



Bab 7

Topi Anti DBD: Inovasi Adaptasi Perubahan Iklim pada Sektor Kesehatan

Tri Astuti Sugiyatmi

A. Dampak Perubahan Iklim pada Sektor Kesehatan

Fenomena pemanasan global menyebabkan naiknya suhu rata-rata permukaan bumi akibat efek rumah kaca pada atmosfer bumi. Efek rumah kaca sendiri dihasilkan oleh kegiatan manusia yang makin beragam, seperti penggundulan hutan (deforestasi), pemakaian alat transportasi yang memakai bahan bakar minyak, polusi udara dari cerobong limbah dari pabrik dan industri, gas-gas dari kulkas dan aerosol, serta gas-gas dari sisa pertanian dan peternakan. Kenaikan suhu bumi menyebabkan mencairnya salju-salju yang mengakibatkan kenaikan permukaan air laut, adanya risiko untuk terjadinya banjir, dan risiko tenggelamnya pulau-pulau kecil (Thornton dkk., 2014). Pemanasan global menyebabkan perubahan iklim yang definisikan

T. A. Sugiyatmi

Universitas Borneo Tarakan, e-mail: triastuti@borneo.ac.id

© 2023 Editor & Penulis

Sugiyatmi, T. A. (2023). Topi anti dbd (TAD) sebuah inovasi adaptasi perubahan iklim pada sektor kesehatan. Dalam Elza Surmaini, Lilik Slamet Supriatin, & Yeli Sarvina (Ed.), *Teknologi dan kearifan lokal untuk adaptasi perubahan iklim* (173–201). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.901.c722, E-ISBN: 978-623-8372-46-1

oleh Konvensi Kerangka Kerja PBB terkait Perubahan Iklim (*United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC) sebagai perubahan komposisi atmosfer global dan variabilitas iklim alami pada periode tertentu akibat dampak langsung maupun tidak langsung dari seluruh kegiatan manusia.

Dampak perubahan iklim juga akan berpengaruh pada kelompok masyarakat, baik yang berada di kawasan perkotaan, perdesaan, maupun kawasan pulau-pulau kecil, dan juga terjadi pada semua negara, baik negara dengan tingkat pendapatan rendah maupun menengah (Bambrick dkk., 2011; Borg dkk., 2021). Di negara maju, perubahan iklim mempunyai dampak yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan negara berkembang dan negara miskin. Negara miskin menjadi lebih rentan terhadap dampak perubahan iklim karena adanya berbagai keterbatasan sumber daya. Studi tentang dampak perubahan iklim menyebabkan kerugian akibat terbuangnya sumber daya yang sangat besar jika dibiarkan tanpa intervensi apapun (Fankhauser & McDermott, 2014).

Sektor-sektor pertanian, peternakan, kawasan pesisir dan kelautan, lingkungan, dan kesehatan menjadi yang terdampak dan merupakan korban dari perubahan iklim. Dampak dari perubahan iklim berpengaruh, antara lain pada menurunnya produksi pangan serta terganggunya arus transportasi dan distribusi makanan kejadian iklim ekstrem, seperti banjir dan longsor. Bahkan, dalam sebuah studi di Kepulauan Fiji, perubahan iklim dianggap berkontribusi pada kemiskinan dan pada kelompok yang tidak beruntung (Morrow & Bowen, 2014). Indonesia sebagai salah satu negara penghasil emisi gas rumah kaca (GRK) sangat terdampak perubahan iklim. Kajian dampak akibat perubahan iklim di Indonesia menemukan berbagai dampak pada sektor lingkungan, permukaan air laut, energi, pertanian, kehutanan, dan sumber daya pesisir. Semua sektor tersebut akan berpengaruh pada sektor hilir berikutnya, yaitu sektor ekonomi, populasi miskin, dan kesehatan (Case dkk., 2007; Measey, 2010).

