suatu Daerah <i>Heni Prasetyowati</i> .....	51
Bab 5 Analisis Vektor Demam Berdarah Dengue di Kota Bandung <i>Hubullah Fuadzy</i> .....	67
Bab 6 <i>Key Container</i> dan Peranannya dalam Pengendalian Populasi <i>Aedes</i> <i>Mutiara Widawati &amp; Heni Prasetyowati</i> .....	89
Bab 7 Kerentanan Nyamuk Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) Terhadap Insektisida di Jawa Barat: Mekanisme Umum dan Status Terkini <i>Joni Hendri</i> .....	107

Bab 8 Analisis Keruangan Kepadatan Penduduk dan Pemukiman Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Tasikmalaya <i>Andri Ruliansyah</i> .....	147
Bab 9 Pengaruh Iklim Terhadap Kejadian Dengue <i>M. Ezza Azmi Fuadiyah</i> .....	167
Bab 10 Perilaku Pencarian Pengobatan Pasien Demam Berdarah Dengue <i>Firda Yanuar Pradani &amp; Rohmansyah Wahyu Nurindra</i> .....	195
Bab 11 Pencegahan Kasus Dengue dengan Pemberdayaan Masyarakat “ <i>Community Empowerment</i> ” <i>Endang Puji Astuti &amp; Yuneu Yuliasih</i> .....	217
Bab 12 Menilik Perjalanan Dengue di Jawa Barat <i>Agus Suwandono</i> .....	243
Daftar Singkatan .....	249
Indeks .....	253
Biodata Editor .....	255
Biodata Penulis .....	257

# Daftar Gambar



Gambar 2.1	<i>Incidence Rate Dengue</i> Berdasarkan Provinsi Tahun 2016 dan 2017.....	9
Gambar 2.2	Distribusi <i>Incidence Rate</i> dan <i>Case Fatality Rate</i> DBD Provinsi Jawa Barat Tahun 2004–2017 .....	10
Gambar 2.3	Jumlah Kasus DBD di 5 Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat Tahun 2009–2014.....	11
Gambar 2.4	<i>Incidence Rate Dengue</i> per Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat Tahun 2018.....	11
Gambar 2.5	Kejadian Virus Dengue di Provinsi Jawa Barat Tahun 2013–2014.....	12
Gambar 2.6	<i>Incidence Rate</i> Dengue Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat Tahun 2016–September 2018.....	12
Gambar 2.7	Pengendalian Vektor Sebelum Masa Penularan Berbasis Survei Jentik .....	21
Gambar 3.1	Klasifikasi Dengue WHO 2009.....	34
Gambar 4.1	Distribusi Serotipe Virus Vengue di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat.....	57
Gambar 5.1	Tren <i>incidence rate</i> (IR) (A) dan <i>case fatality rate</i> (CFR) (B) DBD per 100.000 penduduk di Kota Bandung tahun 2004–2016 .....	69
Gambar 7.1	<i>Mode of Action Syntetic Pyrethriod</i> (SP) dan mekanisme resistansi nyamuk terhadap insektisida tersebut. ....	115
Gambar 7.2	Protein/Enzim yang Teridentifikasi dari Vektor DBD Resistan terhadap Insektisida.....	122

Gambar 7.3	(A) Sebaran keberadaan (terpublikasi) vektor DBD resistan terhadap berbagai insektisida berdasarkan kabupaten/kota di Jawa Barat; (B) Sebaran jenis dan konsentrasi insektisida berdasarkan kabupaten/kota dengan status resistensi vektor DBD (11 kabupaten/kota). .....	124
Gambar 7.4	Peta Status Resistansi Vektor DBD di Jawa Barat.....	128
Gambar 8.1	Angka Insiden Demam Berdarah Dengue Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2013–2017 .....	148
Gambar 8.2	<i>Case Fatality Rate</i> Demam Berdarah Dengue Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2013–2017 .....	148
Gambar 8.3	Kepadatan Penduduk Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2013–2017 (per Km <sup>2</sup> ) .....	152
Gambar 8.4	Kepadatan Pemukiman Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2013–2018 .....	152
Gambar 8.5	Kepadatan Penduduk per Kecamatan di Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2011–2015 (per Hektare).....	155
Gambar 8.6	Angka Kesakitan Demam Berdarah Dengue per 100.000 Penduduk per Kecamatan Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2011–2015 .....	156
Gambar 8.7	Informasi Spasial Sebaran Kejadian DBD Berdasarkan Kepadatan Penduduk di Kota Tasikmalaya Tahun 2011–2015. ....	156
Gambar 8.8	Kepadatan Pemukiman (%) per Kecamatan di Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2011–2015 .....	159
Gambar 8.9	Informasi Spasial Sebaran Kejadian DBD Berdasarkan Kepadatan Pemukiman di Kota Tasikmalaya Tahun 2011–2015 .....	160
Gambar 9.1	Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Kesehatan Manusia.....	169
Gambar 9.3	Diagram Pengaruh Biofisik pada Ekologi DENV .....	170
Gambar 11.1	Pilar Kebijakan Menteri Kesehatan dalam mencapai Indonesia Sehat.....	219
Gambar 11.2	Peta distribusi pelaksanaan program G1R1J di Indonesia tahun 2018 .....	236

## Pengantar Penerbit



Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press mempunyai tanggung jawab untuk menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas LIPI Press untuk ikut serta dalam mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Buku bunga rampai ini membahas permasalahan dan perkembangan terkini demam berdarah dengue (DBD) di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Barat. Sejak pertama kali kemunculannya, kejadian demam berdarah dengue telah mencuri perhatian dunia. Bahkan, kasus DBD di Indonesia setiap tahunnya berfluktuasi dan semakin meluas, baik dari jumlah maupun wilayahnya. Badan kesehatan dunia (WHO) menyatakan bahwa demam berdarah dengue (DBD) merupakan salah satu dari 20 penyakit tropis yang terabaikan, khususnya dalam kategori penyakit infeksi oleh virus.

Melalui buku ini, para peneliti Loka Litbangkes Pangandaran berupaya memberikan informasi dari berbagai sisi mengenai seluk-beluk yang mempengaruhi perjalanan penyakit demam berdarah dengue (DBD) di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Barat. Selain memberikan gambaran mengenai penyakit demam berdarah dengue, beberapa faktor yang menentukan terhadap pola sebaran DBD dijelaskan secara komprehensif dan detail dalam buku ini.

Sebagai salah satu upaya penjaminan kualitas, penerbitan buku ini telah melalui proses *peer review* oleh dua orang pakar di bidang yang terkait dengan topik bahasan. Semoga buku ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa, akademisi, peneliti, dan para pemangku kepentingan, khususnya dalam upaya pencegahan dan pengendalian demam berdarah dengue sebagai salah satu penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus.

LIPi Press

## Kata Pengantar



Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan anugerah dan rahmat-Nya buku bunga rampai berjudul *Dengue Update: Menilik Perjalanan Dengue di Jawa Barat* ini dapat diselesaikan. Buku ini merupakan kumpulan analisis permasalahan dengue yang merupakan penyakit tular vektor (*mosquito borne disease*) yang menjadi masalah kesehatan masyarakat di dunia, terutama di Indonesia. Dalam buku ini, para peneliti Loka Litbangkes Pangandaran dari berbagai latar belakang pendidikan dan keahlian yang berbeda mencoba mengupas permasalahan dengue dari berbagai sisi yang memengaruhinya. Artikel-artikel dalam buku ini merupakan *systematic review* atau analisis dari berbagai hasil penelitian yang sudah dilakukan, terutama di Provinsi Jawa Barat.

Banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang mengalir selama proses penyusunan buku yang ditulis oleh para peneliti muda ini. Terbitnya buku ini menjadi wujud nyata kerja keras para peneliti selaku penulisnya. Harapannya, buku bunga rampai ini bermanfaat bagi masyarakat dan menjadi referensi bagi masyarakat ilmiah yang membutuhkan bahan bacaan mengenai penyakit dengue. Selain itu, buku ini dapat menjadi salah satu bahan kebijakan penatalaksanaan dan pengendalian dengue.

Buku bunga rampai ini tentunya masih jauh dari sempurna. Kesalahan penulisan ataupun kurang dalamnya analisis tentunya masih ditemukan dalam buku ini. Oleh karena itu, para peneliti selaku penulis menerima segala bentuk kritik, pesan, dan saran agar dapat memperbaiki dan meningkatkan kualitas penulisan karya ilmiah, serta mampu menerbitkan kembali buku edisi selanjutnya yang lebih baik lagi. Selamat membaca.

Salam,

Kepala Loka Litbangkes Pangandaran

# Bab 1

## Dinamika Dengue di Jawa Barat: Sebuah Pengantar

Agus Suwandono



Demam berdarah dengue (DBD) merupakan penyakit tular vektor (*mosquito borne disease*) yang masih menjadi masalah global. Kasus DBD pertama kali dilaporkan pada 1779–1780 di Asia, Afrika, dan Amerika Utara. Gubler (1998) memperkirakan bahwa nyamuk vektor telah tersebar di wilayah tropis selama lebih dari 200 tahun. Persebaran dengue pada mulanya tidak secepat saat ini dan tidak terlalu sering ditemukan adanya kejadian luar biasa (KLB). Namun, semakin meningkatnya mobilitas penduduk dan pembangunan permukiman di beberapa wilayah, DBD semakin mewabah dan meluas sebarannya. Berdasarkan data World Health Organization (WHO, 2018), lebih dari 100 negara seperti di Afrika, Amerika, Mediterania Timur, Asia Tenggara, dan Pasifik Barat telah melaporkan adanya kasus DBD. Epidemi pertama dengan jumlah kasus tinggi dilaporkan terjadi di Asia Tenggara (Gubler, 2006). Beberapa dekade terakhir, kejadian DBD mengalami peningkatan secara dramatis hampir di seluruh dunia dan sebagian besar kasus DBD menyerang pada kelompok usia anak-anak (Centers for Disease Control and Prevention, 2014).

Virus dengue penyebab DBD merupakan virus RNA untai tunggal yang tergolong genus *Flavivirus*, Famili *Flaviviridae*. Sejak 1943, virus dengue teridentifikasi memiliki empat serotipe, yaitu

DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4; dan hingga saat ini, beberapa wilayah, termasuk Provinsi Jawa Barat, telah melaporkan DBD dengan keempat serotipe tersebut. Serotipe virus dengue pertama kali terkonfirmasi di beberapa wilayah. DEN-1 terkonfirmasi pada 1943 di Jepang dan Polinesia; DEN-2 terlaporkan di Papua Nugini dan Indonesia pada 1944; DEN-3 dan DEN-4 terlaporkan di Filipina dan Thailand pada 1953 (Messina, Brady, & Scott, 2014). Vektor penular dengue, yakni nyamuk *Aedes aegypti*, merupakan vektor primer, sementara *Ae. albopictus* adalah vektor sekunder (WHO, 2000). Nyamuk vektor DBD, *Ae. aegypti*, ditemukan di dalam rumah, dengan habitatnya di wadah-wadah penampung air, seperti bak mandi, ember, penampung air dispenser/AC/lemari es, tempat minum hewan peliharaan, dan lain-lain. Nyamuk ini pun hidup di luar rumah dengan habitat dalam ban bekas dan barang-barang bekas lainnya. Nyamuk *Ae. albopictus* banyak ditemukan di kebun atau semak-semak dengan habitatnya di wadah-wadah alami, misalnya lubang bambu, ketiak daun tanaman, dan tempurung kelapa.

Di Indonesia, kasus dengue pertama kali dilaporkan di Surabaya dan Jakarta pada 1968, dan hingga saat ini, semua provinsi telah melaporkan kejadian DBD di wilayahnya. Angka kasus DBD tahun 2016 secara nasional sebesar 78,85/100.000 penduduk, jumlah tertinggi di Provinsi Bali, Kalimantan Timur, dan DKI Jakarta. Selanjutnya, terjadi penurunan angka kasus pada 2017 menjadi 22,5/100.000 penduduk (Kementerian Kesehatan RI, 2017; 2018). Sementara itu, Provinsi Jawa Barat merupakan wilayah endemis. Seluruh kabupaten/kota di wilayah ini telah melaporkan terjadinya kasus DBD. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Kementerian Kesehatan (Kemenkes) RI, distribusi jumlah orang yang terindikasi DBD di Provinsi Jawa Barat mencapai 401 orang pada awal 2019.

Banyak faktor yang memengaruhi penyebaran dan peningkatan jumlah kasus DBD di suatu daerah termasuk di Provinsi Jawa Barat, yaitu manusia (*host*), nyamuk (vektor), virus dengue (*agent*), dan lingkungan. Secara epidemiologis, penularan dengue

memerlukan manusia sebagai perantara dan nyamuk sebagai vektor. Perkembangbiakan virus dengue (*agent*) melalui keduanya disebut dengan masa inkubasi ekstrinsik dan intrinsik. Masa inkubasi ekstrinsik terjadi di dalam tubuh nyamuk, virus dengue bereplikasi selama 4–10 hari, virus ini akan masuk ke kelenjar ludah nyamuk sehingga ketika nyamuk mulai mengisap darah manusia (*host*), pada saat inilah virus dengue masuk ke dalam tubuh manusia dan akan bereplikasi selama 5–7 hari (masa inkubasi intrinsik) dan biasanya akan timbul gejala klinis, walaupun beberapa orang tidak mengalami gejala klinis (WHO, 2018). Kepadatan nyamuk vektor *Ae. aegypti* disuatu wilayah meningkatkan risiko penularan DBD, didukung pula dengan kondisi lingkungan (suhu, kelembapan) yang kondusif bagi perkembangbiakan nyamuk. Nyamuk yang telah terinfeksi virus dengue, akan tertular virus tersebut seumur hidupnya sehingga mampu menularkan kembali virus dengue ke manusia (*host*) berikutnya.

Faktor lainnya adalah keberadaan virus dengue yang memiliki variasi serotipe yang berbeda (DEN-1–DEN-4). Bersirkulasinya keempat serotipe virus tersebut di suatu daerah dapat berkontribusi pada tingginya endemisitas DBD di daerah itu. Keberadaan keempat serotipe juga memungkinkan penduduk terinfeksi virus dengue lebih dari satu kali. Serotipe dengue di suatu daerah akan terpelihara dalam suatu siklus yang melibatkan manusia dan nyamuk *Aedes* sebagai vektornya. Semakin padat populasi nyamuk *Aedes* di suatu daerah, tingkat penyebaran dan jumlah kasus DBD dapat semakin tinggi. Nyamuk *Aedes* hidup dan berkembang biak di sekitar permukiman penduduk dan kontainer di dalam maupun di luar rumah penduduk memungkinkan nyamuk *Aedes* tumbuh dan berkembang biak.

Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi dengan jumlah penduduk yang paling banyak. Mobilitas penduduk antarwilayah di sana dan pola hidup tidak sehat meningkatkan penyebaran infeksi virus dengue. Desakan ekonomi meningkatkan mobilitas penduduk antarwilayah, baik perkotaan maupun perdesaan. Akibat mobilitas penduduk tersebut, daerah yang semula non-endemis dapat berubah

menjadi daerah endemis. Peran serta masyarakat dalam upaya pencegahan DBD juga tergolong rendah. Hal ini terlihat dari perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) yang masih jauh dari yang diharapkan pemerintah. Perilaku hidup tidak bersih akan meningkatkan populasi nyamuk *Aedes* di sekitar rumah sehingga meningkatkan penyebaran kasus DBD. Hal lain yang tidak bisa dihindari adalah perubahan lingkungan akibat perubahan iklim, perubahan tata guna lahan untuk tempat tinggal, dan adanya resistansi vektor. Semua faktor tersebut berperan dalam peningkatan dan penyebaran kasus DBD di Provinsi Jawa Barat.

Buku ini ditulis oleh para peneliti dari Loka Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Pangandaran Kementerian Kesehatan RI. Tulisan ini merupakan *systematic review* dari berbagai perspektif yang terkait dengan kejadian dengue, terutama di Provinsi Jawa Barat. Bab 2 diawali dengan penjelasan sebaran dengue terkini di Provinsi Jawa Barat serta faktor risiko yang menyertainya. Bab 3 dan bab 4 menguraikan tentang virus dengue, khususnya membahas gambaran manifestasi klinis dan derajat keparahan dengue serta serotipe virus dengue dan perannya dalam endemisitas DBD di suatu daerah. Bab selanjutnya, yakni bab 5, membahas analisis vektor DBD di Kota Bandung. Bab 6 mendiskusikan *key container* dan perannya dalam pengendalian populasi nyamuk *Aedes*, sedangkan bab 7 membahas kerentanan vektor DBD terhadap insektisida. Variabel yang memengaruhi kejadian DBD dibahas dalam dua bab, yaitu bab 8 yang menganalisis keruangan kepadatan penduduk dan pemukiman, serta bab 9 yang memotret pengaruh iklim terhadap kejadian dengue. Uraian tentang manusia (*host*) digambarkan dalam 2 bab terakhir (bab 10 dan bab 11), yakni tentang upaya penatalaksanaan kasus DBD di antaranya pencarian pengobatan dan pengendalian vektor dengue berbasis masyarakat.

Alur tulisan disajikan secara sistematis, diawali dengan kondisi saat ini, kemudian dilakukan analisis berdasarkan hasil-hasil penelitian yang berkesesuaian sehingga kondisi dengue di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Barat, dapat tergambarkan. Tulisan ini

merupakan persembahan untuk Provinsi Jawa Barat sebagai provinsi dengan kasus dengue yang masih tinggi di wilayah perkotaannya. Pembaca diharapkan dapat mengikuti alur tulisan ini dan memanfaatkannya sesuai dengan minat dan bidang masing-masing. Walaupun masih jauh dari sempurna, buku ini dapat memberikan manfaat dan menambah khazanah ilmu pengetahuan terkait dengue dan pengendaliannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Centers for Disease Control and Prevention. (2014). *Epidemiology of dengue*. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention.
- Gubler, D. (2006). Dengue/dengue haemorrhagic fever: History and current status. *Novartis Found Symp.*, 277, 3–16; discussion 16–22, 71–3, 251–3.
- Gubler, D. J. (1998). Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clinical Microbiology Reviews*, 11(3), 480–496.
- Kementerian Kesehatan RI. (2017). *Profil kesehatan Indonesia tahun 2016*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan RI. (2018). *Data dan informasi profil kesehatan Indonesia 2017*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Messina, J., Brad, O., & Scott, T. (2014). Global spread of dengue virus types: Mapping the 70 year history. *Trends in Microbiology*, 22(3), 138–146.
- World Health Organization. (2000). *WHO report on global surveillance of epidemic-prone infectious diseases: Dengue and dengue haemorrhagic fever*. Diakses pada 15 Oktober 2018) dari [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66485/WHO\\_CDS\\_CSR\\_ISR\\_2000.1.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66485/WHO_CDS_CSR_ISR_2000.1.pdf).
- World Health Organization. (2009). *Dengue: Guidelines for diagnosis, treatment, prevention, and control*. New Delhi: World Health Organization Regional Office for South-East Asia.
- World Health Organization. (2018). *Dengue control: Epidemiology*. Diakses pada 16 Oktober 2018 dari <https://www.who.int/denguecontrol/epidemiology/en/>



## Bab 2

# Sebaran dan Faktor Risiko *Dengue*

Mara Ipa & Endang Puji Astuti



### A. SEBARAN DENGUE

Angka kejadian infeksi virus dengue di dunia meningkat 30 kali lipat dalam lima puluh tahun terakhir. Tercatat sekitar 50–100 juta infeksi terjadi setiap tahunnya di lebih dari 100 negara endemis, termasuk Indonesia (WHO, 2011). Sejak pertama kali dilaporkan di Indonesia pada 1968, infeksi virus dengue masih menjadi masalah kesehatan masyarakat hingga saat ini. Penyebaran kasus infeksi virus dengue yang awalnya ditemukan hanya di dua wilayah (Surabaya dan Jakarta) pada 1968, kemudian menyebar ke seluruh provinsi di Indonesia (Kementerian Kesehatan RI, 2017a).

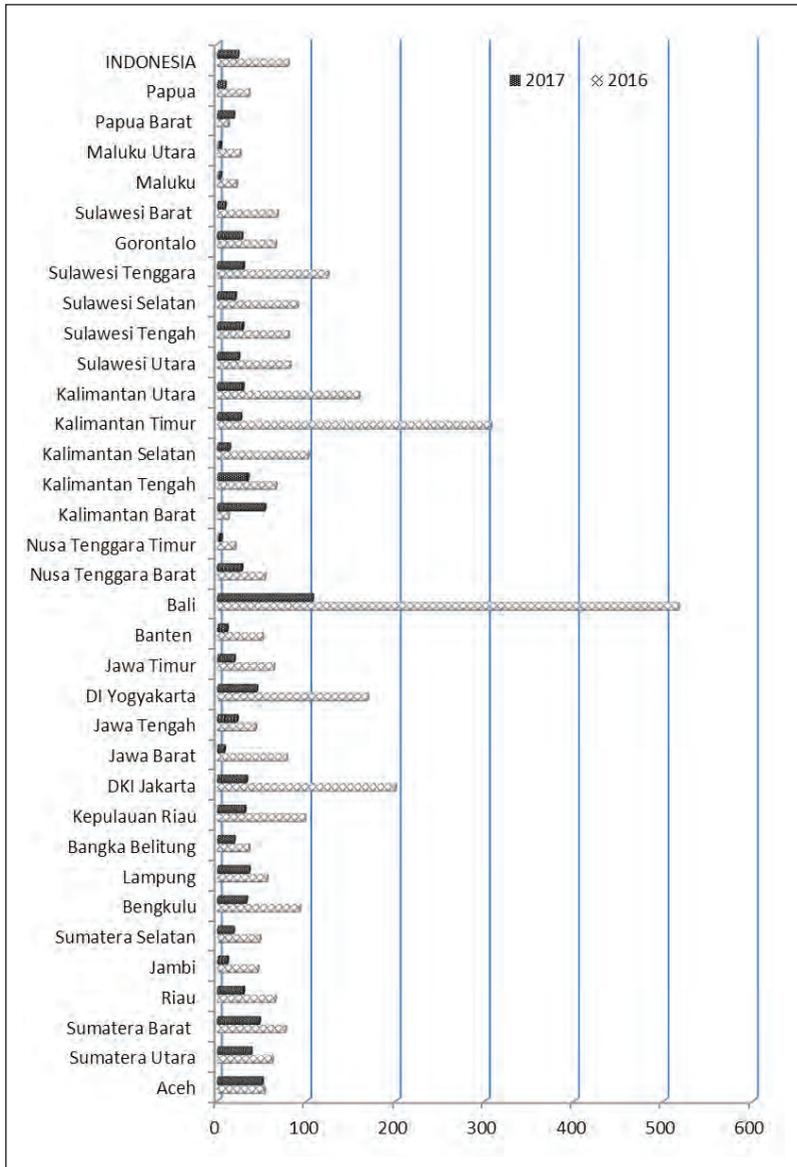
Infeksi virus dengue dibedakan menjadi tiga stadia, yaitu demam dengue (DD), demam berdarah dengue (DBD), dan syok sindrom dengue (SSD). Infeksi virus ini sering menimbulkan kejadian luar biasa (KLB) di beberapa wilayah, bahkan termasuk satu dari lima penyakit tertinggi dalam KLB (WHO, 2012). Terdapat lima provinsi dengan *incidence rate* (IR) tertinggi pada 2010, yaitu DKI Jakarta, Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Bali, dan Kepulauan Riau (Departemen Kesehatan, 2010). Jumlah kasus per provinsi berfluktuasi setiap tahunnya. Pada 2014, wilayah dengan IR tinggi adalah Bali, Kalimantan Utara, Kalimantan Timur, Kalimantan Barat, Kepulauan Riau, dan DKI Jakarta (Kementerian Kesehatan RI, 2015). Sementara itu, *case fatality rate* (CFR) atau persentase

kematian akibat DBD pada 2014 sebesar 0,9%; pada 2015 sebesar 0,83%; pada 2016 sebesar 0,78%; dan pada 2017 sebesar 0,72%. Selanjutnya, CFR tahun 2018 sebesar 0,65%; pada 2019 sebesar 0,94% (Ditjen P2PTVZ, 2019).

Gambar 2.1 berisi fluktuasi IR setiap provinsi dari tahun 2016 hingga tahun 2017 dibandingkan dengan IR rata-rata nasional. Pada 2016, diketahui terdapat 16 provinsi menduduki IR di atas rata-rata nasional ( $IR > 78,85/100.000$  penduduk). Sebagian provinsi mengalami penurunan drastis kasus DBD pada 2017 dengan angka IR nasional sebesar  $22,5/100.000$  penduduk. Jumlah provinsi dengan IR di atas rata-rata nasional meningkat menjadi 17 provinsi pada tahun 2017. Provinsi Jawa Barat tergolong ke dalam daftar provinsi yang tidak menyatakan KLB Dengue pada 2016 dan 2017 (Gambar 2.1) Pada saat itu, IR dengue di Jawa Barat berada di bawah rata-rata nasional. Lantas bagaimana sebaran dan fluktuasi kasus dengue di level kabupaten di Jawa Barat, apa saja faktor risikonya, dan bagaimana keterkaitan antarfaktor risiko tersebut?

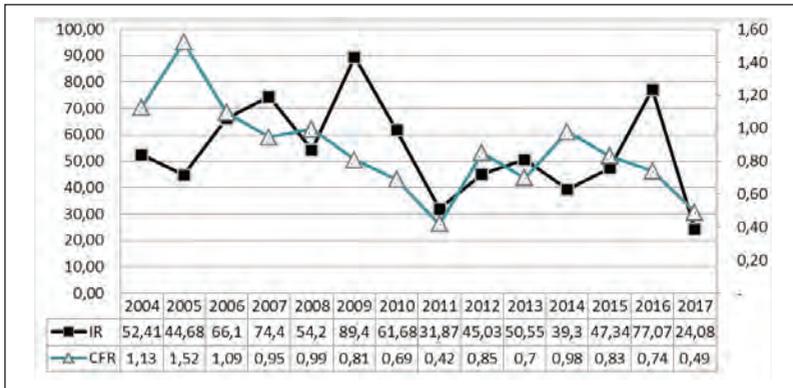
## **B. SEBARAN, FLUKTUASI KASUS, DAN KEMATIAN AKIBAT DBD DI PROVINSI JAWA BARAT**

Provinsi Jawa Barat terdiri dari 27 kabupaten/kota dan seluruhnya telah melaporkan kejadian infeksi virus dengue. Sejak 2004, sebanyak 25 kabupaten/kota sudah menjadi wilayah endemis dengue, hanya Kabupaten Bandung Barat dan Pangandaran yang belum melaporkan kejadian infeksi virus dengue karena kedua kabupaten tersebut merupakan kabupaten baru hasil pemekaran wilayah. Data Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat menunjukkan puncak kasus tertinggi terjadi pada 2009 dengan jumlah kematian (*case fatality rate*/CFR) tertinggi, yakni 0,81%. Fluktuasi IR dan CFR di Jawa Barat hampir memiliki pola yang sama (Gambar 2.2), yakni peningkatan kasus diikuti dengan peningkatan CFR atau sebaliknya. Kasus dengue periode 2004–2017 (14 tahun) terlihat mengalami penurunan pada 2011, 2014, dan 2017. Kasus terendah terjadi pada 2017 dengan IR 24,08 per 100.000 penduduk. Angka kematian dengue pada tahun



Sumber: Kementerian Kesehatan RI (2018); Kementerian Kesehatan RI (2017b).

**Gambar 2.1** Incidence Rate Dengue Berdasarkan Provinsi Tahun 2016 dan 2017

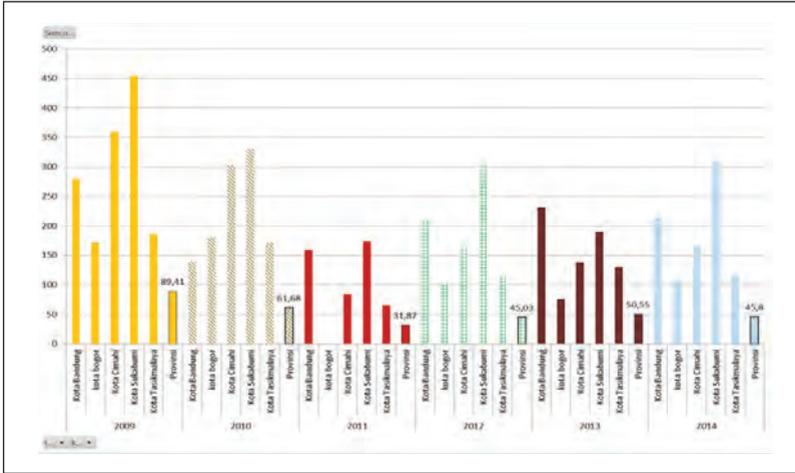


Sumber: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat (2018)

**Gambar 2.2** Distribusi *Incidence Rate* dan *Case Fatality Rate* DBD Provinsi Jawa Barat Tahun 2004–2017

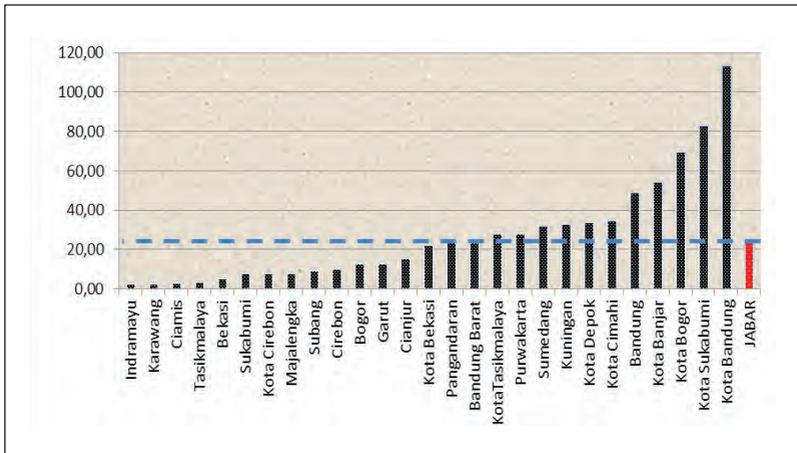
2004–2006 masih di atas 1%. Angka ini berhasil ditekan pada tahun-tahun berikutnya hingga di bawah 1% sesuai dengan target nasional, sementara CFR terendah terjadi pada 2011 yakni sebesar 0,42%.

Pada periode 2013–2014, terdapat lima kota yang menyumbang jumlah kasus tertinggi berturut-turut, yaitu Sukabumi, Bandung, Tasikmalaya, Cimahi, dan Bogor. Wilayah perkotaan (urban) masih menjadi tempat potensial terjadinya transmisi dengue. Namun, pada perkembangannya, infeksi virus dengue juga menyebar ke wilayah perdesaan (rural). IR DBD wilayah Kota Bandung, Kota Sukabumi, Kota Cimahi, dan Kota Tasikmalaya selama periode 2009–2014 menunjukkan angka di atas 100 per 100.000 penduduk. Pada 2011, kejadian infeksi virus dengue di Kota Tasikmalaya dan Cimahi mengalami penurunan dengan IR di bawah 100 per 100.000 penduduk (Gambar 2.3 dan 2.4). Kemudian, kejadian infeksi virus dengue masih banyak ditemukan di wilayah perkotaan pada 2018. Beberapa kota masih menjadi penyumbang terbesar, yaitu Kota Bandung, Kota Sukabumi, dan Kota Bogor. Selain di tiga kota tersebut, kejadian infeksi virus dengue dengan jumlah yang besar juga muncul di Kota Banjar serta wilayah bukan perkotaan, yakni Kabupaten Bandung (Gambar 2.5).



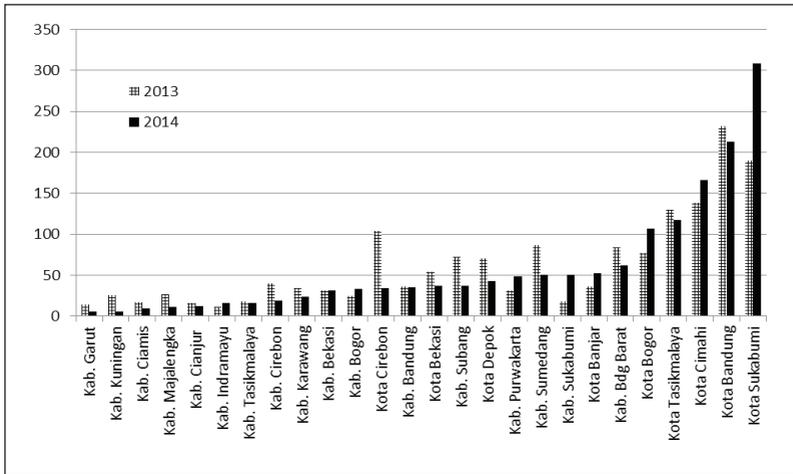
Sumber: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat (2014)

**Gambar 2.3** Jumlah Kasus DBD di 5 Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat Tahun 2009–2014



Sumber: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat (2018)

**Gambar 2.4** Incidence Rate Dengue per Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat Tahun 2018



Sumber: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat (2014)

**Gambar 2.5** Kejadian Virus Dengue di Provinsi Jawa Barat Tahun 2013–2014



Sumber: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat (2018)

**Gambar 2.6** Incidence Rate Dengue Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat Tahun 2016–September 2018

Melihat perkembangan kasus per kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat selama 2016–2018, terjadi penurunan jumlah kasus di sebagian besar wilayah kabupaten/kota pada 2017–2018 dibandingkan tahun 2016. Namun, pada awal 2019, beberapa wilayah melaporkan adanya peningkatan jumlah kasus infeksi

virus dengue. Data Direktorat Penyakit Tular Vektor dan Zoonotik Kementerian Kesehatan menyebutkan bahwa laporan kasus infeksi virus dengue di Indonesia per 1 Februari 2019 mencapai 15.132 kasus dengan angka kematian sebanyak 145 jiwa. Provinsi Jawa Timur merupakan penyumbang kasus terbanyak dengan 3.074 kasus dan 52 kematian, sedangkan posisi kedua ditempati Provinsi Jawa Barat dengan 2.204 kasus dan 14 kematian (Saubani, 2019). Belum diketahui secara pasti penyebab melonjaknya kasus infeksi virus dengue pada awal 2019. Namun, beberapa sumber menyebutkan hal tersebut berkaitan dengan perubahan iklim. Jika dikaitkan dengan musim, BMKG memprakirakan puncak musim penghujan terjadi pada Januari 2019 sebanyak 150 zona musim (ZOM) sebesar 43,9% dan Februari 2019 sebanyak 77 ZOM sebesar 22,5%. Angka ini lebih tinggi dibandingkan dengan musim penghujan pada September–November 2018 (Saubani, 2019). Tingginya curah hujan diduga ikut berkontribusi meningkatkan kasus infeksi virus dengue pada awal 2019. Hal tersebut dapat terjadi karena curah hujan berdampak pada meningkatnya kontainer yang terisi air dan berpotensi tinggi menjadi tempat berkembangbiak nyamuk (Benedum, Seidahmed, Eltahir, & Markuzon, 2018).

### **C. FAKTOR RISIKO KEJADIAN INFEKSI VIRUS DENGUE**

Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi yang terus berkembang di berbagai sektor, di antaranya sektor pariwisata, bisnis, pendidikan sehingga menjadi daya tarik bagi banyak orang, baik lokal maupun mancanegara untuk datang. Hal ini memungkinkan virus dengue menyebar dengan luas ke kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat. Wilayah yang padat penduduknya memudahkan transmisi virus dengue dari nyamuk yang terinfeksi ke manusia, atau dari manusia ke nyamuk yang tidak terinfeksi. Bagaimana sebaran dan perkembangan faktor risiko DBD terkini di Jawa Barat?

Infeksi virus dengue merupakan hasil interaksi multifaktorial antara faktor hospes, agen penyakit, dan lingkungan. Bahasan faktor risiko dengue tentunya mengulas faktor-faktor yang berisiko

terhadap kejadian DBD yang meliputi virus dengue sebagai agen, manusia dan nyamuk sebagai *host*, dan lingkungan yang berperan dalam kejadian DBD. Setiap faktor tersebut saling dipengaruhi dan memengaruhi satu dan lainnya. Kompleksitas setiap faktor membuat DBD sulit dikendalikan. Berikut ini ulasan setiap faktor yang berisiko terhadap kejadian DBD di wilayah Jawa Barat.

Berbicara tentang faktor yang berisiko terhadap kejadian DBD tentu tak terlepas dari virus dengue sebagai penyebab DBD. Virus dengue tergolong genus *Flavivirus* dari keluarga *Flaviviridae*. Virus ini mengandung single-strand RNA sebagai genom yang berukuran kecil (50 nm). Virionnya terdiri dari nukleokapsida dengan kubik simetri tertutup dalam amplop lipoprotein. Panjang genom virus dengue adalah 11.644 nukleotida, dan terdiri dari tiga gen protein struktural yang mengkodekan nukleokapsid atau inti protein (C), protein terkait membran (M), protein amplop (E), dan tujuh protein nonstruktural (NS) gen. Terdapat empat serotipe virus dengue yang sudah teridentifikasi, yaitu DENV-1, DENV-2, DENV-3, dan DENV-4. Infeksi dengan serotipe mana pun akan memberi kekebalan seumur hidup terhadap serotipe virus tersebut. Namun, infeksi sekunder dengan serotipe lain atau beberapa infeksi dengan serotipe yang berbeda menyebabkan bentuk demam dengue (DBD/DSS) yang parah (WHO, 2007). Masalahnya, setiap serotipe tersebut mempunyai genotipe yang jumlahnya bervariasi. Dalam KLB di DKI Jakarta pada 2004, diketahui bahwa dari keempat serotipe virus dengue diidentifikasi, DEN-3 menjadi serotipe yang paling dominan pulih, diikuti DEN-4, DEN-2, dan DEN-1. Hal ini menjelaskan bahwa sirkulasi beberapa serotipe virus menghasilkan persentase yang relatif tinggi terhadap pasien rawat inap DBD (Suwandono, Kosasih, & Nurhayati, 2006).

Penularan virus dengue terjadi dalam tiga siklus. **Pertama**, siklus enzootic, yakni siklus *sylvatic primitive* yang dipelihara oleh siklus monyet-*Aedes aegypti*-monyet seperti yang dilaporkan terjadi di Asia Selatan dan Afrika. Virus tersebut tidak patogen terhadap monyet dan masa inkubasi virus (viremia) berlangsung selama 2–3 hari.

Semua serotipe dengue (DENV-1 sampai DENV-4) dapat diisolasi pada monyet/kera. **Kedua**, siklus epizootic, yakni virus dengue menular dari manusia ke primata (monyet/kera) melalui nyamuk vektor sehingga menimbulkan epidemi pada primata. Di Sri Lanka, siklus epizootik diamati di antara kera touque (*Macaca sinica*) secara serologis dasar selama tahun 1986–1987 di daerah penelitian. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 94% monyet/kera yang ditemukan terinfeksi virus dengue. **Ketiga**, siklus epidemi, yakni siklus penularan dengue antara manusia-*Ae.aegypti*-manusia. Siklus ini menimbulkan epidemi periodik/siklis dan pada umumnya semua serotipe beredar sehingga menimbulkan hiperendemisitas di suatu wilayah (Gubler, 1997).

Keberadaan agen tidak berdiri sendiri, tetapi dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan keberadaan vektor. Berbagai studi telah dilakukan untuk mengkaji kaitan antara faktor lingkungan dengan kejadian kasus infeksi virus dengue. Hopp dan Foley (2001) menegaskan bahwa penularan penyakit sangat dipengaruhi oleh faktor iklim. Demikian pula distribusi dan perkembangan organisme vektor dan *host* dipengaruhi oleh faktor iklim. Infeksi virus dengue tersebar melalui vektor (*vector borne disease*) dan sangat dipengaruhi oleh faktor iklim, bahkan penularannya meningkat sejalan dengan perubahan iklim (Muliensyah & Baskoro, 2016; Ramesh, Sharmila, Dhillon, & Aditya, 2010). Hasil penelitian di Jawa Barat menyebutkan bahwa curah hujan mempunyai hubungan dengan kejadian infeksi virus dengue, walaupun curah hujan tinggi dan peningkatan dengue tidak terjadi pada waktu yang bersamaan (Raksanagara, Arisanti, & Rinawan, 2015). Berdasarkan angka kasus infeksi virus dengue tahun 2007–2012 di Banjar, Jawa Barat, masa penularan terjadi sebelum dan sesudah curah hujan tinggi sehingga setiap tahun tidak selalu sama waktunya (Ruliansyah, Yuliasih, & Hasbullah, 2014). Beberapa hasil penelitian terkini menyebutkan bahwa kelembapan udara optimal menyebabkan daya tahan hidup nyamuk bertambah. Berbagai studi kepustakaan mengidentifikasi bahwa kejadian infeksi virus dengue erat kaitannya dengan kelembapan udara,

salah satunya studi di Vietnam (2011) yang menemukan adanya hubungan antara kelembapan udara dengan kejadian infeksi virus dengue (RR=1,59) (Pham, Doam, Phan, & Minh, 2011). Penelitian di Bogor Jawa Barat periode 2002–2010 menunjukkan bahwa faktor iklim yang memengaruhi kejadian infeksi virus dengue adalah curah hujan, suhu, dan kelembapan (Ariati & Anwar, 2014).

Variasi suhu dan kelembapan berdampak pada kegiatan reproduksi dan kelangsungan hidup nyamuk. Nyamuk *Ae. aegypti* akan meletakkan telurnya pada temperatur udara 25–30°C (Pham dkk., 2011). Hal ini karena suhu di atas 30°C dan kelembapan relatif tinggi (60%) akan menurunkan tingkat oviposisi nyamuk. Pada kelembapan nisbi kurang dari 60%, umur nyamuk *Ae. aegypti* akan menjadi pendek dan tidak dapat menjadi vektor karena tidak cukup waktu untuk perpindahan virus dari lambung ke kelenjar ludah. Sebaliknya, pada kelembapan nisbi lebih dari 60%, umur nyamuk menjadi lebih panjang dan berpotensi menjadi infeksi dalam menularkan dengue (de Almeida Costa, Santos, Correia, & Albuquerque, 2010). Hasil penelitian di Kota Semarang memperkuat hasil penelitian ini. Penelitian tersebut menemukan adanya hubungan negatif antara suhu dan kasus dengue. Maksudnya, jika suhu meningkat, jumlah kasus dengue akan mengalami penurunan (Wirayoga, 2013). Hal yang sama juga terjadi di Kota Manado saat peningkatan suhu 10°C menurunkan jumlah kasus dengue sebanyak 18 kasus (Ariati & Musadad, 2013). Suatu pola penyakit akan berubah seiring dengan perubahan iklim suatu wilayah (Nakhapakorn & Tripathi, 2005). Kasus infeksi virus dengue di Jawa Barat berfluktuasi tiap tahun dan sudah tidak dapat menggambarkan siklus lima tahunan. Tampak pada beberapa dekade terakhir, siklus lima tahunan peningkatan kasus DBD sudah bergeser. Pergeseran siklus ini bersesuaian dengan perubahan iklim. Kesimpulannya, peningkatan curah hujan, hari hujan, kelembapan, dan penurunan suhu memengaruhi terjadinya peningkatan kasus dengue (Ruliansyah dkk., 2014; Ariati & Anwar, 2014; Perwitasari, Ariati, & Puspita, 2015).

Hasil riset lain berdasarkan klasifikasi iklim Koppen menunjukkan bahwa ada perbedaan tingkat kerawanan dengue di DKI Jakarta dan Jawa Barat. Provinsi DKI Jakarta memiliki tingkat kerawanan dengue yang lebih tinggi dibandingkan Jawa Barat karena curah hujan tahunan (iklim) di DKI Jakarta lebih rendah dibandingkan di Jawa Barat. Lebih jauh, pengaruh curah hujan terhadap *breeding place* atau tempat perkembangbiakan nyamuk *Ae. aegypti* sangat erat. Curah hujan tinggi membuat *breeding place* banyak bermunculan (Gustomy, 2014). Curah hujan yang tinggi juga menyebabkan bertambahnya jumlah tempat perindukan nyamuk alamiah berupa genangan air di lubang pohon atau ketiak daun (Sukamto, 2007). Selain curah hujan, pergantian musim pun berpengaruh positif terhadap populasi nyamuk. Hal ini karena air hujan tidak mengalir dan menggenangi di beberapa tempat (Gustomy, 2014) sehingga berkontribusi terhadap penyebaran virus dengue (Prasetyowati, 2010).

Keberadaan habitat dan vektor sangat memengaruhi kejadian dengue di suatu wilayah (Gama & Betty, 2010). Sucipto, Raharjo, dan Nurjazuli (2015) mengungkapkan bahwa responden yang di rumah tinggalnya ada tempat penampungan air (TPA) yang positif terdapat jentik *Ae. aegypti* mempunyai risiko 8,8 kali lebih besar daripada rumah responden dengan TPA negatif jentik. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian di Purwokerto (Widiyanto, 2007) yang menyatakan bahwa ada hubungan antara TPA yang positif jentik dengan kejadian infeksi virus dengue yang memiliki nilai  $p\text{-value} = 0,017$  ( $OR = 5,373$ ). Penelitian di Vietnam (Pham dkk., 2011) dan Denpasar (Purnama & Satoto, 2012) juga menemukan bahwa keberadaan TPA potensial memengaruhi kejadian dengue.

Indikator keberhasilan upaya pengendalian dengue diukur dengan nilai angka bebas jentik (ABJ). Hal ini karena keberadaan jentik di suatu wilayah berpotensi menyebabkan kejadian infeksi virus dengue. Secara nasional, nilai ABJ di Indonesia masih rendah terutama di beberapa wilayah endemis. Data Kemenkes RI menyebutkan ABJ nasional dari tahun 2010–2016 secara berturut-

turut 80,2%; 76,2%; 79,3%; 80,1%; 24,1%; 54,2%, dan 67,6%. Angka-angka tersebut masih jauh di bawah target 95% (Kementerian Kesehatan RI, 2017a). Beberapa hasil penelitian telah mengungkap faktor-faktor yang berkorelasi dengan tinggi rendahnya ABJ. Sebagai contoh, penelitian di Kabupaten Majalengka menunjukkan bahwa penyuluhan kelompok kegiatan pemberantasan sarang nyamuk (PSN), sarana pendukung PSN, dan pemantauan jentik secara berkala terkait erat dengan ABJ (Rosidi & Adisasmito, 2009). Sementara itu, penelitian di Kota Tasikmalaya menyebutkan bahwa kejadian dengue cenderung terjadi di daerah dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi dan ABJ rendah (Ruliansyah dkk., 2017). Hasil penelitian di Kabupaten Ciamis menunjukkan korelasi negatif antara ketinggian tempat dan keberadaan vektor dengue. Artinya, semakin tinggi suatu wilayah, semakin rendah jumlah jentiknya (Hendri, Santya, & Prasetyowati, 2015).

Peningkatan jumlah dan luas daerah sebaran penyakit DBD dipengaruhi faktor keberadaan agen dan lingkungan. Selain itu, peningkatan mobilitas dan kepadatan penduduk juga menjadi faktor penyebab meningkat dan meluasnya sebaran penyakit DBD. Berdasarkan analisis indeks kerawanan DBD, di Jawa-Bali terdapat 58 kabupaten sangat rawan, 42 kabupaten rawan, 13 kabupaten agak rawan, 3 kabupaten agak aman, dan tidak ada kabupaten yang termasuk kategori aman. Tiga kabupaten yang agak aman adalah Banjarnegara, Wonosobo, dan Purworejo. Sementara itu, wilayah Jawa-Bali merupakan daerah yang kabupatennya paling banyak masuk dalam kategori rawan dan sangat rawan. Artinya, daerah Jawa-Bali sangat rentan terhadap kasus dengue. Hal ini disebabkan oleh tingkat kepadatan dan mobilitas penduduk yang tinggi. Wilayah-wilayah yang termasuk ke dalam kategori sangat rawan dan rawan biasanya ibu kota kabupaten atau ibu kota provinsi dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi (Fitriyani, 2007). Pernyataan ini sejalan dengan beberapa penelitian mengenai indeks kerawanan dengue yang menjelaskan bahwa kepadatan penduduk atau jarak antarrumah yang berdekatan memengaruhi penyebaran nyamuk

dari satu rumah ke rumah lain. Jadi, wilayah dengan permukiman lebih padat akan meningkatkan risiko penularan dengue (Ruliansyah dkk., 2014; Gustomy, 2014; Ramadhani & Astuti, 2013). Sebaliknya, wilayah yang lebih luas dan penduduknya cenderung tinggal menyebar atau jarak antarrumah berjauhan, risiko penularan dengue akan menurun (Ramadhani & Astuti, 2013).

Faktor determinan lain dalam penyebaran infeksi virus dengue adalah 1) perubahan demografi, termasuk pertumbuhan laju penduduk, pertumbuhan ekonomi di negara tropis, dan pemanfaatan lahan; 2) peningkatan urbanisasi; 3) transportasi modern yang membuat mobilitas penduduk semakin tinggi dan semakin cepat sehingga memudahkan perpindahan komoditas, hewan, vektor, dan patogen; serta 4) perubahan kebijakan kesehatan dan politik (Ferreira, 2012). Terkait mobilitas penduduk, kemudahan akses transportasi antara kota dengan desa menyebabkan peningkatan mobilitas sehingga memungkinkan terjadinya penyebaran virus dengue dari daerah perkotaan ke perdesaan (Ramadhani & Astuti, 2013; Mustika, 2016). Penelitian di Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah juga melaporkan bahwa pola pergerakan kasus dengue dipengaruhi oleh mobilitas (Muliansyah & Baskoro, 2016). Selain mobilitas, pemanfaatan lahan untuk permukiman juga berpengaruh terhadap kejadian dengue (Ruliansyah dkk., 2014; Mustika, 2016).

Gubler (2012) menjelaskan bahwa faktor yang memengaruhi munculnya kembali DBD antara lain pertumbuhan populasi di daerah perkotaan dengan permukiman yang di bawah standar layak dan sistem pengelolaan air yang tidak mumpuni. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ang, Rohani, dan Look (2010) yang menyatakan bahwa faktor-faktor sosio-demografi yang turut andil dalam kejadian DBD adalah kemiskinan, mobilitas, dan kepadatan penduduk. Kemiskinan berkontribusi besar terhadap penularan DBD di suatu daerah. Daerah miskin yang ditandai dengan penyediaan air bersih yang tidak memadai, pengolahan sampah yang tidak baik, dan drainase yang buruk dapat menjadi sarang nyamuk. Jadi, kemiskinan berakibat pada lingkungan yang kurang baik dan

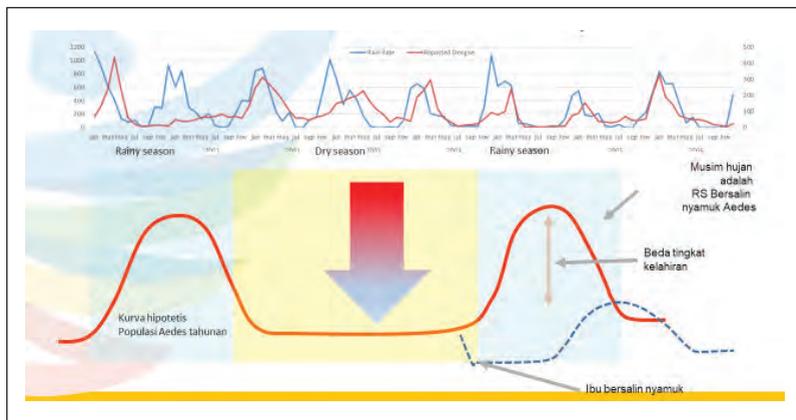
mendukung perkembangbiakan nyamuk sehingga penduduk miskin terpapar atau berisiko terkena DBD (Ang dkk., 2010). Mobilitas penduduk berkontribusi terhadap penyebaran DBD mengingat jarak terbang vektor *Aedes aegypti* terbatas. Studi yang dilakukan di Asia Tenggara menunjukkan bahwa tingginya angka wisatawan turut berkontribusi terhadap penyebaran virus dengue secara geografis (Chaparro, de la hoz, Becerra, & Repetto 2014). Sementara itu, kepadatan penduduk juga memiliki andil dalam penularan penyakit DBD. Semakin padat penduduk, nyamuk *Aedes aegypti* semakin mudah menularkan virus dengue dari satu orang ke orang lainnya. Pertumbuhan penduduk yang tidak memiliki pola tertentu dan urbanisasi yang tidak terkontrol menjadi faktor yang juga berperan dalam munculnya kejadian luar biasa penyakit DBD (WHO, 2000).

Curah hujan sebagai determinan dari faktor lingkungan juga berpengaruh terhadap kejadian DBD. Hasil riset menunjukkan bahwa curah hujan memberikan efek positif terhadap kejadian DBD. Intensitas curah hujan dalam satu tahun yang berkisar dari 1.500 mm hingga 3.670 mm akan memengaruhi kejadian DBD (Yussanti, Salamah, & Kuswanto, 2011). Hasil studi lainnya menyatakan hal yang serupa, misalnya penelitian di Vietnam membuktikan bahwa faktor musim dan iklim secara signifikan meningkatkan kejadian DBD (Hu dkk., 2017). Gambar 2.7 menjelaskan hubungan curah hujan dengan peningkatan populasi vektor DBD.

Faktor risiko lainnya terkait kejadian DBD adalah perilaku hidup bersih dan sehat. Hal ini diwujudkan lewat pembersihan tempat penampungan air yang berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk. Pembersihan ini bisa dilakukan minimal satu minggu satu kali. Praktik pemberantasan sarang nyamuk berkaitan erat dengan keberadaan jentik nyamuk (Nugroho, 2009). Penelitian di Kota Malang menunjukkan adanya hubungan antara umur, jenis kelamin, lama tinggal, dan jumlah anggota keluarga dengan perilaku pencegahan DBD.

Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) melaporkan bahwa sebanyak 40% populasi di negara berkembang saat ini tinggal di daerah

perkotaan. Jumlah ini diproyeksikan meningkat menjadi 56% pada 2030 karena maraknya migrasi dari wilayah perdesaan ke perkotaan. Migrasi ini disebabkan oleh keinginan mencari penghasilan yang lebih baik dan mencari fasilitas yang lebih baik, misalnya pendidikan, perawatan kesehatan, dan lain-lain. Pemerintah kota gagal menyediakan sarana dan prasarana umum untuk mengakomodasi arus migrasi ini, yang ada hanyalah permukiman dengan air bersih yang tidak memadai, sanitasi yang buruk (ditambah pembuangan limbah padat), dan miskin infrastruktur kesehatan masyarakat. Semua hal tersebut menimbulkan potensi bagi *Ae. aegypti* berkembangbiak dan membuat lingkungan yang kondusif untuk terjadinya transmisi (WHO, 2011).



Sumber: Presentasi Direktur PPTVZ (2018).

**Gambar 2.7** Pengendalian Vektor Sebelum Masa Penularan Berbasis Survei Jentik

#### D. PENUTUP

Pola sebaran DBD sejak ditemukan sampai saat ini semakin meningkat, baik dari aspek luas wilayah maupun jumlah penderita. Faktor yang terkait erat dengan pola sebaran dengue adalah faktor

lingkungan. Faktor lingkungan meliputi lingkungan fisik, sosial, dan biologi. Curah hujan merupakan faktor lingkungan fisik yang memengaruhi kelangsungan hidup nyamuk *Ae. aegypti* yang berperan sebagai vektor. Hal ini diperparah dengan buruknya perilaku hidup dan kondisi lingkungan perumahan yang masih jauh dari memadai. Faktor lingkungan sosial yang memengaruhi persebaran DBD adalah kepadatan penduduk yang tinggi. Di beberapa negara tropis, jumlah kasus DBD meningkat seiring meningkatnya kepadatan penduduk. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan kontak antara vektor dengan manusia. Kondisi demikian lebih banyak ditemui di wilayah perkotaan daripada di perdesaan. Keberadaan jentik dan potensial *breeding place* merupakan faktor biologi yang berperan dalam meningkatnya kasus DBD. Terpeliharanya kondisi biologi yang kondusif bagi perkembangbiakan vektor DBD menaikkan tingkat risiko penularan penyakit ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ang, K. T., Rohani, I & Look, C. H. (2010). Role of primary care providers in dengue prevention and control in the community. *Med J Malaysia*, 65(1), 58–62.
- Ariati, J., & Anwar, A. (2014). Model prediksi kejadian demam berdarah dengue (DBD) berdasarkan faktor iklim di Kota Bogor, Jawa Barat. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 42(4), 249–256.
- Ariati, J., & Musadad, A. (2013). The relationship of climate to dengue cases in Manado, North Sulawesi: 2001–2010. *Health Science Journal of Indonesia*, 1, 22–6.
- Benedum, C., Seidahmed, O. M. E., Eltahir E. A. B., & Markuzon, N. (2018). Statistical modeling of the effect of rainfall flushing on dengue transmission in Singapore. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 12, e0006935. DOI: 10.1371/journal.pntd.0006935.
- Chaparro, P. E., de la hoz, F., Becerra C. L., Repetto, S. A. (2014). Internal travel and risk of dengue transmission in Columbia. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 36(3), 197–200.

- de Almeida Costa, E. A. P., Santos, E., Correia, J. C., Albuquerque, C. (2010). Impact of small variations in temperature and humidity on the reproductive activity and survival of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). *Rev. Bras. entomol*, 54(3), 488–493.
- Departemen Kesehatan. (2010). Topik utama: DBD di Indonesia tahun 1968–2009. Jakarta. *Bulletin Jendela Epidemiologi*, 2(Agustus 2010), 1–14. Diakses pada 1 Juli 2018 dari <http://www.depkes.go.id/download.php?file=download/pusdatin/buletin/buletin-dbd.pdf>
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat. (2014). *Laporan kasus demam berdarah dengue tahun 2009–2013*. Bandung.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat. (2018). *Situasi terkini dan tantangan pengendalian DBD di Jawa Barat*. Presentasi oleh pengelola program DBD Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat dalam Pertemuan Diseminasi Penelitian “Penguatan Sistem Surveilans Berbasis Keluarga dalam Pengendalian Dengue,” Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat. Bandung.
- Ditjen P2PTVZ. (2018). Strategi pencapaian target eliminasi dan pengendalian penyakit tular vektor & zoonosis. Jakarta: BBTCLPP.
- Ditjen P2PTVZ. (2019). *Situasi DBD dan Pelaksanaan Program 1R1J*. Dalam *Workshop seluruh Tim dari Balai/Loka*, Dinas Kesehatan Provinsi dan Kabupaten Riset Implementasi Jurbastik dalam Penanggulangan DBD (Multicenter 2019), 15 Februari 2019.
- Ferreira, G. (2012). Global dengue epidemiology trends. *Rev.Inst.Med.Trop. Sao Paulo*, 54 (Suppl 18), S5-6.
- Fitriyani. (2007). Penentuan wilayah rawan demam berdarah dengue di Indonesia dan analisis pengaruh pola hujan terhadap tingkat serangan. Laporan Departemen Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Gama, A., & Betty, F. (2010). Analisa faktor risiko kejadian DBD di Desa Mojosongo Kabupaten Boyolali. *Eksplanasi*, 5(2), 1–9.
- Gubler, D. J. (1997). *The arbovirus: epidemiology and ecology*. New York: CRC Press, CAB International.
- Gubler, D. J. (2012). The economic burden of dengue. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 86,(5), 743–744.

- Gustomy, A. (2014). Pemetaan indeks kerawanan DBD Di wilayah Jawa Barat dan DKI Jakarta. Laporan M.K. Biometeorologi. Departemen Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Hendri, J., Santya, R. N. R. E., & Prasetyowati, H. (2015). Distribusi dan kepadatan vektor demam berdarah dengue (DBD) berdasarkan ketinggian tempat di Kabupaten Ciamis Jawa Barat. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 14(1), 17–28.
- Hopp, M. J., & Foley, J. A. (2001). Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *Aedes aegypti*. *Climatic Change*, 48(2–3), 441–463. Diakses pada 5 Juni 2018 dari <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010717502442>.
- Hu, S. L., Hung, N-V., Vu, S. N., & Lee, M., Won, S., Phuc, P. D., & Grace, D. (2017). Seasonal patterns of dengue fever and associated climate factors in 4 provinces in Vietnam from 1994 to 2013. *BMC Infectious Diseases*, 17(1), 218. 10.1186/s12879-017-2326-8.
- Kementerian Kesehatan RI. (2018). *Data dan informasi profil kesehatan Indonesia 2017* (R. Kurniawan, B. Hardhana, & Yulianto, eds). Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Kesehatan RI. (2017a). Profil Kesehatan Indonesia. Jakarta.
- Kementerian Kesehatan RI. (2017b). *Profil kesehatan Indonesia tahun 2016* (R. Kurniawan, Yudianto, B. Hardhana, & T. A. Soenardi, eds). Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan RI. (2015). Program pengendalian DBD dan resistensi insektisida. Presentasi di MOT Penelitian Resistensi oleh Kasubdit Pengendalian Vektor P2B2. Jakarta.
- Muliansyah, & Baskoro, T. (2016). Analisis pola sebaran DBD terhadap penggunaan lahan dengan pendekatan spatial di Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah, 2011–2013. *Journal of Information System for Public Health*, 1(1), 47–54.
- Mustika, A. A. (2016). Perubahan penggunaan lahan provinsi lampung dan pengaruhnya terhadap insidensi DBD. Skripsi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Nakhapakorn, K., & Tripathi, N. K. (2005). An information value based analysis of physical and climatic factors affecting dengue fever and dengue haemorrhagic fever incidence. *Biomed*, 13, 1–13.

- Nugroho, S. F. (2009). Faktor-faktor yang berhubungan dengan keberdaaan jentik *Aedes aegypti* di Desa Ketintang Kecamatan Nogosari Kabupaten Boyolali Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Perwitasari, D., Ariati, J., & Puspita T. (2015). Kondisi iklim dan pola kejadian demam berdarah dengue di Kota Yogyakarta tahun 2004–2011. *Media Litbangkes*, 25(4), 243–248.
- Pham, H., Doam, H., Phan, T., & Minh, N. (2011). Ecological factors associated with dengue fever in a central Highland, Province, Vietnam. *BMC Infections Diseases*, 16(11), 172.
- Prasetyowati, H. (2010). Serotipe virus dengue di tiga kabupaten/kota dengan tingkat endemisitas DBD berbeda di Provinsi Jawa Barat. *J. Aspirator*, 2(2), 120–124.
- Purnama, S., & Satoto, T. B. T. (2012). Maya index dan kepadatan larva *Aedes aegypti* terhadap infeksi dengue. *Makara Kesehatan*, 16(2), 57–64.
- Rakhmani, A. N., Limpanont, Y., Kaewkungwal, J., & Okanurak, K. (2018). Factors associated with dengue prevention behaviour in Lowokwaru, Malang, Indonesia: A cross-sectional study. *BMC Public Health* 18(1), 619.
- Raksanagara, A. S., Arisanti, N., & Rinawan, F. (2015). Dampak perubahan iklim terhadap kejadian demam berdarah di Jawa Barat. *JSK*, 1(1)43–47.
- Ramadhani, M. M., & Astuti, H. (2013). Kepadatan dan penyebaran *Aedes aegypti* setelah penyuluhan DBD di Kelurahan Paseban, Jakarta Pusat. *Journal Kedokteran Indonesia*, 1, 10–14.
- Ramesh, C., Sharmila, P., Dhillon, G., & Aditya, P. (2010). Climate change and threat of vector-borne diseases in India: Are we prepared? *Parasitology Research*, 106(4), 763–773.
- Rosidi, A. R., & Adisasmito, W. (2009). Hubungan faktor penggerakan pemberantasan sarang nyamuk demam berdarah dengue dengan angka bebas jentik di Kecamatan Sumberjaya Kabupaten Majalengka, Jawa Barat. *Majalah Kedokteran Bandung*, 41, 22–28. DOI: 10.15395/mkb.v41n2.187.
- Ruliansyah, A., Yuliasih, Y., & Hasbullah, S. (2014). Pemanfaatan citra aster dalam penentuan dan verifikasi daerah rawan DBD di Kota Banjar Provinsi Jawa Barat. *Aspirator*, 6(2), 55–62.

- Ruliansyah, A., Yuliasih, Y., Ridwan, W., & Kusnandar A. J. (2017). Analisis spasial sebaran demam berdarah dengue di Kota Tasikmalaya tahun 2011–2015. *Aspirator*, 9(2), 85–90.
- Saubani, A. (2019, 1 Februari). Per 1 Februari, ada 15.132 kasus DBD di Indonesia. *Republika.co.id*. Diakses 14 Februari 2019 dari <https://www.republika.co.id/berita/nasional/daerah/19/02/01/pm8pc8409-per-1-februari-ada-15132-kasus-dbd-di-seluruh-indonesia>
- Sulistiyawati, R. L. (2019, 30 Januari). Kemenkes rilis jumlah korban DBD dari 2014 Hingga 2019. *Republika.co.id*. Diakses 10 Februari 2019 dari <https://www.republika.co.id/berita/nasional/umum/19/01/30/pm5fi1349-kemenkes-rilis-jumlah-korban-dbd-dari-2014-hingga-2019>.
- Sucipto P. T., Raharjo, M., & Nurjazuli. (2015). Faktor-faktor yang memengaruhi kejadian penyakit demam berdarah dengue (DBD) dan jenis serotipe virus dengue di Kabupaten Semarang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 14(2), 51–55.
- Sukanto. (2007). Studi karakteristik wilayah dengan kejadian DBD di Kecamatan Cilacap Selatan Kabupaten Cilacap. Tesis Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suwandono, A., Kosasih, H., & Nurhayati. (2006). Four dengue virus serotypes found circulating during an outbreak of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in Jakarta, Indonesia, during 2004. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 100(9), 855–862.
- WHO. (2000). *Prevention and control of dengue haemorrhagic fever* (WHO Regional Publication SEARO No.29) New Delhi: World Health Organization Regional Office for South-East Asia.
- WHO. (2007). *Report on dengue 1–5 Oktober 2006*. Diakses pada? dari [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69787/TDR\\_SWG\\_08\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69787/TDR_SWG_08_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- WHO. (2011). *Comprehensive guidelines for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever (Revised and expanded edition)*. New Delhi: World Health Organization, Regional Office for South-East Asia. Diakses pada 18 Maret 2018 dari [http://apps.searo.who.int/pds\\_docs/B4751.pdf?ua=1](http://apps.searo.who.int/pds_docs/B4751.pdf?ua=1)
- WHO. (2012). *Global strategy for dengue prevention and control 2012–2020*. Geneva Switzerland.

- Widiyanto, T. (2007). Kajian manajemen lingkungan terhadap kejadian demam berdarah dengue di Purwokerto Jawa Tengah. Tesis Magister Kesehatan Lingkungan. Universitas Diponegoro.
- Wirayoga, M. A. (2013). Hubungan kejadian DBD dengan iklim di Kota Semarang tahun 2006–2011. Skripsi Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang. Diakses 7 Desember 2018 dari <https://lib.unnes.ac.id/19377/1/6450407074.pdf>
- Yussanti, N., Salamah, M., & Kuswanto, H. (2011). Pemodelan wabah demam berdarah dengue (DBD) di Jawa Timur berdasarkan faktor iklim dan sosioekonomi dengan pendekatan regresi panel semi parametrik. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.



# Bab 3

## Manifestasi Klinis dan Keparahan Dengue

Tri Wahono & Mara Ipa



### A. MANIFESTASI KLINIS INFEKSI VIRUS DENGUE

Infeksi virus dengue sejak ditemukan pada 1823 hingga kini menunjukkan peningkatan insiden. Manifestasi klinis yang muncul pun menunjukkan variasi yang tidak spesifik lagi. Artinya, orang yang mempunyai kekebalan yang cukup terhadap virus dengue tidak akan terserang penyakit meskipun dalam darahnya terdapat virus dengue. Sebaliknya, orang yang tidak punya kekebalan yang cukup akan sakit demam ringan atau demam tinggi disertai perdarahan, bahkan syok. Jadi, keparahannya tergantung pada kekebalan yang dimilikinya (Suroso, 2005).

Dengue adalah penyakit yang kompleks dengan spektrum klinis yang luas sehingga sering tidak dikenali atau didiagnosis keliru dengan penyakit demam tropis lainnya (Gubler, 1998; Amarasinghe, Kuritsky, William Letson, & Margolis, 2011; Wilder-Smith, Ooi, Horstick, & Wills, 2019). Salah diagnosis juga terjadi karena infeksi virus dengue yang menyebabkan demam berdarah dengue (DBD) bisa bersifat asimtomatik atau tidak jelas gejalanya. Setelah masa inkubasi, sebagian besar pasien mengalami serangan demam mendadak selama 2–7 hari dan sering disertai dengan gejala mialgia, arthralgia, anoreksia, sakit tenggorokan, sakit kepala, dan ruam pada kulit (Rigau-Pérez, Gubler, Vorndam, & Clark, 1997; Rigau-Pérez, 1999). Bagian anak Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo

menunjukkan bahwa pasien DBD sering menderita gejala batuk, pilek, muntah, mual, ataupun diare. Masalah bisa bertambah karena virus tersebut dapat masuk bersamaan dengan infeksi penyakit lain, seperti flu atau tifus. Oleh karena itu, diperlukan kejelian pemahaman tentang perjalanan penyakit infeksi virus dengue, patofisiologi, dan ketajaman pengamatan klinis. Pemeriksaan klinis yang baik dan lengkap serta pemeriksaan penunjang (laboratorium) dapat membantu diagnosis DBD, terutama bila gejala klinis kurang memadai (Kristina & Wulandari, 2004).