Sektor kesehatan merupakan sektor yang berada di hilir dan menjadi muara pada hampir semua sektor lain yang lebih hulu yang

sama-sama terkena dampak perubahan iklim. Dampak perubahan iklim pada sektor lain, sering kali juga akan berpengaruh pada sektor kesehatan, baik secara langsung dan tidak langsung. Dampak langsung pada sektor kesehatan adalah adanya korban-korban trauma pascabencana, baik fisik maupun mental, juga adanya angka kecacatan serta kematian akibat bencana hidrologi, seperti banjir dan longsor imbas dari iklim ekstrem. Bencana hidrologi juga yang akan menyebabkan produksi bahan pangan akan berkurang. Permasalahan gizi kurang, buruk, dan bahkan mengakibatkan risiko *stunting* dalam jangka panjang bisa diakibatkan karena produksi dan distribusi pangan yang terganggu akibat bencana. Kondisi kekurangan gizi juga dapat memacu terjadinya penyakit infeksi menular. Penyakit-penyakit menular yang muncul akibat dampak perubahan iklim adalah seperti penyakit yang ditularkan melalui air (*water-borne disease*) dan penyakit berbasis vektor (*vector-borne disease*).

Berdasarkan Kajian Risiko dan Adaptasi Perubahan Iklim (KRAPI): Ringkasan untuk Pembuat Kebijakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup serta Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) di beberapa kota di Indonesia pada tahun 2012, dipilih Kota Tarakan sebagai representasi kota pulau, bersama dengan kota Palembang di Sumatra Selatan dan Malang Raya yang meliputi Kota Malang, Kabupaten Malang, dan Kota Batu. Kajian pada berbagai sektor, antara lain kesehatan dan lingkungan pada masing-masing daerah didukung oleh pemerintah daerah masing-masing. Penelitian di Kota Tarakan juga didukung oleh Badan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Tarakan, Dinas Lingkungan Hidup, dan Dinas Kesehatan.

Hasil KRAPI menunjukkan bahwa ada kenaikan temperatur udara sebesar $0,63^{\circ}\text{C}$ sepanjang 25 tahun terakhir. Hal ini juga yang ditengarai membuat vektor infeksi dengue, yaitu nyamuk *Aedes* sp. makin cocok dengan suhu dan kelembapan yang ada. Menghangatnya suhu menyebabkan perkembangan nyamuk *Aedes* sp. makin *fit* dengan lingkungan Kota Tarakan.

Pada studi di Fiji disebutkan bahwa ada tiga dampak perubahan iklim yang terbesar pada kesehatan manusia, yaitu diare, kekurangan gizi, serta infeksi dengue (Valentová & Bostik, 2021; Rocque dkk., 2021; Morrow & Bowen, 2014). Diare sebagai penyakit yang masuk dalam klasifikasi *water-borne disease* dapat terjadi karena peristiwa kekeringan panjang akibat iklim ekstrem yang menyebabkan pasokan air bersih kurang. Saat pasokan air bersih kurang, penyakit seperti diare atau bahkan *typhoid* kerap menyerang (Levy dkk., 2018). Tidak berbeda dengan studi di beberapa negara tersebut, hasil KRAPI di Kota Tarakan juga menyebutkan bahwa diare menjadi satu jenis penyakit infeksi menular yang berpotensi terjadi. Hal ini dapat terjadi karena bergantungnya Tarakan dengan sumber air bersih yang berasal dari air hujan dan iklim ekstrem dapat mengakibatkan kemarau panjang yang menyebabkan hujan berkurang. Pada kondisi ini, penyakit *water-borne diseases*, seperti diare dan *typhoid*, dapat terjadi.

Dampak kedua merupakan dampak tidak langsung perubahan iklim, yaitu pada sektor kesehatan, seperti kekurangan gizi. Kekurangan gizi terjadi sebagai dampak karena adanya gangguan produksi pangan akibat kekeringan dan/atau distribusi pangan terganggu akibat bencana. Penyakit infeksi lain yang mendasari (*underlying disease*) yang menyerang saluran pencernaan, seperti diare dan *typhoid* juga menyebabkan absorpsi zat gizi terganggu.

Infeksi dengue menjadi dampak terbesar ketiga akibat perubahan iklim. Infeksi dengue sendiri masuk dalam klasifikasi penyakit berbasis vektor (*vector-borne disease*). Selain infeksi dengue, penyakit berbasis vektor lain ialah zika dan chikungunya yang ditularkan oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Ada juga penyakit yang disebabkan oleh parasit plasmodium dan ditularkan oleh nyamuk *Anopheles*, yaitu penyakit malaria. Infeksi dengue mendapat perhatian khusus karena demam dengue (DD) dan demam berdarah dengue (DBD) menjadi salah satu jenis penyakit berbasis vektor yang berpotensi menjadi kejadian luar biasa (KLB) atau wabah yang rutin setiap tahunnya. Selain itu, DBD juga menjadi salah satu penyakit penyebab kematian dalam waktu cepat.