Penggunaan acuan klinis diagnosis dan klasifikasi infeksi dengue dari awal hingga kini beberapa kali diperbarui merujuk pada klasifikasi WHO 1997, 2009, dan 2011. Klasifikasi pertama DBD dimulai pada 1970-an; saat itu infeksi virus dengue diklasifikasikan menjadi demam dengue (DD), demam berdarah dengue (DBD), dan syok sindrom dengue (SSD) seperti dijelaskan dalam pedoman dengue WHO tahun 1975 (WHO, 1997). Dalam perkembangannya, diketahui bahwa terdapat perbedaan antara demam berdarah, demam berdarah dengue, dan syok sindrom. Hal tersebut menjadi aspek utama dalam klasifikasi dengue tahun 1997. Setelah itu, terjadi perluasan kasus dengue secara geografis dan peningkatan kasus pada kelompok umur dewasa yang membuat klasifikasi WHO 1997 menjadi tidak relevan lagi. Pengalaman klinis membuktikan bahwa dalam banyak kasus dengue, perbedaan spektrum penyakit lebih terlihat daripada perbedaan fase penyakit. Pengelompokan kasus dengue menjadi DD/DBD/SSD menyebabkan tumpang tindihnya perawatan dan triase pasien (Bandyopadhyay, Lum, & Kroeger, 2006; Barniol dkk., 2011; Hadinegoro, 2012).

Dalam perjalanannya, dilakukan pembaruan terhadap klasifikasi infeksi virus dengue tahun 1997 dengan dikeluarkannya Pedoman Dengue tahun 2009 oleh WHO. Dalam pedoman ini, infeksi dengue diklasifikasikan ke dalam demam berdarah dengue dengan tanda peringatan, demam berdarah dengue tanpa tanda peringatan, dan demam berdarah yang parah (WHO, 2009). Pedoman WHO 2009 ini dianggap lebih sensitif dalam mendiagnosis demam berdarah parah

dan lebih bermanfaat dalam manajemen dan triase kasus (Basuki dkk., 2010; Barniol dkk., 2011; Alexander dkk., 2011; Van De Weg dkk., 2012; Pozo-Aguilar dkk., 2014; Horstick dkk., 2014).

Namun, masalah utama terletak pada penerapan diagnosis dan tata laksana kasus. Beberapa ahli menganggap bahwa tanda peringatan yang digunakan masih terlalu luas dan membutuhkan tanda yang lebih spesifik (Hadinegoro, 2012). Selain itu, Pedoman WHO tahun 2009 juga perlu dimodifikasi agar menjadi lebih mudah untuk diterapkan (Kalayanarooj, 2011). Modifikasi dilakukan dengan menggabungkan kriteria baru dengan kriteria WHO 1997 yang masih relevan digunakan. Modifikasi dan penggabungan kriteria ini ditunjukkan dalam klasifikasi infeksi dengue 2011 oleh WHO South East Regional Office (SEARO). Pada Pedoman Dengue tahun 2011, klasifikasi dengue sama seperti dalam Guidelines WHO 1997, tetapi ditambah kriteria baru, yakni *expanded dengue syndrome* (WHO, 2011).

**Tabel 3.1** Perbedaan Klasifikasi Dengue Berdasarkan Pedoman WHO 1997, 2009, 2011

WHO 1997	WHO 2009	WHO SEARO 2011
Demam Dengue	Demam Tanpa Tanda Peringatan	Demam Dengue
Demam Berdarah Dengue (Derajat I)		Demam Berdarah Dengue (Derajat I)
Demam Berdarah Dengue (Derajat II)	Demam dengan Tanda Peringatan	Demam Berdarah Dengue (Derajat II)
Demam Berdarah Dengue (Derajat III)		Demam Berdarah Dengue (Derajat III)
Demam Berdarah Dengue (Derajat IV)	Demam parah (kebocoran plasma, pendarahan, dan keterlibatan organ dalam yang parah)	Demam Berdarah Dengue (Derajat IV) Expanded Dengue

Sumber: WHO (1997, 2009, 2011)

## **B. PERJALANAN KLASIFIKASI DENGUE**

Selanjutnya, akan diuraikan lebih terperinci terkait klasifikasi infeksi virus dengue di setiap perubahannya. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pembaruan dilakukan untuk menyempurnakan implementasi klasifikasi dalam penerapan diagnosis dan tata laksana kasus. Berikut tiga perubahan klasifikasi infeksi virus dengue.

### **1. Pedoman WHO 1997**

Manifestasi klinis infeksi virus dengue dapat berupa demam dengue dan demam berdarah dengue. Demam dengue dapat muncul tanpa manifestasi perdarahan, sedangkan demam berdarah dengue ditandai dengan perembesan plasma yang dapat menuju kondisi berat yang disebut sebagai dengue syok sindrom. Kondisi ini sering kali berakhir dengan kematian, tetapi dapat pula menuju pada keadaan tanpa syok yang dapat sembuh jika diterapi secara tepat (Djunaedi, 2006). Manifestasi klinis infeksi virus dengue diklasifikasikan menjadi DD dan DBD (derajat I, II, III, IV). Yang membedakan DBD derajat I dan II dengan DD adalah adanya trombositopenia yang disertai dengan hemokonsentrasi. Sementara itu, DBD derajat III dan IV dapat dikategorikan sebagai SSD (WHO, 1997).

Secara lengkap, klasifikasi tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

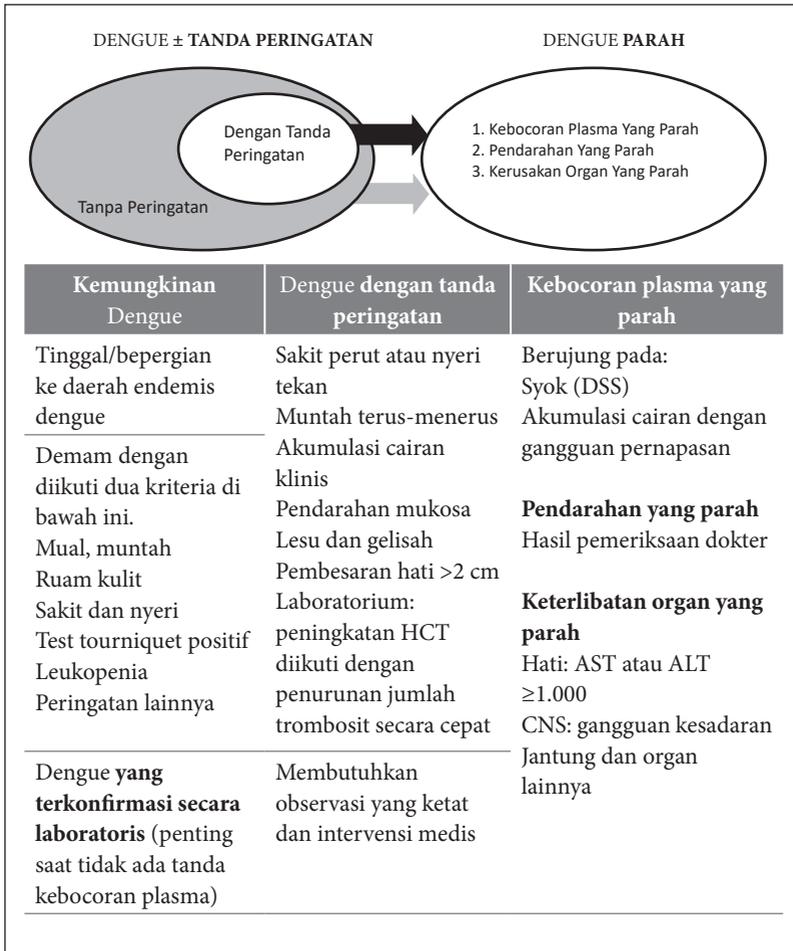
- a) Demam dengue (DD): demam disertai dua atau lebih tanda-tanda sakit kepala, nyeri retroorbital, mialgia, dan athralgia. Laboratoris: leukopenia, trombositopenia, tanpa bukti kebocoran plasma.
- b) Demam berdarah dengue derajat I: demam disertai dua atau lebih tanda-tanda sakit kepala, nyeri retroorbital, mialgia, dan athralgia dengan uji tourniquet positif. Laboratoris: trombositopenia ( $<100.000/\text{mm}^3$ ) disertai bukti kebocoran plasma.
- c) Demam berdarah dengue derajat II: manifestasi DBD derajat I disertai perdarahan spontan. Laboratoris: trombositopenia ( $<100.000/\text{mm}^3$ ) disertai bukti kebocoran plasma.

- d) Demam berdarah dengue derajat III: manifestasi DBD derajat II disertai dengan kegagalan sirkulasi (kulit teraba lembap dan dingin serta pasien gelisah). Laboratoris: trombositopenia ( $<100.000/\text{mm}^3$ ) disertai bukti kebocoran plasma.
- e) Demam berdarah dengue derajat IV: syok berat disertai dengan tekanan darah dan nadi tidak terukur. Laboratoris: trombositopenia ( $<100.000/\text{mm}^3$ ) disertai bukti kebocoran plasma.

## 2. Pedoman WHO 2009

Berbagai penelitian dan studi kasus telah menunjukkan kelemahan pedoman dengue WHO 1997 sehingga dilakukan pembaruan dengan mengeluarkan *Guidelines Dengue Infection* tahun 2009. Pedoman WHO 2009 ini tidak lagi membedakan ada tidaknya kebocoran plasma yang sulit dideteksi bila masih ringan. Namun, pedoman ini didasarkan pada simptom klinis ada tidaknya tanda peringatan (*warning sign*) yang merupakan pertanda klinis akan terjadinya manifestasi berat. Dengue dalam pedoman ini diklasifikasikan menjadi demam berdarah dengue dengan tanda peringatan, demam berdarah dengue tanpa tanda peringatan, dan demam berdarah parah. Klasifikasi tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

- a) Demam berdarah tanpa tanda peringatan: tinggal atau bepergian ke daerah endemis dengue. Demam dengan dua kriteria, seperti mual/muntah, ruam, terasa sakit, dan pegal, tes torniquet positif, dan leukopenia.
- b) Demam berdarah dengan tanda peringatan: sakit di perut atau saat ditekan, akumulasi cairan, pendarahan mukosa, lesu dan gelisah, pembesaran hati ( $\geq 2$  cm), peningkatan hematokrit, dan penurunan trombosit.
- c) Demam berdarah parah: kebocoran plasma yang mengarah pada syok, akumulasi cairan dengan gangguan pernapasan, pendarahan yang parah, keterlibatan organ yang parah (AST atau ATL hati  $\geq 1.000$ , gangguan keseimbangan, jantung dan organ lain) (WHO, 2009).



Sumber: WHO (2009)

**Gambar 3.1** Klasifikasi Dengue WHO 2009

### 3. Pedoman WHO SEARO 2011

Klasifikasi dengue WHO SEARO tahun 2011 merupakan modifikasi klasifikasi WHO 1997 dan WHO 2009. Dalam pedoman ini, dengue diklasifikasikan menjadi demam dengue, demam berdarah dengue derajat I, II, III, dan IV ditambah dengan satu klasifikasi

lagi, yakni *expanded dengue syndrome*. *Expanded dengue syndrome* kemungkinan terjadi karena adanya komplikasi syok berat yang parah, terkait kondisi atau penyakit inang, atau infeksi sekunder (WHO, 2011).

Klasifikasi dengue dalam WHO SEARO 2011 dapat diuraikan sebagai berikut.

- 1) Demam dengue (DD): demam disertai dua atau lebih tanda-tanda sakit kepala, nyeri retroorbital, mialgia, athralgia. Laboratoris: leukopenia, trombositopenia, tanpa bukti kebocoran plasma.
- 2) Derajat I: demam disertai dua atau lebih tanda-tanda sakit kepala, nyeri retroorbital, mialgia, athralgia dengan uji tourniquet positif. Laboratoris: trombositopenia ( $<100.000/\text{mm}^3$ ) disertai bukti kebocoran plasma.
- 3) Derajat II: manifestasi DBD derajat I disertai perdarahan spontan. Laboratoris: trombositopenia ( $<100.000/\text{mm}^3$ ) disertai bukti kebocoran plasma.
- 4) Derajat III: manifestasi DBD derajat II disertai dengan kegagalan sirkulasi (kulit teraba lembab dan dingin, gelisah). Laboratoris: trombositopenia ( $<100.000/\text{mm}^3$ ) disertai bukti kebocoran plasma.
- 5) Derajat IV: syok berat disertai dengan tekanan darah dan nadi tidak terukur. Laboratoris: trombositopenia ( $<100.000/\text{mm}^3$ ) disertai bukti kebocoran plasma.
- 6) Expanded dengue syndrome: demam berdarah dengan manifestasi khusus atau tidak biasa meliputi neurologikal, hepatic, renal, dan keterlibatan organ terisolasi lainnya.

### **C. DOMINASI KEPARAHAN DENGUE**

Penyakit infeksi virus dengue merupakan hasil interaksi multifaktorial antara faktor hospes, agen penyakit, dan lingkungan. Faktor agen penyakit yang memengaruhi derajat keparahan penyakit DBD di antaranya adalah faktor virulensi virus. Penelitian epidemiologi

molekuler menunjukkan hipotesis bahwa perbedaan strain virus dengue akan berpengaruh terhadap virulensi virus tersebut. Laporan dari berbagai daerah menunjukkan adanya jenis serotipe virus dengue tertentu yang berhubungan dengan manifestasi klinis DBD yang berat. Berikut beberapa faktor risiko terkait keparahan infeksi virus dengue.

### **1. Karakteristik penderita infeksi virus dengue (umur dan jenis kelamin)**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok umur yang mempunyai persentase paling tinggi terserang infeksi virus dengue adalah kelompok anak-anak, tetapi kini mulai bergeser ke kelompok umur dewasa. Hal ini sejalan dengan penelitian Kittigul di Thailand yang menemukan bahwa pasien infeksi virus dengue terbanyak di kelompok umur 10–14 tahun. Kelompok umur yang berbeda mendominasi penderita DBD derajat I, yakni 20–29 tahun (Kittigul, Pitakarnjanakul, Sujirarat, & Siripanichgon, 2007). Fakta ini sesuai dengan penelitian Hammond bahwa gejala perdarahan internal sebagian besar terjadi pada kelompok umur dewasa sebesar 15,2%. Selama tahun 1993–1998, sebagian besar kasus DBD terjadi pada anak-anak berumur antara 5–14 tahun. Namun, ada kecenderungan peningkatan jumlah kasus DBD pada orang berumur lebih dari 15 tahun (Djunaedi, 2006). Keadaan yang sama juga terjadi di Singapura di mana kelompok umur yang terinfeksi virus dengue terbanyak pada usia 14 tahun pada 1973, kemudian meningkat menjadi usia 28 tahun pada 1994.

Bila dilihat dari jenis kelamin, penderita infeksi virus dengue dengan jenis kelamin perempuan dan laki-laki jumlahnya tidak jauh berbeda. Perempuan penderita DBD jumlahnya lebih banyak (58,7%) dibandingkan dengan laki-laki (41,3%). Hal ini hampir sama dengan hasil penelitian di Rumah Sakit Chon Buri Regional Bangkok tahun 1995–1998, yakni 55% penderita adalah perempuan. Penelitian pada populasi Meksiko yang membandingkan *infection rate* virus dengue berdasarkan jenis kelamin juga membuktikan adanya peningkatan

risiko pada perempuan (Kaplan dkk., 1983). Hasil studi yang berbeda di Asia menunjukkan bahwa frekuensi terjadinya infeksi virus dengue lebih banyak pada laki-laki daripada perempuan. Perbedaan tersebut berhubungan dengan perilaku pencarian pengobatan (Guha-Sapir & Schimmer, 2005).

Perbedaan jenis kelamin ternyata berkaitan erat dengan derajat keparahan infeksi virus dengue. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DBD derajat I dan II sebagian besar diderita oleh perempuan. Hasil penelitian yang sama di Brazil menunjukkan bahwa perempuan lebih berisiko terkena infeksi virus dengue dengan manifestasi klinis yang lebih berat dibandingkan dengan laki-laki (Cordeiro dkk, 2011). Permatasari menyatakan bahwa perempuan memiliki peluang 3,333 kali lebih besar menderita DBD daripada laki-laki (Permatasari, Ramaningrum, & Novitasari, 2015). Halstead juga menegaskan hal yang senada, yakni bahwa laki-laki yang terinfeksi virus dengue derajat keparahannya lebih ringan dibandingkan dengan perempuan. Masih menurut Halstead, hasil penelitian menunjukkan bahwa kasus demam syok sindrom (DSS) dan kasus fatal lebih banyak ditemukan pada perempuan dibandingkan pada laki-laki, terutama usia di atas 4 tahun (Halstead, 1970). Keparahannya penyakit akibat infeksi juga dipengaruhi oleh usia. Hal ini sejalan dengan penelitian Guzman yang menunjukkan bahwa DEN-2 mempunyai peluang yang sama dalam menginfeksi semua kelompok usia. Namun, kerentanan terhadap DSS terbanyak ditemukan pada kelompok usia antara 4–12 tahun dan menurun pada usia belasan (Guzman & Kouri, 2008).

#### **D. HUBUNGAN JENIS INFEKSI DAN DERAJAT KEPARAHAN INFEKSI VIRUS DENGUE**

Berdasarkan hasil penelitian, penderita dengan infeksi sekunder sebagian besar (56%) merupakan DD. Hasil ini sejalan dengan penelitian Cordeiro di Recife Brazil yang menemukan bahwa infeksi sekunder mendominasi pada penderita dengan kategori DD, sedangkan pada penderita DBD, proporsi infeksi primer dan

sekunder relatif sama (Cordeiro dkk., 2011). Namun, hasil berbeda ditemukan di Thailand. Sebagian besar penderita dengan infeksi sekunder di sana merupakan DBD (Nisalak dkk., 2003).

Penelitian di lima rumah sakit di Jawa Barat menunjukkan tidak ada hubungan yang berarti antara jenis infeksi (infeksi primer dan sekunder) dengan derajat keparahan infeksi virus dengue (Ipa, 2010). Kesimpulan yang sama diperoleh dari penelitian di RSUD Sanglah Denpasar (Kardawinata, 2008).

Hubungan kuat antara DBD dan infeksi sekunder virus dengue diketahui dari studi *in vitro* yang dilakukan Halstead. Studi tersebut didasari oleh kenyataan bahwa manifestasi klinis pada infeksi sekunder yang terjadi setelah beberapa waktu berbeda dengan manifestasi klinis pada infeksi primer (Halstead dkk., 1970). Teori infeksi sekunder menyatakan bahwa antibodi yang terbentuk setelah pertama kali terinfeksi virus dengue dapat menetralkan virus yang sama (homolog). Teori *secondary heterologous infection* menyatakan bahwa infeksi virus dengue kedua kali atau berikutnya dengan serotipe virus yang berbeda pada seorang individu akan bermanifestasi lebih berat dibandingkan infeksi primer. Antibodi heterolog yang telah ada setelah infeksi virus dengue sebelumnya akan mengenal virus dengue yang menginfeksi berikutnya dan membentuk kompleks antigen antibodi yang berikatan dengan Fc reseptor dari membran sel leukosit terutama makrofag. Antibodi ini bersifat heterolog sehingga virus tidak dinetralkan oleh tubuh, yang akan menyebabkan virus bebas melakukan replikasi dalam sel makrofag (Wagenaar, Mairuhu, & Gorp, 2004).

Hipotesis ini dijelaskan dalam *antibody-dependent immune enhancement theory* (ADE) yang secara *in vitro* menunjukkan bahwa antibodi anti-dengue dapat meningkatkan infeksi virus melalui peran IgG dalam sel monosit sehingga meningkatkan replikasi virus. Satu-satunya spesies hewan besar selain manusia yang diketahui terinfeksi secara alami dan dapat secara eksperimental terinfeksi oleh rute parenteral adalah monyet dan kera. Respons antibodi dan tingkat viremia pada monyet mirip dengan yang terlihat pada

manusia, dan oleh karena itu mereka telah dipandang sebagai model hewan yang dapat diterima untuk mempelajari aspek virologi dan imunologi dalam infeksi virus dengue eksperimental. Selain itu, telah didokumentasikan dengan baik bahwa dalam semua aspek, komposisi sel sumsum tulang *Rhesus macaque* sangat mirip dengan manusia dan digarisbawahi oleh fakta bahwa parameter yang ditetapkan untuk transfusi darah pada monyet telah menjadi panduan penting untuk prosedur ini dalam studi klinis. Selanjutnya, sebuah laporan baru-baru ini menunjukkan rekapitulasi *hemorrhagic* manusia pada rhesus monyet melalui pemberian intravena dengan dosis tinggi virus dengue. Meskipun tingkat viremia dengue sedikit lebih rendah dari pada di manusia, model ini menunjukkan gejala penyakit. Oleh karena itu, primata merupakan hewan yang lebih baik untuk menyelidiki sumber viremia dengue (Noisakran dkk., 2010)

Keterkaitan antara infeksi sekunder dengan derajat keparahan infeksi masih diragukan karena infeksi sekunder tidak selalu dapat menerangkan etiologi DBD. Tidak semua infeksi sekunder menimbulkan manifestasi klinis berat, dan sebaliknya, infeksi primer kemungkinan dapat menimbulkan manifestasi berat, misalnya komplikasi DSS (Halstead, 1988; Reed dkk., 2017). Hasil yang sama didapat dari penelitian di Sri Lanka di mana terdapat manifestasi perdarahan pada penderita positif IgM (Kularatne, Gawarammana, & Kumarasiri, 2005).

Hasil pengamatan epidemiologis menunjukkan bahwa terdapat korelasi kuat antara respons antibodi sekunder (*secondary type antibody responses*) atau infeksi dengue sebelumnya dengan penyakit yang ditimbulkan akibat infeksi virus dengue. Korelasi tersebut menguat sejalan dengan keparahan penyakit pada anak-anak usia lebih dari satu tahun. Namun, tidak semua pasien dengan infeksi sekunder dengue meningkat menjadi DBD/DSS. Hasil Penelitian di Nicaragua menyatakan bahwa infeksi sekunder terbukti menjadi faktor risiko keparahan penderita infeksi virus dengue pada anak, tetapi tidak pada orang dewasa (Harris dkk., 1998). Keparahannya penyakit dipengaruhi juga oleh virulensi virus. Teori virulensi

didasarkan pada perbedaan serotipe pada kasus-kasus fatal. Teori virulensi menjelaskan bahwa DBD timbul karena infeksi pertama virus dengue dengan virulensi yang tinggi. Teori ini muncul karena tidak semua infeksi sekunder menimbulkan DBD (McBride & Bielefeldt-Ohmann, 2000).

Interval antara infeksi primer dan sekunder memengaruhi keparahan infeksi dengue. Semakin dekat intervalnya, infeksi yang disebabkan akan lebih parah. Infeksi ganda akan menimbulkan keparahan yang lebih tinggi karena interval infeksi sangat dekat, bahkan tidak ada intervalnya (Soo dkk., 2016). Infeksi sekunder tidak selalu menimbulkan manifestasi berat. DBD berat terjadi hanya pada 1% sampai 3% dari seluruh kasus. Faktor yang memengaruhi berat tidaknya DBD adalah IgM spesifik anti dengue. IgM yang bersifat netralisasi dapat berikatan dan menetralkan infeksi sekunder sehingga mencegah timbulnya sakit berat. Bila IgM tidak cukup, terjadi peningkatan IgG yang mengakibatkan dengue berat (Pang, 1987).

## **E. HUBUNGAN SEROTIPE DAN DERAJAT KEPARAHAN INFEKSI VIRUS DENGUE**

Demam berdarah dengue/sindrom syok dengue (DBD/SSD) terdiri dari 4 serotipe yang berbeda (DEN 1-4) (Nisalak dkk., 2003). Perbedaan serotipe dengue menyebabkan berbagai gejala klinis yang berbeda, tetapi serotipe apa yang berpengaruh terhadap perbedaan klinis seperti apa belum dapat dipastikan. Beberapa laporan mengindikasikan bahwa DEN-2 dan DEN-3 menyebabkan kasus yang lebih parah, sementara DEN-4 menghasilkan gejala klinis yang lebih ringan (Endy dkk., 2004; Nisalak dkk., 2003; Balmaseda dkk., 2006). Penelitian yang dilakukan di tiga lokasi berbeda (Jakarta, Yogyakarta, dan Medan) sebagian besar serotipenya adalah DEN-3 (42,5%) dan DEN-2 (33,7%) (Wuryadi, 1986). Pada saat terjadi KLB DBD di Jakarta pada 2004, serotipe DEN-3 mendominasi, diikuti DEN-4, DEN-2 dan DEN-1 (Suwandono dkk., 2006).

Di Jawa Barat, DEN-2 (42,8%) dan DEN-3 (38%) menjadi serotipe yang banyak menyebabkan terjadinya kasus DBD (Ipa, 2010). Hal ini

sejalan dengan penelitian di Thailand yang menemukan bahwa kasus DBD terbanyak disebabkan oleh DEN-2 (35%) dan DEN-3 (31%) (Endy dkk., 2002). Berdasarkan hasil penelitian lainnya, ditemukan adanya infeksi ganda oleh dua serotipe yang berbeda (DEN-3 dan DEN-4) dengan diagnosis klinis DBD derajat I. Infeksi ganda juga muncul di Jawa Timur saat serotipe DEN-2 dan DEN-3 ditemukan dalam sampel serum penderita dengan diagnosis klinis DBD derajat IV. Infeksi ganda oleh dua serotipe yang berbeda dapat memperparah penyakit DBD ini (Soegijanto, 2004).

Di Jawa Barat, ada hubungan kuat antara serotipe virus dengue dengan derajat keparahan infeksi virus dengue, dan DEN 3 merupakan serotipe yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat dengan derajat infeksi virus dengue (Ipa, 2010). Hal ini sejalan dengan penelitian wabah dengue di Bangladesh (Podder dkk., 2006) dan Sumatra Selatan (Corwin dkk., 2001) yang menunjukkan bahwa DEN-3 adalah serotipe yang dominan. DEN-1 menyebabkan munculnya kasus dengue ringan di Indonesia, sedangkan DEN-3 dan DEN-2 menjadi penyebab hadirnya kasus dengue berat. Sementara itu, Siquera menguji perbedaan manifestasi klinis yang disebabkan oleh perbedaan serotipe di Brazil. Hasilnya, individu yang terinfeksi DEN-3 menunjukkan gejala lebih berat dibandingkan dengan yang terinfeksi DEN-1 atau DEN-2 (Siqueira dkk., 2005). Namun, terdapat penelitian yang hasilnya berbeda. Sebagai contoh, dalam penelitian tentang wabah di Salta Argentina pada 1997 (Avilés dkk., 1999) ditemukan bahwa serotipe DEN-2 adalah yang paling dominan. Penelitian wabah di Kuba membuktikan bahwa kasus fatal yang terjadi berhubungan dengan infeksi sekunder oleh DEN-2 (Kouri dkk., 1989; Guzmán dkk., 2000). Sementara itu, hasil penelitian di Thailand menunjukkan bahwa infeksi sekunder oleh DEN-2 berhubungan dengan lebih banyak kasus DBD/DSS dibandingkan dengan infeksi sekunder oleh DEN-4 (Nisalak dkk., 2003). Penelitian epidemi dengue di Nicaragua pada 1998 menyimpulkan bahwa epidemiologi dengue dapat berbeda tergantung daerah geografi dan serotipe virusnya (Balmaseda dkk., 1999).

Teori virulensi menyatakan bahwa penyebab hebatnya manifestasi sakit adalah virulensi virus. Hasil penelitian telah membuktikan teori tersebut dan menunjukkan bahwa DEN-1 lebih patogenik dibandingkan dengan serotipe lainnya. Hal ini karena serotipe DEN-2, DEN-3, dan DEN-4 tidak berhasil membawa epitop yang dapat meningkatkan antibodi netralisasi terhadap serotipe virus DEN-1. Lalu, subtipe virus dengue juga menimbulkan perbedaan derajat keparahan infeksi virus dengue. Bila seseorang terinfeksi virus dengue serotipe DEN-2 dengan infeksi primer, antibodi anti-dengue dapat menetralkan dengan baik jika infeksi disebabkan oleh serotipe DEN-3 grup A dibandingkan dengan serotipe DEN-3 grup B. Sejalan dengan ditemukannya genotipe baru DEN-2 di Asia Tenggara, ada tiga subtipe DEN-2 yang didasarkan pada perbedaan asam amino. Infeksi sekunder subtipe 1 mengakibatkan DSS, infeksi sekunder subtipe 2 menyebabkan DBD, dan infeksi subtipe 3 mengakibatkan DD. Hal ini menunjukkan bahwa strain virus menentukan virulensi dari virus dengue (Pandey & Igarashi, 2000).

Penelitian Silva mengindikasikan bahwa DEN-2 menyebabkan kasus yang lebih parah dibandingkan dengan DEN-1 dan DEN-3 (Hammond dkk., 2005; Silva dkk., 2018). Penelitian di Vittoria, Brazil, menunjukkan bahwa DEN-2 menyebabkan kasus yang lebih parah daripada DEN-1 atau DEN-4 (Vicente dkk., 2016). DEN-1 berkaitan dengan peningkatan permeabilitas pembuluh darah, sedangkan DEN-2 dikaitkan dengan syok pada tingkat yang lebih tinggi. DEN-2 menyebabkan keparahan yang lebih tinggi; hal ini didukung data banyaknya infeksi DEN-2 yang mengakibatkan pendarahan serius (misalnya, hematemesis, melena, hematuria, menorrhagia, epistaksis, dan pendarahan gingiva). Sementara itu, DEN 1 menyebabkan pendarahan yang ringan, seperti petekiae dan tes torniquet positif yang menunjukkan adanya kerapuhan kapiler.

Studi pilogenetik dan epidemiologi menunjukkan bahwa genotipe virus tertentu mempunyai kemampuan menimbulkan epidemi DBD (Messer dkk., 2002), misalnya serotipe DEN-3 yang memiliki empat subtipe berbeda berdasarkan perbedaan geografis (Lanciotti, Lewis, Gubler, & Trent, 1994). Berdasarkan hasil analisis

genetik, strain DEN-3 berpotensi membentuk genotipe baru (genotipe V). Menurut Rosen, evolusi genetik dari virus dengue dalam masing-masing serotipe akan menghasilkan generasi virus dengue yang lebih virulen (Rosen, 1977). Hal senada dijelaskan oleh Gubler; ia menyatakan bahwa strain virus dengue berhubungan dengan berat ringannya derajat keparahan yang ditimbulkan (Gubler, 1987). Beberapa strain virus dengue bertanggung jawab terhadap kejadian DBD dengan jumlah insiden rendah dan transmisi tidak efisien. Sementara itu, beberapa strain lainnya berperan pada insiden DBD dalam jumlah yang lebih tinggi dengan transmisi cepat. Penelitian Dash di India juga mengungkapkan bahwa serotipe DEN-3 virus dengue sub tipe III mudah transmisinya pada nyamuk dan manusia sebagai hospes utama dan dapat beradaptasi dengan efisien di wilayah baru (Dash dkk., 2006).

Sebuah penelitian menunjukkan bahwa parameter terkait virulensi virus dengue antara lain serotipe virus, urutan genom virus, status kekebalan, dan selanjutnya serotipe yang berperan dalam memodulasi penyakit dengue (Gutierrez dkk., 2011). Virulensi virus ditentukan oleh faktor kepekaan hospes. Selain itu, perbedaan sekuen asam nukleat DNA, baik di antara maupun di dalam sub tipe, juga menyebabkan perbedaan virulensi virus dan potensi epideminya. Perubahan susunan asam amino pada protein E virus dapat menyebabkan perubahan kepekaan sel hospes, kemudian berdampak pada replikasi virus dan derajat berat ringannya penyakit (Dash dkk., 2006).

## **F. PENUTUP**

Manifestasi klinis infeksi virus dengue bermacam-macam, mulai dari gejala ringan (mialgia, artralgia, anoreksia, sakit tenggorokan, sakit kepala, dan ruam pada kulit) sampai gejala berat (kebocoran plasma dan syok). Spektrum klinis yang luas dan tidak spesifik membuat sering tidak dikenali atau salah diagnosis dengan penyakit demam tropis lainnya. Pemeriksaan klinis yang baik dan lengkap, serta pemeriksaan laboratorium (RDT, ELISA, *genetic sequencing*) sangat membantu dalam penegakan diagnosis DBD.

Acuan klinis diagnosis dan klasifikasi infeksi dengue telah beberapa kali diperbarui merujuk pada Pedoman WHO 1997, 2009, dan 2011. Infeksi virus dengue menurut WHO 1997 diklasifikasikan menjadi demam dengue, demam berdarah dengue, dan syok sindrom dengue (DD/DBD/SSD). Namun, aplikasi Pedoman WHO 1997 terbatas sehingga perlu dilakukan pembaruan. Kemudian, dikeluarkanlah Pedoman WHO 2009 yang mengklasifikasikan infeksi dengue menjadi demam berdarah dengue dengan tanda peringatan, demam berdarah dengue tanpa tanda peringatan, dan demam berdarah yang parah. Permasalahan muncul dalam penanganan kasus DBD karena tanda peringatan yang digunakan masih terlalu luas dan kurang spesifik. Oleh karena itu, WHO melakukan modifikasi kriteria dengan menggabungkan dengan kriteria WHO 1997 yang masih relevan digunakan. Kemudian, dikeluarkanlah Pedoman WHO 2011 yang menggunakan klasifikasi WHO 1997 ditambah dengan kriteria baru, yakni *expanded dengue syndrome*.

Manifestasi klinis dan keparahan dengue dipengaruhi dua faktor utama, yaitu *hospes* dan agen. Faktor *hospes* dipengaruhi oleh karakteristik pasien, kondisi imunitas pasien, jenis infeksi virus dengue dan interval infeksi virus dengue. Faktor agen dipengaruhi oleh tingkat virulensi virus dengue, dan jenis serotipe virus dengue.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, N., Balmaseda, A., Coelho I. C. B., Dimaano, E., Hien, T. T., Hung, N. T., ... Wills, B. (2011). Multicentre prospective study on dengue classification in four South-east Asian and three Latin American countries. *Tropical Medicine and International Health*, 16(8), 936–948.
- Amarasinghe, A., Kuritsky, J. N., William Letson, G., & Margolis, H. S. (2011). Dengue virus infection in Africa. *Emerging Infectious Diseases*, 17(8), 1349–1354.
- Avilés, G., Rangeón, G., Vorndam, V., Briones, A., Baroni, P., Enria, D., & Sabattini, M.S. (1999). Dengue reemergence in Argentina. *Emerging Infectious Diseases*, 5(4), 575–578.

- Balmaseda, A., Hammond, S.N., Pérez, L., Tellez, Y., Saborío, S. I., Mercado J. C., ... Harris E. (2018). Serotype-specific differences in clinical manifestations of dengue. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 74(3), 449–456.
- Balmaseda, A., Sandoval, E., Pérez, L., Gutiérrez, C. M., & Harris, E. (1999). Application of molecular typing techniques in the 1998 dengue epidemic in Nicaragua. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 61(6), 893–7.
- Balmaseda, J., Reguera, E., Rodríguez-Hernández, J., Reguera, L., & Autie, M. (2006). Behavior of transition metals ferricyanides as microporous materials. *Microporous and Mesoporous Materials*, 96(1–3), 222–236.
- Bandyopadhyay, S., Lum, L. C. S., & Kroeger, A. (2006). Classifying dengue: A review of the difficulties in using the WHO case classification for dengue haemorrhagic fever. *Tropical Medicine and International Health*, 11(8), 1238–1255.
- Barniol, J., Gaczkowski, R., Barbato, E. V., da Cunha, R. V., Salgado, D., Martínez, E., ... Jaenisch, T. (2011). Usefulness and applicability of the revised dengue case classification by disease: Multi-centre study in 18 countries. *BMC Infectious Diseases*, 11(1), 106.
- Basuki, P. S., Budiyo, Puspitasari, D., Husada, D., Darmowandowo, W., Ismoedijanto, ... Yamanaka, A. (2010). Application of revised dengue classification criteria as a severity marker of dengue viral infection in Indonesia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 41(5), 1088–1094.
- Cordeiro, R., Donalisio, M. R., Andrade, V. R., Mafra, A. C. C. N., Nucci, L. B., Brown, J. C. & Stephan, C. (2011). Spatial distribution of the risk of dengue fever in southeast Brazil, 2006–2007. *BMC Public Health*, 11(1), 355.
- Corwin, A. L., Larasati, R. P., Bangs, M. J., Wuryadi, S., Arjoso, S., Sukri, N., ... Porter, K. R. (2001). Epidemic dengue transmission in southern Sumatra, Indonesia. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 95(3), 257–65.
- Dash, P.K., Parida, M., Saxena, P., Abhyankar, A. V., Singh, C. P., Tewari, K. N., ... Rao, P. V. L. (2006). Reemergence of dengue virus type-3 (subtype-III) in India: Implications for increased incidence of DHF & DSS. *Virology Journal*, 3(3), 55.

- Djunaedi. (2006). *Demam berdarah: Epidemiologi, innopatologi, patogenesis, diagnosis dan penatalaksanaanya*. Malang: Penerbit Universitas Muhammadiyah.
- Endy, T. P., Nisalak, A., Chunsuttiwat, S., Libraty, D. H., Green, S., Rothman, A. L., ... Ennis, F. A. (2002). Spatial and temporal circulation of dengue virus serotypes: A prospective study of primary school children in Kamphaeng Phet, Thailand. *American Journal of Epidemiology*, 156(1), 52–9.
- Gubler, D. J. (1998). Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clinical Microbiology Reviews*, 11 (3), 480–496.
- Gubler, D. J. (1987). Dengue and dengue hemorrhagic fever in the Americas. *Puerto Rico Health Sciences Journal*, 6(2), 107–111.
- Guha-Sapir, D., & Schimmer, B. (2005). *Dengue fever: New paradigms for a changing epidemiology*. *Emerging Themes in Epidemiology*, 2(1), 1.
- Gutierrez, G., Standish, K., Narvaez, F., Perez, M. A., Saborio, S., Elizondo, D., ... Harris, E. (2011). Unusual dengue virus 3 epidemic in Nicaragua, 2009. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, 5(11), e1394. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001394>
- Guzman, M. G., & Kouri, G. (2008). Dengue haemorrhagic fever integral hypothesis: confirming observations, 1987–2007. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 102(6), 522–3.
- Guzmán, M. G., Kouri, G., Valdes, L., Bravo, J., Alvarez, M., Vazques, S., ... Halstead, S.B. (2000). Epidemiologic studies on dengue in Santiago de Cuba, 1997. *American Journal of Epidemiology*, 152(9), 793–9.
- Hadinegoro, S. R. (2012). The revised WHO dengue case classification: Does the system need to be modified? *Paediatrics and International Child Health*, 32 Suppl 1(s1), 33–8.
- Halstead, S. B. (1970). Observations related to pathogenesis of dengue hemorrhagic fever. VI. Hypotheses and discussion. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 42(5), 350–62.
- Halstead, S. B. (1988). Pathogenesis of dengue: Challenges to molecular biology. *Science*, 239(4839), 476–481.
- Halstead, S. B., Udomsakdi, S., Simasthien, P., Singharaj, P., Sukhavachana, P., & Nisalak, A. (1970). Observations related to pathogenesis of dengue hemorrhagic fever. I. Experience with classification of dengue viruses. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 42(5), 261–275.

- Hammond, S. N., Balmaseda, A., Pérez, L., Tellez, Y., Saborío, S. I., Mercado, J. C., ... Harris, E. (2005). Differences in dengue severity in infants, children, and adults in a 3-year hospital-based study in Nicaragua. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 73(6), 1063–70.
- Harris, E., Roberts, T. G., Smith, L., Selle, J., Kramer, L. D., Valle, S., ... Balmaseda, A. (1998). Typing of dengue viruses in clinical specimens and mosquitoes by single- tube multiplex reverse transcriptase PCR. *Journal of Clinical Microbiology*, 36(9), 2634–9.
- Horstick, O., Jaenisch, T., Martinez, E., Kroeger, A., Lum, L., Farrar, J., Runge-Ranzinger, S. (2014). Comparing the usefulness of the 1997 and 2009 WHO dengue case classification: A systematic literature review. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 91(3), 621–634.
- Ipa, M. (2010). Hubungan jenis infeksi dan serotipe dengan derajat keparahan penderita infeksi virus dengue di lima rumah sakit Provinsi Jawa Barat. Universitas Gadjah Mada.
- Kalayanaroj, S. (2011). Dengue classification: Current WHO vs. the newly suggested classification for better clinical application? *Journal of the Medical Association of Thailand=Chotmaihet thangphaet*, 94(Suppl 3), S74–84.
- Kaplan, J. E., Eliason, D. A., Moore, M., Sather, G. E., Schonberger, L. B., Cabrera-Coello, L., de Castro J. F. (1983). Epidemiologic investigations of dengue infection in Mexico, 1980. *American Journal of Epidemiology*, 117(3), 335–343.
- Kardawinata, M. P. (2008). Hubungan antara faktor host dan lingkungan dengan derajat infeksi virus dengue di RSUP Sanglah Denpasar Bali. Universitas Airlangga.
- Kittigul, L., Pitakarnjanakul, P., Sujirarat, D., & Siripanichgon, K. (2007). The differences of clinical manifestations and laboratory findings in children and adults with dengue virus infection. *Journal of Clinical Virology*, 39(2), 76–81.
- Kouri, G. P., Guzmán, M. G., Bravo, J. R., & Triana, C. (1989). Dengue haemorrhagic fever/dengue shock syndrome: lessons from the Cuban epidemic 1981. *Bulletin of the World Health Organization*, 67(4), 375–80.
- Kristina, I., & Wulandari, L. (2004). *Kajian masalah kesehatan: demam berdarah dengue*. Jakarta: Badan Litbangkes.

- Kularatne, S. A. M., Gawarammana, I., & Kumarasiri, R. P. V. (2005). Epidemiology, clinical features, laboratory investigations and early diagnosis of dengue fever in adults: A descriptive study in Sri Lanka. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 36(3), 686–92.
- Lanciotti, R. S., Lewis, J. G., Gubler, D., & Trent, D. W. (1994). Molecular evolution and epidemiology of dengue-3 viruses. *Journal of General Virology*, 75( Pt 1)(1), 65–75.
- McBride, W. J. H., & Bielefeldt-Ohmann, H. (2000). Dengue viral infections: Pathogenesis and epidemiology. *Microbes and Infection*, 2(9), 1041–50.
- Messer, W. B., Vitarana, U. T., Sivananthan, K., Elvtigala, J., Preethimala, L. D., Ramesh, R., ... De Silva, A. M. (2002). Epidemiology of dengue in Srilanka before and after the emergence of epidemic dengue hemorrhagic fever. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 66(6), 765–73.
- Nisalak, A., Endy, T. P., Nimmannitya, S., Kalayanaroj, S., Thisayakorn, U., Scott, R. M., ... Hoke, C. H. (2003). Serotype-specific dengue virus circulation and dengue disease in Bangkok, Thailand from 1973 to 1999. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 68(2), 191–202.
- Noisakran, S., Onlamoon, N., Songprakhon, P., Hsiao, H-M., Chokephaibulkit, K., & Perng, G. C. (2010). Cells in dengue virus infection in vivo. *Advances in Virology*, 2010, Article ID 164878. <http://dx.doi.org/10.1155/2010/164878>
- Pandey, B. D., & Igarashi, A. (2000). Severity-related molecular differences among nineteen strains of dengue type 2 viruses. *Microbiology and Immunology*, 44(3), 179–88.
- Pang, T. (1987). Dengue-specific IgM and dengue haemorrhagic fever/shock. *The Lancet*, 329(8539), P988. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(87\)90346-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(87)90346-1)
- Permatasari, D. Y., Ramaningrum, G., & Novitasari, A. (2015). Hubungan status gizi, umur, dan jenis kelamin dengan derajat infeksi dengue pada anak. *Jurnal Kedokteran Muhammadiyah*, 2(1), 24–28.
- Podder, G., Breiman, R. F., Azim, T., Thu, Z. H., Velathanthiri, N., Le, M., ... Aaskov, J. G. (2006). Origin of dengue type 3 viruses associated with the dengue outbreak in Dhaka, Bangladesh, in 2000 and 2001. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 74(2), 263–5.

- Pozo-Aguilar, J. O., Monroy-Martínez, V., Díaz, D., Barrios-Palacios, J., Ramos, C., Ulloa-García, A., ... Ruiz-Ordaz, B.H. (2014). Evaluation of host and viral factors associated with severe dengue based on the 2009 WHO classification. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–11.
- Raekiansyah, M., & Sudiro, T. M. (2013). Genetic variation among dengue virus that possibly correlate with pathogenesis. *Medical Journal of Indonesia*, 13(3).
- Reed, D., Kuberski, T., Mataika, J., & Rosen, L. (2017). Clinical and laboratory observations on patients with primary and secondary dengue type 1 infections with hemorrhagic manifestations in Fiji. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 26(4), 775–783.
- Rigau-Pérez, J. G. (1999). Surveillance for an emerging disease: dengue hemorrhagic fever in Puerto Rico, 1988–1997. *Puerto Rico Health Sciences Journal*, 18(4), 337–45.
- Rigau-Pérez, J. G., Gubler, D. J., Vorndam, A. V., & Clark, G. G. (1997). Dengue: A literature review and case study of travelers from the United States, 1986–1994. *Journal of Travel Medicine*, 4(2)65–71.
- Rosen, L. (1977). The emperor's new clothes revisited, or reflections on the pathogenesis of dengue hemorrhagic fever. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 26(3), 337–43.
- Silva, S., Cuadra, R., Perez, M. A., Mercado, J. C., Hammond, S. N., Harris, E., et al. 2018. Serotype-specific differences in clinical manifestations of dengue. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 74(3), 449–456.
- Siqueira, J. B., Martelli, C. T., Coelho, G. E., Da Rocha Simplicio, A. C., & Hatch, D. L. (2005). Dengue and dengue hemorrhagic fever, Brazil, 1981–2002. *Emerging Infectious Diseases*, 11(1), 48–53.
- Soegijanto. (2004). *Demam berdarah dengue*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Soo, K. M., Khalid, B., Ching, S. M., & Chee, H. Y. (2016). Meta analysis of dengue severity during infection by different dengue virus serotypes in primary and secondary infections. *Plos One*, 11(5), e0154760. doi: 10.1371/journal.pone.0154760.
- Sung, M. J., Won, J. B., Kim, J., Seung, H. S., & Eung, S. H. (2016). Epidemiological characteristics and risk factors of dengue infection in Korean travelers. *Journal of Korean Medical Science*, 31(12), 1863.

- Suroso, T. (2005). *Situasi epidemiologi dan program pemberantasan demam berdarah dengue di Indonesia*. Dalam seminar kedokteran tropis kajian KLB DBD dari biologi molekuler sampai pemperantasannya. Yogyakarta: Program Studi Ilmu Kedokteran Tropis, Fakultas Kedokteran, UGM.
- Suwandono, A., Kosasih, H., Nurhayati, Kusriastuti, R., Harun, S., Ma'roef, C., ... Blair, P. (2006). Four dengue virus serotypes found circulating during an outbreak of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in Jakarta, Indonesia, during 2004. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 100(9), 855–62.
- Wagenaar, J. F. P., Mairuhu, A. T. A. & Gorp, E. C. M. Van. (2004). Genetic influences on dengue virus infections. *Dengue Bulletin*, 28, 126–134.
- Wespestad, V. G., Fritz., L. W., Ingraham, J., Megrey, B. A. (2000). On relationships between cannibalism, climate variability, physical transport, and recruitment success of Bering Sea walleye pollock (*Theragra chalcogramma*). *ICES Journal of Marine Science*, 57(2), 272–278.
- Vicente, C. R., Herbinge, K. H., Fröschl, G., Romano, C. M, Cabidelle, A de S. A., & Junior, C. C. (2016). Serotype influences on dengue severity: A cross-sectional study on 485 confirmed dengue cases in Vitória, Brazil. *BMC Infectious Diseases*, 8(16), 320.
- Van De Weg, C. A. M., Van Gorp, E. C. M., Supriatna, M., Soemantri, A., Osterhaus, A. D. M. E., & Martina, B. E. E. (2012). Evaluation of the 2009 WHO dengue case classification in an Indonesian pediatric cohort. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 86(1), 166–170.
- WHO. (2011). *Comprehensive guidelines for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever*. World Health Organization. Regional office for South-East Asia. India: World Health Organization.
- WHO. (1997). *Dengue haemorrhagic fever Diagnosis, treatment, prevention and control*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2009). *Preventive and control of dengue hemmorrhagic fever*. Geneva: World Health Organization.
- Wilder-Smith, A., Ooi, E.E., Horstick, O., & Wills, B. (2019). Dengue. *The Lancet*, 393(10169), 350–363.
- Wuryadi, S. (1986). *Pengamatan virus dengue beberapa kota di Indonesia*. Jakarta: Pusat Penelitian Penyakit Menular, Balitbangkes.

# Bab 4 Serotipe Virus Dengue dan Peranannya Dalam Endemisitas DBD Suatu Daerah

Heni Prasetyowati



## A. ETIOLOGI VIRUS DENGUE

Berbicara tentang demam berdarah dengue (DBD) tentunya tidak lepas dari penyebab infeksi, yakni virus dengue. Virus dengue merupakan jasad renik yang tergolong keluarga (famili) Flaviviridae. Famili Flaviviridae dibagi menjadi tiga marga (genus), yaitu Flavivirus, Pestivirus, dan Hepatitis C virus. Virus dengue termasuk dalam genus Flaviviridae bersama dengan virus Tick Borne Encephalitis, Japanese B Encephalitis, dan virus Yellow Fever (Lindenbach, Theil, & Rice, 2007; Beasley & Barrett, 2008). Terdapat setidaknya 67 anggota Flavivirus yang dibagi berdasarkan perbedaan atau persamaan serologis dan berdasarkan sekuensi genom (Beasley & Barrett, 2008).

Sesuai dengan sifat virus yang hanya dapat bereproduksi dalam material hidup dengan menginvasi dan memanfaatkan sel makhluk hidup, Flavivirus pun membutuhkan inang berupa manusia atau hewan bertulang belakang (vertebrata). Dalam invasinya, sebagian besar Flavivirus ditularkan ke manusia dan vertebrata melalui vektor (Lindenbach dkk., 2007; Beasley & Barrett, 2008). Adanya vektor dalam proses penularan penyakit membuat Flavivirus disebut Arboviruses atau Arthropoda-Borne Viruses. Sebutan ini menunjukkan bahwa sebagian besar Flavivirus disebarkan

antarinang oleh nyamuk atau kutu. Famili lain yang juga disebut Arboviruses adalah anggota Togaviridae, Bunyaviridae, Reoviridae, Orthomyxoviridae, dan Rhabdoviridae. Walaupun punya kesamaan sebagai Arboviruses, semuanya bisa dibedakan berdasarkan stuktur virus dan pengorganisasian genomnya (Beasley & Barrett, 2008). Berdasarkan perbedaan sifat antigennya, terdapat empat macam serotipe virus dengue, yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4. Data distribusi serotipe virus dengue diperlukan untuk mengetahui sejauh mana sebaran dan peranannya dalam angka kasus DBD di suatu wilayah.

Jawa Barat merupakan salah satu wilayah endemis tinggi DBD di Indonesia dengan kasus yang tersebar di seluruh kabupaten/kota (lihat Bab 2). Tingginya angka kasus DBD di Jawa Barat dipengaruhi oleh banyak hal. Menurut Soegijanto (2006), setidaknya terdapat tiga faktor yang memegang peranan penting terhadap tingkat endemisitas, khususnya penularan infeksi virus dengue, yaitu manusia (*host*), lingkungan (*environment*), dan virus (*agent*). Faktor *host* terdiri dari kerentanan (*susceptibility*) dan respons imun. Faktor *environment* terbagi lagi menjadi kondisi geografi (ketinggian dari permukaan laut, curah hujan, angin, kelembapan, pH air perindukan, dan musim); kondisi demografi (perilaku, kepadatan dan mobilitas penduduk, adat istiadat, serta sosial ekonomi penduduk). Selain itu, spesies *Aedes* sebagai vektor penular DBD jelas ikut berpengaruh dalam faktor *environment* ini. Faktor yang terakhir adalah *agent* karena faktor ini terkait dengan karakteristik virus dengue.

Penyebaran virus dengue dan peranannya dalam kejadian infeksi dengue di Jawa Barat perlu dipelajari untuk meningkatkan kewaspadaan dini terhadap infeksi virus dengue. Itulah yang menjadi dasar penulisan artikel ini. Analisis peranan virus dengue dalam endemisitas DBD serta distribusinya di wilayah Provinsi Jawa Barat diharapkan mampu memberi gambaran potensi penyebaran kasus DBD serta menjadi referensi dalam pengambilan kebijakan pencegahan penularan DBD di wilayah Jawa Barat.

## B. DISTRIBUSI SEROTIPE VIRUS DENGUE

Indonesia merupakan negara dengan angka infeksi virus dengue tinggi di dunia. WHO mengklasifikasikan Indonesia sebagai salah satu negara endemis DBD tinggi. Beberapa faktor yang mendukung tingginya kasus infeksi virus dengue di Indonesia adalah adanya kejadian luar biasa (KLB) DBD yang terjadi secara periodik dalam kurun waktu 3–5 tahun. Bersirkulasinya keempat serotipe virus dengue dan iklim tropis merupakan faktor pendukung tingginya jumlah kasus infeksi dengue di Indonesia. Selain itu, *Aedes aegypti* sebagai vektor utama dapat hidup dan berkembang biak serta tersebar luas di kota dan desa (WHO, 2009).

Distribusi keempat serotipe virus dengue sudah dilaporkan di berbagai wilayah di Indonesia. Data sebaran serotipe virus dengue di Indonesia dari tahun ke tahun telah tercatat dalam berbagai penelitian. Survei isolasi virus dengue oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan dan NAMRU-2 menunjukkan bahwa sejak tahun 1972 sampai 1992, keempat serotipe virus dengue ditemukan di Indonesia dari kasus ringan sampai berat atau dirawat (Karyanti & Hadinegoro, 2009). Analisis Suroso (2005) menyatakan bahwa keempat serotipe virus dengue telah diidentifikasi di kota-kota besar di Indonesia. Laporan hasil penelitian di berbagai daerah di Indonesia juga memperkuat hal tersebut. Keempat serotipe virus dengue dilaporkan di Aceh pada 2012 dengan dominasi serotipe DEN-4 (Paisal dkk., 2015), di Bandung pada 2011 dengan DEN-3 mendominasi (Andriyoko, Parwati, Tjandrawati, & Lismayanti, 2012), di Pontianak dan Jakarta pada 2008 dengan DEN-3 mendominasi serta di Medan pada 2008 dengan dominasi DEN-2 (Herman, Utami, Tuti, & Novriani, 2012).

Dari keempat serotipe virus dengue yang beredar di Indonesia, serotipe virus DEN-2 dan DEN-3 secara bergantian merupakan serotipe yang dominan. Namun, dominasi serotipe virus dengue tidak menetap sepanjang tahun. Hal ini sangat dipengaruhi oleh wilayah dan waktu. Sebagai contoh, pemeriksaan serotipe sampel kasus infeksi virus dengue mengidentifikasi kehadiran semua serotipe

virus dengue di Semarang pada 2007 dan 2013, dengan dominansi serotipe yang berbeda. DEN-1 merupakan serotipe yang dominan pada 2013 (Fahri dkk., 2013), sedangkan tahun 2007 didominasi oleh DEN-3 (Mashoedi, 2007). Lain halnya yang terjadi di Kota Surabaya; di sana terdapat dinamika serotipe virus dengue yang mendominasi. Pada 2005 dan 2010, serotipe DEN-2 dan DEN-3 mendominasi, sedangkan pada 2012 serotipe DEN-1 yang mendominasi (Wardhani dkk., 2012). Pada penelitian kohort prospektif di Bandung, semua serotipe ditemukan dan DEN-2 merupakan serotipe yang dominan (Porter dkk., 2005). Pada 2010–2011, ditemukan keempat serotipe di RS Dr. Hasan Sadikin Bandung yang didominasi serotipe DEN-3 (Andriyoko dkk., 2012).

Serotipe virus DEN-3 dalam kurun waktu 1975–1980 maupun 1980–1990 sangat berkaitan dengan kasus DBD berat (Soedarmo, 1999). Dominansi serotipe DEN-3 dilaporkan dari berbagai daerah, misalnya Jakarta (Karyanti & Hadinegoro, 2009; Suwandono dkk., 2006), Yogyakarta (Sumarmo, 1987; Graham dkk., 1999), Semarang (Mashoedi, 2007), Surabaya (Wardhani dkk., 2012), dan Bandung yang didominasi serotipe DEN-3 (Andriyoko dkk., 2012). Selain DEN-3, serotipe DEN-2 juga dilaporkan mendominasi. Penelitian di Kota Sukabumi, Kabupaten Purwakarta, dan Kabupaten Garut menunjukkan bahwa keempat serotipe virus dengue ditemukan di ketiga kabupaten/kota, dengan serotipe yang dominan adalah DEN-2 (Prasetyowati & Astuti, 2010).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa Serotipe DEN-2 dan DEN-3 yang berasal dari Asia dihubungkan dengan kejadian epidemi dan infeksi dengue berat. Belum ada fakta yang menunjukkan alasan keterkaitan antara serotipe DEN-2 dan DEN-3 ini dengan infeksi dengue yang berat. Namun, berdasarkan penelitian yang dilakukan akhir-akhir ini, serotipe DEN-2 dan DEN-3 menghasilkan titer virus yang lebih tinggi pada biakan sel dendrit manusia dan pada nyamuk dibandingkan dengan serotipe lainnya. Sampai saat ini belum dapat dipahami mengapa beberapa serotipe virus dengue mempunyai kemampuan replikasi yang lebih tinggi

bila dibandingkan dengan serotipe lainnya sehingga perlu dilakukan pengawasan transmisi serotipe virus dengue yang memiliki potensi virulensi tinggi (Andriyoko dkk., 2012).

Keragaman virus dengue tidak hanya pada serotipenya saja. Seperti virus lainnya, virus dengue mempunyai keragaman genetik yang disebabkan oleh laju mutasi yang tergolong cepat. Hal ini tampak pada adanya kelompok-kelompok virus yang mempunyai kemiripan genetik dalam satu serotipe, yang lazim disebut genotipe. Masing-masing serotipe virus dengue mempunyai beberapa genotipe, misalnya Genotipe I–IV pada DEN-1, Genotipe Cosmopolitan dan Asian pada DEN-2, dan sebagainya (Sasmono dkk., 2015).

Beberapa analisis filogenetik virus dengue telah dilaporkan di beberapa daerah di Indonesia. Di Semarang, dilaporkan peredaran Genotipe DEN-2 Cosmopolitan, DEN-3 Genotipe I dan DEN-1 Genotipe I, serta DEN-1 Genotipe II lama (Fahri dkk., 2013). Selain di Semarang, keragaman genotipe virus dengue juga dilaporkan di Kota Sukabumi, terdiri dari DEN-1 Genotipe I dan IV, DEN-2 Genotipe Cosmopolitan, dan DEN-4 Genotipe II (Nusa dkk., 2014). Hasil analisis filogenetik di Pulau Bali menunjukkan adanya peredaran DEN-1 Genotipe I, DEN-2 Genotipe Cosmopolitan, dan Genotipe I dan Genotipe II untuk DEN-3 dan DEN-4 (Megawati dkk., 2017). Di beberapa daerah lainnya, seperti Deli Serdang (Sumatra Utara), Wonosari (Yogyakarta), Balikpapan (Kalimantan Timur), Bitung (Sulawesi Utara), Ambon (Maluku), dan Mataram (NTB), dilaporkan adanya peredaran DEN-1, DEN-2 Genotipe I dan Cosmopolitan, serta DEN-3 Genotipe I (Herman, Agustiniingsih, Ikawati, Nugraha, & Sembiring 2016).

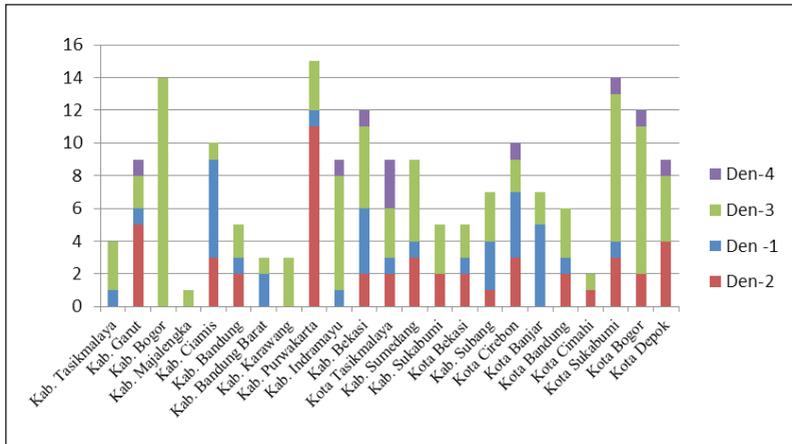
Terdapat dua aspek yang berhubungan dengan keragaman genotipe virus dengue. Pertama, genotipe tertentu mempunyai penyebaran geografis yang khas dan hanya ditemukan di daerah tertentu di dunia, misalnya genotipe III dari DEN-1 yang tersebar di Amerika, India, dan Asia Tenggara, sedangkan genotipe I DEN-1 hanya terbatas di Asia Tenggara. Aspek kedua, genotipe virus dengue bisa jadi berhubungan dengan keganasan penyakit, misalnya

Genotipe American dari DEN-2 menyebabkan derajat keparahan yang lebih rendah daripada Genotipe Asian dari DEN-2 (Holmes, 2009). Adanya keragaman genotipe virus dengue yang dilaporkan di Indonesia menunjukkan tingginya tingkat keragaman virus dengue yang beredar di Indonesia.

### **C. SEROTIPE DENGUE DI JAWA BARAT**

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, Provinsi Jawa Barat merupakan wilayah endemis tinggi DBD. Semua kabupaten/kota di Jawa Barat merupakan daerah endemis DBD. Daerah hiperendemisitas dengan empat serotipe di Provinsi Jawa Barat didominasi daerah perkotaan, seperti Kota Cimahi, Kota Bandung, Kota Sukabumi, Kota Tasikmalaya, dan Kota Cirebon. Keberadaan serotipe virus dengue di Jawa Barat sudah banyak dilaporkan dalam berbagai penelitian. Berdasarkan hasil penelitian menyeluruh tentang sebaran serotipe virus dengue di kabupaten/kota di Jawa Barat, diketahui bahwa dari 23 kabupaten/kota terdapat 5 kabupaten/kota dengan keempat serotipe virus dengue, 10 kabupaten/kota dengan tiga serotipe yang bersirkulasi, 5 kabupaten/kota dengan dua serotipe virus dengue yang bersirkulasi, dan 3 kabupaten/kota dengan satu serotipe yang bersirkulasi (Nusa & Astuti, 2012). Distribusi serotipe virus dengue di kabupaten/kota se Provinsi Jawa Barat tahun 2008 tercantum dalam Gambar 4.1.

Penemuan keempat serotipe virus dengue di Provinsi Jawa Barat menunjukkan bahwa keempat serotipe virus dengue bersirkulasi dan terpelihara di daerah-daerah endemis di Provinsi Jawa Barat, terutama di daerah perkotaan. Seseorang yang tinggal di daerah endemis DBD dapat terinfeksi oleh tiga atau empat serotipe selama hidupnya. Hal tersebut karena infeksi salah satu serotipe akan menimbulkan antibodi terhadap serotipe yang bersangkutan. Sementara itu, antibodi yang terbentuk terhadap serotipe lain sangat kurang sehingga tidak memberikan perlindungan memadai terhadap serotipe lain (Harun, 2000). Adanya infeksi yang berulang dari serotipe virus yang berbeda ini diduga menyebabkan tingginya



Sumber: Nusa dan Astuti (2012)

**Gambar 4.1** Distribusi Serotipe Virus Vengue di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat.

kasus DBD di daerah-daerah endemis. Hasil penelitian Prasetyowati (2010) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara distribusi serotipe virus dengue dengan tingkat endemisitas DBD di Provinsi Jawa Barat (Prasetyowati, 2010).

Hasil penelitian Nusa dan Astuti (2008) juga menunjukkan bahwa DEN-3 merupakan serotipe yang dominan ditemukan di Provinsi Jawa Barat pada 2008. Serotipe DEN-3 ditemukan di semua kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat, disusul DEN-2, DEN-1, dan DEN-4. Analisis Suwandono dkk. (2006) menyebutkan bahwa jika virus DEN-3 menjadi penyebab utama KLB DBD di suatu daerah, umumnya akan diikuti oleh DEN-2 dan DEN-1 sebagai penyebab kedua terbanyak. Hal tersebut merupakan fenomena klasik sampai tahun 2003 (Suwandono dkk., 2006) dan belum ditemukan alasan fenomena ini terjadi. Namun, analisis tersebut diperkuat oleh Suroso (2005) yang menyatakan bahwa DEN-4 merupakan serotipe yang paling sedikit diisolasi dari tahun ke tahun.

Pada perjalanannya, dominasi serotipe yang ditemukan di berbagai daerah di Jawa Barat menunjukkan hasil yang bervariasi. Pada 2011, hasil pemeriksaan serotipe virus dengue pada 75 penderita DBD di Rumah Sakit Hasan Sadikin Bandung menunjukkan DEN-3 masih mendominasi, diikuti DEN-4, DEN-2, dan DEN-1 (Andriyoko dkk., 2012). Penelitian di wilayah Kota Sukabumi tahun 2012 menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan dengan tahun 2008. Pada 2012, hasil pemeriksaan serotipe virus dengue menunjukkan adanya dominasi DEN-2, diikuti oleh DEN-1, dan DEN-4. Tidak ditemukan adanya isolat DEN-3 yang mendominasi seperti pada 2008 (Nusa dkk., 2014).

Data mengenai variasi genotipe virus dengue di wilayah Jawa Barat belum banyak diketahui. Namun, beberapa hasil penelitian di wilayah Jawa Barat menunjukkan adanya kesamaan variasi genotipe virus dengue dengan daerah lain di Indonesia. Menurut Kosasih dkk. (2016), analisis *sequencing* isolat yang dikumpulkan pada 2000–2004 dan 2006–2009 di Jawa Barat menunjukkan bahwa DEN-1 dikelompokkan dalam genotipe IV, DEN-2 dikelompokkan dalam genotipe Cosmopolitan, DEN-3 di kelompokkan dalam genotipe 1, dan DEN-4 dikelompokkan dalam genotipe II. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian di Kota Sukabumi. Variasi genotipe di wilayah Kota Sukabumi pada 2012 secara keseluruhan mirip dengan virus dengue dari negara lain. Adapun variasi genotipe yang terdeteksi adalah DEN-1 genotipe I dan DEN-1 genotipe IV, DEN-2 genotipe Cosmopolitan, serta DEN-4 genotipe II (Nusa dkk., 2014).

#### **D. PERANAN SEROTIPE VIRUS DENGUE DALAM ENDEMISITAS DBD**

Infeksi oleh serotipe virus dengue tertentu dapat memberi kekebalan seumur hidup terhadap serotipe virus tersebut. Namun, adanya interaksi yang berbeda dari masing-masing serotipe terhadap antibodi serum darah manusia menyebabkan masing-masing serotipe tidak dapat saling memberikan perlindungan silang. Seseorang yang pernah terinfeksi salah satu serotipe virus dengue

dapat terinfeksi kembali oleh serotipe virus dengue yang lain. Menurut Halstead, infeksi sekunder virus dengue dengan serotipe yang berbeda atau beberapa infeksi dengan serotipe yang berbeda sering kali menyebabkan manifestasi klinis yang parah (Soegijanto, 2006).

WHO menyebutkan bahwa keberadaan virus dengue dengan keempat serotipenya di suatu wilayah dikaitkan dengan epidemi demam berdarah. Peningkatan kasus DBD di dunia tidak lepas dari sirkulasi keempat serotipe virus dengue. Laporan WHO juga menyebutkan bahwa DBD endemis terjadi di lebih dari 100 negara di wilayah Afrika, Amerika, Mediterania Timur, Asia Tenggara, dan Pasifik Barat. Asia Tenggara dan Pasifik Barat adalah wilayah yang paling banyak ditemukan kasus DD dan DBD. Indonesia merupakan negara endemis tinggi DBD dengan kategori A yang kasus DBD-nya mendominasi di berbagai rumah sakit, adanya kematian anak-anak karena kasus DBD, dan bersirkulasinya keempat serotipe DBD di Indonesia (WHO, 2011).

Infeksi virus dengue dapat bersifat asimtomatis maupun simtomatis. Gejala klinis infeksi virus dengue yang paling ringan berupa demam dengue (DD). Tingkatan infeksi virus dengue yang lebih serius adalah demam berdarah dengue (DBD) dan sindrom syok dengue (DSS) (Mongkolsapaya dkk., 2003). Ada beberapa faktor yang berhubungan dengan derajat keparahan infeksi virus dengue, yaitu status gizi (Faizzaty, 2015), keterlambatan penanganan, tingkat imunitas, dan riwayat pernah menderita DBD (infeksi sekunder) (Silvarianto, 2013). Studi epidemiologi mengindikasikan bahwa manifestasi klinis DBD dan DSS sering terjadi ketika seseorang mendapat infeksi kedua dengan serotipe virus dengue yang berbeda. Laporan hasil penelitian di beberapa wilayah di Indonesia menyebutkan bahwa kejadian infeksi sekunder lebih banyak teridentifikasi di rumah sakit dibandingkan dengan infeksi primer (Mongkolsapaya dkk., 2003; Trisnadewi & Wandu, 2016; Ipa & Astuti, 2010)

Hasil penelitian Prasetyowati (2010) menunjukkan bahwa berdasarkan pemeriksaan serologis IgG dan IgM penderita di daerah endemis tinggi, endemis sedang dan endemis rendah di Provinsi Jawa Barat, sebanyak 85% responden menderita infeksi sekunder. Artinya, sebagian besar penderita mengalami infeksi virus dengue yang berulang. Penderita yang mengalami infeksi sekunder paling banyak ditemukan di daerah endemis sedang dan tinggi dengan keempat serotipe virus dengue ditemukan di daerah tersebut. Fakta ini menunjukkan bahwa keempat serotipe virus dengue bersirkulasi dan terpelihara di daerah endemis sedang dan tinggi. Semakin banyaknya serotipe yang bersirkulasi dan terpelihara di suatu daerah, jumlah infeksi sekunder dan infeksi primer di daerah tersebut semakin meningkat. Hal ini akan menyebabkan peningkatan jumlah kasus infeksi virus dengue (Prasetyowati, 2010).

Banyaknya infeksi sekunder di daerah endemis tinggi dan sedang menunjukkan adanya infeksi virus dengue yang berulang pada penderita dengan serotipe yang berbeda. Hal ini sesuai dengan teori infeksi sekunder yang menyebutkan bahwa seseorang yang mendapat infeksi virus dengue satu serotipe akan kebal terhadap virus ini dalam jangka panjang, tetapi tidak kebal terhadap serotipe lain. Dasar teori infeksi sekunder adalah proses imunopatologi dalam menghadapi aksi infeksi virus dengue. Jika seseorang mendapatkan infeksi primer dengan satu jenis virus dengue, kemudian mendapat infeksi sekunder dengan jenis virus dengue yang lain, ada risiko besar terjadi infeksi berat. Teori yang dikembangkan Halstead ini sampai sekarang masih banyak penganutnya, meskipun banyak pula penentangannya. Teori infeksi sekunder ini menyatakan secara tidak langsung bahwa pasien yang mengalami infeksi yang kedua kalinya dengan serotipe virus dengue yang berbeda (heterolog), mempunyai risiko yang lebih besar untuk menderita DBD/SSD. Antibodi heterolog yang telah ada sebelumnya akan mengenai virus lain yang akan menginfeksi, membentuk kompleks antigen antibodi, kemudian berikatan dengan Fc reseptor dari membran sel leukosit, terutama makrofag. Karena antibodi-nya heterolog, virus tidak

dinetralisasikan oleh tubuh sehingga bebas melakukan replikasi dalam sel makrofag (Soegijanto, 2006).

Selain perlunya pengetahuan tentang variasi serotipe dalam satu wilayah, perlu adanya kewaspadaan terhadap variasi genotipe yang ada di wilayah tersebut. Telah disebutkan bahwa genotipe virus dengue bisa jadi berhubungan dengan keganasan penyakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Genotipe American dari DEN-2 menyebabkan derajat keparahan yang lebih rendah daripada Genotipe Asian dari DEN-2 (Holmes, 2009). Keragaman genotipe virus dengue yang dilaporkan di Indonesia juga menunjukkan tingginya tingkat keragaman virus dengue di Indonesia. Masing-masing serotipe dengan berbagai genotipe di dalamnya memiliki interaksi yang berbeda dengan antibodi dalam serum darah manusia sehingga tidak bisa melindungi dari infeksi serotipe lain. Jadi, perlu kewaspadaan yang lebih terhadap penyebaran virus dengue. Analisis komparatif genom dengue pada penelitian sebelumnya juga menunjukkan adanya korelasi antara patogenisitas virus dengan struktur genetik sehingga mutasi pada genom virus meningkatkan patogenesis virus (Leitmeyer dkk., 1999).

Analisis filogenetik terhadap genotipe virus dengue mengungkapkan garis asal virus dengue di suatu daerah. Menurut Moore dkk. (2017), analisis filogenetik virus dengue di Papua Nugini mengungkap adanya garis keturunan baru DEN 1–3 yang muncul dalam dekade terakhir ini. Garis keturunan baru DEN 1–3 ini mirip dengan yang diketemukan di negara-negara Kepulauan Pasifik dan Indonesia. Studi ini menunjukkan bahwa ada kosirkulasi strain DEN 1–4 untuk pertama kalinya di Papua Nugini dan sekaligus membuktikan adanya molekuler dari transmisi virus dengue.

Munculnya variasi serotipe di suatu daerah tidak terlepas dari mobilisasi penduduk antarwilayah. Adanya mobilisasi penduduk dari daerah endemis ke daerah non-endemis dapat menjadi sumber penularan di daerah non-endemis. Demikian juga mobilisasi penduduk dari daerah endemis tinggi (dengan sirkulasi empat serotipe) ke daerah endemis rendah (dengan sirkulasi hanya satu atau dua

serotipe) akan meningkatkan endemisitas DBD di wilayah endemis rendah. Mudahnya transportasi antarkota dengan desa menyebabkan mobilitas penduduk meningkat sehingga memungkinkan terjadinya penyebaran virus dengue dari daerah perkotaan ke perdesaan. Berdasarkan hal tersebut, suatu daerah yang semula non-endemis dapat menjadi endemis jika daerah tersebut merupakan daerah reseptif atau nyamuk *Aedes* spp. sebagai vektor DBD ditemukan di daerah tersebut (Hadi & Yuniarti, 2004).

Selain karena adanya empat serotipe virus dengue, peningkatan jumlah kasus demam berdarah di suatu wilayah juga berhubungan dengan tingkat penyebaran dan kepadatan vektor. Serotipe virus dengue di suatu daerah akan terpelihara dalam suatu siklus yang melibatkan manusia dan nyamuk *Aedes* spp. sebagai vektornya. Hal inilah yang menyebabkan serotipe-serotipe yang bersirkulasi di suatu daerah bersirkulasi sepanjang tahun sehingga jumlah kasus infeksi virus dengue meningkat (Gubler dkk., 1979).

## **E. PENUTUP**

Tingkat endemisitas DBD suatu daerah dipengaruhi oleh banyak hal, salah satunya serotipe virus dengue yang beredar di daerah tersebut. Di Indonesia, keempat serotipe virus dengue telah terdeteksi di berbagai wilayah dengan varian genotipe di dalamnya. Keempat serotipe virus dengue juga telah beredar di wilayah Provinsi Jawa Barat. Adapun variasi genotipe virus dengue yang terdeteksi di wilayah Jawa Barat adalah DEN-1 genotipe I dan DEN-1 genotipe IV, DEN-2 genotipe Cosmopolitan, DEN-3 genotipe 1, dan DEN-4 genotipe II. Semakin banyaknya serotipe dan genotipe yang bersirkulasi dan terpelihara di suatu daerah, jumlah infeksi sekunder dan infeksi primer di daerah tersebut pun semakin meningkat. Hal ini akan menyebabkan peningkatan jumlah kasus infeksi virus dengue.

Serotipe virus dengue di suatu daerah selalu mengalami perubahan. Dengan demikian, sangat diperlukan surveilans kontinu terhadap serotipe virus dengue untuk memahami epidemiologi dan memprediksi manifestasi klinis infeksi untuk melihat kecenderungan

infeksi berat akibat infeksi serotipe virus dengue tertentu. Penentuan serotipe virus dengue penting untuk epidemiologi dan menentukan potensi patogenitas penyakit tersebut terhadap populasi. Data distribusi serotipe dan genotipe di suatu wilayah menjadi penting untuk melihat sirkulasi serotipe dan genotipe virus dengue di setiap daerah serta untuk melihat potensi patogenitas virus dengue di daerah tersebut (WHO, 2009; Domingo dkk., 2004).

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriyoko, B., Parwati, I., Tjandrawati, A., & Lismayanti, L. (2012). Penentuan serotipe virus dengue dan gambaran manifestasi klinis serta hematologi rutin pada infeksi virus dengue. *MKB*, 44(4), 253–260. 10.15395/mkb.v44n4.138.
- Beasley, D. W., & Barrett, A. D. (2008). The infectious agent. Dalam Halstead, S. B. (ed.), *Dengue*, pp. 29–74. London: Imperial College Press.
- Domingo, C., Palacios, G., Niedrig, M., Cabrerizo, M., Jabado, O., Reyes, N., ... Tenorio (2004). A new tool for the diagnosis and molecular surveillance of dengue infections in clinical samples. *Dengue Bulletin*, 28, 87–95.
- Fahri, S., Yohan, B., Trimarsanto, H., Sayono, S., Hadisaputro, S., Dharmana, E., ... Sasmono, R. T. (2013). Molecular surveillance of dengue in Semarang, Indonesia revealed the circulation of an old genotype of dengue virus serotype-1. *PLoS Negl Trop Dis*, 7(8).
- Faizzaty, I. F. (2015). *Faktor resiko yang mempengaruhi derajat keparahan demam berdarah dengue (DBD) di RSUD dr. Soetomo Surabaya Periode Februari 2014–Maret 2015*. (Skripsi). Universitas Airlangga, Surabaya.
- Graham, R. R., Juffrie, M., Tan, R., Hayes, C. G., Laksono, Ma'roef, C., ... Halstead, S. B. (1999). A prospective seroepidemiologic study on dengue in children four to nine years of age in Yogyakarta, Indonesia. *Am J Trop Med Hyg*, 61(3), 412–419.
- Gubler, D. J., Suharyono, W., Lubis, I., Eram S, Saroso, S. J. (1979). Epidemic dengue hemorrhagic fever in rural Indonesia. *Am. J. Tro. Med. Hyg*, 28(4), 701–710.
- Hadi, S., & Yuniarti, R. A. (2004). Pengamatan entomologi daerah endemis dan non-endemis demam berdarah dengue di Kabupaten Grobogan Jawa Tengah. *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 12 (1), 52–58.

- Harun, S. R. (2000). Tata laksana demam dengue/demam berdarah dengue pada anak. demam berdarah dengue dalam naskah lengkap pelatihan bagi dokter spesialis anak dan dokter spesialis penyakit dalam. Dalam Rejeki, S. (ed.), *Tata laksana kasus DBD*. Jakarta: FKUI.
- Herman, R., Utami, B. S., Tuti, S., & Novriani, H. (2012). Sebaran serotipe virus dengue di Pontianak, Medan, dan Jakarta Tahun 2008. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*, 1(2), 73–78.
- Herman, R., Agustiningsih, N., Ikawati, D., Nugraha, A. A., & Sembiring, M. M. (2016). Genotypes of dengue virus circulate in dengue sentinel surveillance in Indonesia. *HSJI*, 7(2), 69–74.
- Holmes, E. C. (2009). RNA virus genomics: a world of possibilities. *J Clin Invest*, 119(9), 2488–2495.
- Ipa, M., & Astuti, E. P. (2010). Secondary infection and DEN-3 serotype most common among dengue patients: a preliminary study. *HSJI*, 1(1).
- Karyanti, M. R., & Hadinegoro, S. R. (2009). Perubahan epidemiologi demam berdarah dengue di Indonesia. *Sari Pediatri*, 10(6), 424–432.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Profil kesehatan Indonesia tahun 2017*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kosasih, H., Alisjahbana, B., Nurhayati, de Mast, Q., Rudiman, I. F., Widjaja, ... Porter, K. R. (2016). The epidemiology, virology and clinical findings of dengue virus infections in a cohort of Indonesian adults in western Java. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(2), e0004390. doi: 10.1371/journal.pntd.0004390.
- Leitmeyer, K. C., Vaughn, D. W., Watts, D. M., Salas, R., Villalobos I, de Chacon, ... Rico-Hesse, R. (1999). Hesse dengue virus structural differences that correlate with pathogenesis. *J. Virol*, 73, 4738–4747.
- Lindenbach, B., Theil, H. J., & Rice, C. (2007). Flaviviridae: the viruses and their replication. Dalam Knipe, D. & Howley, P. (eds), *Fields virology (5th edition)*. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers.
- Mashoedi, I. (2007). Hubungan antara distribusi serotipe virus dengue dari isolat nyamuk *Aedes spesies* dengan tingkat endemisitas demam Berdarah Dengue (DBD) (Studi Kasus di Kota Semarang). Universitas Diponegoro.

- Megawati, D., Masyeni, S., Johan, B., Lestarini, A., Hayati, R. F., Meutiawati, F., ... Sasmono, R.T (2017). Dengue in Bali: clinical characteristics and genetic diversity of circulating dengue viruses. *PLoS Negl Trop Dis.*, 11(5), 1–15.
- Mongkolsapaya, J., Dejnirattisai, W., Xu, X. N., Vasanawathana, S., Tangthawornchaikul, N., Chairunsri, A., ... Screaton G. (2003). Original antigenic sin and apoptosis in the pathogenesis of dengue hemorrhagic fever. *Nat Med*, 9, 921–927.
- Moore, P. R., Van Den Hurk, A. F., Mackenzie, J. S., & Pyke, A. T. (2017). Dengue viruses in Papua New Guinea: Evidence of endemicity and phylogenetic variation, including the evolution of new genetic lineages. *Emerging Microbes and Infections*, 6(12), e114.
- Nusa, R., Prasetyowati, H., Meutiawati, F., Johan, B., Trimarsanto, H., Setianingsih, T. Y., & Sasmono, R. T. (2014). Molecular surveillance of dengue in Sukabumi, West Java province, Indonesia. *J Infect Dev Ctries*, 8(6), 733–41.
- Nusa, R., & Astuti E. P., (2012). Sebaran serotipe virus dengue di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 11(4), 327–332.
- Paisal, Herman, R., Arifin, A. Y., Ardiansyah, A., Hanum, S., Khairiah, ... Yasir. (2015). Serotipe virus dengue di Provinsi Aceh *Aspirator*, 7(1), 7–12.
- Porter, K. R., Beckett, C. G., Kosasih, H., Tan, R. I., Alisjahbana, B., Rudiman, P. I., ... Wuryadi, S. (2005). Epidemiology of dengue and dengue hemorrhagic fever in a cohort of adults living in Bandung, West Java, Indonesia. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 72(1), 60–66.
- Prasetyowati, H. (2010). *Hubungan distribusi serotipe virus dengue dengan tingkat endemisitas DBD di Provinsi Jawa Barat* (Thesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta).
- Prasetyowati, H., & Astuti, E. P. (2010). Serotipe virus dengue di tiga kabupaten/kota dengan tingkat endemisitas DBD berbeda di Propinsi Jawa Barat. *Aspirator*, 2(2), 120–124.
- Sasmono, R. T., Wahid, I., Trimarsanto, H., Johan B., Wahyuni, S., Hertanto, M., ... Schreiber, M. J. (2015). Genomic analysis and growth characteristic of dengue viruses from Makassar, Indonesia. *Infect Genet Evol*, 32, 165–77.

- Silvarianto, D. (2013). Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian dengue syok syndrome (DSS) pada anak dengan demam berdarah dengue (DBD): Studi Kasus di Rumah Sakit Umum Daerah Kota Semarang. (Skripsi). Universitas Dian Nuswantoro, Semarang.
- Soedarmo, S. (1999). Masalah demam berdarah dengue di Indonesia. Dalam S. R. Hadinegoro & H. I. Satari (eds), *Demam berdarah dengue*. Jakarta: Penerbit FK UI.
- Soegijanto, S. (2006). *Demam berdarah dengue. Edisi 2*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Sumarmo. (1987). Dengue haemorrhagic fever in Indonesia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 18(3), 269–74.
- Suroso, T. (2005). *Situasi epidemiologi dan program pemberantasan demam berdarah dengue di Indonesia*. Dalam Seminar kajian KLB DBD dari biologi molekuler sampai pemperantasannya. Yogyakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.
- Suwandono, A., Kosasih, H., Nurhayati., Kusriastuti, R., Harun, S., Ma'roef, C., & Blair, P. J. (2006). Four dengue virus serotypes found circulating during an outbreak of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in Jakarta, Indonesia, during 2004. *Trans R Soc Trop Med Hyg.*, 100(9), 855–62.
- Trisnadewi, N., & Wandu, I. N. (2016). Pola serologi IgM dan IgG pada infeksi demam berdarah dengue (DBD) di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah, Denpasar, Bali Bulan Agustus Sampai September 2014. *E-jurnal medika*, 5(8), 1–5.
- Wardhani, P., Yohan, B., Aryati, Setianingsih, T. Y., Puspitasari, D., Vitanata, M., ... Sasmono, R. T. (2012). Dengue virus distribution and clinical manifestation in Surabaya-Indonesia during 2012. Diakses 22 Februari 2019 dari [https://www.academia.edu/26520458/Dengue\\_Virus\\_Distribution\\_and\\_Clinical\\_Manifestation\\_in\\_Surabaya-Indonesia\\_during\\_2012](https://www.academia.edu/26520458/Dengue_Virus_Distribution_and_Clinical_Manifestation_in_Surabaya-Indonesia_during_2012)
- WHO. (2009). *Dengue guideline for diagnosis, treatment, prevention and control*. Geneva: WHO Press.
- WHO. (2011). *Comprehensive guidelines for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever*. Geneva: WHO Press.
- Wibisono, B. H. (1995). Studi epidemiologis demam berdarah dengue pada orang dewasa. *Medika*, 21(10), 767.

# Bab 5

## Analisis Vektor Demam Berdarah Dengue di Kota Bandung

Hubullah Fuadzzy



### A. KEJADIAN DENGUE DI KOTA BANDUNG

Setiap awal musim penghujan hingga memasuki musim kemarau tiap tahunnya, kejadian demam berdarah dengue (DBD) menjadi hal yang wajib diwartakan, baik oleh media cetak, elektronik, maupun online. Pada periode itu, DBD menjadi topik utama yang kadang mengalahkan berita-berita politik, kriminal, dan permasalahan korupsi. Hal ini karena pada musim penghujan, jumlah kejadian DBD akan mengalami lonjakan. Peningkatan jumlah kasus DBD akan terjadi mulai November hingga Mei dengan puncaknya pada Februari (Karyanti & Hadinegoro, 2009).

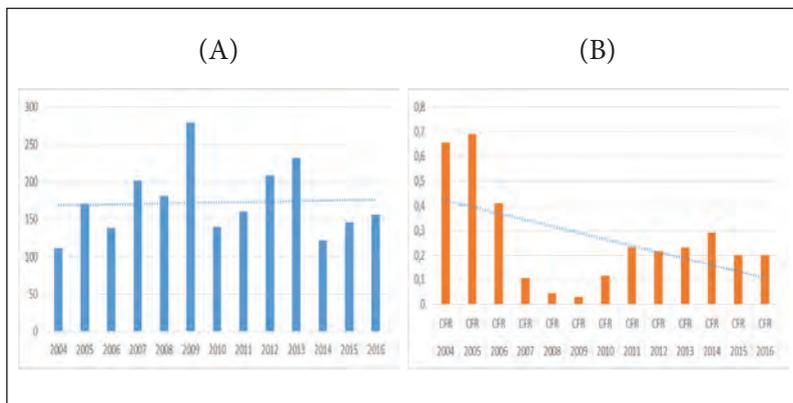
Dalam beberapa tahun terakhir, perubahan musim seolah sudah tidak mengalami keteraturan lagi di Kota Bandung. Pada musim kemarau, sering terjadi hujan lebat sehari-hari, sementara panas terik sehari-hari sering terjadi pada musim hujan. Hujan pada bulan-bulan musim kemarau terjadi cukup deras dalam rentang waktu yang lama, bahkan menyebabkan banjir. Fenomena tersebut mengakibatkan melimpahnya kontainer yang digenangi air hujan sehingga berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk vektor DBD. Keberadaan vektor DBD di permukiman penduduk berpotensi meningkatkan kasus DBD. Hal itu dibuktikan dengan maraknya kasus DBD di Kota Bandung (Respati, Raksanagara,

Djuhaeni, & Sofyan, 2017a), yakni antara 261–573 kasus per bulan pada 2012 (Ariva & Oginawati, 2013).

Penyumbang angka insiden DBD tertinggi di Jawa Barat adalah Kota Bandung (231,30 per 100.000 penduduk). Berdasarkan laporan kasus DBD di Kota Bandung, sejak tahun 2004 hingga 2016, jumlah angka kesakitan mengalami fluktuasi meski cenderung stagnan. Sementara itu, angka kematian cenderung mengalami penurunan yang signifikan (Gambar 5.1). Gambaran umum kasus DBD di Kota Bandung dapat dilihat dari jumlah penderita DBD yang dirawat di Rumah Sakit Immanuel Bandung mencapai 890 orang dan mayoritasnya anak berusia 0–10 tahun (Setiani, 2015). Penderita dalam usia rentan, yakni balita dan manula (lebih dari 60 tahun), berpeluang lebih besar menderita DBD yang lebih parah hingga mengalami syok dan berujung kematian. Pemerintah sebenarnya telah berhasil mengembangkan manajemen kasus DBD melalui upaya kuratif pencegahan kematian bagi penderitanya. Namun, upaya pemerintah dalam pengendalian vektor untuk memutus mata rantai penularan DBD masih mengalami banyak kendala. Hal ini dapat dibuktikan dengan munculnya strain *Aedes* sp. yang resisten terhadap insektisida, akibat penggunaan insektisida yang kurang bijaksana oleh masyarakat, sehingga aplikasi *fogging* dalam memutus rantai penularan menjadi tidak efektif (Yee, Heryaman, & Faridah, 2017).

Penelitian di Kota Bandung menyatakan bahwa faktor risiko yang dapat meningkatkan kasus DBD adalah jenis kelamin, pendidikan, pengetahuan masyarakat mengenai DBD, dan sanitasi dasar pemukiman penduduk (Respati dkk., 2017b), kurangnya sumber daya manusia dan keuangan, kurangnya keterlibatan pihak swasta, dan tidak adanya peraturan daerah yang mengatur penyakit tular vektor (Somantri, 2017). Komponen faktor risiko tersebut akan bermuara pada permasalahan utama kurangnya kepedulian masyarakat untuk menerapkan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) di lingkungan tempat tinggal (Arundina, Tantular, & Pontoh, 2017). Akibatnya, lingkungan tempat tinggal masyarakat menjadi

tempat potensial bagi nyamuk vektor DBD seperti *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* (Gullan & Cranston, 2010; Kemkes, 2012). Apabila hambatan ini tidak segera diatasi dengan bijaksana oleh seluruh pemangku kepentingan, bukan tidak mungkin peningkatan jumlah kejadian DBD dapat terjadi lagi.



Sumber: Dinas Kesehatan Kota Bandung (2017)

**Gambar 5.1** Tren *incidence rate* (IR) (A) dan *case fatality rate* (CFR) (B) DBD per 100.000 penduduk di Kota Bandung tahun 2004–2016

Upaya edukasi PHBS dilakukan agar masyarakat termotivasi untuk melakukan pengendalian vektor DBD. Namun, upaya tersebut perlu didasari pengetahuan mengenai lokal spesifik bioekologi vektor setempat. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelusuran pustaka mengenai bioekologi *Ae. aegypti* di Kota Bandung. Hal ini agar intervensi yang dilakukan dapat menurunkan kepadatan vektor hingga mencapai nilai ABJ > 95%. Dengan demikian, angka kesakitan DBD dapat ditekan hingga angka insiden <49 per 100.000 penduduk di Kota Bandung.

## B. BIOLOGI *Aedes aegypti* DALAM PENULARAN DBD

*Ae. aegypti* tergolong ordo Diptera, famili Culicidae, genus Aedes, dan telah teridentifikasi lebih dari 950 spesies (Rozandaal, 1997). *Ae. aegypti* dewasa berukuran 6 mm, berwarna hitam dengan nodus putih, memiliki mesonotum toraks dengan garis putih seperti lyre dengan femoral tengah dua garis lurus dan lengkung longitudinal (Robinson, 2005), memiliki setae pada postspiracular di lateral toraks (Whelan dkk., 2008), tarsi dengan pita pucat basal meruncing pada segmen ketiga, segmen tarsi terakhir kaki belakang ditutupi dengan sisik putih (Varnado, Goddard, & Harrison, 2012).

*Aedes aegypti* dapat berperan sebagai penular penyakit infeksi virus, seperti dengue, zika, chikungunya, yellow fever, dan encephalitis (Collett dkk., 1972). Di Indonesia, terdapat tiga spesies Aedes yang berperan sebagai vektor dengue, yaitu *Ae. aegypti* (vektor utama), *Ae. Albopictus*, dan *Ae. scutellaris* (keduanya vektor sekunder) (Sukana, 1993). Hasil identifikasi morfologi terhadap 288 nyamuk yang dikoleksi dari rumah tinggal penduduk Kota Bandung mengindikasikan bahwa 92,01%-nya merupakan *Ae. aegypti* (Faridah, Respati, Sudigdoadi, & Sukandar, 2017).

Nyamuk *Ae. aegypti* yang sudah terinfeksi akan membawa virus dengue dalam tubuhnya selama 15–65 hari masa hidup (Chakraborty, 2008), bahkan seumur hidup (Collett dkk., 1972). Virus dengue pun dapat diwariskan antargenerasi nyamuk *Ae. aegypti* melalui proses transovarial. Fenomena transovarial telah dilaporkan terjadi di Sumatra Barat oleh serotipe DEN-1 dan DEN-4 (Rosa & Salmah, 2015); di Bantul oleh serotipe DEN-2, DEN-3, dan DEN-4 (Satoto dkk., 2014); serta di Surabaya oleh serotipe DEN-2 tahun 2008 dan DEN-1 tahun 2009–2011 (Mulyatno, Yamanaka, Yotopranoto, & Konishi, 2012). Interaksi *Ae. aegypti*, virus dengue, dan manusia dalam satu lingkungan tertentu dapat menimbulkan penyakit demam berdarah (DB), demam berdarah dengue (DBD), serta sindrom syok dengue (SSD) yang mengakibatkan kematian bagi 44% penderitanya (Chakraborty, 2008).

### C. HABITAT *Aedes aegypti*

Di Kota Bandung, nyamuk *Ae. aegypti* lebih banyak ditemukan di penampungan air dispenser dibandingkan dengan bak mandi, ember, dan drum (Fuadzy dkk., 2016). Hal ini agak mengherankan mengingat mayoritas masyarakat Kota Bandung menampung air bersih di ember. Lebih sedikitnya nyamuk *Ae. Aegypti* ditemukan di ember terjadi karena air yang ditampung di ember segera digunakan sampai habis, kemudian cepat diisi air lagi. Jadi, ember hanya untuk menampung air dalam waktu singkat sehingga tidak ada air yang tergenang dalam waktu yang lama. Kondisi ini berbeda dengan yang terjadi pada dispenser. Air buangan yang ada di penampungan air pada dispenser cenderung menggenang selama lebih dari 16 hari. Air buangan ini biasanya menggenang dalam volume yang relatif sedikit sehingga masyarakat kurang memperhatikannya. Akibatnya, telur *Ae. aegypti* dapat menetas dan tumbuh menjadi nyamuk dewasa.

Genangan air yang tersimpan lebih dari 16 hari menjadi tempat potensial bagi perkembangbiakan nyamuk. Hal ini karena proses metamorfosis *Ae. aegypti* membutuhkan waktu maksimal 16 hari pada kondisi optimum, mulai dari telur, larva, pupa, hingga nyamuk dewasa. Fase telur menetas menjadi larva setelah 72 jam masa perkembangan embrionisasi pada suhu 25–30 °C (Collett dkk., 1972). Stadium larva *Ae. aegypti* mengalami 4 kali pergantian kulit (instar) dan membutuhkan waktu 5–7 hari pada suhu optimum 25–30 °C untuk *molting* menjadi pupa (Collett dkk., 1972). Stadium pupa membutuhkan waktu 1–5 hari pada suhu 27–32°C, biasanya jantan eksklusi rata-rata 1,9 hari dan betina 2,5 hari (Collett dkk., 1972). Telur nyamuk yang melekat di kontainer air dapat bermetamorfosis menjadi nyamuk dewasa apabila genangan air tidak dikuras dalam masa 16 hari. Hal ini tentunya berdampak pada risiko penularan DBD.

Jika *Ae. aegypti* banyak ditemukan di penampungan air dispenser penduduk Kota Bandung (36,8–37,91%), hal berbeda terjadi di kota-kota lainnya. Sebagai contoh, di Karsamenak Kota Tasikmalaya (Fuadzy & Hendri, 2015), Kota Bogor (Fadilla, Hadi, & Setiyaningsih,

2015), Denpasar Selatan Kota Denpasar (Purnama & Baskoro, 2012), Kota Kediri (Joharina & Widiarti, 2014), dan Kota Medan serta Langkat Sumatra Utara (Siregar, Makmur, & Huda, 2016) nyamuk *Ae. Aegypti* dominan ditemukan di bak mandi, sedangkan dispenser berada pada urutan kedua atau ketiga. Hal ini dikarenakan mayoritas masyarakat Kota Bandung yang pernah mengalami DBD adalah masyarakat menengah ke atas dengan kondisi rumah yang sehat dan laik huni. Selain itu, masyarakat Kota Bandung lebih banyak menggunakan aliran air langsung (*shower*) untuk keperluan mandi, cuci, kakus daripada menampung air di bak mandi atau ember.

#### **D. PERILAKU PAKAN *Aedes aegypti***

Hasil identifikasi morfologi terhadap 288 nyamuk dari rumah penduduk Kota Bandung mengindikasikan bahwa 92,01% merupakan *Ae. aegypti* (Faridah dkk., 2017). Nyamuk tersebut mayoritasnya betina sehingga berpotensi menjadi vektor penyakit DBD. Hal ini karena hanya nyamuk betina yang mengisap darah manusia, sementara nyamuk jantan hanya mengisap nektar tumbuhan. Pada saat nyamuk mengisap darah inilah terjadi penularan penyakit DBD.

Proses penularan DBD terjadi ketika satu nyamuk betina mengisap darah manusia yang mengalami viremia dengue, kemudian dengue akan beraktivitas dalam tubuh nyamuk selama 8–12 hari. Apabila virus dengue sudah berada di kelenjar ludah, dan nyamuk mengisap darah orang yang sehat, nyamuk akan melepaskan kelenjar ludah untuk mencegah koagulasi darah manusia tersebut. Akibatnya, virus ini berpindah dari nyamuk ke manusia, dan terjadilah penularan agen penyakit yang menyebabkan orang sehat menjadi sakit. Proses penularan ini dipengaruhi oleh tiga faktor, yakni aktivitas nyamuk mengisap darah, siklus gonotrofik, dan umur nyamuk.

*Ae. aegypti* bersifat diurnal atau aktif mengisap darah pada pagi (pukul 10.00–11.00) dan sore menjelang terbenam matahari (pukul 16.00–17.00) (Robinson, 2005; Fadilla dkk., 2015). Namun, *Ae. aegypti* dapat pula bersifat nokturnal atau aktif mengisap darah manusia sepanjang malam (pukul 18.00–05.50), baik di dalam

rumah maupun di luar rumah (Hadi, Soviana, & Gunandini, 2012). Hal ini dijelaskan oleh Christophers sebagai akibat dari ketertarikan *Ae. aegypti* terhadap objek gelap yang bergerak dan arus udara hangat dari inang, tetapi secara alamiah tetap sebagai nyamuk yang menggigit pada siang hari atau *day-biting mosquito* (Christophers, 1960).

Siklus gonotrofik merupakan siklus reproduksi mulai dari kondisi kenyang gula, mengisap darah, pematangan telur, meletakkan telur di air, hingga mengisap darah kembali (Reisen, 2009). Satu siklus gonotrofik *Ae. aegypti* di Meksiko membutuhkan waktu 3 hari pada musim kering dan 4 hari pada musim hujan (Baak-Baak dkk., 2017); sementara di Indonesia membutuhkan waktu 3–5 hari pada suhu 26,2–30,3°C dan kelembapan 62,7–71,8% (Pramestuti & Martini, 2012). Satu nyamuk dapat melakukan beberapa kali siklus gonotropik selama hidupnya sehingga nyamuk dapat melakukan aktivitas mengisap darah berkali-kali (*multiple blood feeding*) (Eldridge, 2003; Reisen, 2009).

Umur *Ae. aegypti* dewasa bergantung pada suhu, kelembapan, aktivitas reproduksi, dan makanan (Collett dkk., 1972). Suhu dan kelembapan yang optimal bagi tumbuh kembang *Ae. aegypti* berkisar antara 25–28°C dengan kelembapan di atas 70%, sedangkan suhu kurang dari 4°C dan di atas 40°C menyebabkan kematian (Christophers, 1960). Pada kondisi optimum, *Ae. aegypti* betina dapat hidup lebih lama (102 hari) bila hanya mengonsumsi madu (nektar) dan tidak mengisap darah. Namun, nyamuk betina membutuhkan darah manusia (antropofagik) untuk meningkatkan kebugaran (energi) demi kelangsungan hidup dan proses pematangan telur (Eldridge, 2009). Hal ini mengakibatkan umur nyamuk menjadi lebih pendek 62 hari (Collett dkk., 1972).

Aktivitas bionomik *Ae. aegypti* tersebut dipengaruhi faktor kondisi lingkungan fisik yang optimum. Pada 2015, suhu lingkungan fisik di Kota Bandung antara 18,1°C pada Agustus hingga 31,9°C pada Oktober, suhu rata-rata mencapai 23–24°C tiap bulan sepanjang tahun, dan kelembapan nisbi antara 63% pada Oktober

hingga 82% pada Desember 2015 (BPS, 2016). Data ini memberikan informasi bahwa suhu dan kelembapan Kota Bandung merupakan kondisi optimal bagi *Ae. aegypti* untuk beraktivitas sebagai *day biting mosquito*, *antropophagic*, dan *multiple blood feeding* sepanjang tahun. Berdasarkan uraian tersebut, dapat digambarkan bahwa satu nyamuk *Ae. aegypti* strain Kota Bandung yang terinfeksi virus dengue cenderung memiliki kemampuan menularkan penyakit DBD kepada lebih dari satu orang dalam satu hari selama lebih dari 20 kali siklus gonotropik.

### **E. PERILAKU ISTIRAHAT NYAMUK *Aedes aegypti***

*Aedes aegypti* dominan ditemukan di dalam rumah (endofilik) masyarakat Kota Bandung (Faridah, dkk., 2017) sehingga tidak membutuhkan sintesis cepat glikogen untuk aktivitas terbang jauh (Eldridge, 2009). Nyamuk ini biasanya hinggap pada ketinggian kurang dari 1,5 m di atas lantai (Dzul-Manzanilla dkk., 2016) pada material yang gelap dan lembap.

Apabila sudah kenyang darah, *Ae. aegypti* akan terbang mencari tempat istirahat (*resting*) yang terdekat untuk mencerna protein darah, air, dan garam. Setelah beristirahat (*resting*) selama 1–2 jam, *Ae. aegypti* akan terbang kembali untuk menentukan tempat istirahat yang teduh, lembap, dan tanpa gangguan hingga proses pematangan telur selesai (*half-gravid dan gravid*) (Reisen, 2009). Apabila di dalam rumah terdapat ruangan dengan kondisi tersebut, *Ae. aegypti* tidak akan keluar dari rumah. Hal ini dibuktikan dengan banyak *Ae. aegypti* ditemukan sedang beristirahat dalam status ovarium gravid dalam rumah penduduk (Jayanetti, Wijesundera, & Amerasinghe, 1987). Perilaku ini menjadi pertimbangan banyaknya kasus DBD yang terjadi di antara penghuni rumah dalam satu periode penularan.

### **F. KEPADATAN VEKTOR *Aedes aegypti***

Indikator yang digunakan pemerintah Indonesia untuk mengukur besarnya kevektoran DBD adalah angka bebas jentik (ABJ). Target ABJ yang ditetapkan pemerintah adalah >95%. Artinya, apabila

dalam satu wilayah tertentu nilai ABJ-nya di atas 95%, penularan DBD dapat ditekan seminimal mungkin. Namun, apabila bawah 95%, daerah tersebut berpotensi terjadi peningkatan kasus DBD dalam satu periode penularan. ABJ diukur berdasarkan rasio jumlah rumah/bangunan yang tidak ditemukan jentik dengan jumlah rumah/bangunan yang diperiksa dikali 100%.

Nilai ABJ di empat kecamatan Kota Bandung masih berada di bawah target pemerintah (Tabel 5.1). Oleh karena itu, keberadaan *Ae. aegyti* di rumah penduduk berpotensi menularkan virus dengue, baik antar-penghuni rumah maupun penghuni dengan tetangga yang berkunjung. Artinya, di lokasi tersebut pada periode penularan berpotensi terjadi peningkatan kasus DBD yang cukup signifikan.

Beberapa penelitian di Kota Bandung pun memperlihatkan bahwa indikator kepadatan vektor yang diukur masih menunjukkan potensi peningkatan kasus DBD yang cukup signifikan. Di beberapa daerah, nilai ABJ berkisar di angka 73,3–81,4% (Tabel 5.1), jumlah yang masih jauh dari target pemerintah. Oleh karena itu, perlu kerja sama antarinstansi pemerintah, pihak swasta, dan masyarakat untuk menanggulangi peningkatan kasus DBD.

**Tabel 5.1** Angka Bebas Jentik dan Key Container di Empat Puskesmas Kota Bandung

No.	Kecamatan	Jumlah Responden n = 783	ABJ	Key Container
1	Coblong	Kasus: 67 Non Kasus: 134	79,10%	Dispenser
2	Buah Batu	Kasus: 60 Non Kasus: 120	67,22%	Dispenser
3	Bojong Loa	Kasus: 72 Non Kasus: 144	65,74%	Dispenser
4	Rancasari	Kasus: 62 Non Kasus: 124	59,14%	Dispenser

Sumber: Fuadzy dkk. (2016)

**Tabel 5.2** Sebaran Indeks Entomologi *Aedes aegypti* Berdasarkan Hasil Beberapa Penelitian di Kota Bandung

No.	Sampel	Indeks Entomologi		Pelaksanaan	Referensi
1	55 rumah di RW 06 Kel, Turangga	HI	20%	2017	(Gifari, Rusmartini & Astuti, 2017)
		ABJ	80%		
2	100 rumah di Kel. Cijawura	HI	18,6–26,7 %	2016	(Elsa, Sumardi, & Faridah, 2017)
		CI	6,7–13,2 %		
		ABJ	73,3–81,4 %		
3	100 rumah di Kel. Cisaranten Wetan	HI	19–28,4 %	2016	(Elsa, Sumardi, & Faridah, 2017)
		CI	5–9,58 %		
		ABJ	71,6–81 %		
4	261 rumah di wilayah kerja Puskesmas Dago, Sekejati, Kopo, dan Cipamokolan	Kasus DBD		2016	(Fuadzy dkk 2016)
		HI	26,44 %		
		CI	15,42 %		
		BI	58,62 %		
	522 rumah di wilayah kerja Puskesmas Dago, Sekejati, Kopo, dan Cipamokolan	Non Kasus DBD			
		HI	20,84 %		
		CI	11,15 %		
		BI	44,17 %		
5	28 toilet di 5 SD di Kel. Neglasari	CI	28,57 %	2016	(Sopandi, 2016)
		ABJ	76 %		
6	1.983 rumah di 16 Kel. Kota Bandung	HI	24 %	2015	(Faridah dkk., 2017)
		CI	12 %		
		BI	36		
		ABJ	76 %		
7	4 lokasi di lingkungan FK Unisba	CI	17 %	2015	(Astuti dkk., 2016)
8	153 KK di Kel. Cicadas	HI	22,22 %	2012	(Ariva & Oginawati, 2013)
		CI	12,84 %		
		BI	27,45		
		ABJ	77,78 %		

Nilai ABJ di Kota Bandung tidak dipengaruhi oleh pengetahuan, sikap, dan tindakan 3M Plus masyarakatnya. Sebagai contoh, masyarakat di RW 06, Kelurahan Turangga, Kecamatan Lengkong, telah memiliki pengetahuan dan tindakan 3 M Plus yang baik, tetapi masih ditemukan jentik *Ae. aegypti* di 20% rumah yang diteliti (Gifari, Rusmartini, & Astuti, 2017). Begitu pula yang terjadi di Kelurahan Cijawura dan Cisaranten di mana tidak ada pengaruh kenaikan ABJ sebelum dan sesudah penyuluhan mengenai DBD kepada masyarakatnya (Elsa, Sumardi, & Faridah, 2017). Hal ini karena masyarakat tidak melakukan tindakan 3 M Plus secara tepat. Sebagai contoh, kontainer di rumah dikuras, tetapi tidak disikat. Akibatnya, telur *Ae. aegypti* tetap bisa melekat pada dinding kontainer dan bila terjadi kontak dengan air, telur akan menetas menjadi jentik, dan akhirnya menjadi nyamuk dewasa yang berpotensi menjadi vektor DBD. Oleh karena itu, perlu Gerakan Satu Rumah Satu Jumantik (juru pemantau jentik), yakni menunjuk satu anggota keluarga untuk menjadi jumantik rumah yang bertindak membasmi langsung populasi *Ae. aegypti* di rumahnya. Agar gerakan ini bisa berjalan baik, jumantik rumah perlu didampingi oleh koordinator jumantik dan supervisor jumantik.

Faktor curah hujan dan hari hujan pun turut memengaruhi kepadatan populasi *Ae. aegypti* di Kota Bandung. Curah hujan tertinggi sepanjang 2015 mencapai 455 mm pada November dan 0,3 mm pada Juli. Adapun hari hujan terlama terjadi pada Maret dengan jumlah 28 hari dan yang paling sebentar mencapai 4 hari pada Agustus dan September (BPS, 2016). Meningkatnya curah hujan pada November merupakan indikator kesiapsiagaan mencegah penularan DBD. Penularan DBD cenderung meningkat pada November, tetapi masih dalam tempo yang lambat. Jumlah kasus meningkat drastis pada Januari, dan memuncak pada Februari. Pada Januari, curah hujan mencapai 188 mm dengan hari hujan sebanyak 22 hari sehingga memengaruhi peningkatan kepadatan *Ae. aegypti*. Setelah mengalami periode siklus hidup dan siklus gonotropik nyamuk, serta siklus ekstrinsik, pada Februari mulai muncul *Ae. aegypti* infeksi yang menularkan dengue.

## **G. RUMAH SEBAGAI *BREEDING PLACE AEDES AEGYPTI***

Penularan DBD lebih banyak terjadi di rumah tinggal (Velasco-Salas dkk., 2014). Penelitian Porter mengindikasikan bahwa besar masyarakat Kota Bandung dominan terinfeksi DBD di rumah tinggal dibandingkan dengan di tempat kerja (Porter, dkk., 2005).

Pada 2016 dilakukan penelitian untuk mengukur besarnya masalah karakteristik rumah tinggal penduduk dengan peningkatan jumlah kasus DBD di Kota Bandung. Penelitian menggunakan pendekatan kasus kontrol sepadan. Populasinya adalah penderita DBD dengan sampel 211 rumah tangga penderita DBD dan 522 rumah bukan penderita DBD. Sampel tersebar di empat kecamatan yaitu Coblong, Buah Batu, Bojong Loa, dan Rancasari. Penilaian kualitas rumah tinggal meliputi tiga komponen besar, yaitu komponen bangunan di dalam rumah, sanitasi rumah, dan perilaku penghuni.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 61,30% masyarakat Kota Bandung yang pernah menderita DBD bertempat tinggal di rumah yang tidak sehat. Rumah disebut tidak sehat karena perilaku penghuni rumah belum mencerminkan perilaku hidup bersih dan sehat, terutama dalam aspek pemberantasan sarang nyamuk, walaupun komponen bangunan di dalam rumah dan sanitasi rumah telah laik huni. Sebagai contoh, mayoritas komponen dalam rumah (langit-langit, lantai dan dinding, jendela kamar tidur, jendela ruang keluarga, dan pencahayaan) dan komponen sanitasi (sarana air bersih dan jamban) telah memenuhi syarat kesehatan. Namun, mayoritas penghuninya menggantung pakaian kotor, menutup tempat penampungan air, dan tidak terlindung dari kontak dengan nyamuk sehingga belum memenuhi syarat kesehatan. Perilaku seperti ini tergolong faktor risiko rumah tinggal sebagai tempat perkembangbiakan (*breeding place*) *Aedes aegypti* yang potensial.

Hal ini menggambarkan bahwa mayoritas masyarakat Kota Bandung telah memiliki kualitas bangunan rumah tinggal yang laik huni, tetapi kualitas kesehatan rumah tinggal dari risiko penularan

DBD yang masih rendah. Indikatornya adalah kondisi rumah telah laik huni tetapi masih ditemukan *Ae. aegypti* di rumah tersebut.

#### **H. ALTERNATIF UPAYA PENGENDALIAN *Aedes aegypti***

Pengendalian *Ae. aegypti* dilakukan untuk menekan kepadatan *Ae. aegypti* di permukiman hingga batas yang tidak membahayakan bagi kesehatan masyarakatnya. Indikator kepadatan yang direkomendasikan pemerintah adalah angka bebas jentik (ABJ) sebesar >95%. Artinya, dari 100 rumah yang diperiksa, maksimal hanya lima rumah yang ditemukan jentik *Ae. aegypti*. Jika sudah terpenuhi angka bebas jentik (ABJ) sebesar >95%, disinyalir tidak akan terjadi penularan DBD setempat. Apabila muncul kasus DBD pun akan lebih mudah ditanggulangi.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mencapai target tersebut adalah dengan tiga pendekatan, yaitu mekanik, biologi, dan kimia. Penelitian di Kelurahan Cicadas Kota Bandung memberikan gambaran bahwa mayoritas masyarakat (68%) telah melakukan upaya pengendalian vektor untuk mencegah penularan DBD di wilayahnya. Sebaran pendekatan yang dilakukan adalah 25% dengan cara mekanik (memasang kassa pada ventilasi rumah dan menggunakan raket listrik untuk membunuh nyamuk), 10% dengan cara biologi (menebar ikan cupang dan ikan mujair di bak mandi dan drum air), dan 62% dengan cara kimia (menggunakan insektisida rumah tangga komersial berupa obat nyamuk bakar/coil, elektrik/mat, dan semprot/aerosol) (Ariva & Oginawati, 2013).

Pendekatan mekanik dengan memasang kassa jenis kain atau kawat pada ventilasi rumah disinyalir mampu mencegah nyamuk masuk ke rumah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa memasang kassa pada ventilasi dan jendela rumah berhubungan dengan kejadian DBD, seperti di wilayah kerja Puskesmas Celikah Kab. Ogan Komering Ilir (p-value < 0,05; OR 7,8) dan wilayah kerja Puskesmas Tlogosari Wetan (p-value < 0,05; OR 3,659) (Lontoh, Rattu, & Kaunang, 2016). Namun, pemilihan kain atau kawat kassa perlu memperhatikan diameter lubang atau kisi kassa tersebut. Kassa

yang digunakan sebaiknya berdiameter lebih kecil dari panjang sayap nyamuk *Aedes* spp., yakni 2,64–4,41 mm (Landry, DeFoliart, & Hogg, 1988) atau rata-rata 2,388 mm untuk *Ae. aegypti* dan 2,429 untuk *Ae. albopictus* (Rey & O'Connell, 2014). Panjang sayap nyamuk tersebut menjadi indikator untuk menentukan perkiraan dimensi ukuran tubuh nyamuk rata-rata. Oleh karena itu, diameter atau keliling lubang kassa harus lebih kecil dari 2,3 mm, agar nyamuk tidak bisa merayap masuk ke dalam rumah melalui lubang kassa tersebut.

Upaya tersebut akan lebih optimal bila dilakukan secara terpadu dengan pemberdayaan masyarakat melalui pendekatan pengendalian vektor terpadu (PVT). Upaya PVT memiliki keunggulan karena ketiga pendekatan dilakukan serentak oleh masyarakat dan lintas sektor sehingga dapat mengeliminasi *Ae. aegypti* pada stadium pradewasa dan dewasa hingga tidak tersisa. PVT juga berdampak pada menurunnya kepadatan serangga vektor lainnya di rumah tinggal, seperti nyamuk (*Culex*, *Anopheles*, *Armigeres*, *Mansonia*), agas (*Culicoides*), lalat (*Muscidae*), dan lainnya.

Upaya mekanik yang paling ampuh dilakukan untuk mengeliminasi populasi *Ae. aegypti* adalah pemberantasan sarang nyamuk (PSN) melalui tindakan 3 M, yaitu menguras, menutup kontainer air, dan mendaur ulang barang tak dipakai. Tindakan menguras dilakukan dengan membersihkan dan menyikat kontainer air seperti bak mandi, penampungan air buangan pada dispenser dan kulkas, vas dan pot bunga, ember dan tutupnya, drum dan tutupnya, toren dan tutupnya, kolam ikan, dan lainnya. Setelah dikuras, kontainer tersebut ditutup rapat bila diisi air sehingga serangga tidak bisa berkembangbiak. Apabila disimpan dalam waktu lama, kontainer tersebut harus kering dan tertutup rapat. Apabila di rumah terdapat barang yang tidak dipakai lagi, seperti kaleng, ban, botol, galon, wadah plastik, gelas plastik, akuarium, styrofoam, hendaknya didaur ulang agar bernilai ekonomi. Daur ulang dapat dilakukan sendiri atau dilakukan orang lain. Apabila barang tak dipakai disimpan, harus dipastikan kering dan ditutup rapat sehingga tidak ada genangan air. Permasalahan dispenser sebagai *key container Ae. aegypti* di Kota

Bandung dapat dikendalikan dengan dua upaya terobosan, yaitu penempelan stiker jentik di dispenser sebagai pengingat penghuni rumah untuk menguras tempat penampungan air secara rutin, baik oleh produsen maupun Pemerintah Daerah; dan melepaskan atau tidak menggunakan lagi tempat penampungan air di dispenser.

Upaya biologi yang bisa dilakukan adalah menanam tanaman penolak serangga di sekeliling rumah, seperti zodia, geranium, lavender, sereh wangi, rosemary, dan kayu putih. Selain itu, ikan pemakan jentik dapat dipelihara di kontainer air besar, seperti ikan kepala timah, ikan gupi, ikan cupang, nila merah, dan mujair. Dewasa ini telah dikembangkan pemanfaatan endotoksin bakteri *Bacillus thuringiensis israelensis* (BTI) yang diteteskan pada kontainer air. Teknologi BTI ini ramah lingkungan, sehat, dan disinyalir tidak menimbulkan efek resistensi.

Upaya kimia dalam pengendalian vektor sebisa mungkin dihindari. Jika digunakan, sebaiknya seoptimal dan sebijaksana mungkin sehingga tidak merugikan mikroorganisme lainnya dan tidak menurunkan tingkat toleransi nyamuk terhadap insektisida. Upaya kimia yang bisa dilakukan adalah menggunakan larvasida temefos (abatisasi) dan spinosad untuk mengeliminasi jentik. Pengembangan larvasida saat ini lebih mengarah pada *insect growth regulators* (IGRs) seperti fenoksikarb, metopren, piriproksifen, diflubensuron, dan heksaflumuron. IGRs tergolong senyawa kimia bukan sintetik dan senyawa hormon yang dapat mengganggu proses pertumbuhan dan perkembangan serangga. Larvasida diaplikasikan pada kontainer-kontainer air untuk mematikan atau menghambat *molting Ae. aegypti* pada stadium jentik.

Pengendalian nyamuk dewasa *Ae. aegypti* dapat pula dilakukan dengan menggunakan insektisida rumah tangga (cypermethrin, d-allethrin, d-phenothrin, d-trans-allethrin, imiprothrin, meperfluthrin, metoflethrin, metofluthrin, permethrin, prallethrin, sifenothrin, siflutrin, tetramethrin, transfluthrin). Namun, perlu diperhatikan bahwa jentik *Ae. aegypti* di Kota Bandung telah resisten terhadap insektisida permetrin golongan piretroid. Rasio resistennya

( $RR_{50}$ ) mencapai 25,66 kali pada generasi pertama dan meningkat sebanyak 4,95 kali pada generasi kelima, sedangkan nyamuk tanpa paparan insektisida menurun sebanyak 2,39 kali pada generasi kelima. Oleh karena itu, perlu kehati-hatian dalam menggunakan insektisida rumah tangga karena masih satu golongan piretroid (Mantolu, Kustiati, Ambarningrum, Yusmalinar, & Ahmad, 2016). Kemungkinannya dapat terjadi *multiple resistance*. Berdasarkan hal tersebut, penggunaan insektisida rumah tangga perlu memperhatikan dan mengikuti anjuran yang tercantum pada kemasan.

Pemanfaatan *fogging* di Kota Bandung perlu kajian lebih lanjut untuk mengevaluasi kualitas mesin fogger dan efikasi insektisida. Penelitian Yee menyatakan bahwa penggunaan metode *fogging* di Kota Bandung dapat meningkatkan angka kejadian DBD (Yee, Heryaman, & Faridah, 2017) padahal tujuan diaplikasikannya *fogging* adalah mematikan nyamuk dewasa *Ae. Aegypti* sehingga dapat memutus rantai penularan DBD di satu daerah tertentu. Bila *fogging* harus dilakukan, sebaiknya menggunakan insektisida golongan organofosfat untuk rentang waktu tertentu. Upaya ini untuk menghindari penurunan status toleran *Ae. aegypti* yang disinyalir telah resisten terhadap satu jenis insektisida golongan piretroid.

## I. PENUTUP

Angka kesakitan DBD di Kota Bandung cenderung stagnan, sedangkan angka kematian mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Hal ini menggambarkan bahwa upaya kuratif pemerintah dalam tata laksana pengobatan pasien DBD telah mengalami kemajuan yang cukup berarti. Keberhasilan tersebut ditunjang oleh pemahaman masyarakat mengenai swamedikasi dan meningkatnya kesadaran untuk secepatnya membawa anggota rumah tangga yang demam tinggi ke fasilitas kesehatan terdekat. Sementara itu, upaya preventif pemerintah untuk memutus mata rantai penularan DBD dengan mengendalikan populasi *Aedes aegypti* masih mengalami banyak kendala. Hal ini dibuktikan dengan ABJ pada beberapa lokus di Kota Bandung masih di bawah target pemerintah 95%.

Rendahnya ABJ menjadi indikator bahwa *Ae. aegypti* telah tersebar luas di setiap jenis permukiman masyarakat Kota Bandung. Beberapa penelitian menyatakan bahwa keberadaan dispenser menjadi risiko utama meningkatnya kepadatan *Ae. aegypti* di Kota Bandung. Nyamuk ini beraktivitas pada pagi hingga sore hari (diurnal) untuk mengisap darah penghuni rumah (endofilik) berkali-kali (*multiple blood feeding*) secara agresif (fitness). Perilaku inilah yang menjadi risiko utama keberadaan *Ae. aegypti* pada proses penularan DBD di rumah tinggal. Selain itu, peningkatan jumlah kasus DBD ditunjang pula oleh faktor eksternal, seperti faktor iklim (curah hujan dan hari hujan) serta rendahnya perilaku hidup bersih dan sehat masyarakat Kota Bandung.

Seluruh faktor risiko tersebut harus segera dikendalikan dengan upaya yang paling ampuh, yakni pemberantasan sarang nyamuk (PSN) melalui Gerakan Satu Rumah Satu Jumantik. Upaya ini menitikberatkan pada peran anggota rumah tangga untuk melakukan 3M Plus, yaitu menguras, menutup, dan mendaur ulang kontainer yang tidak dipakai, serta melakukan upaya lainnya agar terhindar dari kontak dengan nyamuk. Upaya terobosan yang dapat dilakukan adalah penempelan stiker jentik sebagai pengingat dan melepaskan tempat penampungan air di dispenser. Adapun upaya *fogging* perlu dikaji kembali untuk menentukan efektivitas dan efisiensinya karena hanya penanggulangan sesaat, tidak menghilangkan penyebab secara permanen, dan mahal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariva, L., & Oginawati, K. (2013). Identifikasi density figure dan pengendalian vektor demam berdarah pada Kelurahan Cicadas Bandung. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 19(1), 55–63.
- Arundina, D. R., Tantular, B., & Pontoh, R. S. (2017). Multilevel poisson regression modelling for determining factors of dengue fever cases in Bandung. *AIP Conference Proceedings Vol. 020043*. AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/1.4979459>

- Baak-Baak, C. M., Ulloa-Garcia, A., Cigarroa-Toledo, N., Tzuc Dzul, J. C., Machain-Williams, C., Torres-Chable, O. M., ... Garcia-Rejon, J. E. (2017). Blood feeding status, gonotrophic cycle and survivorship of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) caught in Churches from Merida, Yucatan, Mexico. *Neotropical Entomology*, 46(6), 622–630. <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0499-x>
- BPS. (2016). *Kota Bandung dalam angka 2016*. Kota Bandung.
- Chakraborty, T. (2008). *Dengue fever and other hemorrhagic viruses (deadly diseases & epidemics)* (E.I. Alcamo, Ed). New York: Chelsea House.
- Christophers, S. S. R. (1960). *Aedes aegypti* (L.): *the yellow fever mosquito: its life history, bionomics and structure*. London: The Syndics of the Cambridge University Press.
- Collett, G. C., Graham, J. E., Schoof, H. F., Quarterman, K. D., Johnson, D. R., Barnes, A. M., ... Pratt, H. D. (1972). *Vector control in international health*. Switzerland: World Health Organization. Diakses 4 Februari 2019 dari <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsms/resource/pt/mis-18151>
- Dinkes. (2017). *Profil kesehatan Kota Bandung tahun 2016*. Kota Bandung.
- Dzul-Manzanilla, F., Ibarra-López, J., Marín, W. B., Martini-Jaimes, A., Leyva, J. T., Correa-Morales, F., ... Day, J. (2016). Indoor resting behavior of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Acapulco, Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 0(0), 1–4. <https://doi.org/10.1093/jme/tjw203>
- Eldridge, B. F. (2003). Mosquito. *Encyclopedia of insects*.
- Eldridge, B. F. (2009). Mosquito. Dalam V.H. Resh, & R.T. Carde, (Eds.), *Encyclopedia of insect*, (p.658). London: Elsevier.
- Elsa, Z., Sumardi, U., & Faridah, L. (2017). Effect of health education on community participation to eradicate *Aedes aegypti*-breeding sites in Buahbatu and Cinambo Districts, Bandung. *National Public Health Journal*, 12(2), 73–78. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v12i2.1298>
- Fadilla, Z., Hadi, U., & Setiyaningsih, S. (2015). Bioekologi vektor demam berdarah dengue (DBD) serta deteksi virus dengue pada *Aedes aegypti* (Linnaeus) dan *Ae. albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) di Kelurahan endemik DBD Bantarjati, Kota Bogor. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 12(1), 31–38. <https://doi.org/10.5994/jei.12.1.31>

- Faridah, L., Respati, T., Sudigdoadi, S., & Sukandar, H. (2017). Gambaran partisipasi masyarakat terhadap pengendalian vektor melalui kajian tempat perkembangbiakan *Aedes aegypti* di Kota Bandung. *Majalah Kedokteran Bandung*, 49(1), 43–47.
- Fuadzy, H., Astuti, E. P., Prasetyowati, H., Hendri, J., Rohmansyah, & Hodijah, D. N. (2016). *Penentuan faktor risiko sanitasi rumah tinggal pada kejadian demam berdarah dengue (DBD) di Kota Bandung* (Laporan Penelitian). Ciamis, Pangandaran.
- Fuadzy, H., & Hendri, J. (2015). Indeks entomologi dan kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temefos di Kelurahan Karsamenak Kecamatan Kawalu Kota Tasikmalaya. *Vektora*, 7(2), 57–64.
- Gifari, M. A., Rusmartini, T., & Astuti, R. D. I. (2017). Hubungan tingkat pengetahuan dan perilaku gerakan 3M Plus dengan keberadaan jentik *Aedes aegypti*. *Bandung Meeting on Global Medicine & Health*, 1, 84–90). Bandung.
- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2010). The insects: An outline of entomology. *African Journal of Ecology Fourth*, 39, 229–232. Oxford: Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2028.2001.0270e.x>
- Hadi, U. K., Soviana, S., & Gunandini, D. D. (2012). Aktivitas nokturnal vektor demam berdarah dengue di beberapa daerah di Indonesia. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 9(1), 1–6. <https://doi.org/10.5994/jei.9.1.1>
- Jayanetti, S. R., Wijesundera, M. D. S., & Amerasinghe, F. P. (1987). A study on the bionomics of indoor resting mosquitoes in Kandy. *Ceylon Journal of Medicine Science*, 30(2), 47–62.
- Joharina, A. S., & Widiarti. (2014). Kepadatan larva nyamuk vektor sebagai indikator penularan demam berdarah dengue di daerah endemis di Jawa Timur. *Jurnal Vektor Penyakit*, 8(2), 33–40.
- Karyanti, M. R., & Hadinegoro, S. R. (2009). Perubahan epidemiologi demam berdarah dengue di Indonesia. *Sari Pediatri*, 10(6), 424–432.
- Kemkes. (2012). *Pedoman penggunaan insektisida (pestisida) dalam pengendalian vektor (Pertama)*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Landry, S. V., DeFoliart, G. R., & Hogg, D. B. (1988). Adult body size and survivorship in a field population of *Aedes triseriatus*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 4(2), 121–128.

- Lontoh, R. Y., Rattu, A. J. M., & Kaunang, W. P. J. (2016). Hubungan antara pengetahuan dan sikap dengan tindakan pencegahan demam berdarah dengue (DBD) di Kelurahan Malalayang 2 Lingkungan III. *Pharmakon*, 5(1), 382–389.
- Mantolu, Y., Kustiati, K., Ambarningrum, T. B., Yusmalinar, S., & Ahmad, I. (2016). Status dan perkembangan resistensi *Aedes aegypti* (Linnaeus) (Diptera: Culicidae) strain Bandung, Bogor, Makassar, Palu, dan VCRU terhadap insektisida permetrin dengan seleksi lima generasi. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.5994/jei.13.1.1>
- Mulyatno, K.C., Yamanaka, A., Yotopranoto, S., & Konishi, E. (2012). Vertical transmission of dengue virus in *Aedes aegypti* collected in Surabaya, Indonesia, during 2008–2011. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 65(3), 274–276. <https://doi.org/10.7883/yoken.65.274>
- Porter, K. R., Beckett, C. G., Kosasih, H., Tan, R. I., Alisjahbana, B., Irani, P., ... Wuryadi, S. (2005). Epidemiology of dengue and dengue hemorrhagic fever in a cohort of adults living in Bandung, West Java, Indonesia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 72(1), 60–66.
- Pramestuti, N., & Martini. (2012). Perbedaan siklus gonotropik dan peluang hidup *Aedes* sp. di Kabupaten Wonosobo. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 11(3), 194–201.
- Purnama, S. G., & Baskoro, T. (2012). Maya index dan kepadatan larva *Aedes aegypti* terhadap infeksi dengue. *Makara Kesehatan*, 16(2), 57–64.
- Reisen, W. K. (2009). Epidemiology of vector-borne diseases. Dalam G. Mullen & L. Durden (eds.), *Medical and Veterinary Entomology* (Second, pp. 15–27). Elsevier Science.
- Respati, T., Raksanagara, A., Djuhaeni, H., & Sofyan, A. (2017a). Spatial distribution of dengue hemorrhagic fever (DHF) in urban setting of Bandung City. *Global Medical and Health Communication*, 5(3), 212–218.
- Respati, T., Raksanagara, A., Djuhaeni, H., Sofyan, A., Agustian, D., & Faridah, L. (2017b). Berbagai faktor yang memengaruhi kejadian demam berdarah dengue di Kota Bandung. *Aspirator*, 9(2), 91–96.
- Rey, J. R., & O'Connell, S. M. (2014). Oviposition by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: Influence of congeners and of oviposition site characteristics. *Journal of Vector Ecology*, 39(1), 190–196.

- Robinson, W. H. (2005). *Urban Insects and Arachnids-a handbook of urban entomology*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511542718>
- Rosa, E., & Salmah, S. (2015). Detection of transovarial dengue virus with RT-PCR in *Aedes albopictus* (Skuse) larvae inhabiting phytotelmata in endemic DHF areas in West Sumatra, Indonesia. *American Journal of Infectious Diseases and Microbiology*, 3(1), 14–17. <https://doi.org/10.12691/ajidm-3-1-3>
- Rozandaal, J. A. (1997). *Vector control: Methods for use by individuals and communities*. Geneva: World Health Organization.
- Satoto, T. B. T., Umniyati, S. R., Astuti, F. D., Wijayanti, N., Gavotte, L., Devaux, C., & Frutos, R. (2014). Assessment of vertical dengue virus transmission in *Aedes aegypti* and serotype prevalence in Bantul, Indonesia. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(S2), S563–S568. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(14\)60677-0](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60677-0)
- Setiani, D. B. H. (2015). Gambaran penderita demam berdarah dengue di rumah sakit Immanuel periode Januari–Desember 2014. Bandung: Universitas Kristen Maranatha.
- Siregar, F. A., Makmur, T., & Huda, N. (2016). Key breeding place for dengue vectors and the impact of larvae density on dengue transmission in North Sumatera Province, Indonesia. *Asian Journal of Epidemiology*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.3923/aje.2017.1.9>
- Somantri, R. (2017). *Implementasi kebijakan pengendalian insiden penyakit demam berdarah dengue (DBD) (Strategi dalam menurunkan wilayah endemis di Kota Bandung)*. Bandung: Universitas Pasundan Bandung.
- Sukana, B. (1993). Pemberantasan vektor DBD di Indonesia. *Media Litbangkes*, III(01), 9–16.
- Varnado, W., Goddard, J., & Harrison, B. (2012). *Identification guide to adult mosquitoes in Mississippi*. U.S. Department of Agriculture.
- Velasco-Salas, Z. I., Sierra, G. M., Guzman, D. M., Zambrano, J., Vivas, D., Comach, G., ... Tami, A. (2014). Dengue seroprevalence and risk factors for past and recent viral transmission in Venezuela : A comprehensive community-based btudy. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 91(5), 1039–1048. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.14-0127>

- Whelan, P., Kurucz, N., Warchot, A., Carter, J., Pettit, W., Nguyen, H. U. Y., ... Pearce, T. (2008). Medical Entomology Branch Report 2006/07. Darwin.
- Yee, L. Y., Heryaman, H., & Faridah, L. (2017). The relationship between frequency of fogging focus and incidence of dengue hemorrhagic fever cases in Bandung in year 2010-2015. *Int. J. Community Med Public Health*, 4(2), 456-459.

# Bab 6

## *Key Container* dan Peranannya dalam Pengendalian Populasi *Aedes*

Mutiara Widawati & Heni Prasetyowati



### A. AEDES DAN KEJADIAN DENGUE

Demam berdarah dengue (DBD) adalah penyakit yang menjadi masalah kesehatan masyarakat. Penyakit ini ditemukan di daerah tropis dan sub-tropis, terutama di daerah perkotaan. Jumlah kasus dengue meningkat drastis dan menjadi insiden global dalam beberapa dekade terakhir, bahkan sekitar setengah populasi di dunia sekarang berisiko terinfeksi dengue. Indonesia merupakan negara endemis dengue dengan jumlah kasus tertinggi di dunia (WHO, 2018). Sejak ditemukan di Indonesia, penyakit ini telah menyebar ke semua provinsi, bahkan beberapa wilayah juga melaporkan adanya kejadian luar biasa (KLB). Walaupun *case fatality rate* (CFR) semakin menurun, jumlah kasus DBD justru semakin meningkat tiap tahun (Kementerian Kesehatan RI, 2010). Salah satu provinsi dengan angka kejadian demam berdarah dengue yang tertinggi adalah Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan profil kesehatan Jawa Barat tahun 2017, angka kejadian DBD di provinsi Jawa Barat meningkat tajam dari 47,34/100.000 penduduk menjadi 78,98/100.000 penduduk pada 2016. Angka kejadian DBD tersebut bahkan jauh melampaui ambang batas angka kesakitan DBD tahun 2015 sebesar 50/100.000 penduduk. Angka kejadian DBD di wilayah kabupaten dengan perkotaan menunjukkan perbedaan yang relatif besar, dengan angka

kejadian DBD di kota menunjukkan angka yang lebih tinggi (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat, 2017).

Virus dengue ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* betina. Belum ditemukannya obat dan vaksin untuk mencegah DBD menyebabkan pemberantasan penyakit ini lebih dititikberatkan pada pengendalian vektornya. Indonesia beriklim tropis sehingga sangat mendukung kedua jenis nyamuk vektor DBD untuk berkembangbiak. Keberadaan tempat perkembangbiakan nyamuk bisa dijadikan indikator terkait DBD. Penelitian di Padang dilakukan menggunakan kepadatan larva dan maya index untuk menunjukkan risiko penularan dan risiko kemunculan tempat perkembangbiakan nyamuk. Berdasarkan indikator larva, disimpulkan bahwa semua desa yang diteliti menunjukkan risiko sedang-tinggi untuk menularkan dengue (Nofita, Rusdji, & Irawati, 2017). Penelitian lain di Semarang juga melaporkan keberadaan tempat perkembangbiakan nyamuk dan *container index* yang berhubungan dengan kasus DBD (Husna, Wahyuningsih, & Murwani, 2017). Nyamuk *Aedes* hidup dan berkembang biak di wadah-wadah yang dekat dengan tempat tinggal manusia. Nyamuk ini biasanya berkembangbiak di wadah penampung air buatan, tetapi sudah ada juga laporan yang menunjukkan bahwa nyamuk ini dapat berkembangbiak di wadah penampung air alami (Derraik, 2005). Tempat perkembangbiakan yang potensial untuk *Aedes* adalah kontainer yang digunakan untuk kehidupan sehari-hari, seperti drum, tempayan, bak mandi, ember, dan sejenisnya.

Tempat penampungan air yang paling berperan sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk vektor DBD di suatu wilayah disebut juga *key container*. Dalam upaya pengendalian populasi *Aedes* di suatu wilayah, identifikasi *key kontainer* penting diketahui agar pengendalian populasi vektor DBD tepat sasaran. Menurut Macielde-Freitas & Lourenço-de-Oliveira (2011), identifikasi *key kontainer* dalam pengendalian vektor DBD dapat menurunkan kepadatan nyamuk betina secara drastis walaupun hanya untuk jangka waktu yang tidak lama. Manfaat lain dengan mengetahui *key container*

adalah membantu fokus pengendalian terutama yang dilakukan oleh masyarakat sendiri (Joharina & Widiarti, 2014). Tulisan ini menggambarkan *key container* dan peranannya dalam pengendalian vector, khususnya di Provinsi Jawa Barat sebagai salah satu provinsi endemis DBD di Indonesia.