Hasil kajian Bhatt dkk., (2013) menyebutkan bahwa setiap tahun sebanyak 200 juta orang mengalami infeksi dengue dengan 96 juta memperlihatkan gejala klinis ataupun subklinis. Kematian akibat dengue 99% dapat dicegah, tetapi setiap tahun terdapat estimasi kematian sampai 20.000 jiwa di lebih dari 100 negara (Carabali dkk., 2015). Berdasarkan laporan World Health Organization (2022a), secara global terjadi kasus DD dan DBD menyerang sekitar 50–100 juta orang yang terjadi setiap tahunnya di seluruh dunia. Kasus DBD di seluruh dunia meningkat pesat dalam beberapa dekade terakhir dan sekitar 50% dari penduduk dunia mempunyai risiko terkena penyakit ini. Khusus insidensi DBD di Indonesia pada tahun 2021 sampai dengan minggu ke-51, jumlah kasus dengue/DBD kumulatif sebanyak 51.048. Jumlah kematian akibat dengue/DBD kumulatif sebanyak 472. Jumlah kabupaten/kota terjangkit ialah 456 dari 34 provinsi yang sudah melaporkan DBD. Kasus DBD tertinggi berada pada kelompok umur 15–44 tahun. Jumlah tersangka dengue pada minggu ke-51 dari laporan sebanyak 64.000 suspek dengue. Dengan melihat besaran masalah kasus baru dengue (*incident rate*), angka kematian kasus dengue (*case fatality rate*), serta adanya tingkat kesulitan penatalaksanaan, perlu adanya upaya pencegahan dan pengendalian yang inovatif selain program yang sudah ada secara nasional.

Kehadiran Topi Anti DBD (TAD) sebagai sebuah inovasi pada tahun 2012 di Kota Tarakan dimaksudkan untuk menutup mulut kontainer penampungan air buatan manusia dengan bahan kasa plastik yang dijahit dan dibentuk menjadi serupa topi. TAD saat itu menjadi bagian dari ketahanan kota terhadap bahaya DBD akibat perubahan iklim. Teknologi tepat guna ini cocok untuk daerah tertentu yang mengalami kesulitan pada sumber air bersihnya.

Bab ini bertujuan untuk meningkatkan arus informasi yang ditujukan kepada masyarakat untuk mendorong *public awareness* terkait perubahan iklim pada sektor kesehatan. Salah satu upaya untuk meningkatkan ketahanan iklim juga dapat dilakukan dengan meningkatkan kapasitas masyarakat dan para pengambil kebijakan

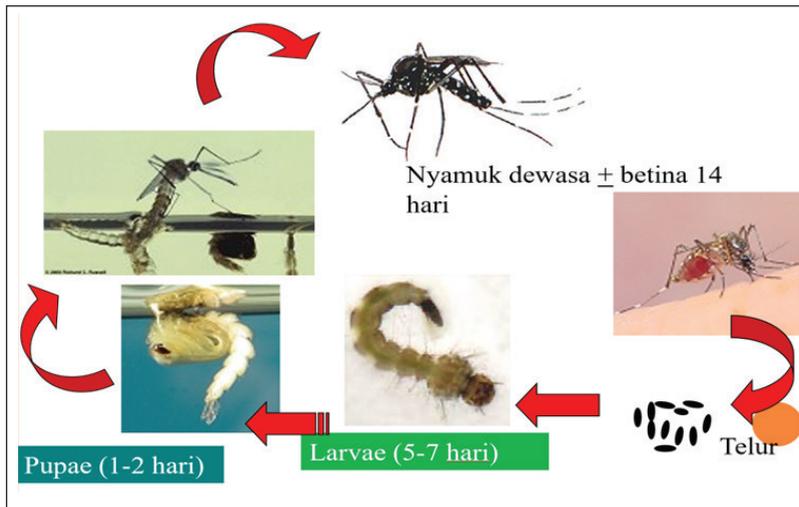
dalam adaptasi perubahan iklim. Dalam hal ini perlu dilakukan transfer *knowledge* kepada masyarakat dan pengambil kebijakan untuk meningkatkan pemahaman mengenai jenis dampak perubahan iklim dan upaya adaptasinya. Selain itu, pengambil kebijakan perlu didorong untuk menyusun program dan regulasi yang secara langsung atau tidak langsung dapat melahirkan upaya adaptasi perubahan iklim untuk meningkatkan ketahanan masyarakat (Aisya, 2019). Tujuan akhirnya adalah agar masyarakat dapat membangun resiliensi terhadap perubahan iklim (Bardosh dkk., 2017). Resiliensi menjadi sebuah kondisi setelah adanya ancaman perubahan iklim, khususnya pada sektor kesehatan yang diikuti oleh kesadaran untuk melakukan proses adaptasi. Dalam hal ini, proses pembelajaran untuk meningkatkan kapasitas masyarakat dan bahkan pengambil kebijakan menjadi sesuatu hal yang seharusnya dilakukan.