## **B. KARAKTERISTIK HABITAT VEKTOR DENGUE**

Sebagai serangga holometabola, selama hidupnya *Aedes* mengalami empat stadium, yaitu telur, larva, pupa, dan dewasa. Stadium pradewasa *Aedes* berada di air (stadium akuatik). Nyamuk *Aedes* tidak bertelur di genangan air yang langsung bersentuhan dengan tanah atau air kotor, tetapi di genangan air yang ditampung dalam suatu wadah atau kontainer, bisa juga berupa penampungan air bersih (Hidayat, Ludfi, & Hadi, 1997). Seiring berjalannya waktu, banyak penelitian menunjukkan adanya perubahan perilaku berkembang biak nyamuk *Aedes*, yakni mau bertelur di perangkap telur (ovitrap) yang diisi air rendaman jerami (Sayono, 2008; Dwinata, Baskoro, & Indriani, 2015), campuran air dengan kotoran sapi, campuran air dengan tanah dan campuran air dengan kotoran kuda. Selain itu, nyamuk *Ae.aegypti* mampu hidup dan berkembang biak di campuran air dengan kotoran ayam dan air sabun (Wurisastuti, 2013).

Dalam mencari tempat perindukan, nyamuk *Ae. aegypti* betina menggunakan penglihatan, penciuman, dan alat indra yang sensitif untuk memilih air yang disukainya (Gunandini & Gionar, 1999). Telur yang berada dalam kontainer akan menetas antara dua sampai tiga hari pada suhu 30°C, sedangkan pada suhu 16° C membutuhkan waktu penetasan selama tujuh hari (Hadi & Soviana, 2010). Menurut Soedarmo, perkembangan telur sampai menjadi nyamuk dewasa minimal selama sembilan hari (Soedarmo, 1988). Suhu air yang optimal untuk penetasan telur adalah 25–28°C. Faktor yang menentukan menetas atau tidaknya telur adalah temperatur air, sifat alami mikroflora di dalamnya, ada tidaknya zat pembusuk dalam air, dan kadar keasaman atau kebasaaan air (Soulsby, 1968).

Pemilihan habitat perkembangbiakan untuk kelangsungan hidup nyamuk dan dinamika populasi bergantung pada karakteristik lingkungan. Seleksi habitat oleh nyamuk *Aedes* berpengaruh terhadap pengendalian penularan demam berdarah. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui komponen-komponen kunci dari ekosistem yang memengaruhi distribusi dan banyaknya populasi nyamuk. Salah satu komponen kunci yang dimaksud adalah kualitas air karena kualitas air dapat memengaruhi proses oviposisi dan tahap pengembangan spesies *Aedes* (Piyaratne, Amerasinghe, Amerasinghe, & Konradsen, 2005; Oyewole dkk., 2009).

Larva nyamuk *Aedes* membutuhkan air untuk menyelesaikan siklus pertumbuhannya. Jadi, segala sesuatu tentang air tersebut akan memengaruhi perkembangan larva *Aedes*. Sebagai contoh, kualitas air memengaruhi produktivitas habitat perkembangbiakan nyamuk. Sejumlah besar nyamuk hidup pada kontainer dengan sirkulasi yang buruk, suhu yang tinggi, kandungan organik tinggi; sebagian lagi hidup pada kontainer yang memiliki sirkulasi baik, suhu rendah, dan lebih rendah kandungan organiknya. Pengetahuan tentang habitat perkembangbiakan spesies *Aedes* sangat penting untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang interaksi dalam faktor lingkungan. Kesimpulannya, karakteristik lingkungan memengaruhi pemilihan habitat pengembangbiakan oleh spesies *Aedes* untuk kelangsungan hidup dan kepadatan populasi spesies nyamuk tersebut (Dom, Ahmad, & Ismail, 2013).

Ada beberapa komponen yang dapat memengaruhi kehidupan larva, yaitu pH air, kelembapan, dan kemampuan nyamuk untuk beradaptasi. pH air dapat berpengaruh terhadap proses osmosis dan transportasi oksigen pada nyamuk (Umar & Don Pedro, 2008). Sementara itu, Thomson (1938) mengungkapkan bahwa perubahan kelembapan juga berpengaruh terhadap kehidupan nyamuk. Selain itu, *Aedes* sp. memiliki kemampuan adaptasi lingkungan yang sangat baik. Nyamuk ini mampu memanfaatkan berbagai habitat dengan karakteristik yang berbeda sebagai tempat perkembangbiakannya (Dom dkk., 2013).

Beberapa penelitian mengenai tempat perkembangbiakan telah dilakukan, salah satunya oleh Umar dan Don Pedro tahun 2008. Berdasarkan penelitian tersebut, pH air yang berkisar antara 6,72 sampai 7,63 menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,4$ ) dengan densitas larva. Kelangsungan hidup larva *Ae. aegypti* dan *Cx. quinquefasciatus* ditemukan optimal pada kisaran pH 6,5–8 (Umar & Don Pedro, 2008). Penelitian Rao, Harikumar, Jayakrishnan, dan George pada 2011 menunjukkan bahwa pengendalian tempat perkembangbiakan nyamuk dapat dilakukan dengan memanipulasi pH menggunakan biopestisida, seperti minyak nimba (Rao dkk., 2011). Penelitian Filinger dkk. mengungkapkan bahwa di antara parameter fisika-kimia yang diamati, konduktivitas air dengan kisaran 162,9–616,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$  memiliki hubungan yang signifikan dan berkorelasi negatif dengan kepadatan larva.

Di lingkungan perkotaan, kontainer penampung air dijadikan tempat perkembangbiakan nyamuk pra-dewasa. Kontainer yang disukai adalah yang terletak di daerah yang kurang pencahayaan (teduh), terutama di area dengan suhu yang lebih rendah dibandingkan area yang terkena sinar matahari langsung. Jenis wadah, kualitas air, dan kondisi wadah juga berpengaruh terhadap perkembangbiakan nyamuk. Faktor yang menentukan nyamuk betina memilih suatu habitat air sebagai tempat perkembangbiakan adalah karakteristik kimia pada habitat tersebut (Getachew, Tekie, Gebre-Michael, Balkew, & Mesfin, 2015). Ada beberapa karakteristik kimia air yang memengaruhi oviposisi nyamuk, yaitu suhu air, pH, tingkat amonia, tingkat nitrat, sulfat, fosfat, dan padatan terlarutnya (Olayemi, Omalu, Famotele, Shegna, & Idris, 2010; Rao, 2010).

Selain karakteristik kimia dari air, kondisi lingkungan sekitar dan kondisi wadah juga dapat mempengaruhi terbentuknya tempat perkembangbiakan nyamuk. Kondisi yang menyebabkan infestasi nyamuk adalah

- 1) Tersimpannya air dalam wadah untuk periode yang lama;
- 2) Curah hujan yang lebih tinggi; suhu dan kelembapan lingkungan sekitar yang mendukung berkembangnya nyamuk;

- 3) Reinfestasi vektor ke daerah geografis baru;
- 4) Iklim hangat dan lembap;
- 5) Peningkatan populasi yang menyebabkan kepadatan pemukiman;
- 6) Pola penyimpanan air di rumah;
- 7) Penyimpanan sampah.

Pola penyimpanan sampah, seperti penyimpanan bahan daur ulang, bisa menjadi faktor risiko infeksi virus dengue (Getachew dkk., 2015). Musim hujan menyebabkan tempat penampungan air di luar rumah menjadi semakin banyak dan beragam. Sebagai contoh, pot bunga, ban bekas, dan botol bekas yang dibuang begitu saja di halaman rumah akan terisi air dan digunakan sebagai tempat bertelur nyamuk (Nagao dkk., 2003).

Berdasarkan penelitian Gopalakrishnan, Das, Baruah, Veer, dan Dutta (2013) di Asom, India, salah satu karakteristik habitat perkembangbiakan larva nyamuk adalah konduktivitas air. Konduktivitas sangat berhubungan dengan kepadatan larva nyamuk di habitatnya. Semakin padat larva nyamuk di suatu habitat maka semakin rendah konduktivitasnya. Sifat ini dapat dimanfaatkan untuk sistem kewaspadaan dini penyakit tular vektor karena konduktivitas dapat mendeteksi peningkatan kepadatan larva di habitat vektor. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan untuk meningkatkan fungsi ovitrap agar dapat digunakan untuk pemantauan vektor penyakit dengan metode modifikasi parameter fisika-kimia.

Korelasi negatif didapatkan dari pengamatan konduktivitas air terhadap kerapatan larva pada kasus vektor malaria Gambia. Dalam hal ini, konduktivitas di atas 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  menyebabkan pengurangan densitas larva yang signifikan (Fillinger dkk., 2009). Salinitas air di habitat perkembangbiakan nyamuk bervariasi dari 0,09 sampai 0,39 ppt dan berkorelasi negatif dengan densitas larva. Berdasarkan studi laboratorium yang dilakukan Navarro pada 2003 tentang pemilihan lokasi oviposisi oleh *Ae. Aegypti*, jumlah oviposisi menurun seiring dengan kenaikan salinitas. Pada salinitas di atas 12%, hampir tidak ada oviposisi yang terjadi (Navarro dkk., 2003). Penelitian

karakteristik habitat perkembangbiakan *Ae. albopictus* di Calicut, India, menunjukkan korelasi positif densitas larva dengan total padatan terlarut padatan, kekeruhan, konduktivitas dan salinitas. Sementara itu, pH menunjukkan korelasi negatif dengan densitas larva (Rao dkk., 2011)

*Aedes aegypti* adalah vektor yang paling efisien untuk berperan sebagai arbovirus karena bersifat sangat antropofilik, sering menggigit, dan tumbuh subur di dekat manusia (World Health Organization, 2009). Menurut de Figueiredo (2012) dan Knudsen (1995), *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* betina yang terinfeksi dapat menularkan virus ke generasi berikutnya secara transovarial (Knudsen, 1995; de Figueiredo, 2012). *Ae. aegypti* dewasa lebih suka beristirahat di dalam rumah dan mencari darah manusia pada siang hari (Gubler, 1998). Puncak periode menggigit terjadi pada awal pagi hari dan sebelum gelap pada malam hari (World Health Organization, 2012; Gubler, 1998). Sebagian besar *Ae. aegypti* betina menghabiskan hidup mereka di sekitar rumah pemukiman (World Health Organization, 2009). Pada periode epidemi, virus dengue akan terus dibawa dalam siklus penularan *Ae. aegypti*-manusia-*Ae. aegypti* (Gubler, 1998). Setelah terjangkit virus dengue, nyamuk tetap akan terinfeksi selama hidupnya dan dapat menularkan virus selama makan darah (de Figueiredo, 2012).

Berdasarkan Gopalakrishnan dkk. (2013) dan Thangamathi (2014), upaya melawan demam dengue selalu menemui jalan buntu karena kurangnya pengetahuan dan tenaga kerja terlatih, kurangnya partisipasi masyarakat, dan praktik pembuangan limbah yang buruk oleh penduduk. Oleh karena itu, pengetahuan mengenai faktor ekologis, seperti karakteristik habitat perkembangbiakan nyamuk, sangat penting karena terkait erat dengan karakteristik biologi nyamuk, dan pada akhirnya dapat memperbaiki program pengelolaan vektor (Gopalakrishnan dkk., 2013; Nagamani, Thangamathi, Ananth, Gnanasoundrai, & Lavanya, 2014).

### C. KEPADATAN VEKTOR DENGUE DI WILAYAH ENDEMIS: JAWA BARAT

Sebagai daerah dengan kasus DBD tertinggi, kegiatan pengendalian vektor telah dilakukan oleh pemerintah Provinsi Jawa Barat. Pembentukan juru pemantau jentik (jumantik) di berbagai kabupaten kota merupakan salah satu contohnya. Sampai tahun 2016, angka bebas jentik (ABJ) secara nasional belum mencapai target program 95%. ABJ pada 2016 hanya sebesar 67,6% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017) yang artinya masih banyak rumah dengan jentik di dalamnya.

Beberapa penelitian di Jawa Barat yang membahas tentang kontainer sudah pernah dilakukan. Dalam penelitian Hodijah Prasetyowatil, & Marina di Kota Sukabumi tahun 2015, dilaporkan bahwa *Aedes* spp. ditemukan di lingkungan permukiman dan di tempat-tempat umum dari fase telur, larva, pupa, hingga dewasa. Berdasarkan tata guna lahan, *Aedes* spp. yang ditemukan di permukiman sebanyak 36,8% dan 23,5% di tempat-tempat umum. Bak mandi merupakan jenis kontainer yang paling dominan terdapat *Aedes* spp., dari 216 kontainer yang ada, didapatkan 36 positif *Aedes* spp. (Hodijah dkk., 2015). Tempat umum yang memiliki risiko tinggi sebagai tempat penularan DBD—terutama pada anak-anak—adalah sekolah. Hal ini terjadi karena tidak adanya pihak yang bertanggung jawab membersihkan penampungan air sehingga banyaknya kontainer di lingkungan sekolah yang positif larva (Pranoto, 1995).

Penelitian Riandi, Ipa, & Hendri di lima kelurahan wilayah Kecamatan Tawang Kota Tasikmalaya pada 2012 menunjukkan bahwa terdapat 24 jenis kontainer dengan total 4251 buah. Jumlah kontainer positif larva sebanyak 193 buah (4,5%) dengan jenis kontainer terbanyak bak (111), dispenser (52), kulkas (14), ember (5), akuarium (2), drum (2), tempat minum burung (2), guci air (1), kolam (1), dan tempayan (1). Dari total jumlah kontainer positif larva yang ditemukan, hanya dua kontainer ditemukan di luar ruangan rumah, selebihnya ditemukan di dalam rumah. Selain itu, didapatkan nilai indeks rumah (HI) selama empat bulan dari Juli hingga Oktober 2011,

yaitu 14,6%; 8,8%; 6,4%; dan 5,6%. Nilai indeks kontainer (CI), yaitu 8,1%; 4,3%; 3,0%; 2,7%. Nilai Breteau Index (BI), yaitu 16,2%; 9,2%; 6,6%; 5,8% (Riandi dkk., 2012). Berdasarkan hasil penelitian Fuadzy di Kawalu tahun 2015, Tasikmalaya menunjukkan House Index (HI) sebesar 24,9; Container Index (CI) 9,05; Breteau Index (BI) 29,07; dan Density Figure (DF) 4. Penelitian ini menunjukkan bahwa larva *Ae. aegypti* umumnya ditemukan di bak mandi penduduk (Fuadzy & Hendri, 2015).

Hasil penelitian Kursianto tahun 2017 menunjukkan bahwa Sumedang menghasilkan data HI sebesar 31,3%; CI sebesar 14,5%; BI sebesar 40,3; dan PI sebesar 5,1%. Berdasarkan nilai HI, CI, dan BI, didapatkan nilai *density figure* (DF) 4,7. Nilai tersebut masuk dalam kategori kepadatan sedang. Penelitian ini menunjukkan bahwa jenis, bahan, warna, letak, kondisi penutup wadah, pencahayaan matahari, volume, dan sumber air berhubungan erat dengan keberadaan larva *Ae. aegypti*. Hasil analisis multivariat menunjukkan karakteristik habitat yang berisiko terhadap keberadaan larva *Ae. aegypti*. Karakteristik tersebut adalah volume air kontainer yang lebih dari 20 Liter (OR=2,54) dan letak kontainer di dalam rumah (OR=2,98). Analisis maya indeks menunjukkan kategori sedang, yakni sebesar 89,75% (Kursianto, 2017).

Cara yang biasa digunakan dalam penelitian tentang kontainer potensial adalah perhitungan menggunakan Maya Indeks (MI). Maya Indeks merupakan pendekatan kuantitatif untuk melihat apakah suatu area berisiko menjadi tempat perkembangbiakan larva atau tidak (Danis-Lozano, Rodríguez, & Hernández-Avila, 2002). Analisis maya indeks juga dilakukan oleh Dhewantara dan Dinata, hasilnya menunjukkan bahwa jenis kontainer yang dominan dipakai oleh masyarakat Kota Banjar adalah tempayan tanah liat (15,52%), bak air (14,35%), pot bunga (48,47%), dan penampung air pada dispenser (7%). Larva *Aedes* sp. banyak ditemukan di bak air (48,57%) dan penampung air pada dispenser (22,86%). Sementara itu, ada beberapa jenis *disposable container* yang paling banyak

ditemukan larva di dalamnya, yaitu botol bekas (35,3%) dan kaleng bekas (26,1%) (Dhewantara & Dinata, 2015).

Pada penelitian Widawati tahun 2016, tempat perkembangbiakan nyamuk di rumah-rumah digambarkan oleh adanya *controllable container* dan *disposable container*. Penelitian ini menunjukkan bahwa mayoritas rumah di Kota Serang berpotensi untuk menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk Aedes. Berdasarkan analisis Maya Indeks (MI) dan indeks kepadatan larva, Kota Serang digolongkan menjadi kategori rendah. Penelitian di kota Serang ini menunjukkan bahwa masyarakat lebih banyak memiliki *controllable container* dibandingkan dengan *disposable container*. Oleh karena itu, tingkat perkembangbiakan larva pun lebih dominan ada di *controllable container* (Widawati, Wahono, & Yuliasih, 2016). Perbedaan ini kemungkinan disebabkan karena perbedaan budaya, umumnya masyarakat di Indonesia lebih banyak memilih untuk memakai kontainer air yang dapat terus dipakai dibandingkan dengan kontainer sekali buang (Sitio, 2008; Dhewantara & Dinata, 2015).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah disebutkan, sebagian besar *key container* yang ditemukan di beberapa wilayah di Jawa Barat adalah bak mandi. Menurut Zuhriyah, bak mandi dan tangki/ember penampung air untuk memasak merupakan kontainer yang umum dimiliki oleh masyarakat perkotaan dan perdesaan. Penutupan yang tidak tepat menyebabkan dua kontainer ini menjadi tempat perkembangbiakan larva *Ae. aegypti* (Zuhriyah, Habibie, & Baskoro, 2012). Bak mandi berpotensi besar sebagai tempat perkembangbiakan jentik Aedes karena volumenya lebih besar dibandingkan dengan tempat yang lain (Ramdja, Anwar, & Waiman, 2000). Selain itu, masyarakat sering terlambat untuk membersihkannya minimal seminggu sekali. Bak mandi juga merupakan tempat perindukan strategis bagi nyamuk *Ae. aegypti* karena biasanya hanya sedikit memperoleh cahaya matahari (Purnama & Baskoro, 2012).

Penelitian Widawati dkk. pada 2016 juga mengungkapkan hal yang serupa. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa bak mandi dan ember merupakan kontainer yang paling banyak dimiliki masyarakat Serang. Namun, dibandingkan dengan ember, lebih banyak larva yang terdapat di bak mandi. Hal ini karena volume bak mandi yang lebih besar dari ember sehingga frekuensi masyarakat untuk membersihkan bak mandi pun tidak sesering ember (Widawati dkk., 2016). Berdasarkan hasil tersebut, pengendalian vektor di Kota Serang harus ditekankan pada kontainer-kontainer di dalam rumah, seperti bak mandi. Ember dapat digunakan sebagai pengganti bak mandi. Namun, masyarakat perlu membersihkan dan menyikat ember dengan teratur dan sering mengingat adanya kemungkinan telur yang menempel di dinding ember (Widawati dkk., 2016).

Keberadaan bak mandi sebagai *key container* juga didapatkan dari hasil penelitian-penelitian yang lain. Pada penelitian-penelitian di Jarakah dan Mijen (Semarang), Surgi Mufti (Banjarmasin), dan Tawang (Tasikmalaya), bak mandi juga menjadi kontainer yang paling banyak ditemukan larva *Ae. Aegypti* (Zubaidah, Setiadi, & Akbari, 2014; Riandi dkk., 2012; Adriawan 2006; Lubabul, 2015). Beda tempat dan lingkungan tentunya menyebabkan perbedaan *key container* yang digunakan. Adakalanya kontainer yang sedikit ditemukan memiliki presentase kontainer positif jentik yang tinggi. Kontainer yang jarang ditemukan, tetapi memiliki produktivitas tinggi disebut *rare but extremely productive container* (REPC). Kontainer REPC perlu diperhatikan lebih karena produktivitasnya yang tinggi dan selama ini memang kurang diperhatikan (Focks & Chadee, 1997).

*Key container* di setiap daerah berbeda-beda bergantung kondisi daerah tersebut. Di Kota Cilegon dan Kota Serang, bak mandi merupakan *key container*, sementara di Kota Tangerang Selatan, *key container*-nya adalah ember (Prasetyowati dkk., 2018). Perbedaan *key container* disebabkan oleh pola penyimpanan air di masing-masing wilayah berbeda. Masyarakat di daerah tertentu masih menggunakan bak mandi dengan ukuran besar untuk menampung

air dari sumur gali. Masyarakat di daerah permukiman yang tidak tertata juga masih banyak yang menggunakan bak mandi. Kondisi ini akan berbeda dengan masyarakat di daerah lain, terutama perkotaan, yang sudah banyak beralih ke ember untuk penampungan air sehari-hari. Pasokan air untuk keperluan sehari-hari penduduk yang memang kurang lancar menyebabkan sebagian masyarakat menggunakan banyak ember untuk menampung air dalam waktu lama dan lalai membersihkannya. Hal ini dapat memperbesar peluang perkembangan jentik *Aedes* sp. menjadi nyamuk dewasa (Permadi, 2013). Di beberapa daerah, menampung air bersih juga tetap dilakukan walaupun aliran air di daerah tersebut lancar. Hal tersebut karena menyimpan air dalam kontainer sudah menjadi suatu kebiasaan yang membudaya (Nagao dkk., 2003).

#### **D. POTENSI KEY CONTAINER DALAM PENGENDALIAN VEKTOR**

Keberadaan kontainer di sekitar masyarakat membuat nyamuk *Aedes* berpotensi untuk berkembang biak. Oleh karena itu, di daerah endemis DBD, keberadaan nyamuk *Aedes* di sekitar tempat tinggal perlu dikendalikan agar penularan DBD di daerah tersebut dapat dihentikan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, sebagian besar jenis kontainer yang ditemukan di wilayah yang di survei merupakan kontainer yang digunakan sehari-hari sehingga mudah untuk mengontrol keberadaan jentik *Aedes*-nya. Namun, pada kenyataannya, masih ditemukan keberadaan jentik *Aedes* di kontainer-kontainer tersebut (Prasetyowati dkk., 2018; Lubabul, 2015; Kursianto, 2017; Zuhriyah dkk., 2012).

Identifikasi *key container* penting agar pengendalian populasi vektor DBD di suatu wilayah berjalan tepat sasaran. Kesadaran lingkungan sudah selayaknya dimiliki oleh warga. Hal ini karena mencegah dan menanggulangi kejadian DBD bukan hanya tanggung jawab tenaga kesehatan, melainkan juga membutuhkan peran serta masyarakat. Kegiatan pemberantasan sarang nyamuk perlu dilaksanakan secara rutin minimal seminggu sekali, mengingat

persentase kepadatan jentik di setiap rumah cukup tinggi. ABJ di sembilan kelurahan masih jauh dari standar ABJ Nasional. ABJ digunakan sebagai indikator pengendalian penyakit DBD. Jika ABJ di suatu daerah rendah, artinya upaya pengendalian DBD di daerah tersebut rendah. Nilai ABJ yang relatif rendah (kurang dari 95%) memperbesar peluang terjadinya transmisi virus DBD (Hasyimi, Sukowati, Kusriastuti, & Muchlastriningsih, 2005).

Menurut Kementerian Kesehatan RI, rendahnya ABJ di Indonesia terjadi karena sebagian besar puskesmas tidak melaksanakan kegiatan pemantauan jentik berkala (PJB) secara rutin. Di samping itu, kegiatan kader jumentik tidak berjalan di sebagian besar wilayah karena keterbatasan alokasi anggaran di daerah untuk kedua kegiatan tersebut (Kementerian Kesehatan, 2015). Rendahnya ABJ di wilayah yang disurvei bukan tanggung jawab jumentik dan tenaga kesehatan saja, masyarakat pun punya andil besar dalam meningkatkan ABJ di wilayah mereka. Meningkatkan kebersihan rumah, sekitar rumah, dan lingkungan sekitar wajib dilakukan masyarakat agar pengendalian vektor DBD berhasil sehingga DBD di wilayah tersebut dapat diberantas.

## **E. PENUTUP**

Informasi terkait *key container* penting untuk disampaikan kepada masyarakat dan pemerintah. Pengetahuan mengenai *key container* dapat digunakan oleh pemerintah daerah setempat untuk mengadakan intervensi pengetahuan yang berfokus pada pemberantasan sarang nyamuk. Pengetahuan mengenai *key container* juga dapat meningkatkan upaya menghindari timbulnya tempat perkembangbiakan nyamuk. Karena pentingnya informasi *key container* dalam pengendalian DBD, langkah strategis selanjutnya adalah tindak lanjut oleh pemerintah melalui media promosi yang tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriawan, A. (2006). Gambaran vektor demam berdarah dengue ditinjau dari kepadatan nyamuk dan indeks larva *Aedes aegypti* di Kelurahan Jragung Kecamatan Tugu Kota Semarang. Universitas Dian Nuswantoro Semarang.
- Danis-Lozano, R., Rodríguez, M. H., & Hernández-Avila, M. (2002). Gender-related family head schooling and *Aedes aegypti* larval breeding risk in Southern Mexico. *Salud Publica de Mexico*, 44(3), 237–242.
- Derraik, J. G. B. (2005). Mosquitoes breeding in container habitats in urban and peri-urban areas in the Auckland Region, New Zealand. *Entomotropica*, 20(2), 89–93.
- Dhewantara, P. W., & Dinata, A. (2015). Analisis risiko dengue berbasis maya index pada rumah penderita DBD di Kota Banjar Tahun 2012. *BALABA: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 11(1), 1–8.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat. (2017). *Profil kesehatan Jawa Barat 2016*.
- Dom, N. C., Ahmad, A. H., & Ismail, R. (2013). Habitat characterization of *Aedes* sp. breeding in urban hotspot area. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*.
- Dwinata, I., Baskoro, T., & Indriani, C. (2015). Autocidal ovitrap atraktan rendaman jerami sebagai alternatif pengendalian vektor DBD di Kab. Gunungkidul. *Jurnal Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 11 (2), 125–131.
- de Figueiredo, R. M. P. (2012). Molecular characterization of dengue virus circulating in Manaus, the capital city of the state of Amazonas, Brazil. Dalam A. Rodriguez-Morales (ed.), *Current topics in tropical medicine*, pp. 81–90. Rijeka, Croatia: InTech.
- Fillinger, U., Sombroek, H., Majambere, S., van Loon, E., Takken, W., & Lindsay, S.W. (2009). Identifying the most productive breeding sites for malaria mosquitoes in The Gambia. *Malaria journal*, 8(1), 62.
- Focks, D. A., & Chadee, D. D. (1997). Pupal survey: An epidemiologically significant surveillance method for *Aedes aegypti*: An example using data from Trinidad. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 56, 159–167.
- Fuadzy, H., & Hendri, J. (2015). Indeks entomologi dan kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temefos di Kelurahan Karsamenak Kecamatan Kawalu Kota Tasikmalaya. *Vektora*, 7(2), 57–64.

- Getachew, D., Tekie, H., Gebre-Michael, T., Balkew, M., & Mesfin, A. (2015). Breeding sites of *Aedes aegypti*: potential dengue vectors in Dire Dawa, East Ethiopia. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*. DOI: 10.1155/2015/706276.
- Gopalakrishnan, R., Das, M., Baruah, I., Veer, V., & Dutta, P. (2013). Physicochemical characteristics of habitats in relation to the density of container-breeding mosquitoes in Asom, India. *Journal of vector borne diseases*, 50(3), 215.
- Gubler, D. J. (1998). Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clinical Microbiology Reviews*, 11(3), 480–496.
- Gunandini, D., & Gionar, Y. (1999). Penentuan status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap malation melalui gambaran pola larik DNA sebagai dasar pengendalian. Laporan Penelitian.
- Hadi, U., & Soviana, S. (2010). *Ektoparasit pengenalan, diagnosa, dan pengendaliannya*. Bogor: IPB Press.
- Hasyimi, M., Sukowati, S., Kusriastuti, R., & Muchlastriningsih, E. (2005). Situasi vektor demam berdarah saat kejadian luar biasa (KLB) di Kecamatan Pasar Rebo, Jakarta Timur. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 15(2), 14–18.
- Hidayat, M., Ludfi, S., & Hadi, S. (1997). Pengaruh pH air perindukan terhadap pertumbuhan dan Perkembangan *Aedes aegypti* pra-dewasa. *Cermin Dunia Kedokteran*, 119, 47–49.
- Hodijah, D. N., Prasetyowatil, H., & Marina, R. (2015). Tempat berkembangbiakan *Aedes* spp. sebagai penular virus dengue pada berbagai tempat di Kota Sukabumi. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 14(1), 1–7.
- Husna, R. N., Wahyuningsih, N. E., & Murwani, R. (2017). Mosquito breeding place and container index are related to dengue hemorrhagic fever cases in uptown Semarang. *Advanced Science Letters*, 23(7), 6468–6471.
- Joharina, A. S., & Widiarti. (2014). Kepadatan larva nyamuk vektor sebagai indikator penularan demam berdarah dengue di daerah endemis di Jawa Timur. *Jurnal Vektor Penyakit*, 8(2), 33–40.
- Kementerian Kesehatan. (2015). *Profil kesehatan Indonesia 2014*. Jakarta.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Profil kesehatan Indonesia 2016*. Jakarta.

- Kementerian Kesehatan RI. (2010). Demam berdarah dengue. *Buletin Jendela Epidemiologi*, 2, 48.
- Knudsen, A. B. (1995). Global distribution and continuing spread of *Aedes albopictus*. *Parassitologia*, 37(2-3), 91-7.
- Kursianto. (2017). Kajian kepadatan dan karakteristik habitat larva *Aedes aegypti* di Kabupaten Sumedang Jawa Barat. IPB.
- Lubabul, A. (2015). Hubungan karakteristik kontainer dengan keberadaan jentik *Aedes aegypti* di wilayah endemis dan non-endemis di Puskesmas Mijen tahun 2015. Udinus.
- Maciel-de-Freitas, R., & Lourenço-de-Oliveira, R. (2011). Does targeting key-containers effectively reduce *Aedes aegypti* population density? *Tropical Medicine and International Health*, 16(8), 965-973.
- Nagao, Y., Thavara, U., Chitnumsup, P., Tawatsin, A., Chansang, C., & Campbell-Lendrum, D. (2003). Climatic and social risk factors for *Aedes* infestation in rural Thailand. *Tropical Medicine & International Health*, 8(7), 650-659.
- Navarro, D. M. A. F., De Oliveira, P. E. S., Potting, R. P. J., Brito, A. C., Fital, S. J. F., & Sant'Ana, A. G. (2003). The potential attractant or repellent effects of different water types on oviposition in *Aedes aegypti* L. (Dipt., Culicidae). *Journal of Applied Entomology*, 127(1), 46-50.
- Nofita, E., Rusdji, S. R., & Irawati, N. (2017). Analysis of indicators entomology *Aedes aegypti* in endemic areas of dengue fever in Padang, West Sumatra, Indonesia. *International Journal of Mosquito Research*, 4(2), 57-59.
- Olayemi, I. K., Omalu, I. C. J., Famotele, O. I., Shegna, S. P., & Idris, B. (2010). Distribution of mosquito larvae in relation to physico-chemical characteristics of breeding habitats in Minna, north central Nigeria. *Reviews in Infection*, 1(1), 49-53.
- Oyewole, I. O., Momoh, O. O., Anyasor, G. N., Ogunnowo, A. A., Ibidapo, C. A., Oduola, O. A., Obansa, J. B., & Awolola, T. S. (2009). Physico-chemical characteristics of *Anopheles* breeding sites: impact on fecundity and progeny development. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 3(12), 447-452.
- Permadi, I. G. W. D. S. (2013). Kontainer larva *Aedes* sp. di Desa Saung Naga, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Sumatra Selatan tahun 2012. *Aspirator*, 5(1), 16-22.

- Piyaratne, M. K., Amerasinghe, F. P., Amerasinghe, P. H., & Konradsen, F. (2005). Physico-chemical characteristics of *Anopheles culicifacies* and *Anopheles varuna* breeding water in a dry zone stream in Sri Lanka. *Journal of Vector Borne Diseases*, 42(2), 61.
- Pranoto, M. A. (1995). *Kajian tempat perindukan vektor dengan pengetahuan dan sikap masyarakat terhadap penyakit demam berdarah dengue di Kota Batam*. Jakarta: Depkes RI.
- Prasetyowati, H., Ipa, M., & Widawati, M. (2018). Pre-adult survey to identify the key container habitat of *Aedes aegypti* (L.) in dengue endemic areas of Banten Province, Indonesia. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 49(1), 23–31.
- Purnama, S. G., & Baskoro, T. (2012). Maya index and density of larva *Aedes aegypti* Dengue Infection. *Makara Kesehatan*, 16(2), 57–64. Diakses 22 Januari 2019 dari <http://journal.ui.ac.id/index.php/health/article/viewFile/1630/1360>.
- Ramdja, M., Anwar, C., & Waiman, S. (2000). Pengaruh frekuensi pemberian darah manusia terhadap kemampuan bertelur nyamuk demam berdarah *Aedes aegypti*. *Majalah Kedokteran Sriwijaya*, 32(1).
- Rao, B. B., Harikumar, P. S., Jayakrishnan, T., & George, B. (2011). Characteristics of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) breeding sites. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 42(5), 1077–82.
- Rao, B. B. (2010). Larval habitats of *Aedes albopictus* (Skuse) in rural areas of Calicut, Kerala, India. *Journal of Vector Borne Diseases*, 47(3), 175–7.
- Riandi, M. U., Ipa, M., & Hendri, J. (2012). Sebaran jentik nyamuk *Aedes* spp di Kecamatan Tawang Kota Tasikmalaya. Dalam Rumusan Strategi Kesehatan dan Pertanian dalam Percepatan Pengentasan Kemiskinan Menuju Tercapainya Target MDGs 2015.
- Sayono. (2008). *Pengaruh modifikasi ovitrap terhadap jumlah nyamuk Aedes yang terperangkap* (Tesis, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang).
- Sitio, A. (2008). *Hubungan perilaku tentang pemberantasan sarang nyamuk dan kebiasaan keluarga dengan kejadian demam berdarah dengue di Kecamatan Medan Perjuangan Kota Medan Tahun 2008* (Tesis, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang).
- Soedarmo, S. P. (1988). *Demam berdarah (dengue) pada anak*. Jakarta: UI-Press.

- Soulsby, E. J. L. (1968). Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals. Seventh edition. Dalam *Sixth edition of Monnig's veterinary helminthology and entomology*.
- Nagamani, S., Thangamathi., P., Ananth, S., Gnanasoundrai, A., & Lavanya, M. (2014). Seasonal variations and physicochemical characteristics of the habitats in relation to the density of dengue vector *Aedes aegypti* in Thanjavur, Tamil Nadu, India. *International Journal of Science and Nature*, 5(2), 271–276.
- Thomson, R. C. M. (1938). The reactions of mosquitoes to temperature and humidity. *Bulletin of Entomological Research*, 29(2), 125–140.
- Umar, A., & Don Pedro, K. (2008). The effects of pH on the larvae of *Ae. aegypti* and *Cx. quinquefasciatus*. *International Journal Pure Application Science*, 2, 58–62.
- Widawati, M., Wahono, T., & Yuliasih, Y. (2016). Tingkat pendidikan keluarga tidak berasosiasi dengan risiko tempat perkembangbiakan potensial nyamuk *Aedes aegypti*: kasus di Kota Serang. *Aspirator-Jurnal Penelitian Penyakit Tular Vektor*, 8(2), 87–92.
- World Health Organization. (2009). *Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention, and control*. Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (WHO). (2018). Dengue and severe dengue. Fact sheet, 13 September 2018. Diakses 13 September 2018 dari <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail>.
- World Health Organization (WHO). (2012). Global strategy for dengue prevention and control 2012–2020. Geneva, Switzerland.
- Wurisastuti, T. (2013). Perilaku bertelur nyamuk *Aedes aegypti* pada media air tercemar. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*, 2 (1).
- Zubaidah, T., Setiadi, G., & Akbari, P. (2014). The *Aedes* sp larvae density on container inside and outside the house in Kelurahan Surgi Mufti Banjarmasin. *Epidemiology and Zoonosis Journal*, 5(2), 95–100.
- Zuhriyah, L., Habibie, I., & Baskoro, A. (2012). The key container of *Ae. aegypti* in rural and urban Malang, East Java, Indonesia. *Health and the Environment Journal*, 3(3), 51–58.

# Bab 7

## Kerentanan Nyamuk Vektor Demam Berdarah Dengue (DBD) Terhadap Insektisida di Jawa Barat: Mekanisme Umum dan Status Terkini

Joni Hendri



### A. INSEKTISIDA DAN RESISTENSI VEKTOR DBD

Nyamuk merupakan serangga vektor yang selalu menimbulkan masalah jika kontak dengan manusia. Banyaknya penyakit yang dapat ditularkan oleh nyamuk, seperti malaria, demam berdarah, filariasis, dan japanese encephalitis, memacu para peneliti untuk menemukan cara pengendalian yang tepat. Salah satu caranya adalah dengan memutus rantai penularan menggunakan insektisida. Mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 7 tahun 1973, insektisida adalah zat kimia dan bahan lainnya, jasad renik, serta virus yang digunakan untuk memberantas atau mencegah binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Insektisida yang digunakan untuk mengendalikan vektor penyakit dan hama di permukiman (dalam hal ini nyamuk) disebut insektisida kesehatan masyarakat (Ditjen PP dan PL, 2012).

Insektisida telah digunakan oleh manusia sejak 1.000 tahun sebelum Masehi. Pada awalnya, insektisida yang digunakan adalah insektisida alami, misalnya penggunaan belerang untuk fumigasi atau penggunaan empedu kadal untuk melindungi apel dari serangan hama cacing dan pembusukan. Insektisida buatan secara terbatas digunakan sejak Perang Dunia II pada 1940. Pada waktu itu, yang digunakan adalah bahan arsenik, oli petroleum, piretrum, rotenon, gas sianida, dan kriolit. Sejak saat itu, muncul pemahaman

baru tentang konsep kontrol serangga dengan menggunakan bahan kimia sintesis, yakni dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT). DDT merupakan insektisida sintesis pertama yang dibuat sebagai pengendali serangga (Ware & Whitacre, 2006).

Penggunaan insektisida secara terus-menerus, baik terhadap nyamuk maupun terhadap lingkungan sekitar, mengarah pada bahaya resistensi, termasuk terhadap serangga vektor seperti nyamuk. Menurut WHO (2012), resistansi merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan situasi ketika vektor tidak dapat dibunuh oleh dosis standar insektisida atau berhasil menghindari kontak dengan insektisida melalui fenomena evolusi. Sementara itu, menurut Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) (2015), resistensi adalah meningkatnya sensitivitas populasi hama terhadap insektisida/pestisida, ditandai dengan kegagalan berulang suatu produk dalam mencapai tingkat pengendalian yang diharapkan ketika diaplikasikan berdasarkan dosis anjuran. Perbedaan kedua definisi tersebut terletak pada penentuan dosis paparan. WHO merekomendasikan sesuai dengan dosis standar insektisida, sedangkan IRAC berdasarkan dosis yang dikeluarkan produsen insektisida.

WHO menyatakan bahwa status resistansi dibagi menjadi tiga jenis, yaitu molekuler, fenotipik, dan kegagalan pengendalian. **Resistansi molekuler** didasarkan pada adanya bukti perubahan gen yang berhubungan dengan sifat resistansi yang diperoleh anak dari induknya. Tingkat resistansi dapat diketahui berdasarkan individu vektor yang memiliki gen resistan serta frekuensinya dalam populasi serangga uji. **Resistansi fenotipik** diukur dengan melihat kematian vektor melalui tes kerentanan terhadap dosis standar insektisida. Dengan demikian, dapat diperoleh informasi mengenai pembentukan kemampuan strain serangga dalam menoleransi dosis standar insektisida yang menyebabkan kematian jika dipaparkan pada serangga yang sama. **Resistansi berdasarkan kegagalan pengendalian** dapat disimpulkan berdasarkan fenomena epidemiologi atau dalam hal ini resistansi diidentifikasi sebagai

penyebab meningkatnya kasus. Suatu wilayah menegakkan status resistansi setelah terbukti ada kegagalan pengendalian vektor di lapangan. Bidang pertanian biasanya mengadopsi seperti metode ini. Namun, dalam pengendalian serangga yang terkait dengan kesehatan masyarakat, pengendalian serangga metode terakhir ini tidak digunakan. WHO beranggapan bahwa pengendalian serangga vektor harus secepatnya dan bukan menunggu setelah adanya bukti kegagalan pengendalian (WHO, 2012).

Sejak dilaporkan pertama kali oleh Melander pada 1914, resistansi menjadi perhatian para peneliti. Para peneliti pun terus mempublikasikan status resistansi tersebut, bahkan insektisida DDT yang saat itu dianggap sebagai solusi diduga telah mengalami penurunan aktivitas karena sudah tidak ampuh (IRAC, 2015). Di Indonesia, insektisida sudah sejak lama digunakan. Sebagai contoh, DDT dilaporkan telah digunakan pada 1945 oleh pemerintah Belanda sebagai pengendali nyamuk di Jawa Barat (Alfiah, 2011). Sementara itu, organofosfat dan piretroid sintetis telah digunakan sejak 1970-an dan 1980-an (Ahmad, Astari, & Tan, 2007). Berdasarkan latar belakang tersebut, status kerentanan nyamuk vektor demam berdarah dengue (DBD) di Indonesia menarik untuk dikaji lebih jauh.

Artikel ini menggambarkan status kerentanan vektor DBD di Indonesia, khususnya di Jawa Barat. Bagian awal artikel ini mendeskripsikan mekanisme terjadinya resistansi pada nyamuk vektor DBD. Dengan mengetahui status terkini dan mekanisme resistansi insektisida, para pelaku pengendalian vektor diharapkan dapat menentukan insektisida yang digunakan, khususnya di Provinsi Jawa Barat.

## **B. SISTEM FIOLOGIS SERANGGA SEBAGAI TITIK TARGET**

Sebelum mencermati mekanisme resistansi insektisida dalam tubuh nyamuk vektor DBD, ada baiknya terlebih dahulu memahami secara umum bagian sistem fisiologis mana yang menjadi titik target dari insektisida. Menurut Ditjen P2 dan PL (2012), insektisida memberikan pengaruhnya melalui titik tangkap yang dimiliki

serangga, yang biasanya berupa enzim atau protein. Cara seperti ini disebut juga *mode of action*. Insektisida juga dapat masuk ke dalam tubuh serangga melalui berbagai tempat, seperti kutikula, alat pencernaan, atau sistem pernapasan. Cara seperti ini disebut juga *mode of entry*. Kedua model ini (*mode of action* dan *mode of entry*) berhubungan dengan sistem fisiologis tubuh nyamuk. Secara umum, insektisida dirancang untuk dapat memengaruhi tiga sistem fisiologis serangga, yaitu sistem saraf, perkembangan dan pertumbuhan, serta metabolisme dan produksi energi.

## 1. Sistem Saraf

Sistem saraf terbagi menjadi dua bagian, yaitu sistem saraf perifer dan sistem saraf pusat (Brown, 2013). Sistem saraf perifer merupakan sistem saraf yang menangkap dan mentransmisikan sinyal yang datang seperti rasa, bau, suara, ataupun sentuhan. Sistem saraf pusat/*central nervous system* (CNS) ialah sistem yang menginterpretasikan sinyal dan mengoordinasikan respons dan gerakan tubuh. Pada serangga, sistem ini berbentuk serangkaian ganglia atau saraf yang dikemas secara khusus.

Berdasarkan sistem koordinasinya, sel saraf (neuron) akan saling terhubung dengan sel saraf lainnya dan memiliki jarak pemisah yang disebut *synapse* dalam merespons sinyal yang datang. Jika terdapat sinyal (seperti bau makanan), sinyal tersebut akan ditransformasikan melalui sistem muatan partikel elektrik (*electrical charge*) yang akan memenuhi seluruh neuron. Muatan partikel/ion tersebut akan melalui sebuah saluran yang terdapat di membran neuron. Neuron yang telah dipenuhi muatan elektrik pembawa sinyal akan merangsang keluarnya pesan kimiawi yang disebut dengan neurotransmitter, untuk kemudian dilepaskan ke dalam *synapse*. Neurotransmitter akan melalui *synapse* dan ditangkap oleh neuron lainnya melalui pengikatan pada reseptor dan terjadi terus-menerus sehingga pesan diinterpretasikan oleh sistem saraf pusat. Melalui cara yang sama, hasil interpretasi akan diterima oleh sistem saraf perifer sehingga otot atau tubuh dapat merespons pesan tersebut (Brown, 2013).

Beberapa titik dalam sistem saraf menjadi target insektisida. Insektisida dapat mengganggu wilayah membran neuron yang terdapat banyak salurannya (*channel*). Beberapa *channel* (seperti *sodium channels*, *potassium channels*, *calcium channels*, dan *chloride channels*) memiliki gerbang yang bisa menutup atau terbuka terhadap respons stimulus (Brown, 2013). Seperti diketahui, insektisida DDT memengaruhi *voltage-gate sodium channel* (VSGC) pada sistem saraf perifer sehingga neuron bereaksi spontan dan mengakibatkan otot seperti terkejut dan mengakibatkan tremor. Selain DDT, insektisida jenis piretroid juga mampu membuat efek kejut dengan memodifikasi VSGC. Bedanya adalah insektisida ini bekerja pada kedua sistem saraf (baik pusat maupun perifer) dan efek yang ditimbulkan lebih jelas, bahkan dapat menyebabkan kelumpuhan otot (Davies, Field, Usherwood, & Williamson, 2007). Sementara itu, insektisida seperti Avemectins dan Milbemycin bekerja dengan cara memengaruhi *chloride channel* (Wolstenholme & Rogers, 2005).

Insektisida juga dirancang untuk mengganggu fungsi neurotransmitter. Sama seperti manusia, serangga juga memiliki beberapa tipe neurotransmitter yang fungsinya berbeda dengan sistem saraf. Acetylcholine (ACh) dan gamma-aminobutyric acid (GABA) merupakan neurotransmitter penting yang menjadi target insektisida. ACh dapat bersifat merangsang atau menghambat target neuron, sedangkan GABA akan menghentikan impuls saraf ketika aktif di dalam *synaps* (Brown, 2013). Insektisida organofosfat (seperti malation dan temefos) serta insektisida karbamat (seperti bendiocarb dan propoksur) merupakan insektisida yang bekerja sebagai acetylcholinesterase (AChE) inhibitor (Ditjen PP & PL, 2012; Brown, 2013). Dalam proses normal, setelah ACh melalui *synaps* dan ditangkap oleh reseptor, ACh lepas dari reseptor dan kembali ke keadaan semula sehingga diperlukan bantuan enzim AChE. Insektisida jenis organofosfat dan karbamat bekerja melalui pengikatan enzim tersebut sehingga terjadi overstimulasi sistem saraf karena ACh terus melekat pada reseptor dan mengakibatkan kematian serangga target (Brown, 2013).

Insektisida lainnya yang memiliki *mode of action* pada ACh adalah neonikotinoid, seperti imidacloprid, nitenpyram, thiacloprid, dan thiamethoxam (Tomizawa & Casida, 2005; Simon-Delso dkk., 2015). Neonikotinoid merupakan insektisida pengendali serangga pertanian yang cukup banyak digunakan di Eropa (Main dkk., 2014). Cara kerjanya hampir sama dengan organofosfat dan karbamat, yakni menimbulkan efek overstimulus pada sistem saraf. Bedanya, neonikotinoid bukan mengikat AChE, melainkan meniru ACh sehingga dapat ditangkap oleh reseptor (Tomizawa & Casida, 2005; Brown, 2013). Berbeda dengan ketiga jenis insektisida yang telah disebutkan, cyclodiene—yang termasuk golongan organoklorin—bekerja dengan menghambat fungsi GABA pada *chloride channel* sehingga terjadi hipereksitasi sistem saraf pusat dan mengarah pada kematian serangga (Bloomquist, 1993). Hal ini sedikit berbeda dengan yang dilakukan oleh bifentazate. Insektisida ini bekerja dengan cara meniru GABA sehingga gerbang *channel* menutup dan impuls saraf tidak bisa melewatinya (Brown, 2013).

## 2. Sistem Perkembangan dan Pertumbuhan

Terdapat dua hormon penting yang membantu dalam pertumbuhan dan perkembangan serangga seperti nyamuk, yaitu hormon molting /ecdysteroids dan hormon juvenile (Sullivan, 2000). Pestisida dirancang dengan memanfaatkan mekanisme ini sebagai target aksinya. Sebagai contoh, pyriproxyfen menargetkan fungsi hormon juvenile. Insektisida ini tergolong *insect growth regulators* (IGRs) dengan bahan aktif senyawa yang meniru hormon juvenile. Hormon juvenile adalah hormon yang memiliki efek morfogenetik, seperti pematangan tubuh dan organ internal serta pembentukan dan pewarnaan kutikula.

Dalam perkembangan larva, hormon juvenile harus rendah pada saat tertentu sehingga memberi kesempatan hormon lainnya (ecdysteroids) berperan dalam perkembangan pupa dan persiapan fase pada dewasa. Hormon tersebut kemudian muncul dan meningkat kembali pada fase dewasa serta berperan dalam proses reproduksi serangga (Adame, 2003). Hormon tiruan dalam

insektisida pyriproxyfen yang menetap pada fase larva akan menyebabkan kekacauan bentuk dan pertumbuhan serangga dewasa karena menghambat kemunculan hormon ecdysteroids. Efikasi lab ataupun semi-lapangan untuk menguji insektisida tersebut pernah dilakukan terhadap vektor DBD dengan hasil yang cukup baik (Ohba dkk., 2013; Suman, Wang, Dong, & Gaugler, 2013; Doud dkk., 2014). Di Indonesia, insektisida ini juga pernah diujicobakan pada vektor DBD dengan hasil yang cukup menjanjikan (Akbar, Istiana, & Al Haudah, 2014).

Selain membuat senyawa tiruan, sistem perkembangan dan pertumbuhan dapat juga dimanfaatkan untuk mendesain insektisida lainnya yang memiliki *mode of action* berbeda. Insektisida benzoylphenyl urea, seperti novaluron, memiliki bahan aktif yang dapat menghambat pembentukan kitin (chitin synthesis inhibitors/CSIs) dengan mekanisme yang belum sepenuhnya jelas (Cutler & Scott-Dupree, 2007). Kitin sangat penting sebagai komponen pembentukan kutikula pada serangga (Merzendorfer, 2006). Dihambatnya komponen penting dalam pembentukan dan pematangan kutikula pada larva, seperti pada proses pergantian kulit, akan mengarah pada kematian serangga tersebut (Cutler & Scott-Dupree, 2007). Uji coba lapangan insektisida ini terhadap *Culex* mendapatkan hasil efikasi yang cukup baik (Tawatsin dkk., 2007).

### **3. Metabolisme dan Produksi Energi**

Seperti halnya manusia, serangga memiliki sistem metabolisme dengan proses yang sangat kompleks dan melibatkan organ serta enzim tertentu. Beberapa insektisida memiliki kemampuan mencegah agar nyamuk tidak mendapat asupan makanan. Bahan aktif dari pohon mimba (*Azadirachta indica* A.Juss), yakni Azadirachtin, merupakan salah satu insektisida yang dapat mencegah agar nyamuk tidak mendapat asupan makanan (antifeedant). Selain itu, bahan aktif tersebut juga berpengaruh terhadap reproduksi dan pertumbuhan serangga (Mordue & Nisbet, 2000). Beberapa uji efikasi

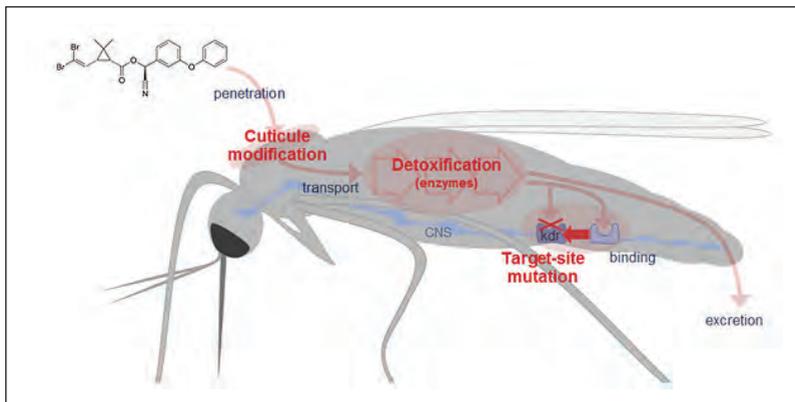
pohon mimba terhadap fase akuatik nyamuk telah banyak dilakukan dengan hasil yang bervariasi (Indrawati, Kasmara, & Ratnaningsih, 2000; Kasmara, 2004; Suirta, Puspawati, & Gumiaty, 2007; Wahyudi, Priyo, Fidellia, & Andriyani, 2008; Handayani, Roskiana, & Karim, 2013).

Produksi energi dalam bentuk adenosine triphosphate (ATP) merupakan hasil dari proses panjang yang melibatkan tahapan penting, di antaranya proses fosforilasi oksidasi dan transfer elektron. Terdapat insektisida yang memanfaatkan mekanisme tersebut untuk dapat melumpuhkan serangga. Insektisida organoklorin tipe alifatik, seperti dicofol, merupakan insektisida yang memiliki sistem kerja penghambatan transfer elektron sehingga ATP tidak dapat diproduksi. Sementara itu, cyhexatin (insektisida organotin) memiliki *mode of action* melalui penghentian atau penghambatan proses fosforilasi oksidasi pada pembentukan ATP (Brown, 2013).

### C. MEKANISME RESISTANSI VEKTOR DBD

Pada dasarnya, nyamuk memiliki daya adaptasi yang cukup baik terhadap berbagai kondisi lingkungan (Shockman, 2015). Hal ini memungkinkan nyamuk melakukan modifikasi genetik sehingga meningkatkan daya tahan terhadap bahaya yang mengancam, termasuk terhadap paparan insektisida melalui mekanisme resistansi. Selain melalui paparan langsung oleh insektisida tertentu, resistansi juga terjadi akibat adanya bahan toksik lainnya yang terdapat di lingkungan serangga (Poupardin dkk., 2012; Nkya, Akhouayri, Kisinza, & David, 2013). Menurut Clark dan Yamaguchi (2001), secara umum terdapat empat mekanisme resistansi yang dilakukan oleh nyamuk. Pertama, **metabolisme xenobiotic**. Dalam mekanisme ini, meningkatnya pelepasan enzim tertentu atau terbentuknya enzim baru mampu menurunkan kemampuan insektisida (detoksifikasi), seperti cytochrome P450 monooxygenase (CTYP450), esterase, dan glutathione S-transferase (GST). Kedua, **memodifikasi situs target** insektisida. Dalam mekanisme ini, ada perubahan struktur molekul reseptor yang menjadi target insektisida sehingga tidak terjadi ikatan dengan molekul bahan aktif insektisida yang mengarah pada

menurunnya sensitivitas serangga terhadap insektisida. Modifikasi reseptor umumnya dapat ditemui pada gen yang berhubungan dengan fisiologi sistem saraf serangga, seperti pada ace (gen pengkode enzim asetilkolinesterase), gen GABA, khususnya pada alel kdr (resistant to dieldrin) dan gen VSGC khususnya pada alel kdr (knockdown resistance). Ketiga, **perubahan toksikokinetik** insektisida. Dalam mekanisme ini, terjadi perubahan kemampuan organ serangga sehingga dapat menurunkan penyerapan insektisida atau meningkatkan jumlah pengeluaran insektisida dari dalam tubuh. Sebagai contoh, adanya modifikasi kutikula dapat menurunkan tingkat penetrasi dari insektisida sehingga jumlah insektisida yang diserap menurun. Mekanisme keempat adalah **kebiasaan**, misalnya perubahan kebiasaan makan atau penurunan jumlah konsumsi.



Sumber: Nkya dkk. (2013)

**Gambar 7.1** Mode of Action Syntetic Pyrethriod (SP) dan mekanisme resistansi nyamuk terhadap insektisida tersebut.

Mekanisme metabolisme xenobiotic melalui munculnya gen yang mengekspresikan enzim detoksifikasi serta enzim lainnya merupakan mekanisme umum yang terjadi di samping mekanisme perubahan reseptor target insektisida (Hemingway, Hawkes, McCarroll, & Ranson, 2004; Lapied, Pannetier, Apaire-Marchais,

Licznar, & Corbel, 2009). Walaupun tidak seefektif mekanisme lainnya, toksikokinetik dan perubahan kebiasaan telah teridentifikasi secara luas pada berbagai insektisida sebaran dan bersinergi dengan mekanisme lainnya (Clark & Yamaguchi, 2001). Berdasarkan hasil penelusuran pustaka, diperoleh informasi berbagai mekanisme resistansi vektor DBD terhadap beberapa insektisida (Tabel 7.1). Dengan mengidentifikasi hasil tersebut, diketahui bahwa mekanisme over-ekspresi enzim detoksifikasi bukanlah mekanisme tunggal yang terjadi dalam proses resistensi insektisida. Perubahan situs target juga banyak ditemukan pada individu nyamuk vektor DBD dengan adanya mutasi pada titik tertentu dari gen target. Hal ini memunculkan dugaan bahwa ada sinergisme antara kedua mekanisme atau ada multi mekanisme resistansi dari nyamuk vektor DBD dalam merespons tekanan insektisida.

Aponte, Penilla, Rodríguez, dan Ocampo (2018) menyimpulkan bahwa mekanisme mutasi gen *kdr* dan munculnya enzim GST (mekanisme xenobiotic) terdeteksi pada nyamuk yang resistan terhadap insektisida golongan piretroid. Adanya dugaan multi mekanisme resistansi juga terdapat pada beberapa penelitian lainnya (Estep dkk., 2017; Seixas dkk., 2017; Francis dkk., 2017; Viana-Medeiros, Bellinato, & Valle, 2018). Selain dua mekanisme tersebut, mekanisme penghambatan psikokinetik insektisida dan perubahan kebiasaan perlu diperhitungkan. Dari tinjauan berbagai penelitian di Thailand, diperoleh informasi adanya perubahan kebiasaan vektor DBD yang disertai resistansi fisik, seperti munculnya mutasi pada gen *kdr* dan *rdl* (Chareonviriyaphap dkk., 2013).

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka yang terangkum dalam Tabel 7.1, diketahui bahwa terdapat mekanisme resistansi yang serupa baik antartipe maupun antargolongan insektisida. Berdasarkan perubahan situs target (modifikasi situs target), mutasi yang terjadi pada posisi basa ke-1534 gen *VSGC* (*kdr*) dari fenilalanin menjadi sistein (F1534C) umumnya ditemukan pada insektisida golongan piretroid, baik tipe I maupun tipe II. Mutasi juga ditemukan pada posisi basa 1016 dari valin menjadi glisin (V1016G) atau valin

menjadi isoleusin (V1016I). Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Moyes dkk., (2017) untuk nyamuk dari Asia, Amerika, dan Afrika. Selain itu, mutasi F1534C juga ditemukan pada nyamuk vektor DBD yang resistan terhadap DDT. Sementara itu, publikasi yang ada mengenai insektisida golongan lainnya masih terbatas dan mutasi yang terjadi masih cukup spesifik berdasarkan situs targetnya.

Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa mutasi V1016G lebih sering ditemukan. Penelitian di Yogyakarta menyimpulkan bahwa mutasi V1016G memiliki korelasi tinggi dengan nyamuk yang resistan terhadap piretroid tipe I dan tipe II, sedangkan F1534C hanya memiliki korelasi lemah dengan piretroid tipe I saja (Wuliandari dkk., 2015). Penelitian yang dilakukan di Banjarmasin menyimpulkan bahwa V1016G memiliki hubungan yang signifikan dalam resistansi vektor DBD terhadap permetrin, dan sebaliknya, keberadaan mutasi F1534C tidak memiliki korelasi dengan individu nyamuk resisten terhadap permetrin (Hamid dkk., 2018). Selain itu, ditemukan juga mutasi V410L pada nyamuk yang resistan terhadap permetrin dan deltametrin (Haddi dkk., 2017); mutasi S989P pada nyamuk yang resistan terhadap deltametrin dan  $\alpha$ -sipermetrin (Wuliandari dkk., 2015; Sayono dkk., 2016) serta mutasi L1014F untuk nyamuk yang resistan terhadap sipermetrin (Widiarti dkk., 2012).

**Tabel 7.1** Mekanisme Resistensi Insektisida Pada Vektor DBD

Insektisida	Situs Target	Perubahan Situs target		Metabolisme/ Detoksifikasi (Overproduksi Enzim/Protein)
		Gen	Molekular	
Piretroid Sintetik				
Permetrin	Sodium channel	Kdr	Mutasi: <b>D1794Y</b> (Chang dkk., 2009; Lin dkk., 2013). <b>V1023G</b> (Chang dkk., 2009; Lin dkk., 2013) <b>F1552C</b> (Yanola dkk., 2010), <b>V1016G</b> (Rajatileka dkk., 2008; Hamid dkk., 2017; Fernando dkk., 2018; Islami dkk., 2018; Hamid dkk., 2018) <b>V1016I</b> (Saavedra-Rodriguez dkk., 2007; Linss dkk., 2014; Aponte dkk., 2013; Alvarez dkk., 2015; Collet dkk., 2016; Kasai dkk., 2014); Maestre-Serrano dkk., 2018; Aponte dkk., 2018; Estep dkk., 2018; Islami dkk., 2018) <b>F1534C</b> (Harris dkk., 2010; Linss dkk., 2014; Kushwah dkk., 2015; Kasai dkk., 2014); Plernsub dkk., 2016; Fernando dkk., 2018; Aponte dkk., 2018; Estep dkk., 2018) <b>T1520I</b> (Kushwah dkk., 2015) <b>S989P</b> (Kasai dkk., 2014; Fernando dkk., 2018) <b>V410L</b> (Haddi dkk., 2017; Hamid dkk., 2017; Saavedra-Rodriguez dkk., 2018)	<b>CYTP450</b> (Lin dkk., 2013; Rajatileka dkk., 2008; Aponte dkk., 2018) <b>GST</b> (Lin dkk., 2013; Rajatileka dkk., 2008 ; Aponte dkk., 2018) <b>ESTERASE</b> (Arief, 2000; Flores dkk., 2005; Lin dkk., 2013; Rajatileka dkk., 2008 ; Eka Putra dkk., 2016; Widiastuti & Ikawati, 2016; Aponte dkk., 2018) <b>ALDHs</b> (Lumjuan dkk., 2014; Somwang dkk., 2011) <b>MFO</b> (Astari & Ahmad, 2005; Eka Putra dkk., 2016)

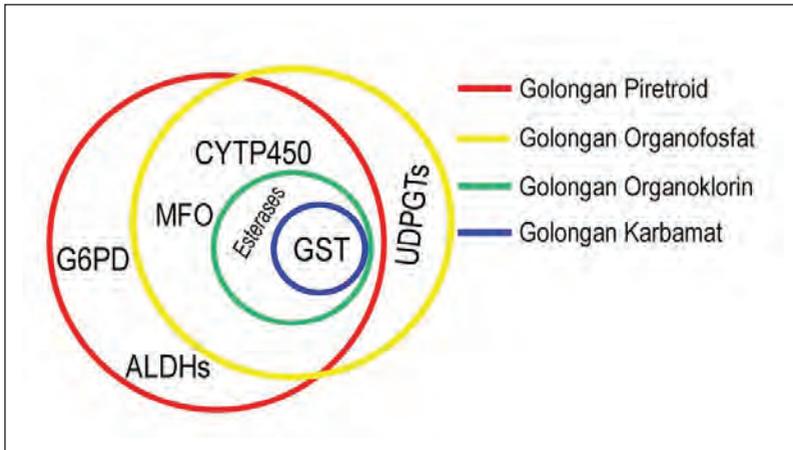
Insektisida	Situs Target	Perubahan Situs target		Metabolisme/ Detoksifikasi (Overproduksi Enzim/Protein)
		Gen	Molekular	
Deltametrin	Sodium channel	Kdr	Mutasi: <b>V1016G</b> (Marcombe dkk., 2009; Stenhouse dkk., 2013; Ghiffari dkk., 2013); Wuliandari dkk., 2015; Widiastuti dkk., 2015; Plernsub dkk., 2016; Al Nazawi dkk., 2017; Fernando dkk., 2018) <b>V1016I</b> (Aponte dkk., 2018) <b>F1534C</b> (Alvarez dkk., 2015); Plernsub dkk., 2016; Al Nazawi dkk., 2017; Fernando dkk., 2018; Aponte dkk., 2018)	<b>ESTERASE</b> (Jagadeshwaran & Vijayan, 2009); Aponte dkk., 2018) <b>G6PD</b> (Jagadeshwaran & Vijayan, 2009) <b>CYTP450</b> (Jagadeshwaran & Vijayan, 2009); Xu dkk., 2018; Aponte dkk., 2018) <b>GST</b> (Xu dkk., 2018; Aponte dkk., 2018)
			<b>S989P</b> (Wuliandari dkk., 2015; Plernsub dkk., 2016; Al Nazawi dkk., 2017; Fernando dkk., 2018) <b>I1532T</b> (Xu dkk., 2016) <b>F1534S</b> (Xu dkk., 2016) <b>V410L</b> (Haddi dkk., 2017; Saavedra-Rodriguez dkk., 2018)	
Lamda sihalotrin	Sodium channel	Kdr	Mutasi: <b>V1016I</b> (Maestre-Serrano dkk., 2018; Aponte dkk., 2018) <b>F1534C</b> (Aponte dkk., 2018)	<b>ESTERASE</b> (Santacoloma Varón dkk., 2010) <b>MFO</b> (Santacoloma Varón dkk., 2010) <b>GST</b> (Aponte dkk., 2018)
Sipermetrin	Sodium channel	Kdr	Mutasi: <b>F1534C</b> (Widiastuti & Agustiniingsih, 2017; Mulyaningsih dkk., 2018) <b>V1016G</b> (Widiastuti & Agustiniingsih, 2017) <b>L1014F</b> (Widiarti, dkk., 2012)	<b>MFO</b> (Astari & Ahmad, 2005) <b>CYTP450</b> (Astuti dkk., 2014)

Insektisida	Situs Target	Perubahan Situs target		Metabolisme/ Detoksifikasi (Overproduksi Enzim/Protein)
		Gen	Molekular	
$\alpha$ -sipermetrin	Sodium channel	Kdr	Mutasi: <b>S989P, V1016G dan F1534C</b> (Sayono dkk., 2016)	

Organofosfat				
Temefos,	AChE	ace-1	Mutasi: <b>G119S</b> (Tantely dkk., 2010)	<b>ESTERASE</b> (Melo-Santos dkk., 2010; Poupardin dkk., 2014; Ocampo dkk., 2011; Grigoraki dkk., 2015; Eka Putra dkk., 2016; Goindin dkk., 2017; Grigoraki dkk., 2017) <b>CYTP450</b> (Strode dkk., 2012; Grigoraki dkk., 2015; Goindin dkk., 2017) <b>GST</b> (Melo-Santos dkk., 2010; Goindin dkk., 2017) <b>MFO</b> (Melo-Santos dkk., 2010; Eka Putra dkk., 2016) <b>UDPGTs</b> (Grigoraki dkk., 2015)
		ace-1	<b>T506T</b> (Hasmiwati dkk., 2018)	

Insektisida	Situs Target	Perubahan Situs target		Metabolisme/ Detoksifikasi (Overproduksi Enzim/Protein)
		Gen	Molekular	
Malation	AChE	ace-1	Tidak diketahui	<b>ESTERASE</b> (Melo-Santos dkk., 2010; Poupardin dkk., 2014; Ocampo dkk., 2011; Eka Putra dkk., 2016; Mulyaningsih dkk., 2017) <b>CYTP450</b> (Strode dkk., 2012) <b>GST</b> (Melo-Santos dkk., 2010) <b>MFO</b> (Melo-Santos dkk., 2010; Eka Putra dkk., 2016)
<b>Karbamat</b>				
Propoksur	AChE	ace	Mutasi: Tdk diketahui (Bisset dkk., 2006)	<b>GST</b> (Aponte dkk., 2018)
<b>Organoklorin</b>				
DDT	Sodium channel	Kdr	Mutasi: <b>F1534C</b> (Harris dkk., 2010)	<b>GST</b> (Lumjuan dkk., 2014) <b>ESTERASE</b> (Aponte dkk., 2018)
Dieldrin	GABA reseptor	Rdl	Mutasi: <b>A302S</b> (Tantely dkk., 2010)	-
Siklodin	GABA reseptor	Rdl	Mutasi: <b>A885S</b> (Thompson dkk., 1993)	-
<b>Neonikotiniod</b>				
Imidakloprid			-	<b>UDPGTs, CYTP450</b> (Riaz dkk., 2013)

Keterangan: CYTP450 = Cytochrome P450 monooxygenase; GST = glutathione S-transferase; ALDHs = Aldehyde dehydrogenases; MFO = mixed-function oxidases; G6PD = Glucose-6-phosphate dehydrogenase; UDPGTs = Glucosyl transferases; CCEs carboxylesterases; ALPs = Alkaline phosphatases; APNs = Aminopeptidases; kdr = knockdown resistance allele; rdl = Resistance dieldrin Allel; ace = Acetylcholinesterase gene.