B. Infeksi Dengue: Segitiga Epidemiologi, Gejala, Patofisiologi, dan Klasifikasi

Pembahasan untuk membicarakan kejadian infeksi penyakit menular tidak dapat dilepaskan dari segitiga epidemiologi, yaitu apa dan bagaimana dari sisi penyebab (*agent*), bagaimana dari sisi manusianya (*host*), dan dari sisi lingkungannya (*environment*). Penyebab infeksi dengue (*agent*) ini adalah virus dengue yang berjenis virus RNA dalam genus *Flavivirus* dan keluarga *Flaviviridae*. Virus ini mempunyai empat *strain*, yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4. Virus dengue ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes* sp. yang berperan sebagai vektor. Pengertian vektor adalah makhluk kecil (*small creature*) yang dapat menularkan agen penyakit. Dalam hal ini, infeksi dengue dibawa oleh nyamuk *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus* dan bukan menular dari orang ke orang secara langsung. Nyamuk penyebar infeksi dengue yang utama adalah *Aedes aegypti*, yaitu jenis nyamuk domestik yang sarang dan perindukannya di air yang bersih. Nyamuk *Aedes albopictus* juga bisa menjadi penyebar infeksi dengue yang hidupnya di luar rumah atau di kebun.

Nyamuk *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus* mengalami siklus mulai dari nyamuk dewasa bertelur pada kontainer buatan (*man-made container*), seperti *profil tank*, drum, kamar mandi, belakang kulkas, tempat minum burung, ban bekas, dan sampah yang menampung air hujan. Nyamuk ini lebih menyukai perindukan air bersih, berbeda dengan nyamuk *Anopheles* yang lebih menyukai tempat perindukan pada air kotor, pada rawa-rawa, atau genangan akibat penggundulan hutan. Telur dari nyamuk *Aedes* sp. tersebut akan berubah dan berkembang menjadi larva (jentik-jentik), pupa, kemudian berkembang menjadi nyamuk dewasa. Perkembangan nyamuk tersebut memakan waktu sekitar 1–2 minggu. Telur, larva, dan pupa hidup berada di dalam air, sedangkan nyamuk dewasa hidup di udara (Gambar 7.1).

Ciri-ciri larva *Aedes aegypti*, yaitu (1) berenang bebas di air dan tidak melekat pada akar tanaman air; (2) mempunyai *siphon* yang besar tetapi pendek; dan (3) membentuk sudut dengan permukaan air, saat istirahat. Sementara itu, nyamuk *Aedes aegypti* dewasa mempunyai ukuran sedang dengan tubuh dan tungkainya ditutupi sisik



Sumber: RS Sari Asih Ciputat (2016)

Gambar 7.1 Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

dengan garis-garis putih dengan warna dasar hitam kecoklatan. Bagian punggung tubuhnya tampak dua garis melengkung vertikal di bagian kiri dan kanan yang menjadi ciri dari spesies ini. Disebutkan pula ukuran dan warna nyamuk *Aedes aegypti* kerap berbeda antarpopulasi, tergantung dari kondisi lingkungan dan nutrisi yang diperoleh nyamuk selama perkembangan. Nyamuk jantan umumnya lebih kecil dari betina dan terdapat rambut-rambut tebal pada antena nyamuk jantan. Sementara itu, yang sering menularkan virus dengue dari orang sakit kepada orang sehat adalah nyamuk betina yang menggigit pada siang hari. Seekor nyamuk yang membawa virus dengue dapat terus menginfeksi orang lain selama nyamuk tersebut masih hidup. Seluruh anggota keluarga bisa jadi terinfeksi virus dengue dari nyamuk yang sama dalam waktu 2–3 hari.

Mengingat tempat perindukannya yang menyukai genangan air bersih, DBD paling sering menyerang selama dan setelah musim hujan. DBD biasanya terjadi pada wilayah dan area tropis dan subtropis, seperti di Asia Tenggara, Tiongkok, India, Timur Tengah, Karibia, Amerika Tengah, Amerika Selatan, Australia, Kepulauan Pasifik (Pasifik Selatan dan Pasifik Tengah), dan Afrika (World Health Organization, 2022b). Tinggal atau bepergian ke daerah dengan iklim tropis atau subtropis menjadi salah satu potensi untuk terkena infeksi dengue.

Selain kondisi iklim, faktor lingkungan yang menjadi faktor risiko infeksi dengue adalah daerah permukiman padat. Di daerah permukiman padat, meningkatnya kebutuhan air bersih dan potensi orang menyimpan air dalam berbagai kontainer buatan manusia juga akan makin meningkat. Kondisi di daerah rawan air bersih juga menyebabkan masyarakat cenderung menampung air. Khusus daerah tadah air hujan, masyarakat akan menempatkan tempat penampungan air langsung di bawah talang supaya sewaktu-waktu mendapatkan aliran air hujan sehingga penampungan itu tidak pernah ditutup dan dibiarkan terbuka. Faktor lingkungan dengan sampah padat yang tidak terkelola dengan baik, seperti ban bekas, botol bekas air mineral, dan kaleng juga akan menjadi tempat perindukan nyamuk

Aedes aegypti yang menjadi vektor infeksi dengue saat hujan turun. Nyamuk *Aedes* sp. akan bertelur di dalam air dan akan berkembang menjadi larva (jentik), selanjutnya pupa, dan kemudian berubah menjadi nyamuk dewasa. Siklus ini akan berlangsung berulang-ulang dan akan meningkatkan probabilitas gigitan nyamuk *Aedes*.

Faktor perubahan iklim berkontribusi pada meningkatnya DBD karena beberapa hal mekanisme. Pertama, kejadian hujan ekstrem. Curah hujan sangat tinggi menyebabkan vektor nyamuk menemukan tempat perindukan pada kontainer-kontainer buatan manusia yang terbuka. Kemunculan penyakit-penyakit yang diakibatkan oleh virus dengue, selain karena bertambahnya tempat perindukan seperti sudah disebutkan sebelumnya, juga karena makin *fit*-nya vektor nyamuk dengan suhu dan kelembapan yang ada (Negev dkk., 2015).

Hubungan perubahan iklim dengan infeksi dengue yang ditularkan oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* sudah banyak dipelajari di beberapa kota pada berbagai negara. Untuk Indonesia, tercatat di Tarakan dan Semarang, serta Dhaka di Bangladesh yang tergabung dalam Asian Cities Climate Change Resilience Network (ACCCRN) (Cahyorini dkk., 2019; Ahmed dkk., 2007). Selain itu, tercatat negara yang sudah melaporkan hubungan antara infeksi dengue, yaitu Bangladesh (Banu dkk., 2014); Amerika Serikat (Akanda & Johnson, 2018); Tiongkok (Bai dkk., 2013); Pakistan (Bakhsh dkk., 2018); dan Eropa (Bouزيد dkk., 2014).

Faktor ketiga dari segitiga epidemiologi adalah kondisi manusianya (*host*). Masuknya virus dengue ke dalam tubuh manusia tidak terjadi secara langsung dari manusia sakit ke manusia sehat, tetapi terjadi melalui perantara gigitan nyamuk *Aedes* yang membawa virus dengue ke manusia sehat. Pada saat kondisi daya tahan tubuh turun, manusia mengalami gejala seperti sakit flu (*flu like syndrome*).

Virus dengue akan lebih dulu berada pada tahap inkubasi sampai pada akhirnya memunculkan gejala dalam tiga fase (grafiknya seperti pelana kuda), yaitu fase demam, fase kritis, serta fase penyembuhan. Fase demam adalah terjadinya demam tinggi yang muncul mendadak dan berlangsung selama 2–7 hari, dengan bersama-sama diikuti gejala

lain, seperti nyeri otot dan sakit kepala. Sementara itu, fase kritis terjadi saat demam akan turun. Tahap ini justru berisiko paling berbahaya, yaitu mengalami perdarahan parah, dan biasanya memerlukan perawatan dan observasi intensif. Fase ketiga adalah fase penyembuhan, yaitu sesuai fase kritis, pasien akan mengalami demam kembali yang merupakan masa pemulihan DBD di mana trombosit (keping darah) perlahan kembali naik.