Sumber: Hasil olah data Tabel 7.1

**Gambar 7.2** Protein/Enzim yang Teridentifikasi dari Vektor DBD Resistan terhadap Insektisida

Kondisi yang lebih kompleks teridentifikasi dari enzim yang berhubungan dengan detoksifikasi insektisida (mekanisme xenobiotic). Enzim esterase, CYTP450, GST, dan MFO teridentifikasi pada nyamuk yang resistan terhadap insektisida, baik golongan piretroid maupun organofosfat yang memiliki *mode of action* ataupun situs target berbeda. Selain itu, GST dan esterase juga ditemukan pada nyamuk yang resistan terhadap insektisida golongan organoklorin. Sementara itu, pada nyamuk yang resistan terhadap karbamat hanya ditemukan GST saja (Gambar 7.2).

Dengan mencermati penanda yang muncul dari kedua mekanisme resistansi tersebut (perubahan situs target dan metabolisme *xenobiotic*), setidaknya terdapat dua hal yang patut diperhatikan. Pertama, adanya vektor DBD yang memiliki resistansi silang terhadap insektisida tertentu (*multiple resistance*) sangat mungkin terjadi. Hal ini karena beberapa penanda mekanisme resistansi yang ditemukan memiliki kesamaan antarinsektisida baik antargolongan maupun antartipe dalam satu golongan insektisida. Dalam sebuah penelitian disebutkan bahwa vektor DBD di Kota

Bandung telah mengalami resistansi silang antara permetrin dan sipermetrin (Ahmad, Astari, & Tan, 2007). Di Sumatra Barat, larva *Aedes aegypti* yang mengalami resistansi terhadap temefos dan malathion, juga resistan terhadap permetrin dan  $\alpha$ -sipermetrin (Hasmiwati & Supargiyono, 2018). Kedua, terlalu dini bila menyimpulkan bahwa munculnya penanda mekanisme resistansi insektisida tertentu—terutama berbagai enzim detoksifikasi—terjadi akibat paparan insektisida yang diujikan. Untuk itu, perlu dilakukan uji lanjutan dengan insektisida jenis lainnya, terlebih jika mempertimbangkan adanya tekanan bahan kimia/insektisida sektor non-kesehatan lainnya yang ada di lingkungan vektor (Poupardin dkk., 2008; Poupardin dkk., 2012; Nkya dkk., 2013).

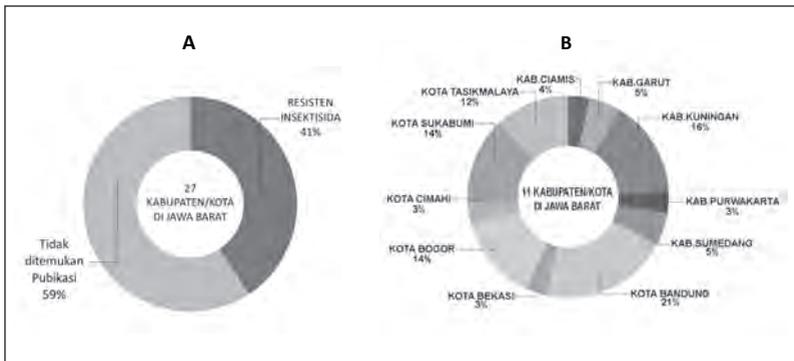
Bioinsektisida diduga telah mengalami penurunan daya bunuh nyamuk, misalnya *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Menurut Tetreau dkk., (2012), beberapa perubahan pada reseptor toksin (seperti chaderin, aminopeptidase-N dan alkaline phosphatase dari midgut serangga) berhubungan dengan resistansi vektor DBD dengan mekanisme yang belum diketahui. Mekanisme resistansi terhadap Bti sedikit diperjelas oleh penelitian Després dkk. (2014). Dalam penelitian tersebut, diperoleh informasi bahwa resistansi Bti berhubungan dengan perubahan level transkripsi dari enzim yang terlibat dalam detoksifikasi dan metabolisme kitin. Hal ini dibuktikan dengan perbedaan pola transkripsi dari berbagai enzim yang bertindak sebagai reseptor toksin Bti, antara nyamuk resistan dan nyamuk rentan.

Di Jawa Barat, tidak terdapat publikasi yang mengeksplorasi mekanisme resistansi vektor DBD. Satu-satunya yang dilaporkan adalah ditemukannya enzim CYTP450 pada nyamuk yang resistan terhadap sipermetrin (Astuti, Ipa, & Pradani, 2014). Namun, seperti yang sudah dikemukakan, hasil ini masih perlu dibuktikan lebih lanjut karena tidak dilakukan seleksi insektisida lainnya. Di Kota Depok dilaporkan adanya aktivitas enzim esterase non-spesifik pada nyamuk yang diuji dengan malation. Namun, secara umum disimpulkan bahwa vektor DBD di wilayah tersebut masih rentan

terhadap malation (Santya, Ipa, Delia, & Santi, 2008). Dengan demikian, beberapa mekanisme resistansi insektisida yang telah dikemukakan, terutama yang terdapat di Indonesia, bisa dijadikan bahan rujukan mekanisme resistansi di Jawa Barat.

#### D. SEBARAN VEKTOR DBD RESISTAN DI JAWA BARAT

Hasil penelusuran pustaka menggambarkan bahwa ada vektor DBD yang resistan terhadap berbagai jenis insektisida di 11 kabupaten/kota (41%) di Jawa Barat. Berdasarkan data tersebut, Kota Bandung merupakan wilayah dengan jenis dan konsentrasi insektisida terbanyak (21%) (Gambar 7.3).



Sumber: Arief (2000); Astari dan Ahmad (2005); Sinta dkk. (2006); Ahmad, Astari, dan Tan, (2007); Pradani dkk. (2011); Fuadzy dan Hendri (2015); Kuspujianty dkk. (2015); Fuadzy dkk. (2015); Lokalitbang P2B2 Ciamis (2015); Mantolu dkk. (2016); Hidayati (2016); Sulistyorini (2016); Sinaga dkk. (2016); Putra dkk. (2016); Fuadzy dkk. (2017); Amelia-Yap dkk. (2018); Trisna dkk. (2018); Haziqah-Rashid dkk. (2018).

**Gambar 7.3** (A) Sebaran keberadaan (terpublikasi) vektor DBD resistan terhadap berbagai insektisida berdasarkan kabupaten/kota di Jawa Barat; (B) Sebaran jenis dan konsentrasi insektisida berdasarkan kabupaten/kota dengan status resistensi vektor DBD (11 kabupaten/kota).

Terdapat 15 jenis insektisida dari tiga golongan insektisida yang sudah tidak efektif mengendalikan vektor DBD di beberapa wilayah Jawa Barat. Dari 15 jenis tersebut, malation merupakan jenis insektisida terbanyak yang ditemukan, yakni 20,69%, disusul temefos dan permetrin masing-masing 18,97% (Tabel 7.2).

**Tabel 7.2** Sebaran jenis insektisida berdasarkan golongannya yang terlaporkan sudah tidak efektif mengendalikan vektor DBD di 11 kabupaten/kota di Jawa Barat.

Jenis Insektisida	Golongan (%)			
	Karbamat	Organofosfat	Organoklorin	Piretroid
Bendiocarb	3,45%	-	-	-
Bromofos	-	1,72%	-	-
D-aletrin	-	-	-	3,45%
DDT	-	-	1,72%	-
Deltametrin	-	-	-	6,90%
Dieldrin	-	-	1,72%	-
Fention	-	1,72%	-	-
Klopirifos	-	1,72%	-	-
Lamdasihalotrin	-	1,72%	-	3,45%
Malation	-	20,69%	-	-
Metoflutrin	-	-	-	1,72%
Permetrin	-	-	-	18,97%
Sipermetrin	-	-	-	10,34%
Temefos	-	18,97%	-	-
Transflutrin	-	-	-	1,72%
TOTAL	3%	47%	3%	47%

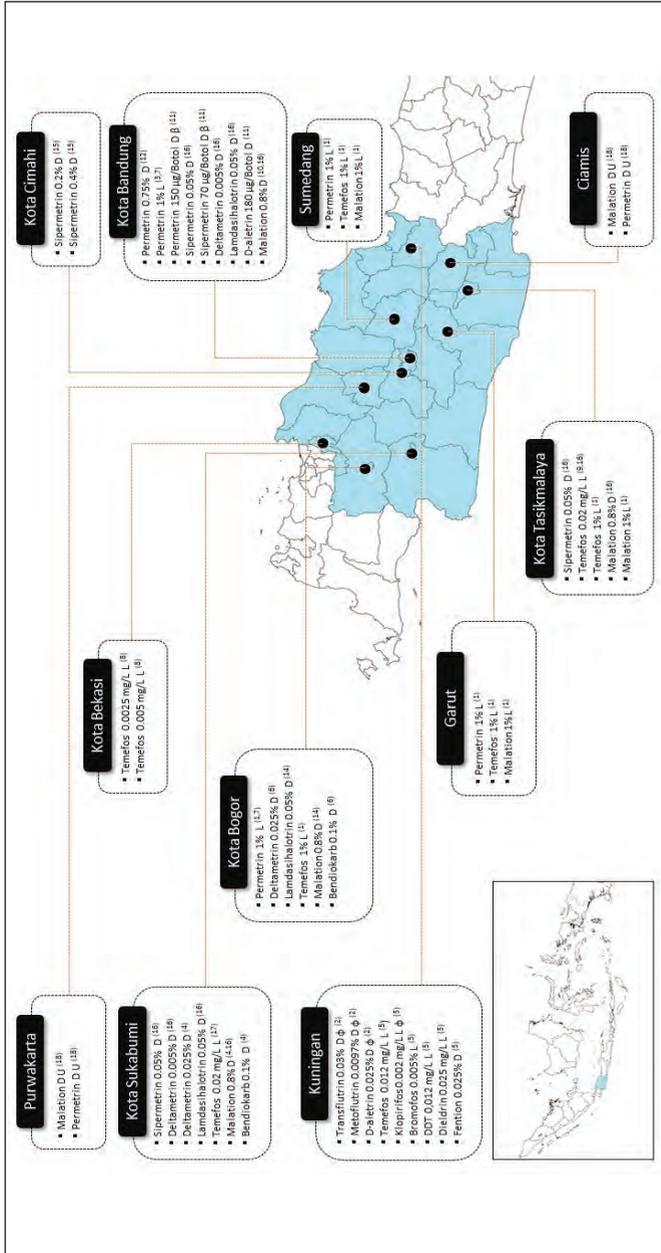
Sumber: Arief (2000); Astari dan Ahmad (2005); Sinta dkk. (2006); Ahmad, Astari, dan Tan, (2007); Pradani dkk. (2011); Fuadzy & Hendri (2015); Kuspujianty dkk. (2015); Fuadzy dkk. (2015); Lokaltbang P2B2 Ciamis (2015); Mantolu dkk. (2016); Hidayati (2016); Sulistyorini (2016); Sinaga dkk. (2016); Putra dkk. (2016); Fuadzy dkk. (2017); Amelia-Yap dkk. (2018); Trisna dkk. (2018); Haziqah-Rashid dkk. (2018).

Dari semua jenis insektisida tersebut, ditemukan sebanyak 29 konsentrasi insektisida berbeda yang tersebar di 11 kabupaten/kota. Hampir seluruh uji status resistansi vektor DBD ditentukan menggunakan metode WHO (menggunakan “tabung *susceptible*”), baik untuk uji nyamuk dewasa maupun jentik; hanya satu yang tidak menggunakan metode WHO, yakni menggunakan botol sebagai pengganti “tabung *susceptible*”, seperti dikemukakan oleh Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Beberapa jenis insektisida rumah tangga yang berbentuk coil (spiral) juga sudah tidak efektif lagi dalam mengendalikan vektor DBD di Kabupaten Kuningan. Vektor DBD yang resistan terhadap malation ditemukan di semua kabupaten/kota yang terindikasi memiliki vektor resistan, kecuali di Kota Cimahi, Kabupaten Kuningan, dan Kota Bekasi (Gambar 13).

Resistansi nyamuk terhadap insektisida di Indonesia setidaknya dilaporkan terjadi pada 1959. Saat itu, nyamuk *Anopheles* yang diperoleh dari Jawa Tengah dan Yogyakarta terindikasi resistan terhadap insektisida dieldrin yang merupakan insektisida alternatif pengganti DDT (Soerono, Davidson, & Nuir, 1965). Kirnowardoyo (1985) dan Bangs, Anis, Bahang, Hamzah, dan Arbani (1993) juga melaporkan adanya spesies *Anopheles* yang resistan terhadap insektisida di wilayah Indonesia. Saat ini, nyamuk vektor DBD juga diduga telah resistan terhadap berbagai jenis insektisida di berbagai wilayah di Indonesia (Mardihusodo, 1995; Brengues dkk., 2003; Ahmad dkk., 2007; Ahmad dkk., 2009; Widiarti dkk., 2011; Istiana, Heriyani, & Isnaini, 2012; Ghiffari, Fatimi, & Anwar, 2013; Sunaryo, Ikawati, Rahmawati, & Widiastuti, 2014; Ikawati, Sunaryo, & Widiastuti, 2015; Anindita & Kesetyaningsih, 2016; Widjanarko dkk., 2017; Hamid dkk., 2018). Di Jawa Barat, vektor DBD resistan mulai terpublikasi pada 2000. Saat itu, malation dan permetrin terindikasi tidak efektif terhadap nyamuk uji yang diperoleh dari Ciamis dan Purwakarta (Arief, 2000). Namun, hal ini tidak bisa dijadikan sebagai patokan awal munculnya vektor DBD resistan di Jawa Barat mengingat kedua golongan tersebut telah digunakan sejak 1970-an dan 1980-an di Indonesia (Ahmad dkk., 2007).

Hasil penelusuran pustaka menginformasikan bahwa sebagian besar wilayah di Jawa Barat belum melaporkan adanya vektor DBD resistan (Gambar 13A). Kondisi ini diduga karena penelitian belum pernah dilakukan atau ada beberapa data hasil penelitian yang tidak dapat diakses melalui penelusuran elektronik. Selain itu, ada sebagian wilayah kabupaten/kota yang melaporkan bahwa insektisida tertentu masih efektif untuk digunakan. Pada penelitian yang dipublikasi tahun 2008 di Kota Depok, malation diduga masih bisa digunakan walaupun secara kimiawi sudah ditemukan enzim detoksifikasi yang biasa muncul pada mekanisme resistansi vektor (Santya dkk., 2008). Hakim (2007) juga mengemukakan bahwa vektor DBD masih rentan terhadap sipermetrin di Kabupaten Cirebon dan Kabupaten Bekasi.

Malation dan temefos (golongan organofosfat) serta sipermetrin (golongan piretroid) merupakan insektisida yang banyak dilaporkan sudah tidak efektif di beberapa kabupaten/kota di Jawa Barat. Ketiga jenis insektisida tersebut sudah lama digunakan sebagai pengendali vektor DBD dalam program *fogging focus*. Sayangnya, tidak ditemukan publikasi sejak kapan Provinsi Jawa Barat menggunakan ketiga jenis insektisida tersebut. Sebagai perbandingan, Dinas Kesehatan Jawa Tengah telah menggunakan organofosfat dan piretroid untuk mengendalikan vektor DBD sejak 1999 (Sayono dkk., 2016).



Keterangan: D = Bahan uji nyamuk dewasa; L= Bahan uji larva; β = Uji susceptibility metode botol oleh CDC; φ = Uji insektivitas rumah tangga bentuk coil.

Sumber: (1) Putra dkk. (2016); (2) Amelia-Yap dkk. (2018); (3) Trisna dkk. (2018); (4) Hidayati (2016); (5) Haziqah-Rashid dkk. (2018); (6) Sulistyorini (2016); (7) Mantolu dkk. (2016); (8). Sinaga dkk. (2016); (9) Fuadzy dkk. (2017); (10) Kuspujanty dkk. (2015); (11) Astari dan Ahmad (2005); (12) Ahmad, Astari, dan Tan (2007); (14) Sinta dkk., 2008; (15) Pradani dkk. (2011); (16). Lokaltibang P2B2 Ciamis (2015); (17) Fuadzy dkk. (2015); (18) Arief (2000).

**Gambar 7.4** Peta Status Resistansi Vektor DBD di Jawa Barat

Mengacu pada peta status resistansi tersebut, disarankan agar monitoring resistansi vektor DBD tidak hanya terfokus pada jenis insektisida program, tetapi juga insektisida rumah tangga. Hal ini terbukti dengan adanya insektisida rumah tangga jenis coil yang sudah tidak efektif lagi terhadap vektor DBD (Gambar 7.4). Sampai saat ini, informasi tersebut sangat terbatas, khususnya di Jawa Barat. Hal yang tidak kalah penting adalah pemahaman bahwa status resistansi tersebut tidak mewakili wilayah administratif secara keseluruhan, tetapi lebih bersifat *local specific*. Penelitian pada 2012 menginformasikan bahwa tidak semua kelurahan di Kota Sukabumi menunjukkan hasil yang resistan terhadap insektisida uji dan sebagian besar vektor masih toleran (Fuadzy, Hodijah, Jajang, & Widawati, 2015). Dengan demikian, status resistansi tersebut menggambarkan adanya individu nyamuk yang resistan dalam populasi nyamuk di wilayah tersebut. Antisipasi diperlukan agar nyamuk resistan tidak berkembang secara kuantitas maupun cakupan wilayah.

Individu vektor DBD resistan bisa berkembang dan meluas karena resistansi bisa bersifat “diwariskan.” Trisna, Ahmad, dan Hariani (2018) menyimpulkan bahwa resistansi permetrin pada vektor DBD di Bandung berkembang relatif cepat karena adanya tekanan terus-menerus dan diwariskan secara resesif, autosomal, serta dikendalikan oleh gen tunggal (monogenik). Jika saat ini vektor DBD di suatu wilayah dinyatakan masih rentan, besar kemungkinan dalam waktu yang tidak lama akan ditemukan nyamuk yang resistan. Penelitian vektor malaria oleh Akiner, Cagler, dan Simsek (2013) bisa dijadikan rujukan. Dalam penelitian tersebut, kerentanan vektor dapat berubah dari waktu ke waktu dan dalam tempo yang relatif singkat. Dalam jangka satu tahun, vektor sudah menunjukkan penurunan kerentanan yang cukup signifikan. Dengan demikian, monitoring status kerentanan vektor DBD (serta mekanismenya) bukan hanya harus dilakukan di wilayah yang belum memiliki informasi sama sekali, melainkan juga berkelanjutan dilakukan di seluruh wilayah Jawa Barat.

## E. PENUTUP

Vektor DBD di beberapa kota/kabupaten di Jawa Barat telah mengalami resistansi terhadap insektisida yang banyak digunakan dalam program pengendalian vektor DBD. Mekanisme resistansi pun diduga mirip dengan yang terjadi secara umum di Indonesia maupun di belahan dunia lainnya. Oleh karena itu, para peneliti, akademisi, ataupun para pelaku pengendalian harus segera memetakan status resistansi di Jawa Barat, mengingat pemetaan status resistansi ataupun mekanisme yang terjadi sangat penting dalam menyusun strategi pengendalian nyamuk vektor DBD.

Penggunaan insektisida tidak mungkin dihentikan, tetapi untuk menghindari meluasnya vektor resistan, perlu adanya manajemen resistansi yang baik. Beberapa hal yang bisa dilakukan menurut WHO adalah (1) rotasi dengan menggunakan insektisida yang berbeda cara kerjanya—idealnya siklus dua tahunan; (2) intervensi dilakukan pada nyamuk dewasa dan larva secara bersamaan dengan insektisida yang memiliki cara kerja yang berbeda pula, misalnya nyamuk dewasa menggunakan organofosfat dan larva menggunakan Bti atau IGR; dan (3) menggunakan insektisida yang memiliki cara kerja berbeda yang diaplikasikan berdasarkan wilayah geografis, misalnya wilayah A menggunakan piretroid dan wilayah B menggunakan organofosfat (WHO, 2016). Untuk mempermudah manajemen resistansi, pemahaman cara kerja masing-masing insektisida, mekanisme resistansi, dan monitoring resistansi vektor secara berkala mutlak diperlukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adame M. (2003). Juvenile hormones. Dalam F. Resh & R. Carde (eds.), *Encyclopedia of insect* (pp. 611–617). Amsterdam: Academic Press.
- Ahmad, I., Astari, S., Rahayu, R., & Hariani, N. (2009). Status kerentanan *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) pada tahun 2006–2007 terhadap malathion di Bandung, Jakarta, Surabaya, Palembang, dan Palu. *Biosfera*, 26(2), 82–89.

- Ahmad, I., Astari, S., & Tan, M. (2007). Resistance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in 2006 to pyrethroid insecticides in Indonesia and its association with oxidase and esterase levels. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(20), 3688–3692.
- Akbar, A., Istiana, & Al Haudah, N. (2014). Efektivitas peroksifen terhadap larva *Aedes aegypti* yang diambil dari wilayah Banjarmasin Timur. *Berkala Kedokteran Jurnal Kedokteran & Kesehatan*, 10(1), 41–48.
- Akiner, M., Caglar, S., & Simsek, M. (2013). Yearly changes of insecticide susceptibility and possible insecticide resistance mechanisms of *Anopheles maculipennis* (Diptera: Culicidae) in Turkey. *Acta Tropica*, 126, 280–285.
- Alfiah, S. (2011). Dikloro difenil trikloroetan (DDT). *Vektora*, III(2), 149–156.
- Alvarez, L. C., Ponce, G., Saavedra-Rodriguez, K., Lopez, B., & Flores, A. E. (2015). Frequency of V1016I and F1534C mutations in the voltage-gated sodium channel gene in *Aedes aegypti* in Venezuela. *Pest Management Science*, 71(6), 863–869.
- Al Nazawi, A. M. Aqili, J., Alzahrani, M., McCall, P. J., & Weetman, D. (2017). Combined target site (kdr) mutations play a primary role in highly pyrethroid resistant phenotypes of *Aedes aegypti* from Saudi Arabia. *Parasites and Vectors*, 10(1), 1–10.
- Ambarita, L. P., Taviv, Y., Budiyanto, A., Sitorus, H., & Pahlepi R. I. F. (2015). Tingkat kerentanan *Aedes aegypti* (Linn.) terhadap malation di Provinsi Sumatra Selatan. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 43(2), 97–104.
- Amelia-Yap, Z. H., Chen, C. D., Sofian-Azirun, M., Lau, K. W., Suana, I. W., Harmonis, ... Low, V. L. (2018). Efficacy of mosquito coils: cross-resistance to pyrethroids in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Indonesia. *Journal of Economic Entomology*, 111(6), 2854–2860.
- Anindita, R., & Kesetyaningsih, T. W. (2016). Deteksi resistensi larva *Aedes aegypti* dengan uji biokimia berdasarkan aktivitas enzim esterase di Kabupaten Bantul DIY. *Mutiara Medika*, 7(2), 88–94.
- Aponte, H. A., Penilla, R. P., Dzul-Manzanilla, F., Che-Mendoza, A., López, A. D., Solis, F., ... Rodriguez, A. D. (2013). The pyrethroid resistance status and mechanisms in *Aedes aegypti* from the Guerrero state, Mexico. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 107(2), 226–234.

- Aponte, H. A., Penilla, R. P., Rodríguez, A. D., & Ocampo, C. B. (2018). Mechanisms of pyrethroid resistance in *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* from Colombia. *Acta Tropica*, *191*, 146–154. Diakses pada 8 Januari 2019 dari <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0001706X18313251>.
- Arief, R. (2000). Uji resistensi *Aedes aegypti* (L.) dari empat kota di Jawa Barat terhadap propoksur, malathion, permethrin, dan esbiothrin (Skripsi ITB, Bandung).
- Astari, S., & Ahmad, I. (2005). Uji resistensi dan efek piperonyl butoxid sebagai sinergis pada tiga strain nyamuk *Aedes aegypti* (Linn) (Diptera: Culicidae) terhadap insektisida permetrin, cypermetrin dan d-aletrin. *Buletin Penelitian Kesehatan*, *33*(2), 73–79.
- Astuti, E. P., Ipa, M., & Pradani, F. Y. (2014). Resistance detection of *Aedes aegypti* larvae to cypermethrin from endemic area in Cimahi City West Java. *Aspirator*, *6*(1), 7–12.
- Bangs, M. J., Anis, B. A., Bahang, Z. A., Hamzah, N., & Arbani, P. R. (1993). Insecticide susceptibility status of *Anopheles koliensis* (Diptera: Culicidae) in Northeastern Irian Jaya, Indonesia. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, *24*(2), 357–356.
- Bisset, J., Rodríguez, M. M., & Fernández, D. (2006). Selection of insensitive acetylcholinesterase as a resistance mechanism in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Santiago de Cuba. *Journal of Medical Entomology*, *43*(6), 1185–1189.
- Bloomquist, J. R. (1993). Toxicology, mode of action and target site-mediated resistance to insecticides acting on chloride channels. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part C: Comparative*, *106*(2), 301–314.
- Brengues, C., Hawkes, N. J., Chandre, F., McCarroll, L., Duchon, S., Guillet, P., ... Hemingway, J. (2003). Pyrethroid and DDT cross-resistance in *Aedes aegypti* is correlated with novel mutations in the voltage-gated sodium channel gene. *Medical and Veterinary Entomology*, *17*(1), 87–94.
- Brown, A. E. (2013). Pesticide information leaflet no. 43: mode of action of insecticide and related pest control chemicals for production agriculture, ornamentals, and turf. Diakses pada 30 Januari 2016 dari <http://pesticide.umd/products/>.

- Chang, C., Shen, W. K., Wang, T. T., Lin, Y. H., Hsu, E. L., & Dai, S. M. (2009). A novel amino acid substitution in a voltage-gated sodium channel is associated with knockdown resistance to permethrin in *Aedes aegypti*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 39(4), 272–278.
- Chareonviriyaphap, T., Bangs, M. J., Suwonkerd, W., Kongmee, M., Corbel, V., & Ngoen-Klan, R. 2013. Review of insecticide resistance and behavioral avoidance of vectors of human diseases in Thailand. *Parasites & Vectors*, 6(1), 280. Diakses pada 26 Maret 2015 dari <http://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-6-280>.
- Clark, J. M., & Yamaguchi, I. (2001). Scope and status of pesticide resistance. Dalam J. Clark & I. Yamaguchi (eds.), *Agrochemical resistance, extent, mechanism, and detection* (p. 22). Washington DC: American Chemical Society.
- Collet, M. L., Frizzo, C., Orlandin, E., Rona, L. D. P., Nascimento, J. C., Montano, M. A., ... Wagner, G. (2016). Frequency of the Val1016Ile mutation on the *kdr* gene in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in south Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 15(4). doi: 10.4238/gmr15048940.
- Cutler, G. C., & Scott-Dupree, C. D. (2007). Novaluron: Prospects and limitations in insect pest management. Dalam *Variety registry* (pp. 38–46).
- Davies, T. G. E., Field, L. M., Usherwood, P. N. R., & Williamson, M. S. (2007). DDT, pyrethrins, pyrethroids, and insect sodium channels. *IUBMB Life*, 59(3), 151–62. Diakses 24 Februari 2015 dari <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17487686>.
- Després, L., Stalinski, R., Tetreau, G., Paris, M., Bonin, A., Navratil, V., ... David J. P. (2014). Gene expression patterns and sequence polymorphisms associated with mosquito resistance to *Bacillus thuringiensis israelensis* toxins. *BMC Genomics*, 15(1), 926.
- Ditjen PP dan PL. (2012). *Pedoman penggunaan insektisida (pestisida) dalam pengendalian vektor*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Doud, C. W., Hanley, A. M., Chalaire, K. C., Richardson, A. G., Britch, S. C., & Xue, R. D. (2014). Truck-mounted area-wide application of pyriproxyfen targeting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Northeast Florida. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 30(4), 291–297. Diakses 26 Februari 2015 dari <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2987/14-6413.1>.

- Estep, A. S., Sanscrainte, N. D., Waits, C. M., Bernard, S. J., Lloyd, A. M., Lucas, K. J., ... Becnel, J. J. (2018). Quantification of permethrin resistance and kdr alleles in Florida strains of *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* (Skuse). *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *12*(10), p.e0006544. Diakses 10 Januari 2019 dari <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.00>.
- Estep, A. S., Sanscrainte, N. D., Waits, C. M., Louton, J. E., & Becnel, J. J. (2017). Resistance status and resistance mechanisms in a strain of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Puerto Rico. *Journal of Medical Entomology*, *54*(6), 1643–1648.
- Fernando, S. D., Hapugoda, M., Perera, R., Saavedra-Rodriguez, K., Black, W. C., & De Silva, N. K. (2018). First report of V1016G and S989P knockdown resistant (kdr) mutations in pyrethroid-resistant Sri Lankan *Aedes aegypti* mosquitoes. *Parasites & vectors*, *11*(1), 526. Diakses 10 Januari 2019 dari <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3113-0>.
- Flores, A. E. Albeldaño-Vázquez, W., Salas, I. F., Badii, M. H., Becerra, H. L., Garcia, G. P., ... Beaty, B. (2005). Elevated  $\alpha$ -esterase levels associated with permethrin tolerance in *Aedes aegypti* (L.) from Baja California, Mexico. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, *82*(1), 66–78.
- Francis, S., Saavedra-Rodriguez, K., Perera, R., Paine, M., Black, W. C., & Delgoda, R. (2017). Correction: Insecticide resistance to permethrin and malathion and associated mechanisms in *Aedes aegypti* mosquitoes from St. Andrew Jamaica. *PLoS ONE*, *12*(8), p.e0179673.
- Fuadzy, H., & Hendri, J. (2015). Indeks entomologi dan kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temefos di Kelurahan Kersamenak Kecamatan Kawalu Kota Tasikmalaya. *Vektora*, *7*(2), 57–64.
- Fuadzy, H., Hodijah, D. N., Jajang, A., & Widawati, M. (2015). Kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temefos di tiga kelurahan endemis demam berdarah dengue Kota Sukabumi. *Buletin Penelitian Kesehatan*, *43*(1), 41–46.
- Fuadzy, H., Wahono, T., & Widawati, M. (2017). Susceptibility of *Aedes aegypti* larvae against temephos in dengue hemorrhagic fever endemic area Tasikmalaya City. *Aspirator*, *9*(1), 29–34.
- Ghiffari, A., Fatimi, H., & Anwar, C. (2013). Deteksi resistensi insektisida sintetik piretrioid terhadap *Aedes aegypti* (L.) strain Palembang menggunakan teknik polymerase chain reaction. *Aspirator*, *5*(2), 37–43.

- Goindin, D., Delannay, C., Gelasse, A., Ramdini, C., Gaude, T., Faucon, F., ... Fourque, F. (2017). Levels of insecticide resistance to deltamethrin, malathion, and temephos, and associated mechanisms in *Aedes aegypti* mosquitoes from the Guadeloupe and Saint Martin islands (French West Indies). *Infectious Diseases of Poverty*, 6(1), 38. doi. 10.1186/s40249-017-0254-x.
- Grigoraki, L., Lagnel, J., Kioulos, I., Kampouraki, A., Morou, E, Labbé, P., ..., Fouque, F. (2015). Transcriptome profiling and genetic study reveal amplified carboxylesterase genes implicated in temephos resistance, in the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9(5), p.e0003771. doi:10.1371/journal.pntd.0003771.
- Grigoraki, L., Pipini, D., Labbé, P., Chaskopoulou, A., Weill, M., & Vontas, J. (2017). Carboxylesterase gene amplifications associated with insecticide resistance in *Aedes albopictus*: geographical distribution and evolutionary origin. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 11(4), p.e0005533. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.00>.
- Haddi, K., Tomé, H. V. V., Du, Y., Valbon, W. R., Nomura, Y., Martins, G. F., ... Oliveira, E. E. (2017). Detection of a new pyrethroid resistance mutation (V410L) in the sodium channel of *Aedes aegypti*: A potential challenge for mosquito control. *Scientific Reports*, 7, 46549. doi:10.1038/srep46549.
- Hakim, L. (2007). Resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida cypermethrin di daerah endemis DBD Jawa Barat. *Inside*, II(2).
- Hamid, P. H., Ninditya, V. I., Prastowo, J., Haryanto, A., Taubert, A., & Hermosilla, C. (2018). Current status of *Aedes aegypti* insecticide resistance development from Banjarmasin, Kalimantan, Indonesia. *BioMed Research International*, 2018 (1735358),1–7. <https://doi.org/10.1155/2018/1735358>
- Hamid, P. H., Prastowo, J., Widyasari, A., Taubert, A., & Hermosilla, C. (2017). Knockdown resistance (kdr) of the voltage-gated sodium channel gene of *Aedes aegypti* population in Denpasar, Bali, Indonesia. *Parasites and Vectors*, 10, 283.
- Handayani, S., Roskiana, A. A., & Karim, U. K. (2013). Uji aktivitas larvasida ekstrak terpurifikasi daging buah mimba (*Azadirachta indica* A. Juss.) asala Pulau Lombok terhadap *Aedes aegypti*. *As-syifaa*, 5(2), 204–2011.

- Harris, A., Rajatileka, S., & Ranson, H. (2010). Pyrethroid resistance in *Aedes aegypti* from Grand Cayman. *Am J. Trop Med Hyg*, 83(2), 277–284.
- Hasmiwati, Rusjdi, S. R., & Nofita, E. (2018). Detection of ace-1 gene with insecticides resistance in *Aedes aegypti* populations from DHF-endemic areas in Padang, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(1), 31–36.
- Hasmiwati, & Supargiyono. (2018). Short communication: Genotyping of kdr allele in insecticide resistant-*Aedes aegypti* populations from West Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(2), 502–508.
- Haziqah-Rashid, A., Chen, C. D., Lau, K. W., Low, V. L., Sofian-Azirun, M., Suana, I. W., ... Azidah, A. A. (2019). Monitoring insecticide resistance profiles of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the Sunda Islands of Indonesia based on diagnostic doses of larvicides. *Journal of Medical Entomology*, 56(2), 514–518.
- Hemingway, J., Hawkes, N. J., McCarroll, L., & Ranson, H. (2004). The molecular basis of insecticide resistance in mosquitoes. Dalam S. Gill & M. Jindra (eds.), *Insect Biochemistry and Molecular Biology* (pp. 653–665).
- Hidayati, L. (2016). Status resistensi *Aedes aegypti* terhadap insektisida dan hubungan iklim dengan kejadian demam berdarah dengue di Kota Sukabumi. Institut Pertanian Bogor.
- Ikawati, B., Sunaryo, & Widiastuti, D. (2015). Peta status kerentanan *Aedes aegypti* (Linn.) terhadap insektisida cypermethrin dan malathion di Jawa Tengah. *Aspirator*, 7(1), 23–28.
- Indrawati, I., Kasmara, H., & Ratnaningsih, N. (2000). Toksisitas dan daya hambat ekstrak biji nimba (*Azdirachta indica* A. juss) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* L.: laporan penelitian, Bandung.
- IRAC. (tanpa tahun). Insecticide resistance: Causes and action. Southern IPM Centre. Diakses pada 25 Januari 2015 dari [www.sripmc.org/IRACMOA/IRMFactSheet.pdf](http://www.sripmc.org/IRACMOA/IRMFactSheet.pdf).
- Islami, S., Puspa, A., Hidayati, N., Wibowo, H., & Syafruddin, D. (2018). The role of voltage-gated sodium channel (VGSC) gene mutations in the resistance of *Aedes aegypti* L. to pyrethroid permethrin in Palembang and Jakarta, Indonesia. Preprints, (March), p.2018030070. doi: 10.20944/preprints201803.0070.v1.

- Istiana, Heriyani, F., & Isnaini. (2012). Resistance status of *Aedes aegypti* larvae to temephos in West Banjarmasin. *Epidemiology and Zoonosis Journal*, 4(2), 53–58.
- Jagadeshwaran, U., & Vijayan, V. A. (2009). Biochemical characterization of deltamethrin resistance in a laboratory-selected strain of *Aedes aegypti*. *Parasitology Research*, 104(6), 1431–1438.
- Kasai, S., Komagata, O., Itokawa, K., Shono, T., Ng, L. C., Kobayashi, M., & Tomita, T. (2014). Mechanisms of pyrethroid resistance in the dengue mosquito vector, *Aedes aegypti*: Target site insensitivity, penetration, and metabolism. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(6). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002948>
- Kasmara, H. (2004). Toksisitas dan daya hambat ekstrak biji nimba (*Azadirachta indica* A. Juss) terhadap larva *Aedes aegypti*. *Biotika Jurnal Ilmiah Biologi*, 32(2). DOI: <https://doi.org/10.24198/bjib.v3i2.273>
- Kirnowardoyo, S. (1985). Status of *Anopheles malaria* vectors in Indonesia. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 16(1), 129–132.
- Kushwah, R. B. S., Dykes, C.L., Kapoor, N., Adak, T., & Singh, O. . (2015). Pyrethroid-resistance and presence of two knockdown resistance (kdr) mutations, F1534C and a novel mutation T1520I, in Indian *Aedes aegypti*. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9(1). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003332>
- Kuspujianty, M. D., Rusmartini, T., & Purbaningsih, W. (2015). Resistensi malathion 0,8% dan temephos 1% pada nyamuk *Aedes Aegypti* dewasa dan larva di Kecamatan Buah Batu Kota Bandung. *Prosiding Penelitian Sivitas Akademika Unisba*, 1(2), 156–160. Diakses 10 Januari 2019 dari <http://karyailmiah.unisba.ac.id/index.php/dokter/article/view/1075>.
- Lapied, B., Pennetier, C., Apaire-Marchais, V., Licznar, P., & Corbel, V. (2009). Innovative applications for insect viruses: towards insecticide sensitization. *Trends in Biotechnology*, 27(4), 190–198.
- Lestari, A. H. Y. (2014). Karakteristik tempat perindukan dan status resistensi larva *Aedes* spp. terhadap insektisida organophosphat di daerah demam berdarah dengue di Kecamatan Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.

- Lin, Y-H., Tsen, W-L., Tien, N-Y., & Luo, Y-P. (2013). Biochemical and molecular analyses to determine pyrethroid resistance in *Aedes aegypti*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 107(2), 266–276. Diakses 24 Februari 2015 dari <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048357513001478>.
- Linss, J. G. B., Brito, L. P., Garcia, G. A., Araki, A. S., Bruno, R. V., Lima, J. B. P. ... Martins, A. J. (2014). Distribution and dissemination of the Val1016Ile and Phe1534Cys Kdr mutations in *Aedes aegypti* Brazilian natural populations. *Parasites and Vectors*, 7(1).
- Lokalitbang P2B2 Ciamis. (2015). Pemetaan status kerentanan *Aedes aegypti* terhadap insektisida Jawa Barat, DKI Jakarta, Banten, dan Aceh: Laporan Penelitian, Pangandaran.
- Lumjuan, N., Wicheer, J., Leelapat, P., Choochote, W., & Somboon, P. (2014). Identification and characterisation of *Aedes aegypti* aldehyde dehydrogenases involved in pyrethroid metabolism. *PLoS ONE*, 9(7). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102746>
- Maestre-Serrano, R., Pareja-Loaiza, P., Gomez Camargo, D., Ponce-García, G., & Flores A. E. (2019). Co-occurrence of V1016I and F1534C mutations in the voltage-gated sodium channel and resistance to pyrethroids in *Aedes aegypti* (L.) from the Colombian Caribbean region. *Pest Management Science*, 75, 1681–1688. Diakses dari <http://doi.wiley.com/10.1002/ps.5287>.
- Main, A. R., Headley, J. V., Peru, K. M., Michel, N. L., Cessna, A. J., & Morrissey, C. A. (2014). Widespread use and frequent detection of neonicotinoid insecticides in wetlands of Canada's prairie pothole region. *PLoS ONE*, 9(3). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092821>
- Mantolu, Y., Kustiati, Ambarningrum, T. B., Yusmalinar, S., & Ahmad, I. (2016). Status dan perkembangan resistensi *Aedes aegypti* (Linnaeus) (Diptera: Culicidae) strain Bandung, Bogor, Makassar, Palu, dan VCRU terhadap insektisida permetrin dengan seleksi lima generasi. *Indonesian Journal of Entomology*, 13(1), 1–8.
- Marcombe, S., Poupardin, R., Darriet, F., Reynaud, S., Bonnet, J., Strode, C., ... David, J. P. (2009). Exploring the molecular basis of insecticide resistance in the dengue vector *Aedes aegypti*: a case study in Martinique Island (French West Indies). *BMC Genomics*, 10, 494.

- Mardihusodo, S. J. (1995). Microplate assay analysis of potential for organophosphate insecticide resistance in *Aedes aegypti* in the Yogyakarta Municipality, Indonesia. *Berkala Ilmu kedokteran*, 27(2), 71–79.
- Melo-Santos, M. A. V., Varjal-Melo, J. J. M., Araújo, A. P., Gomes, T. C. S., Paiva, M. H. S., Regis, L. N., ... Ayres, C. F. (2010). Resistance to the organophosphate temephos: Mechanisms, evolution and reversion in an *Aedes aegypti* laboratory strain from Brazil. *Acta Tropica*, 113(2), 180–189.
- Merzendorfer, H. (2006). Insect chitin synthases: a review. *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 176(1), 1–15.
- Mordue (Luntz) A. J., & Nisbet, A. J. (2000). Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29(4), 615–632. Diakses 24 Februari 2015 dari [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-80592000000400001&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-80592000000400001&lng=en&tlng=en).
- Moyes, C. L., Vontas, J., Martins, A. J., Ng, L. C., Koou, S. Y., Dufour, I., ... Weetman, D. (2017). Contemporary status of insecticide resistance in the major *Aedes* vectors of arboviruses infecting humans. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 11(7), p.e0005625. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005625>.
- Mulyaningsih, B., Umiyati, S. R., & Hadiano, T. (2017). Detection of nonspecific esterase activity in organophosphate resistant strain of *Aedes albopictus* skuse (Diptera: Culicidae) larvae in Yogyakarta, Indonesia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 48(3), 552–560.
- Mulyaningsih, B., Umiyati, S. R., Satoto, T. B. T., Ernaningsih, & Nugrahaningsih, D. A. A. (2018). Detection of polymorphism on voltage-gated sodium channel gene of Indonesian *Aedes aegypti* associated with resistance to pyrethroids. *The Indonesian Biomedical Journal*, 10(3), 250–255.
- Mulyatno, K. C., Yamanaka, A., Ngadino, & Konishi, E. (2012). Resistance of *Aedes aegypti* (L.) larvae to temephos in Surabaya, Indonesia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 43(1), 29–33.

- Nkya, T. E., Akhouayri, I., Kisinza, W., & David, J. P. (2013). Impact of environment on mosquito response to pyrethroid insecticides: Facts, evidences and prospects. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 43(4), 407–416.
- Ocampo, C. B., Salazar-Terreros, M. J., Mina, N. J., McAllister, J., & Brogdon, W. (2011). Insecticide resistance status of *Aedes aegypti* in 10 localities in Colombia. *Acta Tropica*, 118(1), 37–44.
- Ohba, S. Y., Ohashi, K., Pujiyati, E., Higa, Y., Kawada, H., Mito, N., Takagi, M. (2013). The effect of pyriproxyfen as a “population growth regulator” against *Aedes albopictus* under semi-field conditions. *PLoS ONE*, 8(7), e67045. doi: 10.1371/journal.pone.0067045.
- Plernsub, S., Saingamsook, J., Yanola, J., Lumjuan, N., Tippawangkosol, P., Sukontason K., Somboon, P. (2016). Additive effect of knockdown resistance mutations, S989P, V1016G and F1534C, in a heterozygous genotype conferring pyrethroid resistance in *Aedes aegypti* in Thailand. *Parasites and Vectors*, 9(1), 417.
- Poupardin, R., Reynaud, S., Strode, C., Ranson, H., Vontas, J., & David, J.P. (2008). Cross-induction of detoxification genes by environmental xenobiotics and insecticides in the mosquito *Aedes aegypti*: Impact on larval tolerance to chemical insecticides. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 38(5), 540–551.
- Poupardin, R., Riaz, M. A., Jones, C. M., Chandor-Proust, A., Reynaud, S., & David, J. P. (2012). Do pollutants affect insecticide-driven gene selection in mosquitoes? Experimental evidence from transcriptomics. *Aquatic Toxicology*, 114–115, 49–57.
- Poupardin, R., Srisukontarat, W., Yunta, C., & Ranson, H. (2014). Identification of carboxylesterase genes implicated in temephos resistance in the dengue vector *Aedes aegypti*. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(3), e2743.
- Pradani, F. Y., Ipa, M., Marina, R., & Yuliasih, Y. (2011). Status resistensi *Aedes aegypti* dengan metode susceptibility di Kota Cimahi terhadap cypermethrin. *Aspirator*, 3(1), 18–24.
- Purnama, S. G., & Satoto, T. B. T. (2012). Vaktor risiko Infeksi dengue, pemetaan resistensi dan pemeriksaan transovarial nyamuk *Aedes aegypti* di Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Bali. Universitas Gadjah Mada.

- Putra, E. R., Ahmad, I., Prasetyo, D. B., Susanti, S., Rahayu, R., & Hariani, N. (2016). Detection of insecticide resistance in the larvae of some *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) strains from Java, Indonesia to temephos, malathion and permethrin. *International Journal of Mosquito Research IJMR*, 23(33), 23–28. Diakses pada? dari <http://www.dipterajournal.com/vol3issue3/pdf/3-2-4.1.pdf>.
- Rajatileka, S., Black, W. C., Saavedra-Rodriguez, K., Trongtokit, Y., Apiwathnasorn, C., McCall, P. J., Ranson, H. (2008). Development and application of a simple colorimetric assay reveals widespread distribution of sodium channel mutations in Thai populations of *Aedes aegypti*. *Acta tropica*, 108(1), 54–57. Diakses 26 Februari 2015 dari <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18801327>.
- Riaz, M. A., Chandor-Proust, A., Dauphin-Villemant, C., Poupardin, R., Jones, C. M., Strode, C, et al. (2013). Molecular mechanisms associated with increased tolerance to the neonicotinoid insecticide imidacloprid in the dengue vector *Aedes aegypti*. *Aquatic Toxicology*, 126, 326–337.
- Saavedra-Rodriguez, K., Maloof, F. V., Campbell, C. L., Garcia-Rejon, J., Lenhart, A., Penilla, P., ... Black, W. C. (2018). Parallel evolution of vgsc mutations at domains IS6, IIS6 and IIIS6 in pyrethroid resistant *Aedes aegypti* from Mexico. *Scientific Reports*, 8(1), 6747. DOI:10.1038/s41598-018-25222-0.
- Saavedra-Rodriguez, K., Urdaneta-Marquez, L., Rajatileka, S., Moulton, M., Flores, A. E., Fernandez-Salas, I, ..., Black, W. C. (2007). A mutation in the voltage-gated sodium channel gene associated with pyrethroid resistance in Latin American *Aedes aegypti*. *Insect Molecular Biology*, 16(6), 785–798.
- Varón, L. S., Córdoba B. C., & Brochero, H. L. (2010). Susceptibilidad de *Aedes aegypti* a DDT, deltametrina y lambdacialotrina en Colombia. *Revista Panamericana de Salud Publica*, 27(1), 66–73. Diakses 26 Februari 2015 dari <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/9577/10.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santya, R. N. R. E., Ipa, M., Delia, T., & Santi, M. (2008). Penentuan status resistensi *Aedes aegypti* dari daerah endemis DBD di Kota Depok terhadap malathion. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 36(2), 20–25.
- Sayono, & Nurullita, U. (2015). Situasi terkini vektor dengue [*Aedes aegypti* Lin] di Jawa Tengah. Dalam the-2nd university research colloquium 2015, pp. 133–140. Diakses 10 Januari 2019 dari <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/view/1580/1632>.

- Sayono, Hidayati, A. P. N., Fahri, S., Sumanto, D., Dharmana, E., Hadisaputro, S. ... Syafruddin, D. (2016). Distribution of voltage-gated sodium channel (NAV) alleles among the *aedes aegypti* populations in central Java province and its association with resistance to pyrethroid insecticides. *PLoS ONE*, *11*(3), p.e0150577. doi:10.1371/journal.pone.0150577.
- Sayono, Syafruddin, D., & Sumanto, D. (2012). Distribusi resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida sipermetrin di Semarang. Dalam Seminar hasil-hasil penelitian, pp. 8–13. Semarang: LPPM UNIMUS.
- Seixas, G., Grigoraki, L., Weetman, D., Vicente, J. L., Silva, A. C., Pinto, J., ..., Sousa, C. A. (2017). Insecticide resistance is mediated by multiple mechanisms in recently introduced *Aedes aegypti* from Madeira Island (Portugal). *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *11*(7), p.e0005799. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.00>.
- Shockman, E. (2015). Mosquitoes are developing resistance to insecticides. Diakses pada 21 Agustus 2019 dari <https://www.pri.org/stories/2015-08-04/mosquitoes-are-developing-resistance-insecticides>.
- Simon-Delso, N., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L.P., Bonmatin, J. M., Chagnon, M., Downs, C., ... Long, E. (2015). Systemic insecticides (Neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research*, *22*(1), 5–34.
- Sinaga, L. S., Martini, & Saraswati, L. D. (2016). Status esistensi larva *Aedes aegypti* (Linnaeus) terhadap temephos (studi di Kelurahan Jatiasih Kecamatan Jatiasih Kota Bekasi Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *4*(1), 143–152.
- Sinta, Sukowati, S., & Fauziyah, A. (2008). Kerentanan nyamuk *Aedes aegypti* di Daerah Khusus Ibukota dan Bogor terhadap insektisida malathion dan lamdacyhalothrin. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, *7*(1), 722–731.
- Sinta, Sukowati, S., Sukirno, M., & Aryati, M. (2006). Uji kerentanan vektor demam berdarah dengue *Aedes aegypti* terhadap insektisida organophosphat dan pyrethroid di delapan kecamatan endemis DBD di DKI Jakarta, Bogor, Tangerang, dan Bekasi. Laporan Penelitian, Jakarta.

- Soenjono, S. J. (2011). Status kerentanan nyamuk *Aedes* sp. (Diptera: Culicidae) terhadap malathion dan aktivitas enzim esterase non-spesifik di wilayah kerja Kantor Kesehatan Pelabuhan Bandar Udara Sam Ratulangi Manado. *JKL*, 1(1), 1–6.
- Soerono, M., Davidson, G., & Nuir, D. (1965). The development and trend of insecticide-resistance in *Anopheles aconitus* in Indonesia and its association with oxidase and esterase levels. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 32, 161–168.
- Somwang, P., Yanola, J., Suwan, W., Walton, C., Lumjuan, N., Prapanthadara, L. A., & Somboon, P. (2011). Enzymes-based resistant mechanism in pyrethroid resistant and susceptible *Aedes aegypti* strains from northern Thailand. *Parasitology Research*, 109(3), 531–537.
- Stenhouse, S., Plernsub, S., Yanola, J., Lumjuan, N., Dantrakool, A., & Choochote, W. (2013). Detection of the V1016G mutation in the voltage-gated sodium channel gene of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) by allele-specific PCR assay, and its distribution and effect on deltamethrin resistance in Thailand. *Parasit Vectors*, 6(1), 253.
- Strode, C., de Melo-Santos, M., Magalhães, T., Araújo, A., & Ayres, C. (2012). Expression profile of genes during resistance reversal in a temephos selected strain of the dengue vector, *Aedes aegypti*. *PLoS ONE*, 7(8). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039439>.
- Suirta, I. W., Puspawati, N. M., & Gumiati, N. K. (2007). Isolasi dan identifikasi senyawa aktif larvasida dari biji mimba (*Azadirachta Indica* A. Juss) terhadap larva nyamuk demam berdarah (*Aedes Aegypti*). *Jurnal Kimia*, 1(1), 47–54.
- Sulistiyorini, E. (2016). Faktor penentu keberadaan larva *Aedes* Spp. pada daerah endemis demam berdarah dengue tertinggi dan terendah di Kota Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Sullivan, J. (2000). California Department of Pesticide Regulation.
- Suman, D. S., Wang, Y., Dong, L., & Gaugler, R. (2013). Effects of larval habitat substrate on pyriproxyfen efficacy against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 50(6), 1261–1266. Diakses 10 Januari 2019 dari <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24843930>.

- Sunaryo, Ikawati, B., Rahmawati, & Widiastuti, D. (2014). Status resistensi vektor demam berdarah dengue *Aedes aegypti* terhadap malathion 0,8%, Permethrin 0,25% di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 13(2), 146–152.
- Suwito. (2012). Status kerentanan nyamuk *Aedes aegypti* (Linn) (Diptera: Culicidae) terhadap insektisida malathion 5% di Kota Surabaya. *Jurnal Dunia Kesmas*, 1(4), 229–235.
- Tantely, M. L., Tortosa, P., Alout, H., Berticat, C., Berthomieu, A., Rutee, A., ... Weill, M. (2010). Insecticide resistance in *Culex pipiens quinquefasciatus* and *Aedes albopictus* mosquitoes from La Réunion Island. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40(4), 317–324.
- Tawatsin, A., Thavara, U., Bhakdeenuan, P., Chompoonsri, J., Siriyasatien, P., Asavadachanukorn, P., & Mulla, M. S. (2007). Field evaluation of novaluron, a chitin synthesis inhibitor larvicide, against mosquito larvae in polluted water in urban areas of Bangkok, Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 38(3), 434–441.
- Tetreau, G., Bayyareddy, K., Jones, C. M., Stalinski, R., Riaz, M. A., Paris, M., ... Després L. (2012). Larval midgut modifications associated with Bti resistance in the yellow fever mosquito using proteomic and transcriptomic approaches. *BMC Genomics*, 13(1), 248.
- Thompson, M., Shotkoski, F., & Ffrench-Constant, R. (1993). Cloning and sequencing of the cyclodiene insecticide resistance gene from the yellow fever mosquito *Aedes aegypti*. Conservation of the gene and resistance associated mutation with *Drosophila*. *Febs Letters*, 325(3), 187–190.
- Tomizawa, M., & Casida, J. E. (2005). Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 45, 247–268.
- Trisna, M., Ahmad, I., & Hariani, N. (2018). Inheritance of insecticide resistance to permethrin in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *International Journal of Entomology Research*, 3(2), 91–95.
- Viana-Medeiros, P. F., Bellinato, D. F., & Valle, D. (2018). Laboratory selection of *Aedes aegypti* field populations with the organophosphate malathion: Negative impacts on resistance to deltamethrin and to the organophosphate temephos. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 12(8), p.e0006734. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.00>.

- Wahyudi, Priyo, Fidellia, E., & Andriyani, L. (2008). Aktivitas larvasida ekstrak metanol biji nimba (*Azadirachta indica* A. Juss) terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dan larva *Culex quinquefasciatus*. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*, 6(5). Diakses 24 Februari 2015 dari <http://id.portalgaruda.org/?ref=browse&mod=viewarticle&article=414772>
- Ware, D., & Whitacre, D. (2006). *An introduction to insecticides (4th edition)*. University of Minnesota. Diakses pada 27 Januari 2015 dari <http://ipmworld.umn.edu/chapters/ware.htm>.
- WHO. (2012). *Global plan for insecticide resistance management in malaria vector* (GPIRM). Geneva, Switzerland: WHO Press.
- WHO. (2016). *Monitoring and managing insecticide resistance in Aedes mosquito populations Interim guidance for entomologists*. Geneva: WHO Press.
- Widiarti, Boewono, D. T., Garjito, T. A., Tunjungsari, R., Asih, P. B. S., & Syafruddin, D. (2012). Identifikasi mutasi noktah pada “gen voltage gated sodium channel” *Aedes aegypti* resisten terhadap insektisida pyrethroid di Semarang Jawa Tengah. *Bulletin Penelitian Kesehatan*, 40(1), 31–38.
- Widiarti, Heriyanto, B., Boewono, D. T., Mujioni, Lasmia, & Yuliadi. (2011). Peta resistensi vektor demam berdarah dengue *Aedes aegypti* terhadap insektisida kelompok organofosfat, karbamat dan piretroid di Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 39(4), 176–189.
- Widiastuti, D., & Agustiningsih. (2017). V1016G and F1534C mutation in the VGSC gene of cypermethrin resistant *Aedes aegypti* from Central Java. *Advanced Science Letters*, 23(4), 3309–3312.
- Widiastuti, D., & Ikawati, B. (2016). Resistensi malathion dan aktivitas enzim esterase pada populasi nyamuk *Aedes aegypti* di Kabupaten Pekalongan. *Balaba*, 12(2), 61–70. Diakses 11 Januari 2019 dari <http://ejournal.litbang.kemkes.go.id/index.php/blb/article/view/4475>.
- Widiastuti, D., Sunaryo, Pramestuti, N., & Martini. (2015). Aktivitas enzim monooksigenase pada populasi nyamuk *Aedes aegypti* di Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. *Vektora*, 7(1), 1–6.
- Widiastuti, D., Sunaryo, Pramestuti, N., Sari, T. F., & Wijayanti, N. (2015). Deteksi mutasi V1016G pada gen voltage-gated sodium channel pada populasi *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) di Kabupaten Klaten, Jawa Tengah dengan metode allele-specific PCR. *Jurnal Vektora*, 7(2), 65–70.

- Widjanarko, B., Martini, & Hestningsih, R. (2017). Resistance status of aedes sp strain from high land in central java, Indonesia, as an indicator of increasing vector's capacity of dengue hemorrhagic fever. *Annals of Tropical Medicine and Public Health* 10, (1), 71
- Wolstenholme, A. J., & Rogers, A. T. (2005). Glutamate-gated chloride channels and the mode of action of the avermectin/milbemycin anthelmintics. *Parasitology*, 131 Suppl, S85–S95.
- Wuliandari, J. R., Lee, S. F., White, V. L., Tantowijoyo, W., Hoffmann, A. A., & Endersby-Harshman, N. M. (2015). Association between three mutations, F1565C, V1023G and S996P, in the voltage-sensitive sodium channel gene and knockdown resistance in aedes aegypti from Yogyakarta, Indonesia. *Insects*, 6(3), 658–685.
- Xu, J., Bonizzoni, M., Zhong, D., Zhou, G., Cai, S., Li, Y., ... Chen, X. G. (2016). Multi-country survey revealed prevalent and novel F1534S mutation in voltage-gated sodium channel (VGSC) gene in *Aedes albopictus*. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(5), p.e0004696. doi:10.1371/journal.pntd.0004696.
- Xu, J., Su, X., Bonizzoni, M., Zhong, D., Li, Y., Zhou, G., ... Yan, G. (2018). Comparative transcriptome analysis and RNA interference reveal CYP6A8 and SNPs related to pyrethroid resistance in *Aedes albopictus*. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, 12(11), p.e0006828. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.000>.
- Yanola, J., Somboon, P., Walton, C., Nachaiwieng, W., & Prapanthadara, L. (2010). A novel F1552/C1552 point mutation in the *Aedes aegypti* voltage-gated sodium channel gene associated with permethrin resistance. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 96(3), 127–131.
- Yanti, S., Oktasari, A., Boewono, D. T., & Hestningsih, R. (2012). Vector resistance status of dengue haemorrhagic fever (*Aedes aegypti*) in the Sidorejo District Salatiga City Against Temephos. *Vektora*, 4(1), 9–21.

# Bab 8

## Analisis Keruangan Kepadatan Penduduk Dan Pemukiman Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) Di Kota Tasikmalaya

Andri Ruliansyah



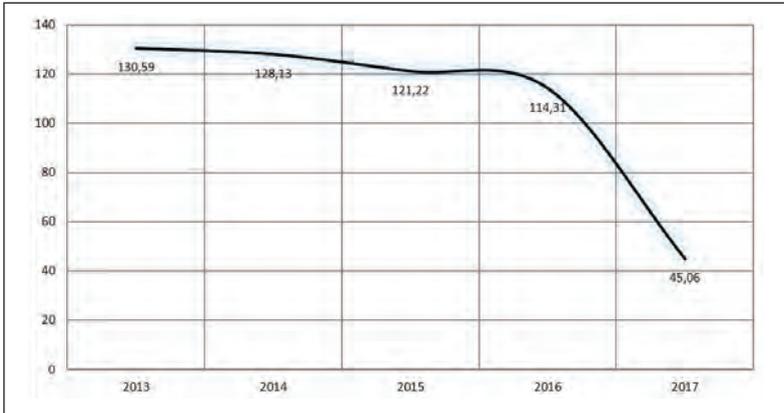
### A. DEFINISI ANALISIS KERUANGAN

Kota Tasikmalaya termasuk daerah endemis DBD di Provinsi Jawa Barat. Pada 2017, jumlah kasus DBD sebanyak 298 kasus dan tidak ditemukan kasus kematian. Jumlah tersebut mengalami penurunan dibandingkan tahun 2016, yaitu sejumlah 754 kasus dengan lima kasus kematian. Tren angka kesakitan dapat dilihat pada Gambar 8.1, sedangkan kematian akibat DBD selama kurun waktu 2013–2017 dapat dilihat pada Gambar 8.2.

Gambar 8.1 dan 8.2 menunjukkan bahwa kasus DBD di Kota Tasikmalaya merupakan hal yang masih patut diwaspadai. Adanya kasus DBD dipengaruhi faktor daerah yang padat penduduk, kepadatan vektor yang tinggi, dan perilaku masyarakat dalam pemberantasan sarang nyamuk yang belum optimal.

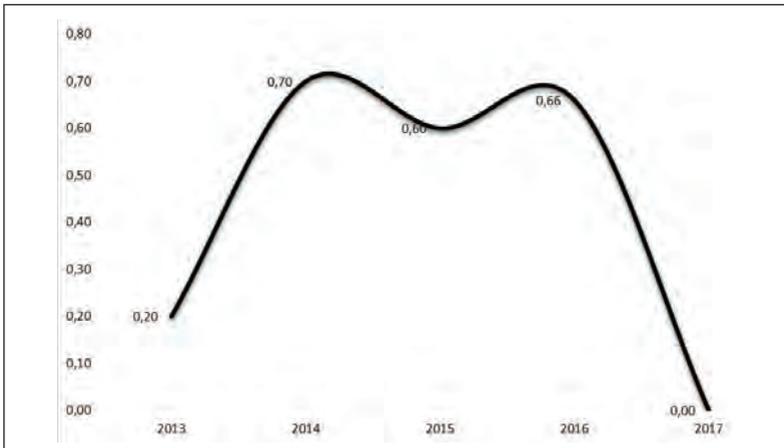
DBD dapat dengan mudah menyebar melalui nyamuk, bahkan antarwilayah sehingga kejadian DBD selalu meningkat dan menyebar secara luas dengan cepat. Oleh karena itu, diperlukan analisis untuk melihat peranan berbagai faktor yang memengaruhi penyebaran ini, baik nonspasial maupun spasial. Wilayah yang berdekatan memiliki hubungan lebih erat dibandingkan dengan yang berjauhan (Anselin, 1999). Begitu pula dengan kejadian DBD yang kemungkinan besar

memiliki hubungan antarwilayah. Penelitian di Kota Bogor dengan menggunakan uji statistik *indeks Moran*, *Geary's Ratio* dan *Chi-square*, menyimpulkan bahwa wilayah yang berdekatan langsung akan memengaruhi penyebaran penyakit DBD (Yoli, 2007).



Sumber: Dinkes Provinsi Jawa Barat (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

**Gambar 8.1** Angka Insiden Demam Berdarah Dengue Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2013–2017



Sumber: Dinkes Provinsi Jawa Barat (2014, 2015, 2016, 2017, 2018)

**Gambar 8.2** Case Fatality Rate Demam Berdarah Dengue Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2013–2017

Analisis spasial dalam manajemen penyakit berbasis wilayah dapat dirumuskan dalam bentuk uraian dan analisis kejadian penyakit serta dihubungkan dengan semua data spasial yang menjadi faktor risiko kesehatan, baik lingkungan maupun faktor sosial ekonomi dan perilaku masyarakat setempat dalam sebuah wilayah spasial, sebagai dasar manajemen penyakit atau kajian lebih lanjut. Analisis spasial dapat menganalisis dua hal sekaligus, yaitu titik atau lokasi sebuah kejadian dan hubungannya dengan variabel spasial (faktor risiko) yang mempengaruhi atau berhubungan dengan wilayah spasial atau permukaan bumi (Achmadi, 2012).

Faktor keruangan atau spasial dapat digunakan sebagai dasar perencanaan jika diolah menggunakan metode yang tepat. Analisis spasial pun dapat digunakan dengan mempertimbangkan berbagai kondisi fisik dan sosial ekonomi suatu wilayah untuk suatu perencanaan. Risiko kesehatan juga dapat diestimasi berdasarkan faktor determinan dengan menggunakan analisis spasial guna memprioritaskan intervensi dan merumuskan kebijakan penanggulangan (Wu dkk., 2009).

Pola sebaran dengue awalnya di daerah perkotaan (urban), tetapi kini mulai merambah ke daerah perdesaan. Berdasarkan perubahan pola sebaran tersebut, pemanfaatan analisis spasial diperlukan untuk memahami distribusi dan mengidentifikasi daerah yang paling terkena dampak dengue. Analisis spasial memungkinkan visualisasi desa-desa dengan insiden demam berdarah tertinggi serta eksplorasi pola geografisnya dari waktu ke waktu. Studi-studi telah menunjukkan bahwa teknik sistem informasi geografis (SIG) terbukti bermanfaat untuk merancang dan mengimplementasikan pengawasan dan tindakan pengendalian DBD (Dhewantara, Ruliansyah, Fuadiyah, Astuti, & Widawati, 2015) Hasil penelitian di Kecamatan Genuk Kabupaten Semarang menunjukkan bahwa kejadian DBD terkonsentrasi di beberapa RW yang dekat dengan tumpukan ban bekas di sekitar permukiman dan sumur gali terbuka (Kartika & Pawenang, 2017). Penelitian di Kabupaten Cirebon mengidentifikasi bahwa sebagian besar desa yang berisiko tinggi

terletak di bagian utara Cirebon dan dekat dengan kota, juga jaringan jalan utama yang menghubungkan Cirebon dengan Majalengka dan Indramayu. Kedua wilayah kabupaten ini dikenal sebagai daerah rawan demam berdarah (Astuti dkk., 2019). Adanya informasi spasial diharapkan mendukung kemudahan intervensi kebijakan secara lokal spesifik pada wilayah yang dianggap memiliki risiko yang lebih besar daripada wilayah yang lain.

## **B. KEPADATAN PENDUDUK DAN PERMUKIMAN**

Kepadatan penduduk merupakan fenomena yang menimbulkan permasalahan bagi setiap negara pada masa yang akan datang. Hal ini disebabkan oleh terbatasnya luas bumi dan terbatasnya potensi sumber daya alam yang dapat memenuhi kebutuhan hidup manusia, sementara perkembangan jumlah manusia di dunia tidak terbatas. Berdasarkan fenomena yang muncul saat ini dan perkiraan masalah di masa yang akan datang, kepadatan penduduk perlu dikaji secara lebih mendalam dalam usaha mengantisipasi masalah sosial yang timbul pada masa kini dan masa yang akan datang (Panjaitan, 2014).

Permukiman adalah bagian dari lingkungan hidup di luar kawasan lindung, baik berupa kawasan perkotaan maupun perdesaan yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal, atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung perikehidupan dan penghidupan (Sekretariat Negara Republik Indonesia, 1992). Permukiman diartikan sebagai perumahan atau kumpulan tempat tinggal dengan segala unsur serta kegiatan yang berkaitan dan yang ada di dalam permukiman. Jika perumahan diartikan sebagai wadah fisiknya, permukiman ialah paduan antara wadah dan isinya, yakni manusia yang hidup bermasyarakat dan berbudaya. Sementara itu, prasarana lingkungan adalah kelengkapan dasar fisik lingkungan yang memungkinkan lingkungan permukiman dapat berfungsi sebagaimana mestinya (Pranoto, 2007).

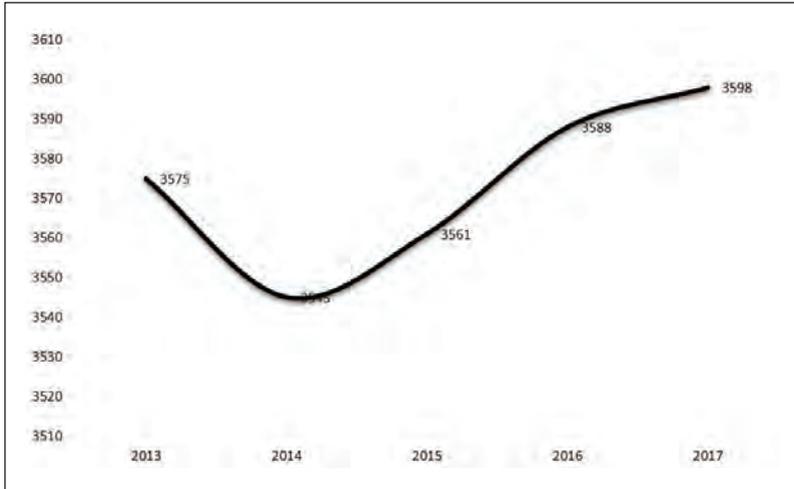
Kepadatan penduduk merupakan salah satu faktor risiko penularan penyakit DBD. Semakin padat penduduk, semakin mudah nyamuk *Aedes* menularkan virusnya dari satu orang ke orang

lainnya. Pertumbuhan penduduk yang tidak memiliki pola tertentu dan urbanisasi yang tidak terencana serta tidak terkontrol merupakan faktor yang berperan dalam munculnya kembali kejadian luar biasa penyakit DBD (WHO, 2011).

Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, permukiman juga akan terus berkembang. Peningkatan jumlah penduduk akan meningkatkan permintaan permukiman dan sarana pendukung, sementara lahan yang tersedia terbatas. Akibatnya, terjadi kepadatan permukiman. Kepadatan permukiman yang terus meningkat, pengelolaan lingkungan perkotaan yang belum optimal, dan ditunjang oleh kondisi iklim akan mempercepat penyebaran DBD. Hal ini karena penyebaran populasi nyamuk *Aedes* sp. erat semakin marak akibat didirikannya rumah-rumah baru yang dilengkapi sarana pengadaan dan penyimpanan air untuk keperluan sehari-hari. Sebuah penelitian tentang analisis tingkat kerawanan penyakit demam berdarah dengue (DBD) di Kecamatan Gondokusuman Kota Yogyakarta dengan bantuan sistem informasi geografis menyatakan bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap kerawanan penyakit DBD di Kecamatan Gondokusuman adalah kepadatan pemukiman. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa kepadatan pemukiman memiliki nilai sumbangan efektif sebesar 19,54% (Chasanah, 2016).

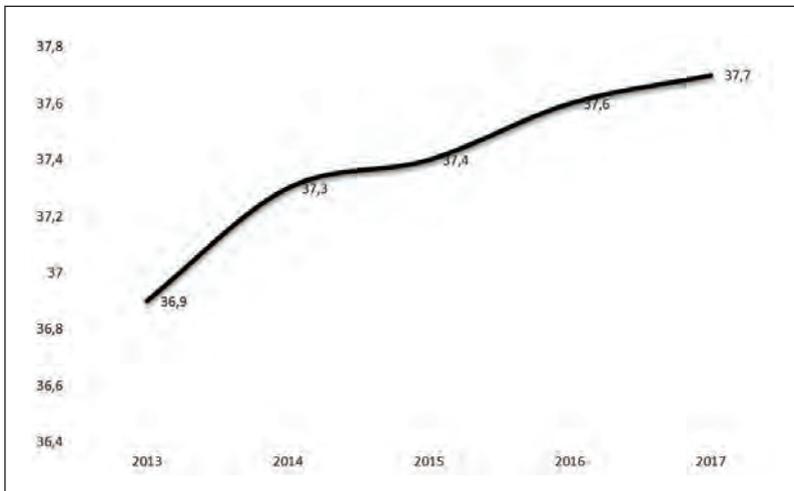
Sementara itu, jumlah penduduk di Kota Tasikmalaya terus mengalami peningkatan tiap tahun. Hal tersebut berpengaruh terhadap kepadatan penduduk, seperti dapat dilihat pada Gambar 8.3.

Jumlah penduduk di Kota Tasikmalaya yang terus mengalami peningkatan berimplikasi terhadap kondisi permukiman. Kebutuhan akan lahan pemukiman semakin meningkat setiap tahun. Hal tersebut berpengaruh terhadap kepadatan permukiman Kota Tasikmalaya (Gambar 8.4).



Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Tasikmalaya (2014, 2015, 2016, 2017)

**Gambar 8.3** Kepadatan Penduduk Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2013–2017 (per Km<sup>2</sup>)



Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Tasikmalaya (2013, 2014, 2015, 2016, 2017)

**Gambar 8.4** Kepadatan Pemukiman Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2013–2018

### C. KETERKAITAN ANTARA KEPADATAN PENDUDUK DAN ANGKA KEJADIAN DBD

Kepadatan penduduk turut menunjang penularan penyakit DBD. Semakin padat penduduk, semakin mudah nyamuk *Aedes* menularkan virusnya dari satu orang ke orang lainnya. Pertumbuhan penduduk yang tidak memiliki pola tertentu dan urbanisasi yang tidak terencana serta tidak terkontrol berperan dalam munculnya kembali kejadian luar biasa penyakit DBD (WHO, 2011). Namun, hasil penelitian di Kota Tasikmalaya tidak sejalan pernyataan tersebut. Berdasarkan uji chi-square untuk mengetahui hubungan antara kepadatan penduduk dan kejadian DBD, diperoleh nilai  $p\text{-value} = 0,99 (> 0,05)$  sehingga tidak ada hubungan antara kepadatan penduduk dengan kejadian DBD (Ruliansyah, Yuliasih, Ridwan, & Kusnandar, 2017). Dalam penelitian di Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, daerah yang sering terjangkit DBD bukanlah wilayah dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Saat terjadi kasus DBD, Puskesmas Umbulharjo langsung melakukan pemantauan epidemiologi ke rumah penderita, dan jika dalam wilayah tersebut telah terjadi dua kasus secara beruntun, langsung dilakukan *fogging* (Setiawan, Supardi, & Bani, 2017). Hasil penelitian di Puskesmas Umbulharjo berbeda dengan penelitian spasial DBD yang dilakukan di Malaysia. Hasil penelitian spasial DBD di Malaysia menyebutkan bahwa faktor yang paling berpengaruh dalam risiko penularan demam dengue adalah tipe permukiman, kepadatan populasi, penggunaan lahan, dan ketinggian (Hazrin dkk., 2016; Dom, Ahmad, Latif, & Ismail, 2016). Studi spasial dengue menggunakan SaTScan di Bangladesh menunjukkan bahwa penularan spasial temporal DBD di Bangladesh pada 2000–2002 tersebar secara *cluster* atau mengelompok, dengan Kota Dhaka sebagai *cluster* utama. Beberapa kota lain di Bangladesh merupakan *cluster* kedua (*secondary cluster*) (Banu dkk., 2012).

Faktor kepadatan penduduk memengaruhi proses penularan atau pindahan penyakit dari satu orang ke orang lain. Tanpa adanya upaya pencegahan yang memadai, semakin padat penduduk

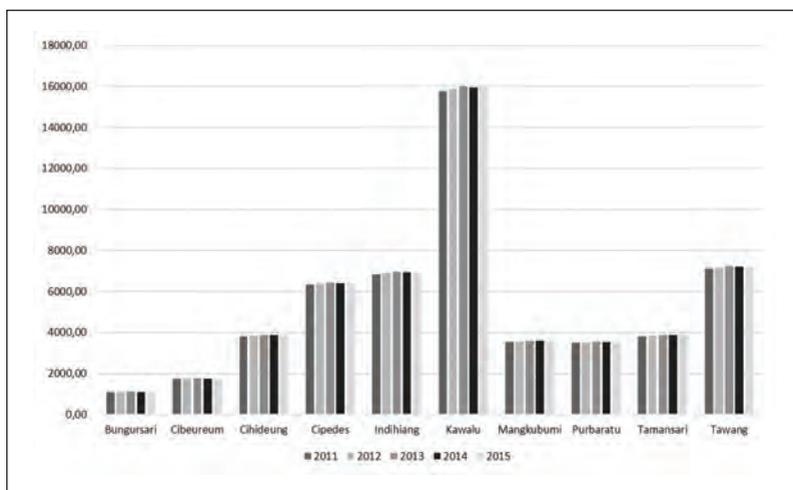
menyebabkan semakin kondusifnya perkembangbiakan virus sehingga mengakibatkan peningkatan kasus DBD (Achmadi, 2012; Ruliansyah, Gunawan, & Juwono, 2011). Kepadatan penduduk dan urbanisasi yang tidak terkendali memerlukan perhatian khusus pemerintah karena hal ini terkait dengan kelayakan hidup manusia. Oleh sebab itu, diperlukan informasi distribusi penduduk secara geografis yang memungkinkan pemerintah untuk mengatasi masalah kepadatan penduduk. Informasi kepadatan penduduk tersebut tentu sangat berpengaruh terhadap upaya-upaya dalam bidang kesehatan (Achmadi, 2012). Sebuah penelitian analisis spasial kejadian DBD di wilayah kerja Puskesmas Kedungmundu Kecamatan Tembalang Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah menyimpulkan bahwa penyebaran DBD menunjukkan pola berkerumun atau *cluster*, terutama di kelurahan dengan kepadatan penduduk yang tertinggi. Sebaran kejadian DBD berdasarkan kepadatan penduduk dengan analisis buffer menunjukkan bahwa semua kelurahan memiliki potensi penularan DBD (Kusuma & Sukendra, 2016).

Angka kepadatan penduduk per kecamatan di Kota Tasikmalaya pada 2011–2015 memiliki jumlah yang bervariasi. Gambar 8.5 menunjukkan bahwa kepadatan penduduk terendah terjadi pada 2011, yakni 1.790,75 jiwa/km<sup>2</sup> di Kecamatan Tamansari, sedangkan yang tertinggi terjadi pada 2013, yakni 13.461,57 jiwa/km<sup>2</sup> di Kecamatan Cihideung. Berdasarkan UU No.56 tahun 1960, suatu wilayah tergolong sangat padat bila dihuni lebih dari 401 jiwa/km<sup>2</sup> (Sekretariat Negara Republik Indonesia, 1960).

Meskipun memiliki tingkat kepadatan yang sama-sama tinggi, terdapat perbedaan yang signifikan antara kepadatan Kecamatan Cihideung dengan Kecamatan Tamansari. Kondisi tersebut disebabkan oleh perbedaan karakteristik kedua wilayah kecamatan tersebut. Kecamatan Tamansari tergolong perdesaan, sementara Kecamatan Cihideung merupakan pusat kota sehingga terjadi mobilisasi penduduk yang cukup besar ke Kecamatan Cihideung. Di pusat kota, terdapat faktor penarik masyarakat melakukan perpindahan ke kota di antaranya kesempatan memperoleh

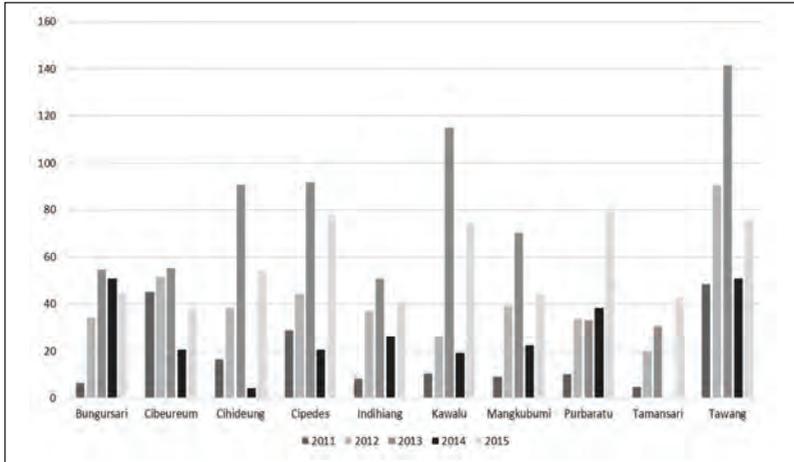
pendidikan yang lebih baik, adanya aktivitas di tempat hiburan dan pusat kebudayaan, dan adanya harapan memperoleh kesempatan memperbaiki taraf hidup (Todaro & Smith, 2003).

Kejadian DBD di Kota Tasikmalaya pada 2011–2015 berdasarkan Gambar 8.6 terdapat di semua wilayah kecamatan, dengan jumlah angka kejadian DBD bervariasi. Angka kejadian demam berdarah dengue terendah terjadi pada 2014 dengan IR 0/100.000 penduduk di Kecamatan Tamansari, sedangkan yang tertinggi pada 2013 dengan IR 141,54/100.000 penduduk di Kecamatan Tawang.



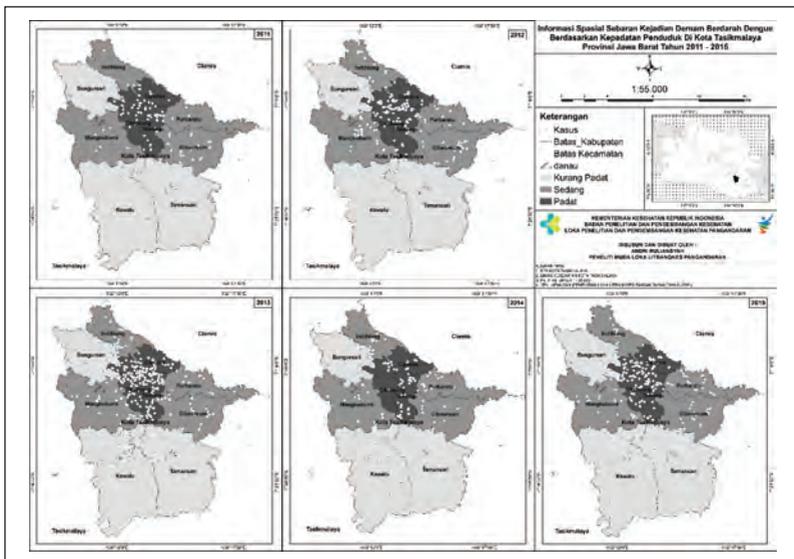
Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Tasikmalaya (2013, 2014, 2015, 2016, 2017)

**Gambar 8.5** Kepadatan Penduduk per Kecamatan di Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2011–2015 (per Hektare).



Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Tasikmalaya (2013, 2014, 2015, 2016, 2017)

**Gambar 8.6** Angka Kesakitan Demam Berdarah Dengue per 100.000 Penduduk per Kecamatan Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2011–2015



**Gambar 8.7** Informasi Spasial Sebaran Kejadian DBD Berdasarkan Kepadatan Penduduk di Kota Tasikmalaya Tahun 2011–2015.

Jika ditumpangsusunkan antara kepadatan penduduk dengan angka kesakitan, terlihat bahwa sebaran DBD tidak terfokus pada kecamatan yang memiliki jumlah penduduk yang padat saja, tetapi di setiap kecamatan terdapat kasus. Berikut ini informasi spasial sebaran kejadian DBD berdasarkan kepadatan penduduk di Kota Tasikmalaya Tahun 2011–2015.

Data kepadatan penduduk dan data kejadian DBD dari 10 kecamatan selama kurun waktu 2011–2015 diuji korelasi dengan menggunakan uji korelasi Spearman untuk mengetahui ada tidaknya hubungan dan bagaimana arah hubungan antara dua variabel yang diteliti. Adapun hasil uji korelasi ditampilkan pada Tabel 8.1.

**Tabel 8.1** Hasil Uji Korelasi Spearman Antara Kepadatan Penduduk dan Angka Kejadian DBD di Kota Tasikmalaya Tahun 2011–2015

No	Tahun	Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)	p-value
1	2011	0,646	0,043	0,05
2	2012	0,683	0,03	
3	2013	0,394	0,26	
4	2014	0,091	0,802	
5	2015	0,236	0,511	

Berdasarkan Tabel 8.1, didapatkan nilai signifikan yang bervariasi. Pada 2011, nilai  $p=0,043$  dan pada 2012 nilai  $p=0,03$  dengan nilai ( $p < 0,05$ ) sehingga dapat disimpulkan bahwa kepadatan penduduk dan angka kejadian demam berdarah mempunyai hubungan. Nilai koefisien korelasi didapatkan sebesar 0,646 dan 0,0683 atau bernilai positif, artinya memiliki hubungan yang kuat. Pada 2013, 2014, dan 2015, nilai  $p > 0,05$  sehingga pada tahun tersebut kepadatan penduduk dan angka kejadian demam berdarah tidak mempunyai hubungan.

Di Kota Tasikmalaya, tidak terdapat hubungan antara kepadatan penduduk dengan angka kejadian DBD. Hal ini sejalan dengan

kondisi di Kabupaten Jember yang tidak ada hubungan signifikan antara kepadatan penduduk dengan kejadian penyakit DBD (Sholehudin, Ma'rufi, & Ellyke dkk., 2014). Demikian juga yang terjadi di Kota Mataram; kepadatan penduduk tidak berperan dalam kejadian luar biasa penyakit DBD. Kepadatan penduduk bukan merupakan faktor kausatif, melainkan hanya salah satu faktor risiko yang bersama dengan faktor risiko lainnya (mobilitas penduduk, sanitasi lingkungan, keberadaan kontainer perindukan nyamuk *Aedes*, kepadatan vektor, tingkat pengetahuan, sikap dan tindakan masyarakat) dapat memengaruhi terjadinya penyakit DBD (Fathi, Soedjadi, & Wahyuni, 2005).

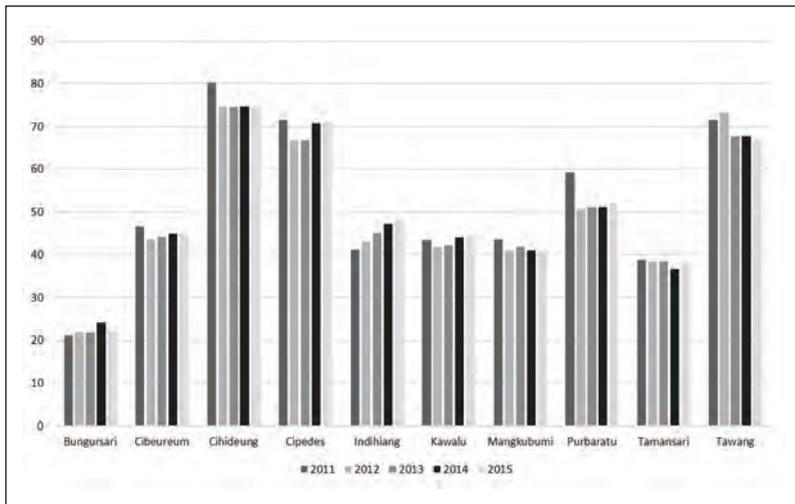
Hal ini berseberangan dengan penelitian di Kabupaten Sleman yang menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kepadatan penduduk dengan kejadian demam berdarah dengue di Kabupaten Sleman (Riyanto, 2017). Begitu juga dengan penelitian di Kabupaten Tanah Datar, yang menyimpulkan bahwa semakin tinggi kepadatan penduduk maka semakin tinggi pula kejadian DBD (Masrizal & Sari, 2016).

#### **D. KETERKAITAN ANTARA KEPADATAN PEMUKIMAN DAN ANGKA KEJADIAN DBD**

Permasalahan yang terjadi dengan adanya peningkatan jumlah penduduk adalah meningkatnya permintaan akan permukiman dan sarana pendukung. Namun, lahan yang tersedia semakin terbatas sehingga terjadi kepadatan pemukiman. Penataan permukiman, baik yang sudah terbangun maupun yang akan dibangun, menjadi penting untuk layanan hidup sehat. Pemerintah dan masyarakat seyogianya memikirkan dan mewujudkan bersama hal ini agar pencegahan wabah penyakit yang disebabkan oleh faktor kepadatan pemukiman dapat terhindari (Boekoesoe, 2013).

Kepadatan pemukiman yang terus meningkat, pengelolaan lingkungan perkotaan yang belum optimal dan ditunjang oleh kondisi iklim, akan mempercepat penyebaran DBD. Belum adanya cara penentuan tingkat kerentanan wilayah terhadap

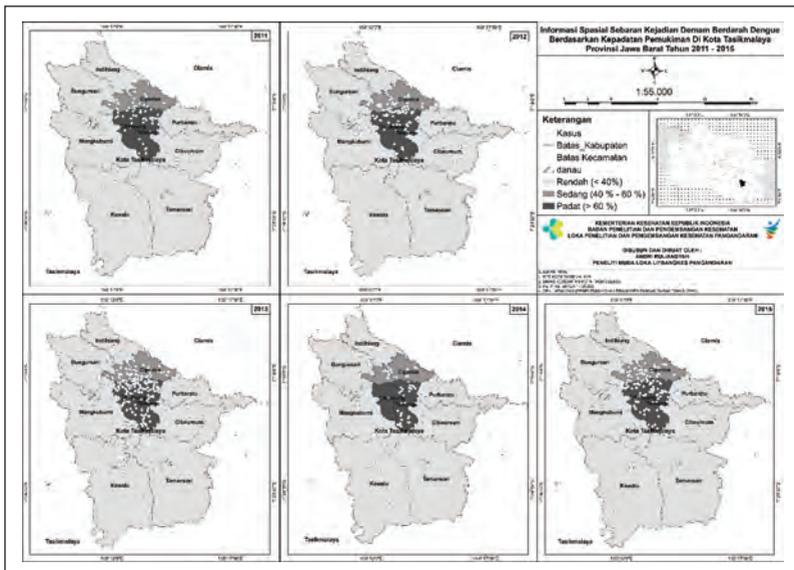
perkembangbiakan nyamuk membuat pengendalian sarang nyamuk *Ae aegypti* dan *Ae albopictus* membutuhkan tenaga, biaya yang besar, dan waktu yang lama. Seperti diketahui, penyebaran populasi *Aedes* sp. erat kaitannya dengan kepadatan permukiman, terutama didirikannya rumah-rumah baru yang dilengkapi sarana penyimpanan air untuk keperluan sehari-hari. Penelitian “Analisis Tingkat Kerawanan Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kecamatan Gondokusuman Kota Yogyakarta dengan Berbantuan Sistem Informasi Geografis” menyatakan bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap kerawanan penyakit DBD di Kecamatan Gondokusuman adalah kepadatan permukiman. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa kepadatan pemukiman memiliki nilai sumbangan efektif sebesar 19,54% terhadap kerawanan penyakit DBD (Chasanah, 2016).



Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Tasikmalaya (2013, 2014, 2015, 2016, 2017)

**Gambar 8.8** Kepadatan Pemukiman (%) per Kecamatan di Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Tahun 2011–2015

Kota Tasikmalaya dalam kurun waktu 2011–2015 memiliki angka kepadatan permukiman dengan jumlah yang bervariasi. Berdasarkan Gambar 22, kepadatan permukiman terendah terjadi pada 2011, yakni 21,12% di Kecamatan Bungursari, sedangkan yang tertinggi terjadi pada 2011, yakni 80,23% di Kecamatan Cihideung. Kepadatan permukiman tiap kecamatan di Kota Tasikmalaya jumlahnya variatif antara satu kecamatan dengan kecamatan yang lain. Jika ditumpangsusunkan antara kepadatan permukiman dengan angka kesakitan, terlihat bahwa sebaran DBD tidak terfokus pada kecamatan dengan kepadatan permukiman yang padat saja, tetapi di setiap kecamatan terdapat kasus. Berikut ini informasi spasial sebaran kejadian DBD berdasarkan kepadatan permukiman di Kota Tasikmalaya Tahun 2011–2015.



**Gambar 8.9** Informasi Spasial Sebaran Kejadian DBD Berdasarkan Kepadatan Pemukiman di Kota Tasikmalaya Tahun 2011–2015

Data kepadatan pemukiman dan kejadian DBD yang didapat dari 10 kecamatan selama kurun waktu 2011–2015 diuji korelasi dengan menggunakan uji korelasi Spearman untuk mengetahui ada tidaknya hubungan dan bagaimana arah hubungan antara dua variabel yang diteliti. Adapun hasil uji korelasi ditampilkan pada Tabel 8.2.

**Tabel 8.2** Hasil Uji Korelasi Spearman Antara Kepadatan Penduduk dan Angka Kejadian DBD di Kota Tasikmalaya Tahun 2011–2015

No	Tahun	Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)	p-value
1	2011	0,579	0,079	0,05
2	2012	0,616	0,058	
3	2013	0,345	0,328	
4	2014	0,109	0,763	
5	2015	0,261	0,467	

Berdasarkan Tabel 8.2, didapatkan nilai signifikan yang bervariasi. Pada 2011–2015 nilai  $p > 0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa kepadatan pemukiman dan angka kejadian demam berdarah tidak mempunyai hubungan. Kepadatan permukiman hanya merupakan faktor risiko, sama seperti faktor risiko lainnya, yaitu mobilitas penduduk, sanitasi lingkungan, keberadaan kontainer perindukan nyamuk Aedes, kepadatan vektor, tingkat pengetahuan, sikap dan tindakan yang dapat memengaruhi terjadinya penyakit DBD.

Hal ini berseberangan dengan penelitian di Kota Malang yang menunjukkan bahwa secara statistik terdapat hubungan yang signifikan antara luas penggunaan lahan permukiman dengan kejadian DBD. Luas penggunaan lahan permukiman dan kejadian demam berdarah dengue di Kota Malang pada 2002–2011 menunjukkan hubungan yang sangat kuat ( $r=0,750$ ) dan berpola positif. Artinya, semakin luas lahan permukiman, kejadian DBD akan semakin meningkat (Sihombing, Marsaulina, & Ashar, 2014).

## E. PENUTUP

Kepadatan penduduk di permukiman, meskipun secara statistik tidak ada hubungan, bisa dijadikan sebagai peringatan dini terkait DBD. Hal tersebut didapatkan dari hasil analisis tetangga dekat, yakni salah satu analisis yang digunakan untuk menjelaskan pola persebaran dari titik-titik lokasi tempat dengan menggunakan perhitungan yang mempertimbangkan, jarak, jumlah titik lokasi dan luas wilayah. Hasil analisis tersebut lebih jauh menyatakan bahwa jenis pola sebaran kasus DBD di Kota Tasikmalaya terjadi secara mengelompok sehingga wilayah-wilayah yang terjadi pengelompokan (*clustering*) kasus merupakan daerah yang rentan terhadap penyakit DBD (Ruliansyah dkk, 2017). Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat, terutama di pusat-pusat kota, merupakan sumber terciptanya individu yang rentan terhadap penyebaran penyakit DBD. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa wilayah dengan jumlah penduduk yang besar dan mempunyai kepadatan penduduk yang tinggi menyebabkan tingginya insiden demam berdarah dengue (DBD). Selama ini, penyebaran penyakit DBD banyak dilaporkan di daerah-daerah perkotaan dan daerah dengan permukiman baru. Hal ini terjadi karena populasi penduduk semakin padat dan menyebabkan kepadatan tempat tinggal di daerah tersebut. Hal ini menyebabkan jarak terbang vektor penyakit DBD menjadi lebih pendek sehingga penularan semakin mudah dan menciptakan kondisi yang tepat untuk transmisi (Prasetyo, 2012).

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U. F. (2012). *Manajemen penyakit berbasis wilayah*. Jakarta: Rajawali Press.
- Anselin, L. (1999). *Spatial econometrics*. Dallas: School of Social Sciences University of Texas at Dallas.
- Astuti, E. P., Dhewantara, P. W., Prasetyowati, H., Ipa, M., Herawati, C., & Hendrayana, K. (2019). Paediatric dengue infection in Cirebon, Indonesia: a temporal and spatial analysis of notified dengue incidence to inform surveillance. *Parasites Vectors*, 12, 186. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3446-3>

- Badan Pusat Statistik Kota Tasikmalaya. (2013). *Statistik daerah Kota Tasikmalaya 2013*. Tasikmalaya
- Badan Pusat Statistik Kota Tasikmalaya. (2015). *Kota Tasikmalaya dalam angka 2015*. Tasikmalaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Tasikmalaya. (2017). *Kota Tasikmalaya dalam angka 2017*. Tasikmalaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Tasikmalaya. (2014). *Statistik daerah Kota Tasikmalaya 2014*. Tasikmalaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Tasikmalaya. (2016). *Statistik daerah Kota Tasikmalaya 2016*. Tasikmalaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Tasikmalaya. (2018). *Statistik Daerah Kota Tasikmalaya 2018*. Tasikmalaya.
- Banu, S., Wenbiao, Hu., Hurst, C., Guo, Y., Islam, M. Z., & Tong, S. (2012). Space-time clusters of dengue fever in Bangladesh. *Tropical Medicine & International Health*, 17, 1086–1091.
- Boekoesoe, L. (2013). Kajian faktor lingkungan terhadap kasus demam berdarah dengue (DBD) studi kasus di Kota Gorontalo Provinsi Gorontalo (Disertasi Universitas Negeri Gorontalo).
- Chasanah, M. Z. (2016). Analisis tingkat kerawanan penyakit demam berdarah dengue (DBD) di Kecamatan Gondokusuman Kota Yogyakarta dengan berbantuan sistem informasi geografis. *Jurnal Geo Educasia*, 1(10), 2–20.
- Dhewantara, P. W., Ruliansyah, A., Fuadiyah, M. E., Astuti, E. P., & Widawati, M. (2015). Space-time scan statistics of 2007–2013 dengue incidence in Cimahi City, Indonesia. *Geospat Health*, 10(2), 373.
- Dinkes Provinsi Jawa Barat. (2014). *Profil kesehatan Provinsi Jawa Barat tahun 2013*. Bandung: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat.
- Dinkes Provinsi Jawa Barat. (2015). *Profil kesehatan Provinsi Jawa Barat tahun 2014*. Bandung: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat.
- Dinkes Provinsi Jawa Barat. (2016). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Barat tahun 2015*. Bandung: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat.
- Dinkes Provinsi Jawa Barat. (2017). *Profil kesehatan Provinsi Jawa Barat tahun 2016*. Bandung: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat.
- Dinkes Provinsi Jawa Barat. (2018). *Profil kesehatan Provinsi Jawa Barat tahun 2017*. Bandung.

- Dom, N. C., Ahmad, A. H., Latif, Z. A., & Ismail, R. (2016). Application of geographical information system-based analytical hierarchy process as a tool for dengue risk assessment. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 6(12), 928–935.
- Fathi, K., Soedjajadi & Wahyuni, C. U., 2005. Peran faktor lingkungan dan perilaku terhadap penularan demam berdarah dengue di Kota Mataram. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(1), 1–10.
- Hazrin, M., Guat. H. T., Jai, N., Yoep, N., Mutalip, H., Paiwai, F., ..., Warijo, O. (2016). Spatial distribution of dengue incidence : a case study in Putrajaya. *Journal of Geographic Information System*, 8,(February), 89–97.
- Kartika, K., & Pawenang, E. T. (2017). Analisis spasial faktor lingkungan pada kejadian demam berdarah dengue di Kecamatan Genuk. *Unnes Journal of Public Health* 6(4), 225–231.
- Kusuma, A. P., & Sukendra, D. M. (2016). Analisis spasial kejadian demam berdarah dengue berdasarkan kepadatan penduduk. *Unnes Journal of Public Health*, 5(1), 48–56.
- Masrizal, & Sari, N. P. (2016). Analisis kasus DBD berdasarkan unsur iklim dan kepadatan penduduk melalui pendekatan GIS di Tanah Datar. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(2), 166–171.
- Panjaitan, E. R. R. (2014). Analisis pengaruh kepadatan penduduk terhadap kepadatan ruas jalan menggunakan sistem informasi geografis. Universitas Diponegoro.
- Pranoto, A. B. (2007). Hubungan kepadatan pemukiman dengan ketersediaan infrastruktur. Universitas Diponegoro.
- Prasetyo, A. (2012). Analisis spasial penyebaran penyakit demam berdarah dengue di Kecamatan Magetan Kabupaten Magetan. Universitas Gadjah Mada.
- Riyanto, S. (2017). Hubungan kepadatan penduduk dengan kejadian demam berdarah dengue di Kabupaten Sleman. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Ruliansyah, A., Yuliasih, Y., Ridwan, W., & Kusnandar, A. J. (2017). Analisis risiko kejadian demam berdarah dengue (DBD) dengan model standart deviational ellipse (SDE) sebagai bahan penguatan surveilans di Kota Tasikmalaya, Pangandaran. *Aspirator*, 9(2), 85–90.

- Ruliansyah, A., Gunawan, T., & Juwono, S. (2011). Pemanfaatan citra penginderaan jauh dan sistem informasi geografis untuk pemetaan daerah rawan demam berdarah dengue (studi kasus di Kecamatan Pangandaran Kabupaten Ciamis Provinsi Jawa Barat). *Aspirator*, 3(2), 72–81.
- Sekretariat Negara Republik Indonesia. (1960). Undang-undang no. 56 PRP tahun 1960 tentang penetapan luas tanah pertanian. Jakarta.
- Sekretariat Negara Republik Indonesia. (1992). Undang-undang Republik Indonesia nomor 4 tahun 1992 tentang perumahan dan permukiman. Jakarta.
- Setiawan, B., Supardi, F., & Bani, V. K. B. (2017). Analisis spasial kerentanan wilayah terhadap kejadian demam berdarah dengue di wilayah kerja Puskesmas Umbulharjo Kota Yogyakarta tahun 2013. *Jurnal Vektor Penyakit*, 11(2), 77–87.
- Sholehudin, M., Ma'rufi, I., & Ellyke. (2014). Hubungan sanitasi lingkungan, perilaku pengendalian jentik dan nyamuk, dan kepadatan penduduk dengan penyakit demam berdarah dengue (DBD) di Kabupaten Jember. *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 2(3), 476–484.
- Sihombing, G. F., Marsaulina, I., & Ashar, T. (2014). Hubungan curah hujan, suhu udara, kelembaban udara, kepadatan penduduk dan luas lahan permukiman dengan kejadian demam berdarah dengue di Kota Malang periode tahun 2002–2011. *Jurnal Lingkungan dan Kesehatan Kerja*, 3(1), 1–9.
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2003). *Pembangunan ekonomi di dunia ketiga (edisi ke-8)*. Jakarta: Erlangga.
- WHO. (2011). Comprehensive guidelines for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever. New Delhi: SEARO Technical Publication Series.
- Wu, P.-C., Lay J. G., Guo, H. R., Lin, C. Y., Lung, S. C., & Su, H. J. (2009). Higher temperature and urbanization affect the spatial patterns of dengue fever transmission in subtropical Taiwan. *The Science of the Total Environment*, 407(7), 2224–2233.
- Yoli, K. (2007). Pola penyebaran spasial demam berdarah dengue di Kota Bogor tahun 2005 (Skripsi Institut Pertanian Bogor).



# Bab 9

## Pengaruh Iklim Terhadap Kejadian Dengue

M. Ezza Azmi Fuadiyah



### A. IKLIM DAN PERUBAHAN

Sebelum tahun 1970, hanya sembilan negara yang mengalami epidemi demam berdarah dengue (DBD). Namun, penyakit ini kini telah menjadi penyakit endemis di lebih dari 100 negara di Afrika, Mediterania Timur, Amerika, Asia Tenggara, dan Pasifik Barat. Tiga wilayah terakhir merupakan wilayah yang paling terdampak. Kasus di tiga wilayah tersebut melampaui 1,2 juta pada 2008 dan 3,2 juta pada 2015. Diperkirakan 500.000 orang dirawat di rumah sakit karena DBD tiap tahunnya dan 2,5%-nya berakhir dengan kematian (WHO, 2018). Brady dkk. (2012) menyatakan bahwa 3,9 miliar orang di 128 negara berisiko terinfeksi dengue.

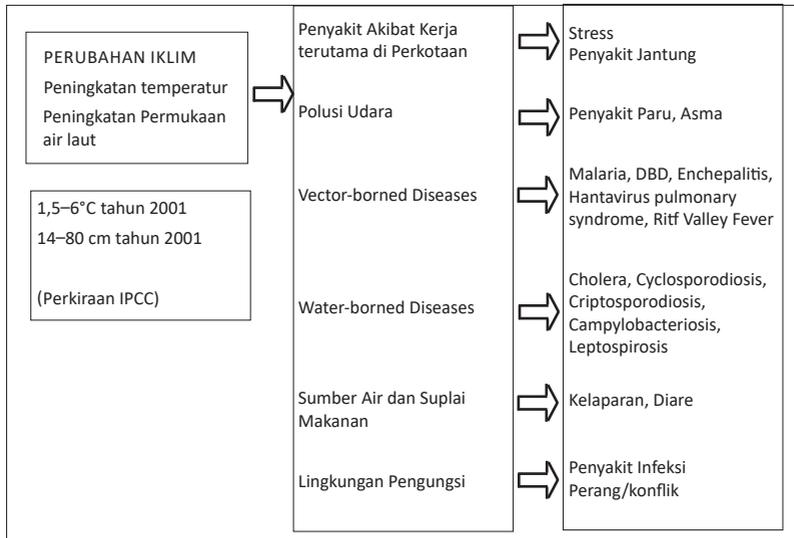
Demam berdarah dengue, sebagaimana penyakit tular vektor yang lain, bergantung pada kondisi vektor yang menularkannya. Nyamuk vektor dapat bertahan dan bereproduksi secara optimal pada kondisi iklim tertentu sehingga perubahan pada kondisi iklim tersebut dapat secara signifikan mengubah pola transmisi penyakit. DBD merupakan penyakit musiman yang sering diasosiasikan dengan cuaca yang hangat dan lembap. Meskipun faktor iklim yang paling berpengaruh pada transmisi penyakit tular vektor adalah suhu dan penguapan, ketinggian permukaan air laut, angin, dan

penyinaran matahari juga penting untuk diperhatikan (McMichael, Friel, Nyong, & Corvalan, 2008). Pengaruh perubahan iklim terhadap penyakit tular vektor tergolong tidak langsung, tetapi tetap harus tetap diperhatikan karena perubahan kondisi iklim (seperti pola hujan, suhu dan kelembapan) berpengaruh pada jumlah dan *survival rate* nyamuk. Informasi mengenai iklim menjadi sangat penting bagi para peneliti untuk memprediksi tren penyakit tular vektor, seperti DBD (WHO, 2014).

Perubahan iklim menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) adalah segala bentuk perubahan pada iklim seiring waktu, baik penyebab alami maupun hasil dari aktivitas manusia. *Framework Convention on Climate Change* (FCCC) menyatakan bahwa perubahan iklim adalah perubahan komposisi atmosfer global yang terjadi karena aktivitas manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, dan karena sebab alami yang diobservasi dalam kurun waktu tertentu (IPCC, 2007). Unsur iklim meliputi temperatur (suhu), curah hujan, cahaya, tekanan udara, dan laju serta arah angin (Ahrens, 2013).

## **B. DAMPAK PERUBAHAN IKLIM PADA PENYAKIT TULAR VEKTOR**

Perubahan iklim telah dan akan berdampak terhadap kesehatan manusia (Caminade, Mcintyre, & Jones, 2018; Levy, Patz, & Francis, 2015). Konsekuensi dari perubahan iklim adalah terjadinya perubahan lingkungan, misalnya kenaikan suhu, tingkat penguapan yang ekstrem, kenaikan permukaan air laut, dan fenomena cuaca yang ekstrem. Dampak langsung perubahan iklim terhadap kesehatan adalah kesakitan dan kematian yang terkait dengan suhu ekstrem, fenomena cuaca ekstrem, dan paparan radiasi ultraviolet. Dampak tidak langsung terlihat pada pola penyakit tular vektor, penyakit pada saluran pernapasan karena perubahan kualitas udara dan adanya alergen, penyakit pencernaan, tengkes (*stunting*), dan malnutrisi karena memburuknya ketahanan pangan, serta ketersediaan dan keamanan air (Levy dkk., 2015; Wolf, Lyne, Martinez, & Kendrovski, 2015).

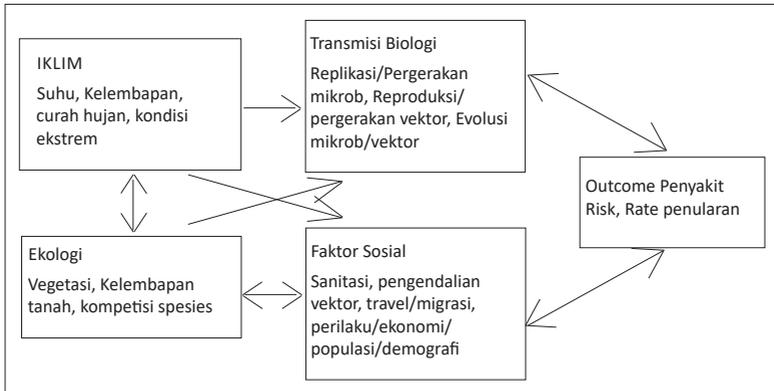


Sumber: Patz dan Reisen (2001)

**Gambar 9.1** Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Kesehatan Manusia

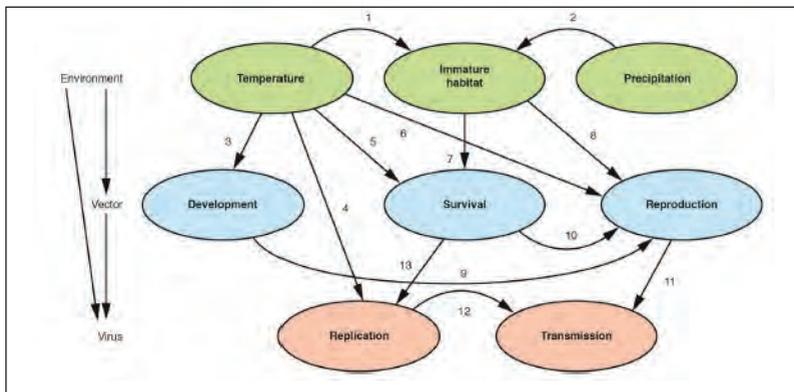
Penyakit tular vektor sangat terpengaruh oleh perubahan iklim. Hal ini karena vektor yang menjadi faktor penting dalam penularan membutuhkan kondisi lingkungan tertentu agar optimal dalam pertumbuhan, ketahanan hidup, kemampuan berpindah tempat, dan persebarannya. Faktor-faktor yang membentuk kondisi optimal tersebut, yaitu penguapan, suhu, kelembapan, dan intensitas radiasi ultraviolet. Penyakit malaria dan dengue diasosiasikan dengan kondisi lingkungan hangat, terutama daerah tropis dengan pola transmisi penyakit tergantung musim. Iklim dapat secara langsung memengaruhi transmisi penyakit menular melalui efeknya terhadap perkembangbiakan dan pergerakan agen dan vektor penyakit. Namun, iklim juga dapat berpengaruh secara tidak langsung melalui dampaknya terhadap perubahan ekologi dan perilaku manusia (National Research Council, 2001).

Sumber: National Research Council (2001)



**Gambar 9.2** Gambaran “Jaring” Faktor-Faktor yang Memengaruhi Transmisi Agen Penyakit Menular

Iklim berpengaruh terhadap transmisi penyakit, misalnya vektor akan berkembangbiak dengan optimum apabila suhu, kelembapan, dan zat hara tersedia dalam jumlah yang optimum untuk kehidupannya. Pada keadaan optimum, nyamuk akan cepat sekali berubah dari fase telur mencapai fase dewasa dalam tujuh hari atau kurang. Namun, apabila lingkungan tidak mendukung, siklus ini bisa berlangsung sangat lama (Sumirat, 2009).



Sumber: Morin, Comrie, dan Ernst (2013)

**Gambar 9.3** Diagram Pengaruh Biofisik pada Ekologi DENV

Gambar 9.3 memperlihatkan interaksi antara variabel iklim, vektor, dan virus. Angka yang tertera pada garis yang menghubungkan antara satu variabel dengan variabel lain mengidentifikasi jenis hubungan antarvariabel tersebut. Ketersediaan tempat perkembangbiakan potensial bagi larva vektor dipengaruhi oleh suhu melalui penguapan dan transpirasi (1) dan hujan yang akan turun (2). Suhu merupakan regulator utama dalam empat proses berikut (3–6): perkembangbiakan nyamuk (3), replikasi virus dalam tubuh nyamuk terinfeksi (4), daya tahan hidup nyamuk (5), dan perilaku reproduksi nyamuk (6). Ketersediaan habitat perkembangbiakan yang potensial sangat diperlukan untuk daya tahan hidup larva (7) dan reproduksi nyamuk dewasa (8). Pertumbuhan dan peningkatan daya tahan hidup nyamuk akan mempercepat masa reproduksi nyamuk (9 dan 10). Peningkatan reproduksi nyamuk memperbesar peluang terjadinya transmisi virus pada saat nyamuk mengisap darah (11), sedangkan replikasi virus yang semakin cepat akan meningkatkan peluang transmisi dengan mempersingkat masa inkubasi ekstrinsik (12). Terakhir, meningkatnya daya tahan hidup nyamuk dewasa akan meningkatkan jumlah replikasi virus (13) (Morin dkk., 2013).

Suhu telah diketahui memiliki peranan penting dalam ketahanan hidup, replikasi virus, dan masa infeksi pada vektor dewasa. Studi di Pasifik Barat Daya mengemukakan bahwa kenaikan suhu global yang diobservasi selama empat dekade berhubungan dengan kenaikan risiko terjadinya perjangkitan DBD (Souza, Silva, & Silva, 2010; Hii dkk., 2009). Suhu yang lebih tinggi juga menyebabkan beberapa virus bermutasi. Hal ini sudah terjadi pada virus penyebab demam berdarah dengue sehingga menyebabkan penyakit ini makin sulit diatasi (UNDP, 2017). Selain itu, kondisi suhu dapat mempersingkat masa inkubasi ekstrinsik virus dalam tubuh vektor dan mempercepat persebaran DBD (Tjaden, Thomas, Fischer, & Beierkuhnlein, 2013).

Kenaikan suhu global dapat meningkatkan kemungkinan migrasi dan ketahanan hidup vektor ke wilayah yang semula bukan daerah endemik atau di luar daerah tropis (Murray, Quam, & Wilder-Smith, 2013). Menurut IPCC, suhu rata-rata diprediksi meningkat

secara global dan dapat menciptakan kondisi kondusif bagi perkembangbiakan *Aedes* sp. di daerah yang saat ini bukan daerah endemis DBD. Kesesuaian dan kesamaan iklim di daerah non-endemis dengan daerah endemis DBD karena dampak perubahan iklim menyebabkan *Ae aegypti* dan *Ae albopictus* muncul dan bertahan hidup di daerah non-endemis pada waktu dekat (Reiter, 2010).

Kelembapan memengaruhi kelangsungan hidup (*survival rate*), kebiasaan menggigit, istirahat, dan lain-lain dari nyamuk. Kelembapan nisbi akan memengaruhi umur (*longevity*), distribusi, dan lama hidup nyamuk. Kelembapan yang rendah akan memperpendek umur nyamuk. Pada kelembapan kurang dari 60%, umur nyamuk akan menjadi pendek sehingga tidak cukup untuk siklus pertumbuhan parasit dalam tubuh nyamuk (McMichael, Friel, Nyong, & Corvalan, 2008).

Periode epidemi erat kaitannya dengan kelembapan yang tinggi di musim penghujan. Hal ini karena lingkungan dengan kelembapan tinggi dapat mempersingkat masa inkubasi dan meningkatkan aktivitas vektor dalam menggigit (Djunaedi, 2006). Jadi, pada kelembapan yang lebih tinggi, nyamuk akan lebih aktif dan lebih sering menggigit. Suhu tinggi dan kelembapan tinggi akan memperpanjang daya tahan hidup vektor. Namun, kelembapan rendah menyebabkan vektor lebih banyak mencari makan untuk mengatasi dehidrasi. Peningkatan suhu yang tinggi dan kelembapan yang rendah menyebabkan vektor menghasilkan keturunan dua kali lipat lebih banyak daripada suhu yang rendah dengan kelembapan yang tinggi (Soegijanto, 2004). Suatu penelitian menyebutkan bahwa persentase jumlah telur *Ae aegypti* yang menetas mengalami peningkatan terbesar seiring dengan meningkatnya kelembapan (Xu dkk., 2014).

Angin berkontribusi dalam arah penyebaran dan distribusi vektor secara pasif. Kecepatan angin memengaruhi daya terbang nyamuk. Kecepatan angin 11–14 meter per detik atau 25–31 mil per jam akan menghambat daya terbang nyamuk. Kecepatan angin juga

memengaruhi suhu udara dan pemberantasan vektor dengan cara pengasapan (*fogging*) (Departemen Kesehatan RI, 2007). Kecepatan angin memengaruhi daya jangkau nyamuk *Ae. aegypti*. Semakin luas daya jangkau nyamuk, semakin banyak kesempatan untuk kontak dengan manusia sehingga umur dan masa reproduksi nyamuk akan semakin panjang. Namun, semakin tinggi kecepatan angin akan menyulitkan nyamuk untuk terbang. Karena nyamuk jadi sulit untuk berpindah-pindah tempat, kemungkinan untuk menularkan penyakit pun menurun (Dini, Fitriany, & Wulandari, 2010).

Hujan yang lebat membuat tempat perkembangbiakan vektor bersih karena jentiknya hanyut dan mati. Jumlah kejadian penyakit yang ditularkan nyamuk biasanya meninggi beberapa waktu sebelum hujan lebat atau setelah hujan lebat. Pengaruh hujan berbeda-beda tergantung pada banyaknya hujan dan keadaan fisik daerah (Soegijanto, 2004). Puncak kasus DBD diketahui pada musim hujan, yakni dari Desember sampai Maret. Namun, di wilayah perkotaan, seperti Jakarta, Bandung, Yogyakarta, dan Surabaya, puncak kasus terjadi pada Juni atau Juli atau pada permulaan musim kemarau (Soedarmo, 2000). Hujan memengaruhi kelembapan nisbi udara dan menambah jumlah tempat perkembangan vektor. Suhu udara dan kelembapan udara selama musim hujan sangat kondusif untuk kelangsungan hidup nyamuk dewasa dan meningkatkan kemungkinan kelangsungan hidup nyamuk yang terinfeksi.

Di negara empat musim, epidemi DBD berlangsung terutama pada musim panas, meskipun ditemukan juga kasus-kasus DBD sporadis pada musim dingin. Di negara-negara Asia Tenggara, epidemi DBD terutama terjadi pada musim penghujan. Di Indonesia, Malaysia, dan Filipina epidemi DBD terjadi beberapa minggu setelah musim hujan. Epidemi mencapai puncak tertinggi sebulan sebelum curah hujan mencapai puncak tertinggi, kemudian menurun sejalan dengan menurunnya curah hujan (Djunaedi, 2006). Jumlah hari hujan juga merupakan faktor penting karena memunculkan tempat perkembangbiakan nyamuk yang mempunyai masa larva dan kepompong yang hidup di air (*breeding place*). Banyaknya hari hujan

akan memengaruhi kelembapan udara dan suhu (McMichael dkk., 1996).

Cahaya berpengaruh terhadap pergerakan nyamuk untuk mencari makan atau tempat beristirahat. Nyamuk betina biasanya mencari mangsanya pada siang hari, antara pukul 09.00–10.00 dan 16.00–17.00 (Departemen Kesehatan RI, 2005). Nyamuk *Ae. aegypti* beristirahat di tempat gelap dan terlindung dari panas matahari. Tempat yang dicari adalah tempat yang teduh dengan kelembapan yang cukup. Penyinaran matahari akan memengaruhi suhu udara, kelembapan, dan curah hujan.

### **C. PENGARUH IKLIM TERHADAP KEJADIAN DBD DI BERBAGAI BELAHAN DUNIA**

Telah banyak dilakukan penelitian tentang kaitan antara iklim dan atau perubahan iklim dengan transmisi dengue di berbagai belahan dunia. Penelitian tersebut banyak dilaksanakan di daerah endemis dengue, yaitu negara-negara tropis di Asia, Afrika, Australia, sebagian Amerika, dan Eropa. Selain di daerah endemis, penelitian tentang dengue juga dilakukan di negara non-endemis yang mulai memiliki kondisi iklim yang mirip dengan iklim di daerah endemis akibat perubahan iklim global.

Perubahan iklim di Benua Afrika terlihat dari naiknya rata-rata suhu yang kecepatannya melebihi kenaikan rata-rata suhu global. Iklim di Afrika sangat bervariasi mulai dari iklim kering yang ekstrem di gurun Sahara sampai dengan hutan hujan yang memiliki kelembapan tinggi di Kongo (Conway, 2009). Wilayah yang diketahui memiliki sebaran *Aedes aegypti* dan *Ae. albopictus* sebagai vektor dengue tinggi adalah Afrika bagian pesisir utara. Namun, hasil penelitian dampak perubahan iklim menyebutkan bahwa persebaran kedua spesies tersebut diproyeksikan meluas ke arah Afrika bagian selatan dan tengah (Campbell dkk., 2015). Kemungkinan perluasan sebaran vektor tersebut karena meningkatnya suhu yang diprediksi sebesar 0,29°C, terutama di kawasan dengan hutan hujan (Conway, 2009). Adanya kemungkinan perluasan vektor memperbesar peluang meluasnya persebaran DBD di berbagai negara di Afrika.

Transmisi dengue di Australia berpusat di Queensland dengan banyak ditemukannya vektor *Ae aegypti*. Namun, sebuah studi yang dipublikasikan pada 2016 menemukan adanya perluasan zona risiko transmisi dengue hingga ke Sidney. Perluasan ini disebabkan oleh persebaran vektor yang merambah keluar wilayah Queensland (Russell dkk., 2009). Meluasnya sebaran vektor dan transmisi dengue terjadi karena perubahan iklim (berupa naiknya rata-rata hujan dan rata-rata suhu maksimum), meskipun ada berbagai hal lain yang juga berpengaruh (Hu dkk., 2012). Hasil penelitian yang dianalisis menggunakan SARIMA menyebutkan bahwa variabel iklim berpengaruh secara langsung dan tidak langsung terhadap kejadian dengue (Hu dkk., 2010).

Wilayah Benua Amerika yang tergolong daerah endemis dengue adalah Amerika Latin dan sebagian wilayah Amerika utara yang berbatasan dengan Meksiko. Ada enam negara yang total kasusnya mencapai 75% dari seluruh kasus dengue di seluruh Amerika Latin, yaitu Venezuela, Brazil, Kostarika, Kolombia, Honduras, dan Meksiko; dan Meksiko menjadi negara dengan kenaikan kasus tertinggi setiap tahun (Barclay, 2008; Tapia-Conyer, Betancourt-Cravioto, & Méndez-Galván, 2012). Kaitan variabel iklim dengan kejadian dengue telah banyak diteliti di berbagai negara di kawasan Amerika Latin. Kenaikan suhu dan kelembapan ditemukan berkaitan dengan kenaikan kasus dengue (Johansson, Dominici, & Glass, 2009; Bultó dkk., 2006). Selain variabel iklim, kaitan periode iklim dengan kejadian dengue juga banyak diteliti. Periode iklim yang disebut *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) juga memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian dengue. Menurut Zambrano dkk. (2012), kasus dengue tercatat lebih banyak terjadi pada fase La Nina daripada saat fase El Nino. Pada periode ENSO, ada variasi tidak teratur pada angin dan suhu permukaan laut di wilayah tropis Samudra Pasifik bagian timur yang memengaruhi iklim di negara tropis dan sub-tropis. Fase saat suhu permukaan laut naik disebut El Nino, sedangkan fase saat suhu turun disebut La Nina (Pidwirny, 2006). Namun, ada penelitian yang menyebutkan bahwa pengaruh

ENSO pada kejadian dengue bervariasi pada tiap wilayah tergantung heterogenitas iklim lokal (Descloux dkk., 2012).

*Ae. aegypti* mulai merambah Eropa pada dekade 1920-an dan dikenal sebagai nyamuk Yellow Fever dan dilaporkan di beberapa negara di Eropa, dari Portugal di Eropa selatan hingga Prancis di bagian utara Eropa, juga ditemukan di Spanyol, Italia, Bosnia, Macedonia, dan Rusia (Christophers, 1960). Namun, nyamuk tersebut saat ini tidak ditemukan di Eropa, kecuali di sebagian kecil daerah pantai Georgia dan Rusia bagian baratdaya serta di Pulau Madeira yang terletak di Portugal (ECDC, 2019). Perubahan iklim memungkinkan vektor menyebar ke wilayah lain dalam beberapa tahun ke depan tergantung pada skenario emisi karbon yang terjadi (Liu-Helmersson, Rocklöv, Sewe, & Brännström, 2019). Sejarah Eropa mencatat hanya ada dua kota yang mengalami wabah dengue, yaitu Athena (1927–1928) dan Madeira (2012–2013) dengan *Ae. aegypti* sebagai vektor (Rosen, 1986; ECDC, 2013). Apabila emisi karbon tetap tinggi dan pemanasan global pada 4,9°C, vektor dengue dapat mencapai wilayah padat penduduk di Eropa selatan, bahkan dapat mencapai 5,3% daratan Eropa (Liu-Helmersson dkk., 2019).

Kasus DBD banyak tercatat di berbagai wilayah di Asia dan yang paling tinggi di Asia Tenggara. Negara Asia lain yang memiliki kasus DBD tinggi adalah negara di Asia Selatan, yaitu Bangladesh, India, dan Pakistan. Penelitian tentang kaitan antara iklim dan DBD yang dilakukan di Asia tidak hanya melihat pengaruh variabel iklim dan periode ENSO dengan DBD, tetapi juga melihat dampak perubahan iklim terhadap persebaran vektor dengue. Beberapa penelitian, baik terkait pengaruh iklim terhadap transmisi DBD maupun persebaran vektornya di Asia dapat dilihat pada Tabel 9.1.



Referensi	Periode Data	Data DBD	Variabel Independen	Sumber Data Iklim	Metode Analisis	Kesimpulan
(Dhimal dkk., 2015)	Nepal September 2011– Februari 2012		<b>Data variabel iklim</b> (curah hujan, suhu, dan kelembapan relatif)  <b>Data Entomologi</b> (HI, CI, BI)	Department of Hydrology and Meteorology (DHM), Government of Nepal	Model linier tergeneralisir ( <i>generalized linear models</i> ) [GLMs]	curah hujan, suhu, dan kelembapan relatif merupakan faktor yang signifikan dalam memprediksi keberadaan <i>Ae. aegypti</i> dan <i>Ae albopictus</i>
(Xu dkk., 2017)	Guangzhou, China 2005 – 2015	Data bulanan laporan kasus dengue	<b>Data bulanan variabel iklim</b> (rata-rata suhu maksimum, Jumlah Hari Hujan)	China Meteorological Data Sharing Service	<i>Structural equation model</i> (SEM)  <i>Generalized additive models</i> (GAM) dan <i>zero-inflated GAM</i> (ZIGAM)	Kondisi iklim, berupa efek curah hujan dan suhu pada kelimpahan nyamuk dan transmisi dengue, memiliki peran penting dalam menjelaskan dinamika temporal kejadian dengue pada populasi (model matematis prediksi pengaruh iklim pada vektor dan dengue)

Referensi	Periode Data	Data DBD	Variabel Independen	Sumber Data Iklim	Metode Analisis	Kesimpulan
(Chen & Hsieh, 2012)	Taiwan 1994–2008	Data harian kasus dengan terkonfirmasi hujan	<b>Data harian variabel iklim</b> (suhu, curah hujan)	Taiwan Meteorological Station	<i>Generalized additive models</i> (GAM)	Curah hujan berkaitan dengan kejadian dengan dengan memperhatikan jeda waktu ( <i>lag effect</i> )
<b>Data faktor sosiodemografi</b>						
(Karim dkk., 2012)	Dhaka, Bangladesh 2000–2008	Data bulanan kasus dengan	<b>Data bulanan variabel iklim</b> (rata-rata kelembapan, curah hujan, suhu minimum dan maksimum)	Meteorological Department of Dhaka, Bangladesh	Regresi linier	Perubahan iklim mempunyai pengaruh pada wabah dengue Iklim berdampak besar pada terjadinya infeksi dengue

Referensi	Periode Data	Data DBD	Variabel Independen	Sumber Data Iklim	Metode Analisis	Kesimpulan
(Earnest dkk., 2012)	Singapura 2001–2008	Data mingguan kasus dengan konfirmasi laboratorium	<b>Data mingguan variabel iklim</b> (suhu rata-rata/minimum/maksimum, rata-rata curah hujan, kelembapan relatif rata-rata/minimum/maksimum, rata-rata jam penyinaran matahari, rata-rata jam mendung)	Meteorological Services Division of the National Environment Agency(NEA), Singapore	Regresi Poisson Fungsi gelombang sinus	Suhu, kelembapan relatif dan Southern Oscillation Index (SOI) berkaitan dengan dengue
(Thai dkk., 2010)	Vietnam Januari 1994– Juni 2009	Data bulanan kasus terkonfirmasi	<b>Data bulanan variabel iklim</b> (rata-rata suhu, curah hujan, dan kelembapan relatif) dan <b>indeks ENSO</b>	Binh Thuan provincial meteorological department	<i>Wavelet time series</i>	Indeks ENSO dan variabel iklim secara signifikan berhubungan dengan kejadian dengue

Referensi	Periode Data	Data DBD	Variabel Independen	Sumber Data Iklim	Metode Analisis	Kesimpulan
(Pinto dkk., 2011)	Singapura 2000–2007	Data mingguan kasus terkonfirmasi	<b>Data mingguan variabel iklim</b> suhu minimum dan maksimum, kelembapan relatif minimum dan maksimum)	Meteorological Services Division of the National Environment Agency (NEA), Singapore	Regresi poisson  <i>Principal component analysis</i>	Setiap kenaikan 2–10 derajat pada variasi suhu maksimum dan minimum maka akan terjadi kenaikan sebesar 22–184% (suhu maksimum) dan 26–230% (suhu minimum) Suhu merupakan indikator terbaik untuk memprediksi kenaikan dengue di Singapura

Referensi	Periode Data	Data DBD	Variabel Independen	Sumber Data Iklim	Metode Analisis	Kesimpulan
(Dom dkk., 2013)	Malaysia 2005–2010	Data kasus dengue	<b>Data variabel iklim</b> (curah hujan, suhu dan kelembapan relatif)	Ministry of Health Malaysia	Metode runtun waktu Box-Jenkin (atau <i>autoregresif integrated moving average</i> [ARIMA])	Variabel iklim berperan sebagai regresi eksternal pada peramalan kejadian dengue
(Cheong dkk., 2013)	Malaysia 2008–2010	Data kasus konfirmasi laboratorium (ELISA)	<b>Data variabel iklim</b> (suhu rata-rata/minimum/maksimum, curah hujan kumulatif dua minggu, kelembapan relatif, kecepatan angin)	Stasiun lokal cuaca di Kuala Lumpur	<i>Generalized additive models</i> (GAM)	Risiko kejadian dengue berasosiasi positif dengan kenaikan 1,92% suhu minimum dengan efek tertinggi pada jeda waktu 51 hari; kenaikan 21,45% curah hujan dua minggu pada jeda 26–28 hari.

Referensi	Periode Data	Data DBD	Variabel Independen	Sumber Data Iklim	Metode Analisis	Kesimpulan
(Bangs dkk., 2006)	Palembang, Indonesia 1997–1998	Data kasus dengue Data Primer	<b>Data bulanan variabel iklim</b> (suhu harian rata-rata/mimumum/maksimum, kelembapan relatif, curah hujan)  <b>Data entomologi</b> (HI <i>Aedes aegypti</i> dan <i>Ae albopictus</i> )	BMKG	Analisis deskriptif	Kenaikan suhu yang dipengaruhi ENSO memperlihatkan pengaruh yang besar pada transmisi dengue yang disebabkan peningkatan populasi vektor
(Arcari dkk., 2007)	Indonesia 1992–2001	Data bulanan kasus dengue	<b>Data bulanan variabel iklim</b> (suhu, curah hujan, anomali curah hujan, kelembapan) dan <b>indeks ENSO</b>	BMKG	Regresi ganda	Curah hujan merupakan variabel utama yang memengaruhi distribusi kejadian dengue sedangkan suhu berperan pada intensitas wabah

Referensi	Periode Data	Data DBD	Variabel Independen	Sumber Data Iklim	Metode Analisis	Kesimpulan
(Halide & Ridd, 2008)	Makassar, Indonesia 1998–2005	Data bulanan Kasus DBD terkonfirmasi	<b>Data bulanan variabel iklim</b> (curah hujan, kelembapan relatif, dan suhu udara rata-rata/minimum/maksimum)	Stasiun cuaca Bandara Sultan Hasanuddin	Regresi Ganda	Kelembapan relatif 3–4 bulan sebelumnya dan kasus dengue terkini merupakan determinan utama untuk memprediksi KLB dengue
(Gama dkk., 2013)	Nganjuk, Indonesia 2005–2010	Data bulanan kasus DBD	<b>Data bulanan variabel iklim</b> (suhu minimum/maksimum, curah hujan, kelembapan, lama penyinaran matahari dan kecepatan angin)	BMKG	Uji Korelasi Spearman	Kelembapan dan curah hujan mempunyai korelasi positif dengan kejadian DBD sedangkan suhu maksimal dan lama penyinaran matahari berkorelasi negatif
(Ramadona dkk., 2016)	Yogyakarta, Indonesia 2001–2010	Data bulanan kasus dengue	<b>Data bulanan variabel iklim</b> (curah hujan kumulatif, suhu dan kelembapan relatif)	BMKG	Regresi linier	Suhu dan curah hujan berhubungan dengan kejadian dan transmisi dengue

#### **D. PENGARUH IKLIM TERHADAP KEJADIAN DBD DI ASIA TENGGARA**

Persebaran dengue di Asia Tenggara dimulai setelah Perang Dunia II, kemudian berkembang pada masa meningkatnya urbanisasi yang ditandai dengan perpindahan manusia ke daerah perkotaan tanpa adanya persiapan yang baik dalam hal perumahan, ketersediaan air, dan saluran pembuangan limbah. Kondisi lingkungan urban dengan populasi yang terus bertambah menjadikan dengue terus ada dengan mengikuti pola siklus tertentu (Ooi & Gubler, 2008). Meskipun demikian, menurut studi di Thailand, kejadian DBD bergerak secara radial dengan Bangkok sebagai episentral ke arah luar dengan kecepatan 148 km per bulan (Cummings dkk., 2004; Bhatia, Dash, & Sunyoto, 2013). Di beberapa negara, kejadian dengue lebih banyak ditemukan di daerah rural daripada di daerah urban. Kejadian dengue, khususnya di Asia Tenggara, sering diasosiasikan dengan musim hujan. Penelitian di Thailand menunjukkan bahwa faktor iklim mempunyai pengaruh dalam siklus transmisi DBD, tetapi kekuatan hubungan masing-masing faktor iklim dengan kejadian DBD bervariasi sesuai wilayah geografi (Bhatia dkk., 2013). Beberapa penelitian terkait iklim dengan dengue di Asia Tenggara dapat dilihat pada Tabel 9.1.

Penelitian tentang kerentanan kesehatan akibat perubahan iklim juga telah dilakukan oleh Kementerian Kesehatan Indonesia bekerja sama dengan Pusat Penelitian Perubahan Iklim-Universitas Indonesia di 21 kabupaten/kota di Indonesia sejak awal 2013. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa semua daerah memiliki kerentanan tinggi terhadap DBD karena tidak mampu menghadapi dampak perubahan iklim. Hasil penelitian menyebutkan jika terjadi kenaikan suhu sebesar  $0,2^{\circ}\text{C}$  per dekade maka pada tahun 2100 diperkirakan terjadi kenaikan suhu sebesar  $2-2,5^{\circ}\text{C}$ . Hal ini dapat menyebabkan perubahan pada nyamuk penyebar penyakit DBD karena kenaikan suhu dapat membuat rata-rata kehidupan nyamuk menjadi lebih pendek, tetapi frekuensi makannya lebih sering (Adi, 2014).

## E. PENGARUH IKLIM TERHADAP KEJADIAN DBD DI JAWA BARAT

Di Provinsi Jawa Barat, penelitian telah dilakukan di beberapa kota, seperti Depok, Bogor, dan Cimahi. Penelitian di Depok, dengan menggunakan data tahun 2006–2008 yang dianalisis melalui uji korelasi, menyatakan bahwa suhu dan kelembapan memiliki hubungan dengan kasus dengue (Sofiyana, 2010). Sementara itu, penelitian di Bogor menyimpulkan bahwa faktor iklim berupa curah hujan, jumlah hari hujan, suhu, dan kelembapan mempunyai hubungan dengan kejadian DBD di Kota Bogor. Data yang dianalisis adalah data tahun 2004–2011 yang dianalisis secara *time series* dengan menggunakan program minitab. Penelitian tersebut juga menghasilkan model prediksi kejadian DBD yang meliputi keempat faktor iklim dengan selang waktu dua bulan (Ariati & Anwar, 2014).

Kaitan antara faktor iklim dan kejadian DBD juga diteliti Fuadiyah (2015) di Kota Cimahi. Hasil uji korelasi menggunakan *pearson's product moment* dan *spearman's rho* menunjukkan bahwa empat faktor iklim (suhu, kelembapan, curah hujan, dan lama penyinaran matahari) mempunyai korelasi yang signifikan dengan kasus DBD, dengan hubungan terkuat pada selang waktu yang berbeda dan arah hubungan yang berbeda. Suhu dan curah hujan memiliki hubungan signifikan dengan koefisien korelasi terkuat pada selang waktu satu bulan, sedangkan kelembapan dan lama penyinaran matahari memiliki hubungan yang signifikan dengan koefisien korelasi terbesar pada selang waktu dua bulan. Faktor iklim yang memiliki hubungan dengan arah positif adalah kelembapan dan curah hujan, sedangkan suhu dan lama penyinaran matahari mempunyai arah hubungan yang negatif. Artinya, apabila nilai kedua faktor tersebut naik, kasus DBD cenderung menurun.

Teori dan hasil-hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa kondisi iklim dapat berpengaruh pada kehidupan vektor. Hal ini pada akhirnya akan memengaruhi kejadian dengue. Jadi, tren perubahan iklim secara global sangat mungkin membawa perubahan terhadap pola hidup vektor dan terjadinya transmisi dengue. Salah

satu dampak perubahan iklim adalah fakta bahwa serbuan demam berdarah hampir merata di seluruh Indonesia dalam beberapa tahun terakhir, baik di dataran rendah maupun tinggi. Sejak 2013, laporan DBD dari kota-kota dataran tinggi yang sebelumnya berudara sejuk, seperti Bandung, Lembang, dan Pangalengan mulai tercatat di dinas kesehatan. Di antara kota-kota di Jawa Barat, Kota Cimahi adalah salah satu yang paling parah terpapar demam berdarah.

## **F. PENUTUP**

Perubahan iklim, baik di lokal wilayah tertentu maupun secara global, mempunyai dampak pada kesehatan masyarakat, termasuk pada transmisi penyakit menular. Penyakit tular vektor yang transmisinya sangat bergantung pada keberadaan vektor sebagai pembawa agent penyakit sangat terpengaruh oleh kondisi iklim, baik berupa kondisi variabel iklim (suhu, curah hujan, kelembapan, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari) maupun periodesitas iklim.

Perubahan pada variabel dan periodesitas iklim berpengaruh pada kejadian dengue, yakni dalam hal membawa perubahan pada distribusi vektor, daya tahan hidup vektor, lama periode daur hidup vektor, serta masa inkubasi ekstrinsik virus dalam vektor. Vektor dengue yang semula lebih banyak ditemukan di daerah tropis, kini mulai merambah ke daerah sub-tropis, bahkan hingga daerah empat musim yang semula bukan merupakan habitat vektor. Meningkatnya daya tahan dan semakin pendeknya daur hidup vektor berpengaruh pada kepadatan vektor yang meningkatkan peluang terjadinya transmisi penyakit. Perubahan suhu dan curah hujan memperpendek masa inkubasi ekstrinsik virus dalam tubuh vektor yang memperbesar peluang semakin cepatnya persebaran virus dengue.

Pembuatan model prediksi kejadian dengue dengan mempertimbangkan faktor iklim perlu dilakukan sebagai bentuk kewaspadaan dini dalam pengendalian penularan penyakit ini. Model prediksi dapat dibuat sesuai dengan keadaan lokal di wilayah tertentu sebagai peringatan agar pengambil kebijakan dapat melakukan langkah pengendalian vektor yang dapat menurunkan risiko penularan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi I. M. (2014, April 19). Indonesia pelajari mendalam dampak perubahan iklim terhadap kesehatan. *Ekuatorial.com*. 9 April 2015 dari <https://www.ekuatorial.com/id/2014/04/indonesia-pelajari-mendalam-dampak-perubahan-iklim-terhadap-kesehatan/#!/map=4847>.
- Ahrens, C. D. (2013). *Meteorology today, an introduction to weather, climate, and the environment*.
- Arcari, P. Tapper, N., & Pfueller, S. (2007). Regional variability in relationships between climate and dengue/DHF in Indonesia. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 28, 251–272.
- Ariati, J., & Anwar, A. (2014). Model Prediksi kejadian demam berdarah dengue (DBD) berdasarkan faktor iklim di Kota Bogor Jawa Barat. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 42(4), 249–256.
- Bangs, M. J., Larasati, R. P., Corwin, A. L., & Wuryadi, S. (2006). Climatic factors associated with epidemic dengue in Palembang, Indonesia: implications of short-term meteorological events on virus transmission. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 37(6), 1103–1116.
- Barclay, E. (2008). Is climate change affecting dengue in the Americas? *Lancet*, 371(9617), 973–974.
- Bhatia, R., Dash, A., & Sunyoto, T. (2013). Changing epidemiology of dengue in South-East Asia. *WHO South-East Asia Journal of Public Health*, 2(1), 23. Diakses 31 Januari 2019 dari <http://www.who-seajph.org/text.asp?2013/2/1/23/115830>.
- Brady, O. J., Gething, P. W., Bhatt, S., Messina, J. P., Brownstein, J. S., Hoen, A. G., ... Hai, S. I. (2012). Refining the global spatial limits of dengue virus transmission by evidence-based consensus. *PLoS Negl Trop Dis.*, 6(8), e1760. doi: 10.1371/journal.pntd.0001760.
- Bultó, P. L. O., Rodríguez, A. P., Valencia, A. R., Vega, N. L., Gonzalez, M. D., & Carrera, A. P. (2006). Assessment of human health vulnerability to climate variability and change in Cuba. *Environmental Health Perspectives*, 114(12), 1942–1949.
- Russell, R. C., Currie, B. J., Lindsay, M. D., Mackenzie, J. S., Ritchie, S. A., & Whelan, P. I. (2009). Dengue and climate change in Australia: Predictions for the future should incorporate knowledge from the past. *The Medical Journal of Australia*, 190, 265–268.

- Caminade, C., Mcintyre, K. M., & Jones, A. E. (2018). *Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases*, pp.1–17.
- Campbell, L. P., Luther, C., Moo-llanes, D., Ramsey, J. M., Danis-lozano, R., Peterson, A. T. (2015). Climate change influences on global distributions of dengue and chikungunya virus vectors. *Philosophical Transaction Royal Society*, 370(1665), 20140135.
- Chen, S-C., & Hsieh, M-H. (2012). Modeling the transmission dynamics of dengue fever: Implications of temperature effects. *Science of The Total Environment*, 431, 385–391. Diakses 4 Maret 2018 dari <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969712006584>.
- Cheong, Y. L., Burkart, K., Leitão, P. J., & Lakes, T. (2013). Assessing weather effects on dengue disease in Malaysia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(12), 6319–6334. Diakses 4 Maret 2018 dari <http://www.mdpi.com/1660-4601/10/12/6319>.
- Christophers, S. R. (1960). *Aedes aegypti (L.) the yellow fever mosquito: Its life history, bionomics and structure*. The Syndics of the Cambridge University Press.
- Conway, G. (2009). *The Science of Climate Change in Africa: Impacts and Adaptation*. UK: Chief Scientific Advisor Department for International Development.
- Cummings, D. A., Irizarry, R. A., Huang, N. E., Endy, T. P., Nisalak, A., Ungchusak, K., & Burke, D. S. (2004). Travelling waves in the occurrence of dengue haemorrhagic fever in Thailand. *Nature*, 427, 344–347.
- Departemen Kesehatan RI. (2007). *Pedoman ekologi dan aspek perilaku vector*. Jakarta: Ditjen PP & PL Depkes RI.
- Departemen Kesehatan RI. (2005). *Pencegahan dan pemberantasan demam berdarah dengue*. Jakarta: Ditjen PP & PL Depkes RI.
- Descloux, E., Mangeas, M., Menkes, C. E., Lengaigne, M., Leroy, A., Tehei, T., ... De Lamballerie, X. (2012). Climate-based models for understanding and forecasting dengue epidemics. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 6(2), 1–19. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.n0001470>.

- Dhimal, M., Gautam, I., Joshi, H. D., O'Hara, R. B., Ahrens, B., & Kuch, U. (2015). Risk Factors for the presence of chikungunya and dengue vectors (*Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*), their altitudinal distribution and climatic determinants of their abundance in Central Nepal. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 9(3), 1–20. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003545>.
- Dini, A. M. V., Fitriany, R. N., & Wulandari, R. A. (2010). Faktor iklim dan angka insiden demam berdarah di Kabupaten Serang. *Makara, Kesehatan*, 14(1), 37–45.
- Djunaedi, D. (2006). *Demam berdarah dengue: Epidemiologi, immunopatologi, patogenesis, diagnosis dan penatalaksanaannya*. Malang: UMM Press.
- Dom, N. C., Hassan, A. A., Latif, Z. A., & Ismail, R. (2013). Generating temporal model using climate variables for the prediction of dengue cases in Subang Jaya, Malaysia. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 3(5), 352–361. Diakses 4 Maret 2018 dari <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2222180813600845>.
- Earnest, A., Tan, S. B., & Wilder-Smith, A. (2012). Meteorological factors and El Niño Southern Oscillation are independently associated with dengue infections. *Epidemiology and Infection*, 140(7), 1244–1251.
- ECDC. (2013, Februari 13). Epidemiological update: Outbreak of dengue in Madeira, Portugal. *Epidemiological Update*.
- European Centre for disease prevention and control and european safety authority. (2019). Mosquito maps: *Aedes aegypti* & *Aedes albopictus*-current known distribution-January 2019. ECDC Stockholm. Diakses pada 1 Maret 2019 dari <https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-aegypti-current-known-distribution-january-2019>.
- Fuadiyah, M. E. A. (2015). Model prediksi kejadian DBD berdasarkan faktor iklim di Kota Cimahi (Tahun 2004–2013). Universitas Indonesia.
- Gama, Z. P., Bullet, G., & Nakagoshi, N. (2013). Climatic variability and dengue haemorrhagic fever incidence in Nganjuk District, East Java, Indonesia. *Acta Biologica Malaysiana*, 2, 31–39.
- Halide, H., & Ridd, P. (2008). A predictive model for dengue hemorrhagic fever epidemics. *International Journal of Environmental Health Research*, 18, 253–265.

- Hii, Y. L., Rocklöv, J., Ng, N., Tang, C. S., Pang, F. Y., & Sauerborn, R. (2009). Climate variability and increase in intensity and magnitude of dengue incidence in Singapore. *Global Health Action*, 2(1), 0–9.
- Hu, W., Clements, A., Williams, G., & Tong, S. (2010). Dengue fever and El Niño/southern oscillation in Queensland, Australia: a time series predictive model. *Occupational and Environmental Medicine*, 67(5), 307–311. Diakses 9 April 2015 dari <https://oem.bmj.com/content/67/5/307>.
- Hu, W., Clements, A., Williams, G., Tong, S., & Mengersen, K. (2012). Spatial patterns and socioecological drivers of dengue fever transmission in Queensland, Australia. *Environmental Health Perspectives*, 120(2), 260–266.
- IPCC. (2007). Climate change 2007: the physical science basis. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Johansson, M. A., Dominici, F., & Glass, G. E. (2009). Local and global effects of climate on dengue transmission in Puerto Rico. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 3(2), 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000382>.
- Karim, M. N., Munshi, S. U., Anwar, N., & Alam, M. S. (2012). Climatic factors influencing dengue cases in Dhaka city: a model for dengue prediction. *The Indian Journal of Medical Research*, 136(1), 32–9.
- Levy, B. S., Patz, J. A., & Francis, P. (2015). Climate change, human rights, and social justice. *Annals of Global Health* 81(3), 310–322.
- Liu-Helmersson, J., Rocklöv, J., Sewe, M., & Brännström, Å. (2019). Climate change may enable *Aedes aegypti* Infestation in major European cities by 2100. *Environmental Research*, 172, 693–699.
- McMichael, A. J., Friel, S., Nyong, A., & Corvalan, C. (2008). Global environmental change and health: Impacts, inequalities, and the health sector. *BMJ Clinical Research*, 336(7637), 191–194.
- McMichael, A. J., Haines, A., Sloof, R., & Kovats, S. (1996). Climate change and human health. An assessment/prepared by a task group on behalf of the World Health Organization, the World Meteorological Association and the United Nations Environment Programme, A. McMichael (ed.). Geneva: World Health Organization.
- Morin, C. W., Comrie, A. C., & Ernst, K. (2013). Climate and dengue transmission: Evidence and implications. *Environmental Health Perspectives*, 121(11–12), 1264–1272.

- Murray, N. E., Quam, M. B., Wilder-Smith, A. (2013). Epidemiology of dengue: Past, present and future prospects. *Clinical Epidemiology*, 5, 299–309.
- National Research Council. (2001). Under the weather: climate, ecosystems, and infectious disease. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10025>.
- Ooi, E-E., & Gubler, D. J. (2008). Dengue in Southeast Asia : Epidemiological characteristics and strategic challenges in disease prevention dengue no sudeste asiático : características epidemiológicas e desafios estratégicos na prevenção da doença. *Cad. Saúde Pública*.25, supl.1. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2009001300011>
- Patz, J. A., & Reisen, W. K. (2001). Immunology, climate change and vector-borne diseases. *Trends in Immunology*, 22(4), 171–172.
- Pidwirny, M. (2006). El Nino, La Nina and The Southern Oscillation. *Fundamentals of physical geography* (2nd edition). Diakses pada 13 Januari 2019 dari <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7z.html>.
- Pinto, E., Coelho, M., Oliver, L., & Massad, E. (2011). The influence of climate variables on dengue in Singapore. *International Journal of Environmental Health Research*, 21(6), 415–426. DOI: <https://doi.org/10.1080/09603123.2011.572279>.
- Ramadona, A., Lazuardi, L., Hii, Y. L., Holmner, Å., Kusnanto, H., & Rocklöv, J. (2016). Prediction of dengue outbreaks based on disease surveillance and meteorological data. *PloS one*, 11, e0152688.
- Reiter, P. (2010). Yellow fever and dengue: a threat to Europe? *Google Scholar*, 1–7. Diakses 31 Januari 2019 dari [http://scholar.google.co.uk/scholar?q=yellow+fever+and+dengue%3A+a+threat+to+eu+rope%3F&hl=en&btnG=Search&as\\_sdt=1%2C5&as\\_sdt=on](http://scholar.google.co.uk/scholar?q=yellow+fever+and+dengue%3A+a+threat+to+eu+rope%3F&hl=en&btnG=Search&as_sdt=1%2C5&as_sdt=on).
- Rosen, L. (1986). Dengue in Greece in 1927 and 1928 and the pathogenesis of dengue hemorrhagic fever: New data and a different conclusion. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 35(3), 642–653.
- Sang, S., Yin, W., Bi, P., Zhang, H., Wang, C., Liu, X., ...Yang, W. (2014). Predicting local dengue transmission in Guangzhou, China, through the influence of imported cases, mosquito density and climate variability. *PLOS ONE*, 9(7), 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102755>.

- Soedarmo, S. (2000). Masalah demam berdarah di Indonesia. Dalam *Demam berdarah dengue*. S.R. Hadinegiri & H. I. Satari (eds.) Jakarta: Penerbit FK UI.
- Soegijanto, S. (2004). Demam berdarah dengue. Surabaya: Airlangga University Press.
- Sofiyana, E. (2010). Analisis spasial penyakit demam berdarah di Kota Depok tahun 2006–2008. Universitas Indonesia.
- Souza, S. S., Silva, I. G., & Silva, H. H. G. (2010). Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de *Aedes aegypti*, no Estado de Goiás. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 43(2), 152–155.
- Sumirat J. (2009). *Kesehatan lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada university Press.
- Tapia-Conyer, R., Betancourt-Cravioto, M., & Méndez-Galván, J. (2012). Dengue: an escalating public health problem in Latin America. *Paediatrics and International Child Health*, 32(sup1), 14–17. DOI: <https://doi.org/10.1179/2046904712Z.00000000046>.
- Thai, K. T. D., Cazelles, B., Nguyen, N-Van., Vo, L. T., Boni, M. F., Farrar, J.,... de Vries, P. J. (2010). Dengue dynamics in Binh Thuan Province, Southern Vietnam: periodicity, synchronicity and climate variability. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 4(7), 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000747>.
- Tjaden, N. B., Thomas, S. M., Fischer, D., & Beierkuhnlein, C. (2013). Extrinsic incubation period of dengue: Knowledge, backlog, and applications of temperature dependence. *PLoS Negl Trop Dis*, 7(6), e2207. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002207>
- United Nation Development Programme. (2017). *Sisi lain perubahan iklim: mengapa Indonesia harus beradaptasi untuk melindungi rakyat miskinnya*.
- Wolf, T., Lyne, K., Martinez, G. S., & Kendrovski, V. (2015). The health effects of climate change in the WHO European region. *Climate*, 3, 901–936. doi:10.3390/cli3040901
- World Health Organization. (2014). A global brief on vector-borne diseases. World Health Organization. Diakses 31 Januari 2019 dari <https://apps.who.int/iris/handle/10665/111008>

- World Health Organization (WHO). (2018). Dengue and severe dengue. Diakses pada 15 Oktober 2018 dari <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>.
- Xu, H. Y., Fu, X., Lee, L. K. H., Ma, S., Goh, K. T., Wong, J., ... Lee, C. N. (2014). Statistical modeling reveals the effect of absolute humidity on dengue in Singapore. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(5), e2805. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002805>
- Xu, L., Stige, L. C., Chan, K-S., Zhou, J., Yang, J., Sang, S.... Stenseth, N. S. (2017). Climate variation drives dengue dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(1), 113–118. Diakses 1 Maret 2019 dari <https://www.pnas.org/content/114/1/113>.
- Zambrano, L. I., Sevilla, C., Reyes-García, S. Z., Sierra, M., Kafati, R., Rodriguez-Morales, A. J., & Matar, S. (2012). Potential impacts of climate variability on dengue hemorrhagic fever in Honduras 2010. *Tropical biomedicine*, 29(4), 499–507. Diakses 27 Februari 2019 dari <http://europepmc.org/abstract/MED/23202593>.

# Bab 10

## Perilaku Pencarian Pengobatan Pasien Demam Berdarah Dengue

Firda Yanuar Pradani & Rohmansyah Wahyu Nurindra



### A. DEFINISI PERILAKU KESEHATAN

Semua rasa yang timbul dari penyakit pada tubuh (baik fisik, psikis, maupun sosial) merupakan kenyataan universal yang dialami kelompok manusia. Kenyataan universal ini kemudian mengembangkan pengertian, kepercayaan, dan persepsi yang konsisten dengan matriks budaya kelompok manusia tersebut untuk menyadari adanya suatu penyakit. Seperangkat pengetahuan kebudayaan membuat perilaku dapat terwujud atau menjadi nyata. Dalam konteks budaya, perilaku merupakan tindakan konkret dan dapat dilihat serta diwujudkan dalam sistem sosial di lingkungan kelompok manusia tersebut. Artinya, kelompok manusia—karena perbedaan kebudayaan mereka masing-masing—akan menghasilkan pandangan atau persepsi yang berbeda tentang suatu pengertian, termasuk dalam konteks penyakit. Hal ini pada ujungnya akan berpengaruh terhadap usaha kelompok manusia tersebut untuk mencari layanan kesehatan.

Masyarakat atau anggota masyarakat yang menderita penyakit, tetapi tidak merasakan sakit (*silent infection*), cenderung tidak melakukan apa pun untuk mengobati penyakitnya. Sebaliknya, ketika penyakitnya itu menimbulkan rasa sakit atau ketika sudah

tidak bisa lagi melakukan kegiatan rutin sehari-hari, barulah orang tersebut melakukan upaya untuk mengobati penyakitnya. Respons yang ditimbulkan pun akan berbeda-beda, dari tidak melakukan apa-apa dengan pertimbangan rasa sakit tersebut akan hilang dengan sendirinya dan tidak dirasa mengganggu aktivitasnya, kemudian melakukan pengobatan sendiri (*self-treatment* atau *self-medication*) karena merasa usaha pengobatan sendiri dapat mendatangkan kesembuhan berdasarkan pengalaman sebelumnya. Respons selanjutnya adalah mencari pengobatan ke tempat pengobatan tradisional (*traditional remedy*) karena sebagian masyarakat di Indonesia menganggap bahwa sakit itu lebih bersifat budaya sehingga pengobatannya pun cenderung berorientasi sosial-budaya dan atau mencari pengobatan ke fasilitas-fasilitas pengobatan modern (profesional) yang diadakan oleh pemerintah atau lembaga kesehatan swasta.

Variabel yang mendasari tindakan seseorang dalam mengobati penyakitnya adalah kerentanan yang dirasakan (*perceived susceptibility*), keseriusan yang dirasakan (*perceived seriousness*), manfaat dan rintangan yang dirasakan (*perceived benefits and barriers*) dan isyarat atau tanda-tanda (*cues*). Selain variabel tersebut, beberapa variabel juga ikut memengaruhi kepercayaan atau persepsi seseorang, yaitu umur, budaya, ekonomi, serta kepercayaan, dan kesanggupan diri (Bachtiar, 2017). Penelitian Mushalinas menyatakan bahwa tingkat keparahan terhadap penyakit menyebabkan individu percaya bahwa konsekuensi dari tingkat keparahan yang dirasakan merupakan ancaman bagi hidupnya sehingga individu akan mengambil tindakan untuk mencari pengobatan dan pencegahan terhadap penyakit (Mushalinas, 2014).

Anderson (2009) menggambarkan model sistem kesehatan (*health system model*) berupa model kepercayaan kesehatan dalam tiga kategori utama dalam pelayanan kesehatan, yaitu

- 1) Karakteristik predisposisi (*predisposing characteristics*). Karakteristik ini digunakan untuk menggambarkan fakta bahwa tiap individu mempunyai kecenderungan untuk menggunakan pelayanan kesehatan yang berbeda karena adanya ciri individu yang meliputi jenis kelamin, umur, struktur sosial, seperti tingkat pendidikan serta manfaat kesehatan sesuai dengan keyakinan masing-masing individu.
- 2) Karakteristik pendukung (*enabling characteristics*). Meskipun mempunyai predisposisi untuk menggunakan pelayanan kesehatan, individu tidak akan bertindak untuk menggunakannya, kecuali apabila individu tersebut memiliki kemampuan menggunakannya.
- 3) Karakteristik kebutuhan (*need characteristics*). Kebutuhan ini dibagi lagi menjadi dua, yaitu yang dirasa atau persepsi individu (*subject assesment*).

Konsep perilaku merupakan satu kesatuan dengan konsep kebudayaan, dan dalam hal ini, kebudayaan menjadi dasar. Perilaku kesehatan seseorang sangat berkaitan dengan pengetahuan, kepercayaan, nilai, dan norma dalam lingkungan sosialnya. Artinya, terapi dan pencegahan penyakit pun berkaitan dengan kebudayaannya masing-masing.

Banyak definisi perilaku yang dilihat dari berbagai segi keilmuan, seperti psikologi, biologi, antropologi, dan sosiologi. Dalam ilmu psikologi, perilaku tak lepas dari aliran psikoanalisis. Pandangan aliran psikoanalisis (teori Freud) menyebutkan bahwa perilaku manusia ditentukan oleh kepribadiannya, sedangkan kepribadian ditentukan oleh prinsip pencarian kenikmatan dan penghindaran ketidaknikmatan (aspek biologis), dan dalam pencapaiannya, manusia menyesuaikan dengan realitas (aspek psikologis) dan dikendalikan oleh aspek norma sosial (sosiologis) (Hamzah, 2010).

Berikut ini beberapa konsep tentang perilaku yang dikenal dalam ilmu perilaku.

- 1) Konsep *behaviorisme* menganalisis perilaku manusia dari gejala yang tampak saja, yang dapat diukur dan diramalkan. Konsep *behaviorisme* mengakui bahwa seluruh perilaku manusia (kecuali insting) adalah hasil dari belajar. Konsep *behaviorisme* selanjutnya berkembang menjadi beberapa aliran, seperti empirisme (manusia lahir dalam keadaan kosong, perilakunya dipengaruhi lingkungan terutama pendidikan), nativisme (perilaku manusia sudah ditentukan sejak lahir/bawaan), naturalisme (pada hakikatnya manusia terlahir baik, adapun kemudian tetap baik atau menjadi tidak baik adalah karena pengaruh lingkungan), dan aliran konvergensi (perilaku merupakan perpaduan antara bawaan dan lingkungan sehingga meskipun perilaku dapat dikembangkan tetapi memiliki keterbatasan yaitu pembawaan) (Notoatmodjo, 2012).
- 2) Aliran psikologi kognitif bersumber dari aliran rasionalisme yang menyatakan bahwa perilaku bukan hanya sekadar reaksi atau respons terhadap lingkungan, melainkan juga melewati proses pemikiran dan pemahaman terlebih dahulu. Pengetahuan tidak hanya bersumber dari indra, tetapi bersumber dari jiwa atau budi. Pada perkembangannya, terjadi kognisi positif dan negatif yang menimbulkan kenyamanan dan keresahan sehingga pada akhirnya pengetahuan atau pemahaman dan kepercayaan atau keyakinan akan menghilangkan kognisi negatif yang memicu keresahan.
- 3) Aliran psikohumanistik. Aliran ini lebih mengacu pada aliran filsafat fenomenologi dan eksistensialisme. Aliran ini membuat beberapa asumsi, yaitu perilaku manusia berpusat pada konsep diri, berperilaku untuk mempertahankan, meningkatkan dan mengaktualisasikan dirinya sendiri, bereaksi pada situasi sesuai dengan persepsi tentang diri dan dunianya, ketika ada ancaman akan diikuti oleh pertahanan diri dan kecenderungan batiniah (menuju kesehatan dan keutuhan diri) sehingga dalam kondisi normal manusia akan berperilaku rasional dan konstruktif (Notoatmodjo, 2012).

Dari segi biologi, perilaku adalah suatu kegiatan organisme (mahluk hidup). Jadi, semua makhluk hidup berperilaku karena masing-masing memiliki aktivitas. Perilaku manusia pada hakikatnya adalah tindakan atau aktivitas manusia itu sendiri, yang memiliki bentangan sangat luas, baik yang dapat diamati langsung maupun yang tidak dapat diamati. Skinner (1938), ahli psikologi, merumuskan bahwa perilaku merupakan respons atau reaksi seseorang terhadap stimulus atau rangsangan dari luar.

Teori Skinner lebih dikenal dengan nama teori S-O-R atau stimulus organisme respons. Ada dua respons yang dihasilkan, yaitu *respondent respons* atau *reflexive* dan *operant respons*. *Respondent respons* atau *reflexive* ialah respons ditimbulkan oleh stimulus tertentu atau disebut *eliciting stimulation* karena respons yang ditimbulkan biasanya relatif tetap. *Operant respons* atau *instrumental respons* ialah respons yang timbul dan berkembang dengan stimulus yang baru sehingga meningkatkan respons yang diberikan. Jika dilihat dari kedua respons tersebut, perilaku terbagi menjadi dua, yaitu perilaku tertutup (*covert behaviour*) karena responsnya tertutup atau terselubung; dan perilaku terbuka (*overt behaviour*) berupa respons dalam bentuk tindakan nyata sehingga mudah diamati atau dilihat orang lain (Notoatmodjo, 2010).

Setidaknya ada lima teori yang dikembangkan oleh para ahli terkait pembentukan perilaku pada manusia, yaitu

- 1) Teori ABC (Sulzer & Mayer, 1986). Teori ini mengungkapkan bahwa perilaku merupakan suatu proses dan sekaligus hasil interaksi antara pemicu (*antecedent*), reaksi atau tindakan (*behaviour*), dan kejadian selanjutnya akibat respons, bisa positif maupun negatif (*consequences*).
- 2) Teori *Reason-Action* (Ajzen & Fishbein, 1980). Teori ini menekankan pentingnya peranan "*intention*" atau niat sebagai alasan atau faktor penentu perilaku. Selanjutnya, niat ini ditentukan oleh sikap, norma subjektif, dan pengendalian perilaku.

- 3) Teori *Preced-Proceed* (Green & Kreuter, 1992). Teori ini menyatakan bahwa perilaku terbentuk dari tiga faktor, yaitu faktor predisposisi (pengetahuan, sikap, kepercayaan, keyakinan, nilai-nilai dan sebagainya); faktor pemungkin/*enabling* (lingkungan fisik, ada atau tidaknya fasilitas pendukung dan sebagainya) serta faktor pendorong atau penguat/*reinforcing* (sikap dan perilaku petugas kesehatan atau petugas lain yang merupakan referensi dari perilaku masyarakat) (Priyoto, 2015).
- 4) Teori *Behaviour Intention* (Snehendu Kar/1983). Teori ini menyatakan bahwa perilaku kesehatan seseorang atau masyarakat ditentukan oleh niat orang terhadap objek kesehatan, ada atau tidaknya dukungan dari masyarakat sekitar, ada atau tidaknya informasi tentang kesehatan, dan kebebasan individu untuk mengambil keputusan/bertindak serta situasi penghalang atau pendukung.
- 5) Teori *Thoughts and Feeling* (WHO/1984). Hasil analisis menyimpulkan bahwa ada empat alasan pokok yang menyebabkan seseorang berperilaku, yaitu pengetahuan, kepercayaan dan sikap; persepsi; sumber daya dan budaya (Notoatmodjo, 2010).

Dari beberapa teori tersebut, dapat disimpulkan bahwa perilaku manusia merupakan refleksi dari beberapa gejala kejiwaan, seperti pengetahuan, keinginan, kehendak, minat, motivasi, persepsi, dan sikap. Berdasarkan lima teori perilaku tersebut, perilaku kesehatan dapat didefinisikan sebagai respons seseorang terhadap stimulus yang berkaitan dengan sakit dan penyakit, sistem pelayanan kesehatan, makan dan minuman, serta lingkungan. Perilaku kesehatan sendiri terdiri dari tiga aspek yaitu

- 1) Perilaku pemeliharaan kesehatan (*health maintenance*). Perilaku ini merupakan usaha seseorang untuk memelihara atau menjaga kesehatan agar tidak sakit dan usaha penyembuhan ketika sakit. Perilaku ini mencakup tiga aspek, yaitu perilaku pencegahan penyakit, perilaku peningkatan kesehatan, dan perilaku gizi (makanan) serta minuman.

- 2) Perilaku pencarian dan penggunaan sistem atau fasilitas pelayanan kesehatan atau sering disebut perilaku pencarian pengobatan (*health seeking behaviour*). Perilaku ini menyangkut upaya atau tindakan seseorang pada saat menderita penyakit dan atau kecelakaan, mulai dari mengobati diri sendiri (*self-treatment*) sampai mencari pengobatan ke luar negeri.
- 3) Perilaku kesehatan lingkungan adalah bagaimana seseorang merespons lingkungan, baik fisik maupun sosial budaya sehingga lingkungan tersebut tidak memengaruhi kondisi kesehatannya, keluarganya, atau masyarakatnya (Notoatmodjo, 2012).

Becker (1979) membuat klasifikasi lain tentang perilaku kesehatan, yaitu

- 1) Perilaku hidup sehat yang mencakup makan dengan menu seimbang, olahraga teratur, tidak merokok, tidak meminum alkohol dan narkoba, istirahat cukup, dan mengendalikan stress serta gaya hidup lain yang positif.
- 2) Perilaku sakit (*illness behaviour*) mencakup respons seseorang terhadap sakit dan penyakit, persepsinya terhadap sakit, pengetahuan tentang penyebab dan gejala penyakit, dan pengobatan penyakit.
- 3) Perilaku peran sakit (*the sick role behaviour*) mencakup tindakan untuk memperoleh kesembuhan, mengenal/mengetahui fasilitas atau sarana pelayanan penyembuhan penyakit yang layak, dan mengetahui hak dan kewajiban orang sakit, misalnya hak mendapatkan perawatan dan kewajiban untuk memberitahukan penyakitnya kepada dokter atau petugas kesehatan

## **B. PENCARIAN PENGOBATAN DBD**

Gejala demam berdarah dengue (DBD) sangat bervariasi, dari gejala ringan, gejala sedang, dan gejala yang lebih parah. Gejala ringan, misalnya demam, sakit kepala, mual, dan ruam biasanya sembuh dengan sendirinya dalam satu minggu. Gejala sedang atau tanpa

gejala biasanya terjadi pada penderita dengan infeksi primer. Gejala yang lebih parah dimanifestasikan dengan pendarahan, tekanan darah rendah, trombositopenia, dan kebocoran plasma yang diikuti kerusakan saraf, dan biasanya mengakibatkan renjatan atau syok dan memicu kerusakan atau kegagalan multisistem sehingga berujung pada kematian. Ketidakersediaan manajemen kasus yang layak karena keterbatasan sumber daya, kesalahan diagnosis, atau kurangnya pengetahuan, dapat berakibat fatal. Meskipun kematian akibat DBD dapat dicegah, pada kenyataannya angka kematian (CFR) DBD selalu di atas 1% di seluruh dunia (Huy dkk., 2013).

Infeksi virus dengue (DENV) dapat mengawali manifestasi klinis yang lebih luas, dari demam ringan sampai renjatan yang bisa berakibat fatal. Berdasarkan gejalanya, penyakit ini diklasifikasikan sebagai demam dengue (DD), demam berdarah dengue (DBD) dan *dengue shock syndrome* (DSS). DENV sendiri tergolong dalam famili Flaviviridae dan dibedakan menjadi empat serotipe, yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4, dan masing-masing serotipe ini memiliki kekhasan sendiri dilihat dari gejalanya. Hasil penelitian terhadap pasien yang positif terkena DENV menunjukkan bahwa infeksi virus DEN-2 lebih cenderung mengarah pada *myalgia* dan trombositopenia hebat dibandingkan dengan serotipe lain. Namun, jika dilihat dari tingkat keparahan, pasien dengan virus DEN-1 cenderung menunjukkan gejala lebih parah dibandingkan dengan serotipe lainnya (Dhanoa dkk., 2016).

Ada tiga faktor yang berpengaruh terhadap tingkat keparahan penyakit ini, yaitu

- 1) Individu. Faktor individu meliputi karakteristik pekerjaan, pendapatan, dan pendidikan. Selain itu, komponen biologis juga termasuk kategori ini, seperti umur, jenis kelamin, suku, morbiditas, dan kondisi individu (status imunologi dan tipe infeksi).
- 2) Sosial dan lingkungan. Yang termasuk Faktor sosial adalah sosioekonomi dan politik, perang dan konflik, serta perilaku sosial. Sementara itu, faktor lingkungan meliputi kelembapan,

curah hujan, dan aspek geografis, di dalamnya termasuk karakteristik virus dan keberadaan virus.

- 3) Sistem kesehatan. Faktor ini mencakup informasi tentang akses pelayanan kesehatan, cakupan, kualitas fasilitas kesehatan, dan informasi surveilans (Carabali dkk., 2015).

Pengetahuan yang cukup tidak menjamin seseorang langsung mencari pengobatan ke fasilitas kesehatan terdekat. Hasil penelitian terhadap penderita malaria di Kabupaten Purbalingga menunjukkan bahwa sebagian penderita malaria baru mencari pengobatan setelah dua hari menderita gejala penyakit, padahal sudah sangat paham akibat dan bahaya penyakit tersebut (Andriyani, Heriyanto, Trapsilowati, Septia, & Widiarti, 2010). Hasil berbeda ditemukan di daerah Colombia. Penelitian yang dilakukan dengan melakukan wawancara terhadap responden yang salah satu anggota keluarganya pernah terkena DBD menyebutkan bahwa ketika mereka merasakan atau melihat anggota keluarganya menunjukkan gejala DBD, seperti demam, mereka langsung mencari pengobatan ke fasilitas kesehatan atau mendatangi dokter. Hasil ini berbanding lurus dengan tingkat pengetahuan responden serta pendidikannya (Diaz-Quijano dkk., 2018). Hasil berbeda juga ditemukan di Provinsi Binh Thuan, Vietnam, yang masyarakatnya lebih memilih melakukan pengobatan sendiri, bahkan meminum antibiotik tanpa konsultasi dulu ke tenaga kesehatan (Phuong dkk., 2010).

Hasil penelitian lain di Laos menyebutkan bahwa tingkat pengetahuan yang baik akan mendukung praktik yang baik juga, meskipun pengetahuan yang baik cenderung berasosiasi dengan sikap yang buruk (Mayfong dkk., 2013). Peran penyuluh kesehatan dan dukungan sosial dari orang terdekat menjadi faktor pendorong. Penyuluh kesehatan dapat mengambil peran dengan terus-menerus memberikan sosialisasi dan informasi mengenai penyakit. Hasil studi di Thailand menunjukkan bahwa peran aktif dari Pemerintah (Kementerian Kesehatan) dalam menyosialisasikan bahaya malaria dan dengue berhasil meningkatkan kewaspadaan terhadap

penularan dan kegiatan pencegahan penularan (Brusich dkk., 2015). Dukungan orang terdekat, dalam hal ini keluarga, bisa ditunjukkan dengan memberikan dorongan dan semangat sehingga penderita ingin segera sembuh. Dukungan juga bisa ditunjukkan dengan memberikan bantuan biaya rumah sakit atau menunggui pasien dirawat di rumah sakit (Hamzah, 2010).

Keterbatasan waktu dan biaya merupakan faktor yang memengaruhi perilaku pencarian pengobatan sesegera mungkin. Sebagian besar masyarakat enggan jika harus meluangkan waktunya untuk mengobati gejala yang dianggap sepele atau sedikit, apalagi harus mengeluarkan biaya obat dan jasa pelayanan, atau bahkan mengharuskan mereka tidak masuk kerja (Lee, Lee, & Low, 2014). Selain itu, pemeriksaan awal terkait kemungkinan penyakit juga tidak populer di kalangan masyarakat karena pertimbangan yang sama (Chan dkk., 2018).

Setelah program BPJS dilaksanakan mulai tahun 2014, masyarakat cenderung lebih mudah untuk menentukan fasilitas pelayanan kesehatan pratama, terutama yang disediakan Pemerintah (Puskesmas) sebagai pilihan layanan kesehatan. Keberadaan tenaga kesehatan profesional yang terjangkau dari segi pembiayaan mempermudah pemilihan pelayanan kesehatan (Janis, 2014). Pada awal pelaksanaan memang terdapat hambatan manakala masyarakat belum mengerti syarat administrasi yang harus disiapkan. Namun, seiring berjalannya waktu, masyarakat menjadi terbiasa dan mulai merasakan manfaat BPJS sehingga mengurus administrasi tidak lagi dirasakan sebagai hambatan. Masyarakat mau meluangkan waktu untuk mengurus administrasi dalam berobat dengan pertimbangan bahwa mereka akan mendapatkan layanan kesehatan yang baik dari para profesional. Persepsi pasien ini sangat penting karena pasien yang puas akan mematuhi pengobatan dan mau datang berobat kembali, termasuk ketika mereka mendapatkan obat yang relatif cepat memberikan kesembuhan (Apriyanto, Kuntjoro, & Lazuardi, 2013).

Kesempatan mendapatkan perawatan berhubungan dengan cakupan dan akses ke fasilitas kesehatan. Hal ini berhubungan dengan kefatalan penyakit. Meskipun kondisi keuangan dan sosial cukup baik, jika masyarakat tidak memiliki akses ke fasilitas kesehatan, akan terjadi keterlambatan penanganan yang berakibat fatal (Carabali dkk., 2015).

Bagaimana upaya penderita DBD mencari pengobatan, berapa lama waktu yang dibutuhkan, dan siapa yang mengambil keputusan terkait pengobatan menjadi penting untuk diketahui. Pada prinsipnya, rentang waktu antara kondisi viremia dalam tubuh penderita dengan upaya pengobatan yang dilakukan akan memengaruhi peluang penularan oleh vektor penyakit. Upaya dan kecepatan pencarian pengobatan akan memengaruhi proses penularan virus dengue. Individu yang mengalami viremia akan menjadi sumber virus untuk ditularkan oleh *Aedes aegypti* atau vektor lainnya. Hal ini tentunya menjadi faktor pendukung penyebaran penyakit DBD sendiri.

Upaya pencarian pengobatan merupakan perilaku seseorang terhadap penyakit atau rasa sakit yang ada pada dirinya (Hamzah, 2010). Ketanggapan melakukan pengobatan tergolong dalam perilaku kesehatan. Seperti diketahui perilaku kesehatan adalah reaksi seseorang terhadap rangsangan yang berkaitan dengan sakit dan penyakit, sistem pelayanan kesehatan, dan lingkungan. Reaksi tersebut bisa berbeda. Ada yang bereaksi aktif dengan melakukan tindakan nyata (praktik), ada pula yang bereaksi pasif ditunjukkan melalui pengetahuan, persepsi dan sikap. Ketika merasakan gejala sakit, seseorang akan mencoba melakukan swamedikasi terlebih dahulu atau melakukan pengobatan sendiri yang diyakini akan mengurangi gejala sakit yang dirasakannya (Fitriana, 2017).

Gejala awal DBD, seperti demam, sakit kepala, dan mual memiliki persamaan dengan gejala penyakit radang atau influenza. Hal ini yang menyebabkan penderita biasanya tidak langsung datang ke tempat pelayanan kesehatan atau tempat praktik tenaga kesehatan. Pada umumnya, penderita baru mendatangi tempat fasilitas kesehatan pada hari ketiga atau keempat demam atau muncul gejala

penyakit lainnya (Fitriana, 2017). Gejala ini juga kadang dianggap biasa di beberapa etnis tertentu. Persepsi masyarakat tentang demam sering kali dikaitkan dengan hal-hal yang bersifat tradisional. Sebagai contoh, di daerah Malawi, demam yang dialami oleh anak-anak di bawah 5 tahun—yang sebetulnya merupakan gejala malaria—dianggap biasa “efek samping” dari pertumbuhan organ genital dan alat reproduksi anak tersebut (Chibwana, Mathanga, Chinkhumba, & Campbell, 2009).

Hasil penelitian di Kota Sukabumi terhadap beberapa penderita DBD menunjukkan bahwa fasilitas pelayanan kesehatan yang dituju untuk mendapatkan pengobatan adalah rumah sakit, praktik dokter mandiri, dan puskesmas. Rumah sakit menjadi fasilitas kesehatan (fasilitas kesehatan) yang paling banyak dipilih dengan pertimbangan kelengkapan alat dan obat, waktu pelayanan, dan jarak dari rumah tempat tinggal yang tidak terlalu jauh (Nurindra & Santya, 2015). Hal yang sama juga ditunjukkan oleh responden dari wilayah Kabupaten Ciamis, yang cenderung memilih rumah sakit sebagai fasilitas kesehatan yang dituju karena kelengkapan alat dan sarana serta obat-obatan (Nurindra, Masturoh, Hendri, & Ipa, 2010).

Jarak fasilitas kesehatan dengan tempat tinggal menjadi pertimbangan utama pemilihan fasilitas kesehatan. Efisiensi biaya transportasi yang harus dikeluarkan menjadi poin penting dalam pemilihan fasilitas pelayanan kesehatan. Selain itu, biaya pengobatan yang relatif murah ikut juga menjadi pertimbangan sehingga beberapa penderita memilih puskesmas untuk berobat. Alasan berbeda dikemukakan oleh beberapa pasien yang lebih memilih untuk datang ke tempat praktik dokter mandiri. Efisiensi waktu menjadi pertimbangan utama pemilihan fasilitas praktik dokter tersebut. Sebagian besar beranggapan bahwa tidak butuh waktu lama untuk mendapatkan pengobatan jika datang ke tempat praktik dokter langsung daripada harus antre di rumah sakit atau puskesmas (Nurindra & Santya, 2015). Setelah program BPJS diterapkan, pemilihan tempat berobat masyarakat cenderung bergeser. Masyarakat kini memilih untuk mengikuti “alur” yang

diatur oleh BPJS, yakni dengan mendatangi fasilitas kesehatan tingkat pertama terlebih dahulu untuk mendapatkan penanganan bagi keluhan penyakitnya. Fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama yang ditunjuk biasanya dekat dengan domisili atau rumah tinggal masyarakat.

Penegakan diagnosis DBD harus melalui pemeriksaan klinis disertai pemeriksaan pendukung laboratoris, seperti hematologi atau imunologi, karena gejala penyakit DBD hampir sama dengan beberapa penyakit infeksi lain. Hal ini juga yang menyebabkan penegakan diagnosis berjalan lama dan sering kali mengakibatkan renjatan atau syok pada beberapa penderita bila terjadi keterlambatan penanganan kasus. Oleh karena itu, keterampilan dan kejelian tenaga kesehatan yang memeriksa sangat diperlukan. Tenaga kesehatan pun diharapkan lebih komunikatif dengan pasien, terutama pasien dengan gejala yang tidak spesifik, seperti menanyakan riwayat perjalanan pasien dalam tujuh hari terakhir untuk mengetahui kemungkinan penularan penyakit dari daerah endemis. Apabila dalam kurun waktu tersebut pasien sempat melakukan perjalanan ke daerah endemis, sebaiknya dianjurkan untuk melakukan tes serologis untuk memastikan apakah gejala tersebut akibat DBD atau bukan (Carabali dkk., 2015).

Setelah mendapat diagnosis DBD, beberapa pasien biasanya melanjutkan upaya swamedikasi dengan menggunakan obat tradisional yang dianggap mampu mengobati DBD atau menaikkan trombosit. Berbagai macam obat tradisional, misalnya madu, sari kurma, angkak, ekstrak rebusan daun pepaya, ubi jalar, dan jambu biji menjadi obat tradisional yang cukup populer di kalangan penderita DBD. Tidak heran pasien yang dirawat dengan diagnosis DBD biasanya meminum obat-obat tradisional ini selain meminum obat yang diresepkan oleh dokter di tempat perawatan.

Upaya swamedikasi yang dilakukan masyarakat dipengaruhi oleh kepemilikan asuransi kesehatan (Supadmi, 2013). Selain itu, kecenderungan memilih dan mencari pengobatan tradisional juga dipengaruhi oleh usia, wilayah tempat tinggal, dan keberadaan pos

obat (Jennifer & Saptutyingsih, 2015). Faktor wilayah tempat tinggal dan keberadaan obat tentunya erat kaitannya dengan kemudahan akses masyarakat dalam menjangkau ke fasilitas kesehatan modern dan juga sejalan dengan besaran biaya untuk mendapatkan pengobatan.

Permenkes No. 741/MENKES/PER/VII/2008 tentang standar minimal pelayanan kesehatan menyebutkan bahwa jenis pelayanan kesehatan dasar (mencakup pelayanan ibu hamil, komplikasi kebidanan, dan sebagainya) ataupun pelayanan kesehatan rujukan, harus dapat menjangkau masyarakat, terutama masyarakat miskin dan pasien dengan kegawatdaruratan level 1. Yang tergolong kegawatdaruratan level 1 adalah penyakit epidemiologi dan penanggulangan KLB serta promosi dan pemberdayaan masyarakat. Permenkes tersebut seharusnya menjadi dasar dalam pemerataan pelayanan kesehatan dasar kepada masyarakat sehingga tidak ada lagi alasan jarak tempuh yang terlalu jauh sehingga masyarakat tidak mendapatkan pelayanan kesehatan secara layak dan lebih memilih melakukan swamedikasi atau mencari fasilitas pengobatan tradisional (Rahman, Sulthonie, & Solihin, 2018).

Berdasarkan Undang-Undang No. 40 tahun 2004 tentang sistem jaringan sosial nasional dan UU No. 24 tahun 2011 tentang badan penyelenggara jaminan sosial, pemerintah mulai menggodok konsep *universal health coverage*. Dalam konsep ini, seluruh masyarakat wajib diberikan lima jaminan dasar, termasuk jaminan kesehatan. Pemerintah mencanangkan program jaminan kesehatan menyeluruh yang diwujudkan dalam program BPJS kesehatan sehingga masyarakat mendapatkan jaminan pelayanan kesehatan dengan membayar iuran setiap bulannya. Pembiayaan jaminan kesehatan ini dapat dibiayai oleh perorangan, pemberi kerja/perusahaan dan/atau pemerintah sehingga masyarakat yang tidak mampu membayar iuran tetap mendapatkan hak yang sama. Pelaksanaan program ini akan berjalan baik jika terdapat kesesuaian permintaan dan penawaran. Permintaan yang dimaksud adalah keberadaan masyarakat yang berobat ke fasilitas pelayanan kesehatan. Sementara itu, penawaran

yang dimaksud adalah sumber daya kesehatan, obat yang memadai, dan akses yang mudah untuk mencapai tempat pelayanan kesehatan tingkat pertama (Janis, 2014).

Para ibu biasanya lebih sensitif dalam mendeteksi gejala sakit yang diderita anggota keluarga, terutama pada anak-anak. Ketika ibu meraba bagian tubuh anak dan dirasa demam, biasanya ibu langsung memberikan pertolongan pertama berupa kompres turun panas atau diberikan obat turun panas. Ketika gejala tersebut terindikasi DBD, biasanya para ibu bertindak lebih cepat untuk mencari pengobatan. Ibu yang paham tentang keparahan penyakit DBD, mengetahui jika telat ditangani akan menyebabkan kematian, akan berpikir cepat untuk membawa anggota keluarga yang sakit ke fasilitas kesehatan untuk mendapatkan pengobatan. Namun, pada kenyataannya, si ibu tidak bisa serta merta pergi ke fasilitas kesehatan karena keterbatasan akses (terutama transportasi) dan sumber daya (terutama uang) (Khun & Manderson, 2007).

Ketanggapan pengambilan keputusan mencari pengobatan oleh orang tua dipengaruhi faktor usia anak, persepsi derajat keparahan sakit, dan referensi tentang sakit dan penyakit dari berbagai pihak. Usia anak menjadi pertimbangan bagi orang tua pada saat memutuskan untuk mencari pengobatan ke fasilitas kesehatan. Orang tua dengan anak usia lebih muda biasanya lebih cepat memutuskan untuk mencari pengobatan dibandingkan orang tua dengan usia anak lebih tua (Rkain dkk., 2014). Hal ini disebabkan orang tua memiliki kecenderungan untuk lebih merasa cemas dan takut terjadi hal-hal yang tidak diinginkan pada anaknya (misalnya kejang) karena anak berusia muda dianggap memiliki daya tahan tubuh lebih lemah. Persepsi orang tua tentang keparahan penyakit juga berpengaruh pada ketanggapan mencari pengobatan. Sebagian orang tua menganggap bahwa gejala sakit sudah parah ditunjukkan oleh demam. Sebagian orang tua lainnya tidak menganggap seperti itu. Orang tua dengan persepsi demam dianggap sudah parah tentu saja akan lebih cepat memutuskan untuk membawa anaknya ke fasilitas kesehatan (Rkain dkk., 2014).

Alden, Merz, dan Akashi (2012) membuat model perilaku tentang pilihan berobat yang meliputi empat unsur utama, yaitu

- 1) Daya tarik (*gravity*), yakni tingkat keparahan yang dirasakan oleh individu.
- 2) Informasi tentang cara penyembuhan populer (*home remedy*). Jika pengobatan ini tidak diketahui atau setelah dicoba ternyata tidak efektif, barulah individu beralih pada sistem rujukan profesional.
- 3) Kepercayaan (*faith*), yakni kepercayaan terhadap keberhasilan berbagai pilihan pengobatan.
- 4) Kemudahan (*accessibility*), yakni biaya dan ketersediaan fasilitas pelayanan kesehatan (Alden dkk., 2012).

Hasil penelitian yang dilakukan dengan responden buruh migran (laki-laki) yang tinggal di Singapura menunjukkan bahwa keputusan untuk mendatangi dokter dipengaruhi oleh beberapa faktor. Dari 135 responden yang mengalami demam, hanya 88 orang (65%) yang mendatangi dokter untuk mendapatkan pengobatan sebelum tiga hari. Ketika hingga lebih dari tiga hari demam demam tidak kunjung sembuh, sebanyak 91% yang mendatangi dokter. Ketika ditanyakan mengapa tidak berobat, responden menyebutkan ketiadaan biaya pengobatan sebagai alasannya. Selain itu, ada pula responden yang menganggap bahwa gejala yang dirasakan mereka bukanlah penyakit serius. Namun, alasan terpopuler responden mendatangi dokter adalah bahwa mereka percaya dokter bisa membuat kondisinya lebih baik sehingga mereka dapat segera bekerja kembali (Lee dkk., 2014).

### **C. PENUTUP**

Perilaku pencarian pengobatan tergantung pada kondisi sosial budaya, pengalaman dan pemahaman orang tua terhadap kondisi sakit anggota keluarganya. Faktor ekonomi dan institusional (fasilitas kesehatan) berkontribusi besar terhadap penundaan pencarian pengobatan. Hal ini mencakup akses ke fasilitas kesehatan, kualitas serta waktu pelayanan, biaya transportasi, dan ketersediaan dana

untuk membayar pengobatan atau konsultasi dokter. Kemiskinan menjadi faktor yang disebut pertama kali dalam pertimbangan apakah seseorang akan atau tidak akan menemui tenaga kesehatan, atau pilihan layanan kesehatan mana yang akan dipilih. Meskipun akses ke fasilitas kesehatan cukup bagus, pemanfaatannya akan kurang ketika masyarakat tidak mampu membayar. Perilaku ini mulai sedikit bergeser setelah diterapkannya sistem jaminan kesehatan oleh pemerintah melalui BPJS. Pemanfaatan pelayanan kesehatan tingkat pertama cenderung meningkat setelah diberlakukannya BPJS. Masyarakat tidak lagi khawatir harus membayar biaya yang cukup mahal karena sudah ada sistem jaminan pembiayaan kesehatan, baik untuk individu maupun perusahaan/perseroan. Tingkat pemanfaatan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya pelayanan dan kompetensi tenaga kesehatan, akses ke fasilitas pelayanan kesehatan, serta akses sosial Rumengan, Umboh, & Kandou, 2015).

Keputusan mencari pengobatan merupakan hasil kombinasi beberapa faktor, termasuk diagnosis dan pemahaman tentang perawatan yang layak untuk gejala yang tampak, evaluasi kapasitas tenaga kesehatan dalam memberikan pelayanan, dan akses serta ketersediaan berbagai pelayanan dan modal. Proses pencarian pengobatan ini biasanya rumit dan tidak bisa diprediksi karena begitu banyak faktor yang berkontribusi dalam pengambilan keputusan.

Dukungan keluarga menjadi faktor yang memengaruhi cepat atau lambatnya respons untuk mencari pengobatan (Chaniago, Cahyo, & Indraswari, 2018). Faktor nasihat, saran, atau referensi dari seseorang—orang yang dijadikan panutan oleh orang tua, termasuk tokoh masyarakat dan tokoh agama—juga menentukan ketanggapan pencarian pemilihan pelayanan kesehatan. Tidak hanya anggota keluarga yang memiliki peran penting sebagai referensi dalam pengambilan keputusan pencarian pengobatan. Kerabat dan tetangga pun bisa menjadi sumber referensi. Saran yang didapat tidak selalu anjuran untuk datang ke fasilitas kesehatan, tetapi bisa juga nasihat untuk mendatangi fasilitas nonkesehatan (Krisnanto, Julia, & Lusmilasari, 2017).

Pengetahuan masyarakat tentang penyakit DBD sudah mulai meningkat. Masyarakat tidak lagi menganggap sepele DBD, bahkan cenderung melakukan antisipasi untuk mencegah keluarganya tertular. Ketika tinggal di daerah endemis dan mulai menunjukkan gejala DBD, masyarakat cenderung lebih tanggap untuk mencari pengobatan modern (medis). Masyarakat yang masih memilih pengobatan tradisional biasanya belum terpapar tentang bahaya DBD dan menganggap bahwa penyakit itu berasal dari hal-hal yang bersifat supranatural sehingga cukup diobati dengan upaya pengobatan tradisional. Hal ini lazim terjadi di wilayah yang masyarakatnya masih memegang teguh budaya leluhur (masyarakat adat). Secara umum, pencarian pengobatan DBD di Indonesia ada dua, yaitu

- 1) Masyarakat langsung mendatangi fasilitas pelayanan kesehatan ketika terkena DBD;
- 2) Masyarakat melakukan swamedikasi untuk meredakan gejala awal DBD dan kemudian memutuskan untuk melakukan pengobatan medis ketika gejala tersebut tidak membaik atau berkurang.

Semakin gencarnya pemerintah menyosialisasikan bahaya DBD dan didukung oleh pengetahuan masyarakat yang lebih baik, angka kematian akibat DBD sudah mulai turun. Keberadaan BPJS menjadi faktor pendukung semakin sadarnya masyarakat untuk segera mencari pengobatan medis tanpa harus khawatir tentang biaya yang dikeluarkan. Namun, harus diperhatikan juga kesiapan dari *supply* BPJS, seperti sumber daya kesehatan, infrastruktur, ketersediaan obat, dan ketanggapan pelayanan. Jangan sampai pengguna BPJS menjadi kapok berobat karena merasakan kekurangan pelayanan di beberapa fasilitas pelayanan kesehatan rujukan. Hal seperti ini mengemuka di beberapa hasil survei kepuasan pelanggan terhadap pelayanan kesehatan, khususnya yang bermitra dengan BPJS (Widyaningsih, Mubin, & Hidyati, 2014).

## DAFTAR PUSTAKA

- Alden, D. L., Merz, M. Y., & Akashi, J. (2012). Young adult preferences for physician decision making style in Japan and The United States. *Asia Pacific Journal of Public Health, 24*, 173–184.
- Anderson, F. (2009). *Antropologi kesehatan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Andriyani, D., Heriyanto, B., Trapsilowati, W., Septia, A., & Widiarti. (2010). Faktor risiko dan pengetahuan, sikap, perilaku (PSP) masyarakat pada kejadian luar biasa (KLB) Malaria di Kabupaten Purbalingga. *Bul. Penelit. Kesehat., 41*(2), 84–102.
- Apriyanto, R. H., Kuntjoro, T., & Lazuardi, L. (2013). Implementasi kebijakan subsidi pelayanan kesehatan dasar terhadap kualitas pelayanan puskesmas di Kota Singkawang. *Jurnal Kebijakan Kesehatan Indonesia, 2*(4), 180–188.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- Becker, M. H. (1979). Psychosocial aspects of health related behaviour. Dalam H. E. Freeman & S. Levine (Ed.), *Handbook of medical sociology*. Englewood Cliffs, Ney Jesev: Prentice Hall.
- Brusich, M., Grieco, J., Penney, N., Tisgratog, R., Ritthison, W., Chareonviriyaphap, T., & Achee, N. (2015). Targeting educational campaigns for prevention of malaria and dengue fever: An assessment in Thailand. *Parasit Vectors, 8*(43). Doi: 10.1186/s13071-015-0653-4
- Carabali, M., Hernandez, L. M., Arauz, M. J., Villar, L. A., & Ridde, V. (2015). Why are people with dengue dying? A scoping review of determinants for dengue mortality. *BMC Infectious Diseases, 15*(1), 1–14.
- Chan, C. Q. H., Lee, K. H., & Low, L. L. (2018). A systematic review of health status, health seeking behaviour and healthcare utilisation of low socioeconomic status populations in urban Singapore. *International Journal for Equity in Health, 17*(1), 1–21.
- Chaniago, F. N., Cahyo, K., & Indraswari, R. (2018). Faktor-faktor yang berhubungan tindakan awal pada penderita infeksi dengue di Kelurahan Sendangmulyo. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal), 6*, 753–760.

- Chibwana, A. I., Mathanga, D. P., Chinkhumba, J., & Campbell, C. H. (2009). Socio-cultural predictors of health-seeking behaviour for febrile under-five children in Mwanza-Neno district, Malawi. *Malaria Journal*, 8(1), 1–8.
- Rumengan, D. S. S., Umboh, J. M. L., & Kandau, G. D. (2015). Faktor-faktor yang berhubungan dengan pemanfaatan pelayanan kesehatan pada peserta BPJS Kesehatan di Puskesmas Paniki Bawah, Kecamatan Mapanget, Kota Manado. *JIKMU, Suplemen* 5 (1).
- Dhanao, A., Hassan, S. S., Ngim, C. F., Lau, C. F., Chan, T. S., Adnan, N. A. A., ... Rajasekaram, G. (2016). Impact of dengue virus (DENV) co-infection on clinical manifestations, disease severity and laboratory parameters. *BMC Infectious Diseases*, 16(1), 406. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12879-016-1731-8>.
- Diaz-Quijano, F. A., Martínez-Vega, R. A., Rodriguez-Morales, A. J., Rojas-Calero, R. A., Luna-González, M. L., & Díaz-Quijano, R. G. (2018). Association between the level of education and knowledge, attitudes and practices regarding dengue in the Caribbean region of Colombia. *BMC Public Health*, 18(1), 1–10.
- Widyaningsih, E., Mubin, M. F., & Hidyati, E. (2014). Persepsi masyarakat terhadap pelayanan BPJS di RSI Kendal. Prosiding Konferensi Nasional II PPNI Jawa Tengah.
- Fitriana, L. B. (2017). Analisis faktor yang mempengaruhi perilaku ibu dalam penanganan demam pada anak balita di Puskesmas Depok Sleman Yogyakarta. *Jurnal Keperawatan Respati Yogyakarta*, 4(2), 179–188. Diakses 2 April 2019 dari <http://nursingjurnal.respati.ac.id/index.php/JKRY/index>.
- Green, L., & Kreuter, M. W. (1992). CDC'S planned approach to community health as an application of precede and an inspiration for proceed. *Journal of Health Education*, 23(3), 140–147
- Hamzah. (2010). Analisis perilaku masyarakat dalam pemanfaatan pelayanan kesehatan (studi kasus pemegang Jamkesmas) di Puskesmas Donggala tahun 2010. Universitas Hasanudin.
- Bachtiar, H. M. B. (2017). Aplikasi health belief model pada perilaku pencegahan demam berdarah dengue. *Jurnal PROMKES*, 5(2), 245–255. Diakses 27 Februari 2019 dari <https://e-journal.unair.ac.id/PROMKES/article/view/7744/4588>.

- Phuong, H. L., Nga, T. T., Giao, P. T., Hung, L. Q., Binh, T. Q., Nam, N. V., Nagelkerke N. P. J. D. V. (2010). Randomised primary health center based interventions to improve the diagnosis and treatment of undifferentiated fever and dengue in Vietnam. *BMC Health Services Research*, 10, 275.
- Huy, N. T., Van Giang, Thuy, D. H. D., Kikuci, M., Hien, T. T., Zamora, J. & Hirayama, K. (2013). Factor associated with dengue shock syndrome: a systematic review and meta-analysis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(9), e2412. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002412>
- Janis, N. (2014). BPJS Kesehatan, supply dan demand terhadap layanan kesehatan. Diakses pada 10 September 2019 dari [https://kemenkeu.go.id/sites/default/files/2014\\_kajian\\_pprf\\_bpjs.pdf](https://kemenkeu.go.id/sites/default/files/2014_kajian_pprf_bpjs.pdf)
- Jennifer, H., & Saptutyingsih, E. (2015). Individual preferences to traditional treatment in Indonesia. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*, 16(1), 26–41.
- Khun, S., & Manderson, L. (2007). Health seeking and access to care for children with suspected dengue in Cambodia: an ethnographic study. *BMC Public Health*, 7, 1–10.
- Mayfong M., Chui, W., Thamavong, S., Khensakhou, K., Vongxay, V., Inthasoum, L. ..., Amstrong, G. (2013). Dengue in peri-urban Pak-Ngum district, Vientiane capital of Laos: a community survey on knowledge, attitudes and practices. *BMC Public Health*, 13, 434. Diakses 8 April 2019 dari <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed15&NEWS=N&AN=369195050>.
- Mushalinas, S. (2014). Hubungan paritas dengan kejadian pendarahan postpartum pada ibu bersalin. *Jurnal Penelitian Kesehatan*, 5(1), 5–6.
- Novian, J. (2014). BPJS Kesehatan, supply dan demand terhadap layanan kesehatan. Laporan Kajian.
- Krisnanto, P. D., Julia, M., & Lusmilasari, L. (2017). Faktor yang mempengaruhi perilaku orang tua dalam pencarian pengobatan anak balita demam. *Jurnal Keperawatan Respati Yogyakarta*, 3(2), 10–16.
- Priyoto, N. (2015). *Perubahan dalam perilaku kesehatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Notoatmodjo, S. (2010). *Ilmu perilaku kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Notoatmodjo, S. (2012). *Promosi kesehatan dan ilmu perilaku*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Rahman, M. T., Sulthonie, A. A., & Solihin, S. (2018). Sosiologi informasi pengobatan tradisional religius kajian di masyarakat perdesaan Jawa Barat. *Jurnal Studi Agama dan Masyarakat*, 14(2), 100.
- Rkain M., Rkain, I., Safi, M., Kabiri, M., Ahid, S., & Benjelloun. (2014). Knowledge and management of fever among Moroccan parents. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 20(6), 397–402..
- Nurindra, R. W., & Santya, R. N. R. E. (2015). Gambaran upaya pencarian pengobatan penderita DBD di Kota Sukabumi tahun 2012. *Balaba*, 11(01), 15–22.
- Nurindra, R. W. Masturoh, I., Hendri, J., & Ipa, M. (2010). Gambaran perilaku pencarian pengobatan penderita demam berdarah dengue di Kabupaten Ciamis Provinsi Jawa Barat. *Aspirator*, 2(2), 103–109.
- Rumengan, D. S. S., Umboh, J. M. L., Kandou, G. D. (2015). Faktor-faktor yang berhubungan dengan pemanfaatan pelayanan kesehatan pada peserta BPJS Kesehatan di Puskesmas Paniki Bawah, Kecamatan Mapanget, Kota Manado. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat Unsrat*, 5(2), 93–94
- Skinner, B. F. (1938). *Behavior of organism: An experimental analysis*. Cambridge. Massachusetts: B.F Skinner Foundation.
- Snehendu, B. Kar. (1983). A Psychological of Health Behaviour, Health Valuses. *Achiving High Level Wellness*. Volume 7. No.2. March/April.
- Sulzer-Azaroff, B., & Mayer, R. G. (1986). *Achieving educational excellence: Using behavioral strategies*. New York: Holt.
- Supadmi, W. (2013). Gambaran pasien geriatri melakukan swamedikasi di Kabupaten Sleman. *Jurnal Pharmacia*, 3(2), 45–50.
- Lee, W., Neo, A., Tan, S., Cook, A. R., Wong, M. L., Tan, J., ... Ho, C. (2014). Health-seeking behaviour of male foreign migrant workers living in a dormitory in Singapore. *BMC Health Services Research*, 14, 300. doi: 10.1186/1472-6963-14-300.

# Bab 11

## Pencegahan Kasus Dengue dengan Pemberdayaan Masyarakat “Community Empowerment”

Endang Puji Astuti & Yuneu Yuliasih



### A. UPAYA PENGENDALIAN DENGUE

Sejak pertama kali ditemukan di Surabaya dan Jakarta pada 1968, kasus demam berdarah dengue (DBD) makin luas penyebarannya dan sekarang telah 50 tahun kasus DBD di Indonesia dengan jumlah kasus yang masih berfluktuasi. Berbagai upaya pengendalian telah dilakukan untuk menurunkan kasus dan angka kematian akibat DBD. Kementerian Kesehatan dalam upaya pengendalian DBD menetapkan lima kegiatan, yaitu (1) menemukan kasus secepatnya dan mengobati sesuai dengan prosedur tetap; (2) memutus mata rantai transmisi siklus nyamuk; (3) kemitraan dalam pokjanel (kelompok kerja operasional) DBD; (4) pemberdayaan masyarakat dalam gerakan pemberantasan sarang nyamuk (PSN); dan (5) peningkatan profesionalisme pelaksana program (Ditjen P2P, 2008).

Kepmenkes No. 581/1992 menetapkan PSN sebagai prioritas utama yang dilaksanakan langsung oleh masyarakat. Gerakan PSN juga dideklarasikan kembali pada 2011, saat Indonesia sebagai tuan rumah ASEAN *Dengue Day* (ADD). Hal ini didukung pula dalam Rencana Aksi Program Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan tahun 2015–2019 yang menetapkan indikator peningkatan kesehatan masyarakat di antaranya peningkatan kesehatan dan pemberdayaan masyarakat (Direktorat Jenderal Pengendalian

dan Penyehatan Lingkungan, 2015). Pemberdayaan masyarakat merupakan salah satu pilar kebijakan Menteri Kesehatan dalam mencapai Indonesia sehat melalui penguatan pelayanan kesehatan, di antaranya Paradigma Sehat.

Upaya kesehatan dalam pencegahan dan pengendalian dengue tidak lepas dari peran masyarakat dan pemerintah. Kesehatan, menurut Blum dalam Notoatmodjo (2005) merupakan hasil interaksi berbagai faktor yang memengaruhi individu, kelompok, dan masyarakat, yaitu lingkungan (*environment*), perilaku (*behaviour*), pelayanan kesehatan (*health service*), dan keturunan (*heredity*). Arah kebijakan pemerintah dalam upaya pengendalian dengue adalah menggalakkan gerakan pemberantasan sarang nyamuk (PSN) yang telah dilaksanakan pada semua wilayah di Indonesia. Indikator keberhasilan gerakan PSN adalah peningkatan angka bebas jentik (ABJ) dan penurunan kasus dengue. Pelaksanaan PSN ini tidaklah mudah. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan, ABJ Nasional dari 2010–2015 masih < 95% atau di bawah target nasional dan angka kesakitan dengue masih berfluktuasi (Kemenkes RI, 2017).

Istilah PSN melalui 3M plus (membersihkan, menutup, mendaur-ulang) sudah dikenal oleh masyarakat, terutama di wilayah endemis. Kegiatan lain dari 3M plus adalah menaburkan bubuk larvasida, menggunakan obat nyamuk, menggunakan kelambu, memelihara ikan pemakan jentik, menanam tanaman pengusir nyamuk, mengatur cahaya dan ventilasi rumah, dan menghindari kebiasaan menggantung pakaian di dalam rumah. Namun, karena kondisi masyarakat Indonesia yang heterogen, pemberdayaan masyarakat ini belum dapat berjalan optimal. Beberapa hasil studi menyatakan bahwa pengetahuan dan sikap di masyarakat berhubungan dengan kejadian dengue di wilayah tersebut (Hasyim, 2013; Nuryanti, 2013). Pengetahuan masyarakat tentang pengendalian dengue terkadang cukup baik, tetapi hal ini malah diikuti dengan perilaku PSN yang masih rendah (Lubis Purnama, Ekawati, & Muliantar, 2012; Manalu & Munif, 2017). Partisipasi masyarakat merupakan faktor pendorong keberhasilan



Keterangan: Atas: visi misi kesehatan; Bawah: Penguatan Pelayanan Kesehatan  
Sumber: Moeloek (2015)

**Gambar 11.1** Pilar Kebijakan Menteri Kesehatan dalam mencapai Indonesia Sehat

kegiatan PSN. Namun, hal ini membutuhkan proses panjang dan memerlukan konsistensi, ketekunan, serta kesinambungan dalam memberikan upaya pemahaman dan motivasi, baik kepada individu, kelompok masyarakat, maupun pemegang kebijakan, terutama di daerah. Upaya meningkatkan kesadaran masyarakat di antaranya memberikan penyuluhan dalam bentuk promosi kesehatan. Promosi kesehatan dengan strategi komunikasi tergolong sebagai upaya perubahan perilaku. Strategi utamanya adalah advokasi, kemitraan, dan pemberdayaan masyarakat.

## **B. PERAN MEDIA DALAM PROMOSI KESEHATAN**

Promosi kesehatan (*health promotion*) menurut Green (1980) adalah “segala bentuk kombinasi pendidikan kesehatan dan intervensi yang terkait dengan ekonomi, politik, dan organisasi yang dirancang untuk memudahkan perilaku dan lingkungan yang kondusif bagi kesehatan.” Promosi kesehatan merupakan bentuk yang lebih dari pendidikan kesehatan (*health education*) karena *output* yang diharapkan adalah keadaan kondusif bagi kesehatan, baik perilaku maupun lingkungan. Konferensi Internasional Promosi Kesehatan di Ottawa, Kanada (1986), menyatakan:

*Health promotion is the process of enabling people to increase control over, and improve their health. To reach a state of complete physical, mental and social well-being, an individual or group must be able to identify and realize aspiration, to satisfy need, and to change or cope the environment.*

Batasan ini jelas mengungkapkan bahwa ada proses dalam memaukan (*willingness*) dan memampukan (*ability*) masyarakat dalam mempertahankan/memelihara serta meningkatkan kesehatan (Notoatmodjo, 2005). Perubahan perilaku dapat dilakukan melalui pendekatan individu, keluarga, dan masyarakat. Proses perubahan perilaku sendiri haruslah melalui beberapa tahap dan membutuhkan jangka waktu lama. Individu ataupun masyarakat sendiri merupakan subjek dalam promosi kesehatan dan pengambilan keputusan. Latar belakang pendidikan dan akses untuk mendapatkan informasi sangat

penting dalam mendukung kesadaran sehingga masyarakat mau berpartisipasi dalam setiap kegiatan. Pelaksanaan upaya promosi kesehatan harus disesuaikan dengan subjek atau target sehingga dapat berjalan optimal. Oleh karena itu, dibutuhkan pula peran media sebagai alat penyampaian pemahaman terhadap masyarakat. Media promosi kesehatan adalah semua sarana untuk menampilkan pesan atau informasi yang ingin disampaikan. Beberapa media yang sering digunakan adalah (1). media cetak (poster, leaflet, buku pedoman, lembar balik dan lainnya); (2). media elektronik (TV, radio, video, media sosial, internet, dan lainnya) serta (3). media lainnya (papan reklame, spanduk, banner, dan lainnya). Setiap media mempunyai kelebihan dan kekurangan, sehingga sarana media yang dipilih harus menyesuaikan tujuan maupun sasarannya, misal promosi dengan sasaran remaja, akan lebih tepat jika menggunakan media sosial disesuaikan dengan generasi milenial saat ini. Pesan atau informasi yang disampaikan dengan media yang sesuai dengan tujuan dan sasaran maka dapat meningkatkan pemahaman serta perubahan perilaku ke arah positif terutama terhadap kesehatan.

Saat ini, media promosi populer di antaranya adalah jejaring sosial, media ini lebih luas jangkauannya baik ruang dan waktu. Pemanfaatan jaringan sosial dalam penyebarluasan informasi lebih leluasa dan lebih mengena ke personal. Berdasarkan hasil analisis potensi jejaring sosial promosi kesehatan tentang DBD yang dilakukan Ipa dan Laksono (2014), terdapat 76 video seperti di YouTube, Vimeo, dan Veoh yang terbagi dalam kategori pencegahan, pengendalian penularan, pengobatan DBD. Selain itu, kategori informasi lain menjelaskan tentang klasifikasi derajat keparahan infeksi dengue, vektor (morfologi, siklus hidup, bionomik), fase intrinsik virus dengue serta penemuan vaksin dengue. Ketersediaan informasi terkait tentang demam berdarah dengue di media sosial dirasa masih sangat kurang sehingga perlu dilakukan optimalisasi penyebaran informasi melalui situs internet. Penelitian lainnya mengungkapkan bahwa pesan-pesan tentang demam berdarah dengue yang disajikan dalam bentuk media, seperti poster dan

kalender; media fisik dan gabungan antara keduanya, hasilnya sangat efektif dalam meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang pengendalian demam berdarah dengue (Marlina, Saleh, & Lumintang, 2009). Hasil penelitian di Jawa Barat oleh Nasution, Sadono, dan Wibowo (2018) menyatakan bahwa mempromosikan PSN DBD menggunakan media manga dan infografis terbukti efektif meningkatkan pengetahuan sismantik (siswa pemantau jentik) karena siswa SD atau SMP akan lebih tertarik untuk membaca informasi dengan gambar kartun atau dalam bentuk komik.

### **C. PEMBERDAYAAN MASYARAKAT (*COMMUNITY EMPOWERMENT*) DALAM GERAKAN PSN**

Pemberdayaan masyarakat (*community empowerment*) adalah strategi promosi kesehatan yang ditujukan pada masyarakat langsung (Notoatmodjo, 2005) agar mampu mengambil keputusan dan menentukan tindakan secara mandiri dalam meningkatkan kesehatannya. Prinsip pemberdayaan kesehatan pada dasarnya mendorong masyarakat untuk meningkatkan kemandirian dalam bertindak dan menentukan keputusan yang berpengaruh terhadap kesehatannya (Mardikanto, 2010). Hal yang harus digali dalam proses pemberdayaan masyarakat terkait PSN adalah membangun kesadaran, pemahaman, dan kemauan yang didukung keterampilan sehingga pelaksanaan PSN dapat terlaksana dengan optimal dan mampu menurunkan kasus DBD di suatu wilayah.

Pembangunan kesadaran, pemahaman, dan motivasi masyarakat dalam program PSN harus didukung dengan pengetahuan yang baik. Hasil penelitian di Kota Makassar menyebutkan bahwa variabel tingkat pengetahuan, sikap, dan tindakan masyarakat berhubungan (signifikan) dengan keberadaan larva di wilayah penelitian (Nahumarury, 2013). Terkait dengan perilaku, hasil penelitian di Sawangan (Surabaya) yang merupakan wilayah endemis dengue—dan dulunya adalah area prostitusi—menarik untuk dikaji. Masyarakat di sana masih memiliki permasalahan dalam perilaku, seperti pengelolaan sampah yang masih kurang, kepemilikan toilet

bersih masih rendah, dan kurang kesadaran dalam hal kebersihan, serta kegiatan PSN yang belum optimal dijalankan (Asri, Nuntaboot, & Wiliyanarti, 2017) sehingga membutuhkan gerakan yang bersifat komunitas. Beberapa upaya pengendalian vektor DBD berbasis lingkungan yang dapat dilakukan oleh komunitas masyarakat adalah membersihkan bak mandi, pengelolaan sampah (memilah limbah padat, daur ulang, membuat kompos), menanam tanaman anti-nyamuk serta membersihkan air tergenang (Tana, Umniyati, Petzold, Kroeger, & Sommerfeld, 2012).

Pemberdayaan komunitas masyarakat dengan meningkatkan kesadaran dalam upaya pengendalian vektor DBD perlu didukung berbagai sektor, terutama pemerintah daerah sehingga dapat berkelanjutan. Kegiatan masyarakat seperti pertemuan/majelis dapat digunakan untuk membangun kerjasama kemitraan (Tana dkk., 2012). Gerakan masyarakat seperti piket bersama, menurut penelitian terhadap kelompok masyarakat Dasa Wisma (Purwokerto), mampu mengurangi keberadaan vektor di wilayah tersebut. Hal ini juga didukung oleh tokoh masyarakat, pemerintah daerah, dan non-pemerintah (Kusriastuti, Suroso, Nalim, & Kusumadi, 2004). Modal sosial diyakini mampu memecahkan masalah kesehatan masyarakat, terutama dalam pengendalian dengue. Modal sosial masyarakat terdiri dari (1) norma; (2) kepercayaan; (3) jejaring melalui kegiatan komunitas, seperti pembentukan kelompok pemantau jentik yang terbagi dalam Bumantik (Ibu Pemantau Jentik), Jumantik (Juru Pemantau Jentik), Rumantik (Guru Pemantau Jentik) dan Wamantik (Siswa Pemantau Jentik); (4) kolaborasi lintas sektoral; serta (5) dukungan pemerintah daerah (Asri dkk., 2017).

Unit terkecil dalam pemberdayaan masyarakat adalah rumah tangga. Oleh karena itu, peran kepala keluarga sangat menentukan peran serta individu dalam masyarakat. Hasil penelitian di Thailand menyebutkan bahwa kepala keluarga berkontribusi dalam gerakan PSN DBD. Dalam penelitian ini dijelaskan bahwa setelah program pemberdayaan masyarakat selama delapan minggu, perilaku yang baik dalam pengendalian vektor DBD dari kepala keluarga

dapat meningkatkan angka ABJ di wilayah tersebut (Pengvanich, 2011). Selain kepala keluarga, peran tokoh masyarakat juga sangat diperlukan dalam pemberdayaan masyarakat. Tokoh agama (toga) dan tokoh masyarakat (toma) masih dijadikan panutan oleh masyarakat, terutama di wilayah rural (pedesaan). Peran toga dan toma penting dalam penyebarluasan informasi pencegahan dan pengendalian DBD untuk memotivasi peran serta masyarakat. Penelitian di Kota Salatiga, menyebutkan bahwa tokoh masyarakat (toma) aktif menyebarluaskan informasi dan mengimbau warga untuk melakukan PSN. Selain itu, pengetahuan toma tentang DBD pun sudah cukup baik (Trapsilowati & Suskamdani, 2007) sehingga mampu memotivasi warga.

Tokoh yang tidak kalah penting dalam pemberdayaan masyarakat adalah kader kesehatan. Kader kesehatan bahkan menjadi tolok ukur keberhasilan program kesehatan. Begitu pula dalam kegiatan PSN. Partisipasi dan kinerja kader kesehatan (dalam hal ini jumantik) menjadi tolok ukur indikator ABJ suatu wilayah. Partisipasi kader kesehatan terhadap program PSN harus dibekali dengan pemahaman pengetahuan. Proses edukasi, seperti pelatihan, akan meningkatkan kemampuan dan keahlian kader. Hasil intervensi di Semarang (Pujiyanti & Trapsilowati, 2016) membuktikan bahwa kegiatan pelatihan mampu meningkatkan pengetahuan manajerial kader sehingga mampu menyusun tindak lanjut kegiatan PSN spesifik di wilayahnya. Penelitian di Kabupaten Ogan Ilir Sumatra Selatan menemukan bahwa terdapat hubungan motivasi, komunikasi, kerjasama, dan penghargaan terhadap partisipasi kader jumantik (Rahayu, Budi, & Yeni, 2017). Pemberdayaan kader jumantik dalam PSN DBD memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan ABJ (Chadjiah, Rosmini, & Halimuddin, 2011).

Mengenal faktor-faktor penguangkit dalam pemberdayaan masyarakat sangat penting untuk menyusun dan mengembangkan strategi perubahan perilaku terkait pemberdayaan masyarakat. Strategi berbasis masyarakat sendiri telah banyak dikembangkan di seluruh dunia. Namun, saat ini masih diperlukan lebih banyak

bukti atau model tentang bagaimana strategi tersebut dapat diimplementasikan secara efektif, efisien, diterima masyarakat, dan berkelanjutan. Salah satu strategi berbasis masyarakat yang banyak diteliti adalah kemitraan. Kemitraan di sini terkait dengan upaya lintas sektoral yang berkoordinasi dan berkolaborasi dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Upaya pemberdayaan masyarakat dalam PSN DBD bukan hanya tugas sektor kesehatan, melainkan juga perlu didukung oleh sektor lainnya. Sebagai contoh, adanya surat edaran atau surat keputusan oleh pemerintah daerah setempat (bupati/walikota) untuk pelaksanaan PSN DBD di wilayahnya, kerjasama dengan dinas pendidikan untuk membentuk rumantik (guru pemantau jentik) atau sismantik (siswa pemantau jentik); Dinas Kominfo (komunikasi dan informasi), Bappeda, dan lain lain.

Faktor lainnya adalah perlunya pengembangan pendidikan kesehatan yang disesuaikan dengan kondisi sosial budaya setempat. Selain itu, menggerakkan perempuan, siswa, dan kelompok masyarakat lainnya telah terbukti menurunkan kepadatan vektor yang berbasis lingkungan dan sanitasi, seperti manajemen pengelolaan sampah. Temuan ini sangat relevan dalam mendefinisikan intervensi pengendalian vektor yang efisien, efektif, dan ramah lingkungan, yang sesuai dengan strategi WHO dalam manajemen pengendalian vektor terpadu (Sommerfeld & Kroeger, 2012). Hasil penelitian di Kuba (Sanchez dkk., 2009) menyebutkan bahwa terdapat perbedaan angka breteau index (BI) antara wilayah perlakuan (diberi intervensi) dan kontrol (tidak diberikan intervensi). Selama dua tahun penelitian, terjadi penurunan angka BI di wilayah intervensi. Artinya, tren perubahan perilaku peran serta masyarakat ini bisa terjadi karena didukung oleh intervensi (pengawasan dalam setiap kegiatan rutin). Oleh karena itu, koordinasi dengan lintas sektor sangat efektif dalam upaya pendekatan pemberdayaan masyarakat.

Pemberdayaan masyarakat dengan PSN 3 M Plus sudah menjadi jargon upaya pengendalian dengue di Indonesia. Provinsi Jawa Barat merupakan salah satu wilayah endemis dengue dengan jumlah kasus yang cukup tinggi tiap tahunnya, terutama wilayah perkotaan.

Kasus DBD di Provinsi Jawa Barat bukan hanya terjadi di wilayah perkotaan, melainkan juga di semua kota/kabupaten di Provinsi Jawa Barat. Hal ini membuktikan bahwa DBD tidak hanya terjadi di wilayah urban (perkotaan), tetapi juga di wilayah rural (perdesaan). Pengendalian dengue di Provinsi Jawa Barat berfokus pada kegiatan pemberdayaan masyarakat dengan gerakan PSN 3 M Plus. Beberapa penelitian yang terkait dengan pemberdayaan masyarakat dalam upaya pengendalian dengue telah banyak dilakukan. Berdasarkan penelusuran pustaka, ditemukan kurang lebih 20 sumber yang tentang pemberdayaan masyarakat di beberapa wilayah kabupaten/kota Provinsi Jawa Barat, tetapi hanya ada 12 pustaka yang membahas rangkaian pemberdayaan masyarakat untuk mendukung program Gerakan PSN 3 M Plus (Tabel 11.1).

Hasil penelitian tersebut mengungkapkan bahwa pengetahuan dan kesadaran masyarakat untuk melakukan PSN masih harus terus diintervensi dan masih memerlukan strategi dalam pengembangan pemberdayaan masyarakat. Hal yang masih menjadi masalah adalah tingkat kesinambungan kegiatan PSN DBD. Ketika jumlah kasus meningkat, masyarakat mulai tersadar dan melakukan berbagai upaya pengendalian. Namun, jika jumlah kasus berkurang, kesadaran masyarakat juga mulai menurun. Kondisi ini perlu diwaspadai karena dengan menurunnya kegiatan PSN DBD akan menjadi pemicu meledaknya jumlah kasus DBD, terutama pada awal musim penghujan setelah kemarau panjang. Program kesehatan lintas sektor harus terus melakukan promosi kesehatan kepada masyarakat. Bentuk dan media promosi kesehatan juga perlu memperhatikan target/sasaran, contohnya media visual manga atau komik sangat efektif untuk mengenalkan DBD dan gerakan PSN DBD kepada siswa sekolah. Kesimpulannya, upaya intervensi untuk meningkatkan pemberdayaan masyarakat perlu dioptimalkan dan dijaga kesinambungannya agar kasus DBD tidak meningkat dan menimbulkan kejadian luar biasa (KLB).

**Tabel 11.1** Beberapa hasil penelitian tentang pemberdayaan masyarakat terkait dengue di Provinsi Jawa Barat

No.	Penulis	Tujuan penelitian	Kota/ Kabupaten	Desain	definisi sampel	jumlah sampel	Temuan	Keterbatasan
1.	(Respati dkk., 2018)	Faktor-faktor yang memengaruhi DBD berdasarkan peran serta masyarakat, sanitasi dasar, dan program pengendalian DBD	Kota Bandung	Observasional analitis eksplorasi survei sampling	Rumah tangga di 12 kecamatan dan 16 kelurahan	2035	DBD dipengaruhi oleh keberadaan kontainer berisiko, saluran pembuangan air limbah, program DBD dan peran serta masyarakat.	
2.	(Gifari dkk., 2017)	Hubungan tingkat pengetahuan dan perilaku Gerakan 3M plus dengan keberadaan jentik <i>Aedes aegypti</i> .	Kota Bandung	Observasional analitis dengan desain <i>cross sectional study</i> .	rumah tangga	55	Terdapat hubungan perilaku Gerakan 3M Plus dengan keberadaan jentik.	

No.	Penulis	Tujuan penelitian	Kota/ Kabupaten	Desain	definisi sampel	jumlah sampel	Temuan	Keterbatasan
3.	(Nasution dkk., 2018)	Pengaruh media visual manga dan infografis terhadap pemahaman informasi, persepsi dan sikap sismantik.	Kabupaten Bogor	Eksperimen menggunakan kelompok intervensi kontrol uji <i>pre-post test</i> .	siswa kelas V dan VI MI	291	(1) perlakuan media visual terbukti mampu memberikan peningkatan terhadap ketiga efek media visual dibanding kelompok kontrol; ; (2) media visual yang paling efektif meningkatkan persepsi risiko adalah manga (kedua jenis tipe pesan) dan manga Gerakan 3M Plus untuk pembentukan sikap positif.	Tidak dilaksanakan peningkatan penyuluhan pentingnya tindakan pencegahan penyakit DBD dengan Gerakan 3M Plus.

No.	Penulis	Tujuan penelitian	Kota/ Kabupaten	Desain	definisi sampel	jumlah sampel	Temuan	Keterbatasan
4.	(Nitami & Budiutami, 2016)	Untuk mengetahui faktor yang memengaruhi penerapan PSN pada ibu rumah tangga terhadap di Kecamatan Cibinong, Kabupaten Bogor.	Kabupaten Bogor	<i>Cross-sectional</i>	Ibu rumah tangga	125	Penyuluhan dan Penerapan PSN secara mandiri berhubungan dengan keberadaan jentik.	
5.	(Ipa dkk., 2009)	Hubungan tingkat pengetahuan, sikap dan praktik terhadap kejadian DBD	Kabupaten Pangandaran	<i>Cross sectional</i>	Rumah tangga	195	pengetahuan dan sikap masyarakat tentang pengendalian DBD sudah cukup baik, tetapi praktiknya terutama PSN masih kurang.	

No.	Penulis	Tujuan penelitian	Kota/ Kabupaten	Desain	definisi sampel	jumlah sampel	Temuan	Keterbatasan
6.	(Masturoh dkk., 2009)	Mengetahui efektivitas pemberdayaan ibu rumah tangga dalam peningkatan pengetahuan, sikap dan praktik (PSP) penanggulangan DBD	Kabupaten Karawang	<i>Quasi experimental</i> (kelompok kasus dan kontrol)	Ibu rumah tangga	67	Kelompok ibu rumah tangga yang telah diberi pelatihan, ternyata bisa diberdayakan dalam menyebarluaskan informasi yang berkaitan dengan pencegahan dan pengendalian DBD terhadap kelompok IRT yang menjadi binaannya	
7.	(Rianasari dkk., 2016)	Hubungan fisik dan perilaku masyarakat dengan kejadian DBD.	Kota Bekasi	<i>Cross Sectional</i>	Kepala keluarga yang dipilih secara purposive sampling.	95	<i>Resting place, breeding place, kelembapan, kebiasaan</i> mengganggu pakaian, praktik PSN, pengetahuannya ada hubungannya dengan kejadian DBD.	Faktor perilaku lain dan lingkungan fisik lainnya tidak diteliti.

No.	Penulis	Tujuan penelitian	Kota/ Kabupaten	Desain	definisi sampel	jumlah sampel	Temuan	Keterbatasan
8.	(Samtya dkk., 2016)	Upaya pencegahan masyarakat dalam pencegahan DBD	Kota Sukabumi	<i>Cross Sectional</i>	Pasien DBD dan sampel bangunan yaitu yang dikunjungi pasien satu minggu sebelum terkena gejala DBD	pasien : 113, bangunan : 437	Masih ditemukan jentik di masyarakat dan tempat-tempat umum, sehingga membutuhkan sebuah pendekatan dalam bentuk mobilisasi masyarakat dalam mengontrol keberadaan jentik.	
9.	(Elsa dkk., 2017)	Mengetahui pengaruh pendidikan kesehatan terhadap partisipasi masyarakat dalam memberantas sarang nyamuk <i>Aedes aegypti</i> yang diukur tingkat pengetahuan.	Kota Bandung	<i>Quasi experimental</i>	Kepala keluarga atau orang dewasa di Kecamatan Cijawura, dan Cisaranten Wetan Kecamatan yang dipilih secara acak.	100	Pendidikan kesehatan yang diberikan kepada masyarakat dapat meningkatkan tingkat pengetahuan dan partisipasi mereka untuk mengendalikan tempat berkembangbiakan nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .	Pendidikan kesehatan seharusnya dilakukan secara berkelanjutan dan menggunakan metode yang lebih menarik.

No.	Penulis	Tujuan penelitian	Kota/ Kabupaten	Desain	definisi sampel	jumlah sampel	Temuan	Keterbatasan
10.	(Zubaedah, 2007)	Mengetahui hubungan faktor-faktor sumber daya manusia terhadap kinerja petugas pokja tingkat kelurahan di Kota Tasikmalaya.	Kota Tasikmalaya	<i>Cross sectional</i>	Kader di 36 kelurahan	108	Terdapat hubungan antara pengetahuan, persepsi, sikap, motivasi, beban kerja dan imbalan terhadap kinerja kader sebagai petugas pokjanal DBD. perlu meningkatkan pengetahuan kader agar dapat meningkatkan peran serta masyarakat dalam program PSN DBD.	

No.	Penulis	Tujuan penelitian	Kota/ Kabupaten	Desain	definisi sampel	jumlah sampel	Temuan	Keterbatasan
11.	(Marlina dkk., 2009)	Menganalisis efektivitas penyampaian pesan tentang tanaman Zodia melalui media cetak (folder dan poster-kalender), objek zodia dan gabungannya terhadap peningkatan pengetahuan masyarakat.	Kelurahan Tegal Gundil, Kecamatan Bogor Utara, Bogor	Quasi <i>experimental</i>	Ibu rumah tangga yang aktif di posyandu.	60	(1) efektivitas media dapat ditingkatkan melalui penggunaan media fisik; (2) peningkatan pengetahuan sangat efektif melalui kombinasi media.	Kurang ditambahkan untuk melihat pengaruh pada perubahan sikap dan tindakan atau keterampilan keterampilan masyarakat.

No.	Penulis	Tujuan penelitian	Kota/ Kabupaten	Desain	definisi sampel	jumlah sampel	Temuan	Keterbatasan
12.	(Rosidi, 2006)	Mengetahui faktor PSN-DBD dengan angka bebas jentik (ABJ) di Kecamatan Sumberjaya Kabupaten Majalengka.	Kabupaten Majalengka	<i>Cross-sectional</i>	Semua Rumah tangga yang melaksanakan PSN	48	Terdapat hubungan yang bermakna antara penyuluhan kelompok tentang DBD, adanya kader jumantik, kegiatan PSN DBD, sarana pendukung PSN, dan pemantauan jentik secara berkala dengan Angka Bebas Jentik.	

Sumber: dari berbagai sumber

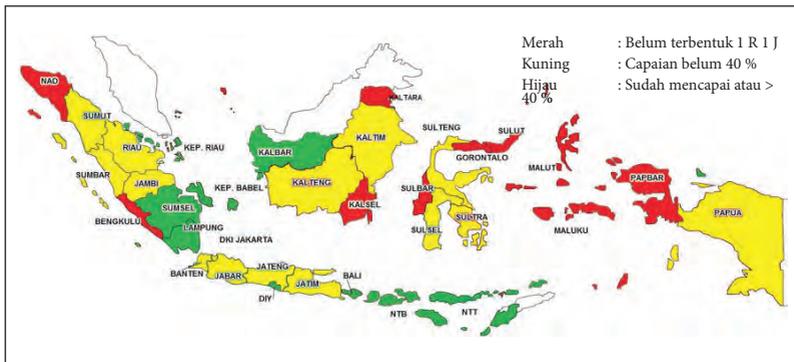
#### **D. GERAKAN SATU RUMAH SATU JUMANTIK (G1R1J)**

Tiga pilar dalam strategi penanganan kasus dengue adalah penguatan dan diagnosis dini serta tata laksana kasus yang tepat; gerakan satu rumah satu jumantik; vaksinasi. Gerakan Satu Rumah Satu Jumantik (G1R1J) dicanangkan oleh Kementerian Kesehatan pada 2015 dan dituangkan dalam Surat Edaran Menkes Nomor: PM.01.11/MENKES/591/2016. Kegiatan yang dilakukan dalam G1R1J adalah pelaksanaan advokasi, pelatihan kader, sosialisasi PSN G1R1J pada warga dan jumantik serta lintas sektor, pengamatan jentik, serta PSN dengan larvasidasi.

Program G1R1J lebih menekankan peran serta jumantik rumah dalam tiap rumah tangga. Mekanisme struktur dalam G1R1J adalah jumantik rumah/jumantik lingkungan, koordinator jumantik, dan supervisor jumantik. Jumantik rumah adalah anggota rumah tangga yang dipilih dan bersedia menjadi jumantik di rumahnya dengan kriteria berusia lebih dari 15 tahun, merupakan anggota rumah tangga, dan dapat memotivasi anggota keluarga yang lain untuk melakukan PSN DBD. Tugas jumantik rumah adalah melakukan pemantauan dan pembasmian jentik (jika ditemukan positif jentik) setiap seminggu sekali dan mencatat di kartu pemeriksaan rumah tangga. Koordinator jumantik melakukan tugas sosialisasi dan pembinaan kepada jumantik rumah tentang kegiatan PSN DBD serta memantau keberadaan jentik di rumah warga bersama-sama dengan jumantik rumah. Koordinator jumantik bertugas membina lebih kurang 20 rumah tangga binaan di wilayah kerjanya atau disesuaikan dengan kondisi masing-masing wilayah. Pencatatan hasil pengisian *form* oleh jumantik rumah direkap oleh koordinator jumantik dan diserahkan ke supervisor jumantik setiap satu bulan sekali. Supervisor akan merekap hasil laporan dari beberapa koordinator dan menghitung angka bebas jentik di wilayah tersebut per bulan untuk diserahkan ke Puskesmas setempat.

Beberapa wilayah telah menjalankan kegiatan G1R1J. Sampai tahun 2019 telah ada 116 kabupaten/kota telah melaksanakan G1R1J dengan target tahun 2020 sebanyak 166 kabupaten/kota dan tahun

2024 ditargetkan sebanyak 370 kabupaten/kota melaksanakan G1R1J (Subdit Arbovirosis, 2019). Hingga saat ini, beberapa wilayah di kabupaten/kota mulai menYosialisasikan G1R1J dan melaksanakan program tersebut. Konsep pikir dalam gerakan G1R1J adalah semua kabupaten/kota melaksanakan G1R1J sehingga dapat meningkatkan angka bebas jentik, dan pada akhirnya dapat menurunkan jumlah kasus kesakitan dengue serta menurunkan angka kematian akibat dengue secara nasional.



Sumber: Subdit Arbovirosis (2019)

**Gambar 11.2** Peta distribusi pelaksanaan program G1R1J di Indonesia tahun 2018

## E. PENUTUP

Upaya pengendalian demam berdarah dengue melalui pemberdayaan masyarakat (dalam hal ini PSN 3 M Plus dan gerakan satu rumah satu jumentik) masih menjadi tugas bersama. Proses pemberdayaan masyarakat yang terkait individu dan komunitas membutuhkan waktu yang panjang, strategi yang optimal, dan melibatkan semua pihak, terutama dukungan pemerintah dan koordinasi lintas sektor. Pengembangan strategi berbasis masyarakat masih diperlukan agar strategi yang efektif, efisien, dan berkelanjutan dapat ditentukan sehingga mampu meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Upaya yang dapat dilakukan adalah menggencarkan sosialisasi gerakan satu rumah satu jumentik melalui media promosi, seperti iklan di televisi,

jejaring sosial, poster, atau spanduk. Kader sebagai ujung tombak terlaksananya kegiatan kesehatan di masyarakat harus dilatih dan dibekali informasi yang baik sehingga mereka dapat menjadi motivator dalam menggerakkan masyarakat. Selain itu, peraturan daerah setempat (yang dikeluarkan gubernur, walikota, atau bupati) dapat menjadi pemicu yang baik dalam menggerakkan program PSN DBD. Koordinasi dengan sektor lainnya, seperti dinas pendidikan, dinas kominfo, dinas tata ruang, dan Bappeda dibutuhkan agar program pemberdayaan masyarakat ini terintegrasi dengan baik dan dapat direalisasikan dalam bentuk naskah kerja sama (*memorandum of understanding/MOU*). Jika G1R1J dapat diadopsi oleh setiap individu, upaya pengendalian DBD akan semakin mudah karena setiap individu bertanggung jawab terhadap rumah dan lingkungan sekitarnya sehingga keberadaan jentik DBD dapat diminimalisasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asri, Nuntaboot, K., & Wiliyanarti, P. F. (2017). Community social capital on fighting dengue fever in suburban Surabaya, Indonesia: A qualitative study. *International Journal of Nursing Sciences*, 4(4), 374–377.
- Chadijah, S., Rosmini, & Halimuddin. (2011). Peningkatan peran serta masyarakat dalam pelaksanaan PSN DBD di dua keluarahan di Kota Palu, Sulawesi Tengah. *Media Litbang Kesehatan*, 21(4), 183–190.
- Departemen Kesehatan RI. (2010). Profil kesehatan Indonesia 2010. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Direktorat Jenderal Pengendalian dan Penyehatan Lingkungan. (2015). Rencana aksi program pengendalian penyakit dan penyehatan lingkungan tahun 2015–2019. Kementerian Kesehatan RI.
- Ditjen P2P. (2008). *Modul pelatihan bagi pelatih pengendalian sarang nyamuk DBD dengan pendekatan komunikasi perubahan perilaku*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Elsa, Z., Sumardi, U., & Faridah, L. (2017). Pengaruh pendidikan kesehatan pada partisipasi masyarakat memberantas sarang nyamuk *Aedes aegypti* di Kecamatan Buahbatu dan Cinambo, Bandung. *National Public Health Journal*, 12(2), 73–78.

- Gifari, M. A., Rusmartini, T., & Astuti, R. D. I. (2017). Hubungan tingkat pengetahuan dan perilaku gerakan 3M plus dengan keberadaan jentik *Aedes aegypti*. *Bandung Meeting on Global Medicine & Health (BaMGMH)*, 1(1), 84–90.
- Green, L. (1980). *Health education: a diagnosis approach*. John Hopskin University: Mayfield Publishing Co.
- Hasyim, D. M. (2013). Faktor-faktor yang berhubungan dengan tindakan pemberantasan sarang nyamuk demam berdarah dengue. *Jurnal Kesehatan*, 4(2), 364–370.
- Hayani, Erlan, A, W. Y., & Samarang. (2006). Pengaruh pelatihan guru UKS terhadap efektivitas PSN DBD di tingkat Sekolah Dasar di Kota Palu, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 5(1), 376–379.
- Ipa, M., & Laksono, A. D. (2014). Potential analysis of promoting the dengue hemorrhagic fever prevention through Youtube. *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 17(1), 97–106.
- Ipa, M., Lasut, D., Yuliasih, Y., & Delia, T. (2009). Gambaran pengetahuan, sikap dan tindakan masyarakat serta hubungannya dengan kejadian demam berdarah dengue di Kecamatan Pangandaran Kabupaten Ciamis. *Aspirator*, 1(1), 16–21.
- Moeloek, N. F. (2015). *Pembangunan kesehatan menuju Indonesia sehat*. Presentasi disampaikan pada Rapat Kerja Kesehatan Nasional Regional Barat, Batam, 4 Maret 2015. Diakses pada 10 September 2019 dari <http://www.depkes.go.id/resources/download/rakerkesnas-2015/reg-barat/Paparan%20Menteri%20Kesehatan.pdf>
- Kementerian Kesehatan. (2017). *Profil kesehatan Indonesia tahun 2016*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan. (2018). *Data dan informasi profil kesehatan Indonesia 2017* (R. Kurniawan, B. Hardhana, & Yulianto, eds.). Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kusriastuti, R., Suroso, T., Nalim, S., & Kusumadi, W. (2004). “Together picket:” community activities in dengue source reduction in Purwokerto City, Central Java, Indonesia. *Dengue Bulletin*, 28(Suppl), 35–38.
- Lubis, D., Purnama, S. G., Ekawati, K., & Muliantar, N. K. A. (2012). Asosiasi pengetahuan tentang demam berdarah dan upaya pemberantasan sarang nyamuk di Kelurahan Sesetan Denpasar Selatan Bali. *Arc.com. Health*, 1(2), 124–132.

- Mardikanto, T. (2010). *Konsep-konsep pemberdayaan masyarakat*. Surakarta: UNS Press.
- Marlina, L., Saleh, A., & Lumintang, R. W. (2009). Perbandingan efektivitas media cetak (folder dan poster-kalender) dan penyajian tanaman zodia terhadap peningkatan pengetahuan masyarakat. *Jurnal Ekologi Pembangunan*, 07(2), 1–20.
- Masturoh, I., Rohmansyah, W. N., Dinata, A., & Yusmiadji, D. (2009). Efektivitas pemberdayaan kelompok ibu rumah tangga dalam peningkatan pengetahuan, sikap dan praktik pemberantasan demam berdarah dengue di Kelurahan Adiarsa Barat Kabupaten Karawang Provinsi Jawa Barat. *Aspirator*, 1(1), 22–27.
- Nahumarury, N. A. (2013). Pengetahuan, sikap dan tindakan pemberantasan sarang nyamuk *Aedes aegypti* dengan keberadaan larva di Kelurahan Kassi Kassi Kota Makasar. *Jurnal MKMI*, September, 147–152.
- Nasution, S., Sadono, D., & Wibowo, C. T. (2018). Penyuluhan kesehatan untuk pencegahan dan risiko penyakit DBD dalam manga dan infografis. *Jurnal Penyuluhan*, 14(1), 104–117. DOI: 10.25015/penyuluhan.v14i1.17618
- Nitami, M., & Budiutami, S. T. (2016). Determinan pemberantasan sarang nyamuk dengue pada rumah tangga di Bogor tahun 2016. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 32(6), 189–194.
- Notoatmodjo, S. (2005). *Promosi kesehatan teori dan aplikasi* (cetakan I). Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Nuryanti, E. (2013). Perilaku pemberantasan sarang nyamuk di masyarakat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(1), 15–23.
- Manalu H. S. P., & Munif, A. (2017). Pengetahuan dan perilaku masyarakat dalam pencegahan demam berdarah dengue di Provinsi Jawa Barat dan Kalimantan Barat. *ASPIRATOR - Journal of Vector-borne Disease Studies*, 8(2), 69–76.
- Pengvanich, V. (2011). Family leader empowerment program using participatory learning process for dengue vector control. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 94(2), 235–241. Diakses 2 Februari 2019 dari [http://www.mat.or.th/journal/files/Vol94\\_No.2\\_235\\_8814.pdf](http://www.mat.or.th/journal/files/Vol94_No.2_235_8814.pdf) <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed10&NEWS=N&AN=2011132938>.

- Pujiyanti, A., & Trapsilowati, W. (2016). Learning management cadre of mosquito breeding place control in Semarang city. *Vektora*, 8(2), 91–98.
- Rahayu, Y., Budi, I. S., & Yeni. (2017). Analisis partisipasi kader jumentik dalam upaya penanggulangan demam berdarah dengue di wilayah kerja Puskesmas Indralaya. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 8(3), 200–207.
- Respati, T., Raksanagara, A., & Djuhaeni, H. (2018). Model program demam berdarah dengue, peran serta masyarakat, serta sanitasi dasar di Kota Bandung. *Majalah Kedokteran Bandung*, 50(3), 159–165.
- Rianasari, Suhartono, & Dharminto. (2016). Hubungan faktor risiko lingkungan fisik dan perilaku dengan kejadian demam berdarah dengue di Kelurahan Mustikajaya Kota Bekasi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4(5), 151–159.
- Rosidi, A. R. (2006). Hubungan antara penggerakan pemberantasan sarang nyamuk demam berdarah dengue (PSN-DBD) dan angka bebas jentik di Kecamatan Sumberjaya Kabupaten Majalengka. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Sanchez, L., Perez, D., Cruz, G., Castro, M., Kouri, G., Shkedy, Z.,... Van der Stuyft, P. (2009). Intersectoral coordination, community empowerment and dengue prevention: Six years of controlled interventions in Playa Municipality, Havana, Cuba. *TropicDer,al Medicine and International Health*, 14(11), 1356–1364.
- Santya, R. N. R. E. Ayu, G. A. K., & Rosita. (2016). Upaya masyarakat dalam pencegahan demam berdarah di Kota Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 15(3), 179–190.
- Sommerfeld, J., & Kroeger, A. (2012). Eco-bio-social research on dengue in Asia: a multicountry study on ecosystem and community based approaches for the control of dengue vectors in urban and peri-urban Asia. *Pathogens and Global Health*, 106(8), 428–435.
- Subdit Arbovirosis. (2019). *Juknis implementasi PSN 3 M Plus dengan gerakan satu rumah satu jumentik*. Paparan Presentasi pada bulan Februari 2019. kegiatan MOT Penelitian multicenter Jurbastik Badan Litbang Kesehatan. Jakarta.

- Tana, S., Umniyati, S. R., Petzold, M., Kroeger, A., & Sommerfeld, J. (2012). Building and analyzing an innovative community centered dengue ecosystem management intervention in Yogyakarta, Indonesia. *Pathogens and Global Health*, 106(8), 469–748.
- Trapsilowati, W., & Suskamdani. (2007). Studi kualitatif pengetahuan dan peran tokoh masyarakat dalam pengendalian DBD di Kota Salatiga. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 17(4). Diakses 14 Maret 2019 dari <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/MPK/article/view/820>
- Zubaedah, I. S. (2007). Hubungan faktor-faktor sumber daya manusia terhadap kinerja petugas pokja DBD tingkat kelurahan di Kota Tasikmalaya. Universitas Diponegoro.



## Bab 12

# Menilik Perjalanan Dengue di Jawa Barat

Agus Suwandono



Badan kesehatan dunia (WHO) menyatakan bahwa dari 20 penyakit tropis yang terabaikan, khususnya dalam kategori penyakit infeksi oleh virus, demam berdarah dengue (DBD) termasuk salah satunya (World Health Organization, 2017). Sejak pertama kali kemunculannya, kejadian dengue telah mencuri perhatian di dunia dan di Indonesia khususnya. Bagaimana tidak, interaksi agent, host, dan vector yang terkait erat dengan lingkungan ini sangat cepat dinamika perubahannya. Perkembangan kejadian dengue yang cepat tentunya harus diimbangi dengan data yang terkini dari multi faktor pencetusnya.

Informasi lebih dalam tentang faktor pencetus dari dengue sangat penting bagi penyusunan langkah pengendalian dan pemberantasannya. Multifaktor pencetus penularan dengue secara epidemiologi tidak lepas dari tiga hal, yaitu faktor inang (*host*), vektor, dan lingkungan. Peranan faktor inang (manusia) meliputi sebaran kasus, manifestasi klinis, tata laksana pengobatan, sebaran serotipe, kepadatan penduduk, perilaku masyarakat terhadap upaya pengendalian dan pencegahan terhadap kasus dengue. Faktor lainnya adalah keberadaan vektor yaitu *Aedes aegypti* dan lingkungan yang mendukung, faktor-faktor ini meliputi kondisi pemukiman, tata guna lahan, keberadaan *key container* yang berisiko, dan iklim yang

dapat meningkatkan kepadatan populasi vektor di suatu wilayah terutama di Provinsi Jawa Barat. Faktor iklim sebagai salah faktor fisik dibahas lebih mendalam di dalam buku ini dan dilengkapi dengan beberapa hasil penelitian terkait iklim dan hubungannya dengan kejadian DBD di dunia, Indonesia, dan Jawa Barat khususnya. DBD tergolong penyakit tular vektor yang transmisinya sangat bergantung pada keberadaan vektor sebagai pembawa agen penyakit. Vektor ini sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim, baik berupa kondisi variabel iklim (suhu, curah hujan, kelembapan, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari) maupun periodesitas iklim.

*Aedes aegypti* biasanya mengisap darah (mencari pakan darah) saat teduh pada siang hari atau ketika cuaca mendung, terutama dua jam setelah matahari terbit dan sebelum matahari terbenam. Penularan virus dengue (DENV) oleh nyamuk ke manusia (*host*) memerlukan proses yang rumit yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu genetika dan imunitas nyamuk, serta iklim. Kondisi iklim (suhu, kelembapan, dan curah hujan) di suatu wilayah memengaruhi perkembangbiakan nyamuk pra-dewasa (telur-larva/jentik-pupa); semakin kondusif iklim maka pertumbuhan nyamuk semakin baik sehingga menetas menjadi nyamuk dewasa yang imunitasnya semakin kuat, walaupun dalam tubuhnya terinfeksi virus dengue. Nyamuk vektor ini (*Ae. aegypti* betina) akan lebih agresif untuk mengisap darah manusia (*host*) sehingga semakin besar potensi dalam penularan DBD di suatu wilayah.

Vektor dengue yang semula lebih banyak ditemukan di daerah tropis, kini mulai merambah ke daerah subtropis, bahkan ke daerah empat musim yang semula bukan merupakan habitat vektor. Meningkatnya daya tahan dan semakin pendeknya daur hidup vektor berpengaruh pada kepadatan vektor yang meningkatkan peluang terjadinya transmisi penyakit. Perubahan suhu dan curah hujan memperpendek masa inkubasi ekstrinsik virus dalam tubuh vektor sehingga memperbesar peluang semakin cepatnya persebaran virus dengue.

Selanjutnya, manifestasi klinis DBD sebagai dasar penentuan derajat keparahan penyakit, dibahas secara apik dengan merunutkan latar belakang perubahan klasifikasi keparahan DBD. Sampai saat ini, WHO telah tiga kali melakukan perubahan klasifikasi infeksi dengue, yakni pada 1997, 2009, dan 2011. Selain melengkapi keterbatasan aplikasi pedoman WHO sebelumnya, pembaruan klasifikasi ini juga lebih relevan dan *applicable* dalam implementasinya di lapangan (World Health Organization, 2017). Virus dengue (sebagai agen) termasuk dalam genus flaviviridae, dan adanya vektor dalam proses penularannya disebut juga arbovirus. Berdasarkan perbedaan sifat antigennya, diketahui terdapat empat bahan antigenik (virus) yang dikenal, yaitu serotipe 1–4 (DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4). Bersirkulasinya keempat serotipe virus dengue ini di Indonesia, membuat Indonesia menjadi negara dengan angka infeksi tinggi di dunia. Hasil penelitian menunjukkan DEN-3 berhubungan dengan kasus dengue ringan di Indonesia, sedangkan di Provinsi Jawa Barat DEN-2 dan DEN-3 bertanggung jawab untuk kasus dengue berat. Keragaman virus dengue tidak hanya berdasarkan serotipe saja, tetapi juga berdasarkan keragaman genetik. Hal ini terkait dengan genotipe tertentu dari serotipe DBD tertentu mempunyai penyebaran geografis yang khas dan hanya ditemukan di daerah tertentu. Penelitian berkelanjutan terkait serotipe dan genotipe virus dengue penting dilakukan secara berkala sebagai upaya untuk memahami epidemiologi DBD dan sebagai kewaspadaan dini terjadinya parahnya KLB BDB karena mutasi dan resistensi virus dengue.

Surveilans merupakan kunci dalam upaya sistem kewaspadaan dini, demikian pula dengan DBD. Beberapa ukuran terkait vektor (indeks entomologi) di antaranya Breteau Index (BI); Container Index (CI), House Index (HI), Maya Index, dan Angka Bebas Jentik (ABJ), merupakan keluaran dari kegiatan surveillans vektor DBD. Keberadaan vektor sebagai salah satu faktor risiko terjadinya transmisi tidak bisa diabaikan begitu saja dan harus dikendalikan. Dalam hal ini, pemerintah telah melakukan berbagai upaya pengendalian, mulai dari 3M, 3M plus, kemudian gerakan satu rumah satu jumentik yang pada prinsipnya dilakukan untuk memutus rantai penularan DBD.

Dalam buku ini, pembahasan terkait perilaku mencakup dua hal, yaitu perilaku pencarian pengobatan dan pemberdayaan masyarakat sebagai solusi pengendalian penyakit DBD. Dalam uraian, dijelaskan bahwa perilaku pencarian pengobatan sangat dipengaruhi oleh pengetahuan tentang penyakit itu sendiri dan pengalaman sakit dari anggota keluarga. Faktor ekonomi dan akses, baik transportasi dan keberadaan fasilitas kesehatan, juga berkontribusi dalam perilaku pencarian pengobatan. Perubahan perilaku tentunya bukan pekerjaan sekejap, melainkan perlu upaya berkelanjutan untuk terus menyadarkan dan mengajak masyarakat bahwa memberantas dengue adalah tugas bersama. Upaya perubahan perilaku haruslah dilakukan dengan lengkap dan dengan strategi yang optimal, serta melibatkan peran semua pihak yang terkait, terutama dukungan pemerintah daerah, koordinasi, dan kolaborasi lintas sektor. Selain itu, pengembangan strategi berbasis masyarakat dan berbasis kearifan dan budaya lokal sangat diperlukan agar mampu menanamkan perilaku sehat di masyarakat.

Pemberantasan sarang nyamuk (PSN) selalu disebut sebagai upaya utama pengendalian DBD. Namun, pada kenyataannya PSN hanya dikerjakan setelah terjadinya kasus dan KLB. Akhirnya upaya ini berujung pada upaya pengasapan (*fogging*). Apabila dilakukan tidak sesuai dengan kebijakan pengendalian DBD, pengasapan akan menyebabkan terjadinya resistansi vektor DBD. Kegiatan pengasapan seharusnya menjadi solusi paling akhir, tetapi tetap saja menjadi upaya terfavorit di masyarakat. Saat ini, tidak hanya dinas kesehatan setempat yang melakukan pengasapan massal, tetapi juga perusahaan swasta. Pengasapan ini kebanyakan dilakukan atas permintaan dan biaya masyarakat tanpa indikasi, dosis obat, dan cara yang sesuai dengan kebijakan/pedoman pengasapan dinas kesehatan. Hal ini tentunya menjadi ancaman serius karena dapat menyebabkan resistansi vektor DBD. Penggunaan insektisida di rumah tangga juga perlu diwaspadai bila tidak dilakukan dengan tepat guna. Beberapa hasil penelitian menunjukkan vektor DBD mengalami resistansi terhadap insektisida di beberapa wilayah di Indonesia, termasuk

Jawa Barat. Permasalahan resistansi vektor adalah hal yang fatal apabila tidak segera dicegah. Penanggulangan yang diharapkan mampu memutus transmisi bisa menjadi bumerang bila tidak ada tindak lanjut terhadap hal-hal penyebab terjadinya resistansi vektor DBD. Beberapa hal yang bisa dilakukan menurut WHO adalah (1) rotasi insektisida dengan menggunakan obat yang berbeda cara kerjanya; (2) intervensi dilakukan pada nyamuk dewasa dan larva secara bersamaan dengan insektisida yang memiliki cara kerja yang berbeda, dan (3) menggunakan insektisida yang memiliki cara kerja berbeda dan diaplikasikan berdasarkan wilayah geografis vektor.

Mudahnya penyakit DBD menyebar dari orang ke orang lain melalui nyamuk, bahkan dari satu wilayah ke wilayah yang lain, mengakibatkan jumlah kejadian DBD semakin meningkat dan menyebar luas. Berbagai analisis untuk melihat berbagai faktor baik spasial maupun nonspasial tentunya diperlukan untuk menentukan pengendalian yang tepat. Dalam faktor spasial, wilayah yang berdekatan memiliki hubungan lebih erat dibandingkan dengan yang berjauhan (Anselin, 1999). Hal ini terkait dengan jangkauan terbang nyamuk vektor berkisar 100–150 meter dan tidak mengenal batas administrasi. Begitu pula dengan kejadian DBD yang kemungkinan memiliki hubungan antarwilayah. Hasil penelitian terkait peran analisis keruangan di Kota Tasikmalaya bisa dijadikan sistem kewaspadaan dini (*early warning system*) terkait DBD. Hal ini karena adanya keterbatasan dari riset di Kota Tasikmalaya yang harus disandingkan juga dengan mobilitas penduduk, sanitasi lingkungan, keberadaan kontainer perindukan nyamuk *Aedes*, kepadatan vektor, tingkat pengetahuan, sikap dan tindakan yang dapat memengaruhi terjadinya penyakit DBD.

Hingga saat ini, permasalahan penyakit DBD masih tergolong masalah yang kompleks dan menyisakan banyak hambatan dalam pengendaliannya. Namun, dengan upaya koordinasi dan kolaborasi lintas sektor di tingkat nasional dan daerah yang lebih baik serta adanya sinergitas antara pemerintah/pemda dan masyarakat, masalah DBD diharapkan dapat teratasi. Selain itu, hal yang tidak kalah

penting adalah kesadaran kita bersama untuk lebih berpartisipasi dalam upaya mengendalikan demam berdarah dengue di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. (1999). *Spatial econometrics*. Dallas Richardson. Bruton Centre School of Social Sciences University of Texas.
- WHO. (2011). *Comprehensive guidelines for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever (revised and expanded edition)*. India: World Health Organization, Regional Office for South-East Asia. Diakses pada 18 Maret 2018 [http://apps.searo.who.int/pds\\_docs/B4751.pdf?ua=1](http://apps.searo.who.int/pds_docs/B4751.pdf?ua=1)
- World Health Organization (WHO). (2017). *Neglected tropical Diseases 2017*. Diakses pada 20 April 2019 dari [https://www.who.int/neglected\\_diseases/diseases/en/](https://www.who.int/neglected_diseases/diseases/en/)
- Mweya, C. N., Kimera, S. I., Karimuribo, E. D., & Mboera, L. E. (2013). Comparison of sampling techniques for rift valley fever virus potential vectors, *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* complex, in Ngorongoro District in northern Tanzania. *Tanzan J Heal Res*, 15(3), 158–164. Diakses dari <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26591704>
- Black, W. C., Bennett, K. E., Gorrochhotegui-Escalante, N., Barillas-Mury, C.V., Fernandez-Salas, I., de Lourdes Munoz, M., ... Beaty, B.J. (2002). Flavivirus susceptibility in *Aedes aegypti*. *Arch Med Res*. 33, 379–388. Diakses 20 April 2019 dari <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12234528PMID:1223452835>.
- Alto, B. W., Lounibos, L. P., Mores, C. N., & Reiskind, M. H. (2008). Larval competition alters susceptibility of adult *Aedes* mosquitoes to dengue infection. *Proc Biol Sci*, 275, 463–471. doi:10.1098/rspb.2007.1497PMID:1807725036.
- Capinha, C., Rocha, J., & Sousa, C. A. (2014). Macro climate determines the global range limit of *Aedes aegypti*. *Eco-health*, 11(3), 420–428. doi: 10.1007/s10393-014-0918-y.
- Colon-Gonzalez, F. J., Fezzi, C., Lake, I. R., & Hunter, P. R. (2013). The effect softweather and climate change on dengue. *Plos Negl Trop Dis*, 7(11), e2503. doi: 10.1371/journal.pntd.0002503.



## Daftar Singkatan

3M	: menguras, menutup, mengubur
A	: <i>antecedent</i>
ABJ	: angka bebas jentik
AC	: <i>air conditioner</i>
ace	: Acetylcholinesterase
ACh	: Acetylcholine
AchE	: Acetylcholinesterase
ADD	: ASEAN <i>Dengue Day</i>
ADE	: <i>antibody-dependent immune enhancement</i>
Ae	: <i>Aedes</i>
ALDHs	: Aldehyde Dehydrogenase
ALPs	: Alkaline Phosphatases
ALT	: Alanine Aminotransferase
APNs	: Aminopeptidases
AST	: Aspartate Transaminase
ATP	: Adenosine Triphosphate
B	: <i>behavior</i>
Bappeda	: Badan Pembangunan Daerah
BI	: <i>Breuteu Index</i>

BMKG	: Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika
BPJS	: Badan Penyelenggara Jaminan Sosial
BPS	: Badan Pusat Statistik
BTI	: <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>
C	: <i>Celcius</i>
C	: <i>Concequences</i>
C	: <i>Core</i>
CCEs	: Carboxylesterases
CDC	: Centers for Disease Control and Prevention
CFR	: <i>Case Fatality Rate</i>
CI	: <i>Container Index</i>
CNS	: <i>central nervous system</i>
CSIs	: Chitin Synthesis Inhibitor
CYTP450	: Cytochrome P450 Monooxygenase
DBD	: demam berdarah dengue
DD	: demam dengue
DDT	: Dicloro Diphenyl Trichloroethane
Den	: dengue
DENV	: dengue virus
DF	: <i>Density Figure</i>
Dinkes	: Dinas Kesehatan
Ditjen	: Direktorat Jenderal
DKI	: Daerah Khusus Ibukota
DSS	: <i>Dengue Shock Syndrome</i>
E	: <i>Envelope</i>
ECDC	: European Centre for Disease Prevention and Control
ELISA	: <i>Enzyme Link Immunosorbent Assay</i>
ENSO	: <i>El Nino Southern Oscillation</i>
FCCC	: <i>Framework Convention on Climate Change</i>
G1RIJ	: Gerakan Satu Rumah Satu Jumantik
G6PD	: Glucose-6-phosphate Dehydrogenase
GABA	: Gamma-aminobutyric Acid

GAM	: Generalized Additive Models
GST	: Glutathione S-transferase
HI	: <i>House Index</i>
IgG	: Immunoglobulin G
IgM	: Immunoglobulin M
IGRs	: <i>Insect Growth Regulators</i>
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
IR	: <i>Incidence Rate</i>
IRAC	: Insecticide Resistance Action Committee
kdr	: <i>knockdown resistance allele</i>
Kemenkes	: Kementerian Kesehatan
Kepmenkes	: Keputusan Menteri Kesehatan
KLB	: kejadian luar biasa
Kominfo	: Komunikasi dan Informasi
M	: <i>Membrane</i>
MFO	: <i>mixed-function oxidases</i>
MI	: <i>Maya Index</i>
MOU	: <i>Memorandum of Understanding</i>
NAMRU	: Naval Medical Research Unit
NEA	: National Environment Agency
NS	: <i>non structural</i>
NTB	: Nusa Tenggara Barat
OR	: <i>odd's ratio</i>
P2PTVZ	: Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor dan Zoonotik
Permenkes	: Peraturan Menteri Kesehatan
PHBS	: Perilaku Hidup Bersih dan Sehat
POKJANAL	: Kelompok Kerja Operasional
PP & PL	: Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan
PSN	: Pemberantasan Sarang Nyamuk
PVT	: Pengendalian Vektor Terpadu
rdl	: <i>resistance dieldrin allele</i>

RDT	: <i>Rapid Diagnose Test</i>
REPC	: <i>rare but extremely productive container</i>
RI	: Republik Indonesia
RNA	: Ribonucleic Acid
RR	: <i>resistant ratio</i>
RS	: rumah sakit
RSU	: Rumah Sakit Umum
Rumantik	: guru pemantau jentik
SEARO	: South East Regional Office
Sismantik	: siswa pemantau jentik
S-O-R	: <i>stimulus organisme respond</i>
SSD	: syok sindrom dengue
TPA	: tempat penampungan air
UDPGTs	: Glucosyl Transferases
UNDP	: United Nation Development Programme
VGSC	: Voltage-Gate Sodium Channel
WHO	: World Health Organization
ZOM	: zona musim

# Indeks



- 3M, 218, 227
- ABJ, 17, 18, 69, 74–77, 79, 82, 83, 96, 101, 218, 224, 234, 245, 249
- Aedes aegypti*, 2, 14, 20, 22–25, 53, 69, 70–72, 74, 76, 78, 79, 82, 84–87, 90, 95, 102–106, 123, 130–146, 174, 183, 189–191, 193, 205, 227, 231, 238, 239, 244, 248
- Aedes albopictus*, 86, 87, 90, 104, 105, 133–135, 140, 143, 144, 146, 190
- Antibodi, 38, 60
- Bioekologi, 84
- Case Fatality Rate*, 10, 148
- Demam Berdarah Dengue, 31, 67, 107, 147, 148, 156, 159, 195
- Dengue, 1, 5, 7–9, 11–13, 23, 29–35, 37, 40, 44, 46–51, 53, 56, 58, 63–67, 84, 87, 89, 91, 96, 103, 105–107, 147, 148, 156, 159, 167, 188, 191–195, 215, 217, 238, 243, 249
- Endemis, 96
- Epidemiologi, 23, 46, 104, 190
- Flaviviridae*, 1, 14, 51, 64, 202
- Flavivirus*, 1, 14, 55, 51, 248
- Gerakan Satu Rumah Satu Jumantik, 77, 235, 250
- Habitat, 71, 91, 102
- Infeksi, 7, 13–15, 29, 37, 40–42, 44, 58, 59, 140, 202
- Insektisida, 107, 110–114, 118, 122, 125
- Karbamat, 121, 125
- Kasus, 1, 8, 11, 16, 64, 66, 75, 76, 167, 176, 177, 184, 217, 226
- Kelembapan, 172, 184
- Kontainer, 93, 99, 104
- Larva, 92, 97
- Larvasida, 81
- Mosquitoes, 102, 142

Nyamuk, 2, 3, 16, 70, 72, 74, 83,  
90–92, 107, 167, 174, 244, 251

Organofosfat, 120, 125

Organoklorin, 121, 125

PCR, 47, 87, 143, 145

Pemberantasan Sarang Nyamuk,  
251

Pengendalian Vektor Terpadu, 251

Pengetahuan, 23, 24, 92, 101, 198,  
203, 212, 218, 239

Pengobatan, 195, 201

Peran serta masyarakat, 4

Perilaku, 72, 74, 78, 83, 106, 195,  
197, 199, 200, 201, 210, 211,  
239, 251

RDT, 43, 252

Replikasi, 284

*Reservoir*, 284

Serotipe, 2, 3, 25, 40, 51, 53, 54, 56,  
57, 58, 62, 65

Suhu, 73, 91, 171, 172, 173, 180,  
181, 184, 186

Telur, 71, 91

Transmisi, 170, 175

Vektor, 2, 13, 21, 24, 67, 74, 85, 91,  
96, 100, 103, 106, 107, 114,  
118, 122, 124, 126, 128, 130,  
165, 168, 177, 187, 244, 251

## Biografi Editor



### Agus Suwandono



Guru Besar Ilmu Kesehatan Masyarakat/Epidemiologi, Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM) UNDIP, Semarang. Jabatan terakhir sebelum pensiun di Badan Litbangkes Kemenkes RI adalah Profesor Riset Bidang Kebijakan Kesehatan dan Biomedis. Saat ini ia bekerja sebagai Senior Technical Officer, USAID-OHW-EPT2 Project, University of Minnesota (UMN), Twin Cities, USA untuk Indonesia One Health University Network (INDOHUN) UI. Mantan Sekretaris Badan Litbangkes, Kepala Puslitbang Pemberantasan Penyakit dan Kepala Puslitbang Pelayanan Kesehatan, Depkes RI. Mantan Anggota Panel Ahli Komisi Nasional (Komnas) Flu Burung dan Pandemi Preparedness dan Komnas Zoonosis. Menyelesaikan beberapa pekerjaan konsultan, *field officer*, anggota *board* di berbagai institusi kesehatan internasional (UNICEF, WHO, AusAID, SDC, COHRED, PDVI, IVI), pernah menjabat Kepala Puskesmas Karang Kobar, Kabupaten Banjarnegara. Ia menyelesaikan pendidikan dokter FK UNDIP Semarang, S2 (MPH) dan S3 (Dr. PH) dari School of Public Health, University of Hawaii, Honolulu, USA. Sebagai ketua tim peneliti di berbagai penelitian internasional dan nasional bidang kebijakan

kesehatan, ketenagaan dan fasilitas kesehatan, DBD, avian influenza, Japanese encephalitis, kecelakaan lalu lintas. Penulis telah menulis lebih dari 80 artikel di majalah ilmiah nasional dan internasional. Ia juga menjadi penulis dan editor beberapa buku ilmiah dan ilmiah populer, misalnya *Epidemiologi Manajetial: Teori dan Aplikasi*, *OH SMART*, *Malaria*, *Dance of Minds*, *Puskesmas*.

## Biografi Penulis



### Endang Puji Astuti



Peneliti Ahli Madya di Loka Litbangkes Pangandaran Badan Litbangkes Kemenkes RI ini menyelesaikan pendidikan Sarjana Kesehatan Masyarakat di Universitas Airlangga Surabaya, dan Master of Science Entomologi Kesehatan di Institut Pertanian Bogor. Beberapa penelitian telah ia lakukan di bidang epidemiologi penyakit tular vektor, seperti malaria, filariasis, dan demam berdarah dengue. Ia juga kontributor dalam buku *Fauna Anopheles, Filariasis di Jawa Barat (Penyakit Tropis yang terabaikan)*, *Seputar Dengue dan Malaria*, *Pestisida Nabati*, dan *Buku Saku Menghapus Jejak Kaki Gajah*.

## Mara Ipa



Peneliti Ahli Madya di Loka Litbangkes Pangandaran Badan Litbangkes Kemenkes RI ini menyelesaikan pendidikan Sarjana Kesehatan Masyarakat di Universitas Airlangga Surabaya, dan Master of Science program studi ilmu kedokteran tropis di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Beberapa penelitian telah ia lakukan di bidang epidemiologi penyakit tular vektor, seperti malaria, filariasis, demam berdarah dengue. Ia juga kontributor buku Fauna Anopheles, Filariasis di Jawa Barat (Penyakit Tropis yang terabaikan), Balutan Pikukuh Persalinan Baduy, Seputar Dengue dan Malaria, dan Buku Saku Menghapus Jejak Kaki Gajah.

## Tri Wahono



Peneliti Ahli Muda di Loka Litbangkes Pangandaran Badan Litbangkes Kemenkes RI ini menyelesaikan pendidikan Sarjana Kedokteran Hewan dan Pendidikan Profesi Dokter Hewan di Institut Pertanian Bogor; Master of Science program studi ilmu kedokteran tropis di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Beberapa penelitian telah dilakukannya pada bidang epidemiologi penyakit tular vektor, seperti malaria, filariasis, dan demam berdarah dengue. Ia juga sebagai kontributor buku Filariasis di Jawa Barat (Penyakit Tropis yang terabaikan) dan Dengue dalam Multi-Perspektif; dan sebagai editor buku *Surveilans dan Pengendalian Vektor Demam Berdarah Dengue*.

### **Heni Prasetyowati**



Peneliti Ahli Madya di Loka Litbangkes Pangandaran Badan Litbangkes Kemenkes RI ini menyelesaikan pendidikan Sarjana Sains di Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, dan Master of Science di Prodi Kedokteran Tropis Universitas Gadjah Mada. Beberapa penelitian telah dilakukannya dalam bidang epidemiologi penyakit tular vektor malaria dan demam berdarah dengue. Ia juga kontributor penulis dalam buku *Fauna Anopheles, Pestisida Nabati dalam Pengendalian Demam Berdarah Dengue, dan Seputar Dengue dan Malaria*.

### **Hubullah Fuadzy**



Ia adalah Peneliti Ahli Muda di Loka Litbangkes Pangandaran Badan Litbangkes Kemenkes RI. Ia menyelesaikan pendidikan Diploma III Kesehatan Lingkungan di Poltekkes Bandung, Sarjana Biologi di Universitas Nasional Jakarta; dan Pascasarjana Parasitologi dan Entomologi Kesehatan di Institut Pertanian Bogor. Fokus penelitiannya adalah bidang penyakit tular vektor, misalnya malaria, chikungunya, filariasis, dan demam berdarah dengue. Ia sempat menjadi kontributor penulis untuk buku *Fauna Anopheles, dan Pestisida Nabati*.

### **Mutiara Widawati**



Ia adalah Calon Peneliti di Loka Litbangkes Pangandaran Badan Litbangkes Kemenkes RI yang menyelesaikan pendidikan Sarjana Sains di Jurusan Kimia Institut Teknologi Bandung dan Master of Public Health di School of Public Health University of Sydney. Ia telah melakukan

beberapa penelitian di bidang epidemiologi penyakit tular vektor, seperti malaria, demam berdarah dengue, dan filaria. Ia juga menjadi kontributor penulis untuk buku *Pestisida Nabati dalam Pengendalian Demam Berdarah Dengue*, *Senyawa-senyawa aktif dalam insektisida nabati*, dan buku *Pemanfaatan Nanoteknologi dalam Pengembangan Pupuk dan Pestisida Organik*.

### **Joni Hendri**



Peneliti Ahli Muda di Loka Litbangkes Pangandaran, Badan Litbangkes Kemenkes RI. Menyelesaikan pendidikan Sarjana Kesehatan Masyarakat di Universitas Siliwangi Tasikmalaya Tahun 2009; dan Master of Biotechnology dari Universitas Gadjah Mada Tahun 2014. Beberapa penelitian telah dilakukan pada bidang tular vektor termasuk Demam Berdarah Dengue. Kontributor penulis

dalam buku *Fauna Anopheles*, *Insektisida Nabati dalam Pengendalian Demam Berdarah Dengue*; *Seputar Dengue dan Malaria*; dan *Buku Saku Menghapus Jejak Kaki Gajah*. Beberapa tulisan ilmiah semi populer juga pernah di muat di Koran *Pikiran Rakyat* dan *Majalah Inside*.

### **Andri Ruliansyah**



Peneliti Ahli Muda di Loka Litbangkes Pangandaran Badan Litbangkes Kemenkes RI. Menyelesaikan pendidikan Diploma Kesehatan Lingkungan di Akademi Kesehatan Lingkungan Bandung, Sarjana Kesehatan Masyarakat di Universitas Indonesia Depok, dan Master of Science program studi Penginderaan Jauh di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Beberapa

penelitian telah ia lakukan pada bidang epidemiologi penyakit tular vektor, seperti malaria, filariasis, dan demam berdarah dengue. Ia juga sempat menjadi kontributor penulis dalam buku *Seputar Dengue &*

*Malaria dan Buku Surveilans & Pengendalian Vektor Demam Berdarah Dengue.*

**M Ezza Azmi Fuadiyah**



Peneliti Ahli Pertama di Loka Litbangkes Pangandaran Badan Litbangkes Kemenkes RI. Ia mendapatkan gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat dari Universitas Diponegoro Semarang dan Magister Kesehatan Masyarakat dari Universitas Indonesia. Ia memiliki ketertarikan tentang pengaruh perubahan iklim terhadap penyebaran penyakit tular vektor.

**Firda Yanuar Pradani**



Peneliti Ahli Muda di Loka Litbangkes Pangandaran Badan Litbangkes Kemenkes RI. Ia menyelesaikan pendidikan Sarjana dan Magister Biologi di Universitas Jendral Soedirman Purwokerto dan aktif dalam berbagai kegiatan penelitian Badan Litbang Kesehatan ataupun Lokalitbangkes Pangandaran. Ia juga sempat menjadi kontributor penulis dalam buku Fauna Anopheles dan Pestisida Nabati.

**Rohmansyah Wahyu Nurindra**



Peneliti Ahli Pertama di Loka Litbangkes Pangandaran Badan Litbangkes Kemenkes RI. Ia pernah berkuliah di jurusan Antropologi Universitas Padjadjaran. Bekerja mulai tahun 2005 sampai dengan saat ini dan telah mengikuti berbagai pendidikan dan pelatihan berkaitan bidang pekerjaan. Selama bekerja, ia telah melakukan berbagai penelitian dan menjadi kontributor

penulis beberapa buku yang berkaitan dengan pengendalian penyakit bersumber binatang, humaniora kesehatan, dan kesehatan masyarakat, baik berskala regional maupun nasional.

### **Yuneu Yuliasih**



Peneliti Ahli Muda di Loka Litbangkes Pangandaran Badan Litbangkes Kemenkes RI. Ia menyelesaikan pendidikan Sarjana Kesehatan Masyarakat di Universitas Siliwangi Tasikmalaya dan Master of Science Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar di Universitas Gadjah Mada. Beberapa penelitian telah dilakukannya pada bidang epidemiologi penyakit tular vektor, seperti malaria, filariasis, demam berdarah dengue. Ia juga sempat menjadi kontributor penulis dalam buku *Pestisida Nabati* dan Buku *Saku Menghapus Jejak Kaki Gajah*.

# DENGUE UPDATE

*Menilik Perjalanan Dengue di Jawa Barat*

**B**adan kesehatan dunia (WHO) menyatakan bahwa dari 20 penyakit tropis yang terabaikan, khususnya dalam kategori penyakit infeksi oleh virus, salah satunya demam berdarah dengue (DBD). Sejak pertama kali kemunculannya, kejadian demam berdarah dengue telah mencuri perhatian dunia. Bahkan, kasus DBD di Indonesia setiap tahunnya berfluktuasi dan semakin meluas, baik dari jumlah maupun wilayahnya.

Buku yang disajikan dalam bentuk bunga rampai ini hadir memberikan informasi dari berbagai sisi mengenai seluk-beluk yang mempengaruhi perjalanan penyakit DBD, di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Barat. Selain memberikan gambaran mengenai sebaran kasus dan faktor risiko, beberapa faktor yang menentukan terhadap pola sebaran DBD dijelaskan secara detail dalam buku ini.

Buku ini sangat tepat untuk dijadikan referensi bagi masyarakat ilmiah yang membutuhkan informasi mengenai penyakit dengue. Selain itu, buku ini dapat menjadi salah satu bahan dalam penyusunan kebijakan penatalaksanaan dan pengendalian dengue di Indonesia.



**Diterbitkan oleh:**

LIPI Press, anggota Ikapi  
Gedung PDDI LIPI Lt. 6  
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta Selatan 12710  
Telp.: (021) 573 3485 | Whatsapp 0812 2228 485  
E-mail: [press@mail.lipi.go.id](mailto:press@mail.lipi.go.id)  
Website: [lipipress.lipi.go.id](http://lipipress.lipi.go.id) | [penerbit.lipi.go.id](http://penerbit.lipi.go.id)

ISBN 978-602-496-107-7



9 786024 961077