Beberapa pasien datang dalam kondisi syok (*dengue shock syndrome*, DSS) dengan gejala tekanan darah yang cenderung menurun, pupil melebar, napas sesak, mulut terasa kering, denyut nadi lemah, kulit cenderung lembap dan basah, akral terasa dingin, dan jumlah air kencing menurun. Tingkat kematian DSS yang tidak tertangani sangat tinggi, yaitu bisa mencapai angka 40%. Pada kondisi tertentu, DBD dapat menyebabkan kejang, kerusakan berbagai organ, seperti hati, jantung, paru-paru dan otak, penggumpalan darah, hingga kematian.

Proses perjalanan infeksi DBD dimulai saat nyamuk *Aedes sp.* menggigit kulit manusia untuk mengisap darah sehingga virus yang berada di liur nyamuk betina tersebut akan ikut masuk ke dalam tubuh. Setelah itu, virus akan masuk dan mengalir dalam darah manusia, kemudian menginfeksi sel-sel kulit terdekat yang disebut keratinosit. Virus akan membuat gangguan pada organ liver serta meningkatkan permeabilitas pembuluh darah kapiler di tubuh yang dapat menyebabkan kebocoran plasma darah (*plasma leakage*). Pada saat itu, trombosit sering menurun (trombositopenia) yang berakibat darah susah membeku. Trombositopenia berpotensi menyebabkan kebocoran kapiler darah yang dapat mengakibatkan kegagalan sistem peredaran darah dan syok. Kondisi saat proses pembekuan darah terjadi secara berlebihan, *disseminated intravascular coagulation* (DIC), pada akhirnya menyebabkan berbagai komplikasi berbahaya, yaitu kegagalan banyak organ (*multi-organ failure*). Pada kebanyakan pasien, justru akan pulih dalam waktu dua minggu karena virus akan mati sendiri (*self limiting disease*). Namun, pada pasien DBD, harus tetap diingat bahwa ada masa kritis yang harus terlewati dengan baik.

Kematian akan terjadi saat terjadi komplikasi yang tidak teratasi dengan baik.

DBD dapat terjadi pada orang dengan umur yang beragam. Uniknya, pasien bisa terinfeksi lebih dari sekali, tetapi oleh jenis *strain* yang berbeda dari sebelumnya. Orang yang sebelumnya punya riwayat pernah terkena demam berdarah akan berpeluang tinggi mengalami gejala yang lebih serius jika terinfeksi lagi.

Pada saat awal ditemukan di Indonesia, yaitu di Surabaya pada tahun 1960-an, DBD diketahui hanya menyerang anak-anak. Pada perkembangannya, kemudian meningkat pada umur yang lebih tua, bahkan ibu hamil juga bisa terserang DBD. Pada ibu hamil yang terkena DBD, bahayanya menjadi ganda karena selain mengancam ibu juga bisa mengancam janin yang dikandungnya (Chotigeat dkk., 2003; Malhotra dkk., 2006; Friedman dkk., 2014; Paixao dkk., 2018; Bhardwaj dkk., 2020).

Klasifikasi infeksi dengue, dapat dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu demam dengue (*dengue fever*) yang disingkat sebagai DD/DF dan demam berdarah dengue (*dengue hemorrhagic fever*) yang disingkat DBD/DHF. Keduanya sama-sama disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus*. Dari segi keparahan, DD berbeda dengan DBD. Sebelum memasuki fase DBD, seseorang yang terkena gigitan nyamuk terlebih dahulu dan mengalami kondisi yang disebut demam dengue. DBD lebih berbahaya karena terjadi perdarahan yang bisa menyebabkan penderita syok dan meninggal. Pada pasien DBD, terjadi kebocoran pembuluh darah, sedangkan pada DD tidak terjadi hal yang sama. Pada buku ini, penekanannya cenderung pada DBD yang lebih sering menimbulkan syok (*dengue shock syndrome*, DSS) dengan manifestasi klinis yang lebih berat dan angka kematian yang lebih tinggi dibanding dengan DD.

Adanya tanda dan gejala DBD yang mirip dengan penyakit infeksi lain, seperti malaria, leptospirosis, dan tifus, menyebabkan diagnosis DBD relatif sulit dilakukan. Oleh karena itu, untuk

menegakkan diagnosis diawali dengan melakukan anamnesis yang cermat, khususnya awal mulai panas (*onset*) ditambah pemeriksaan fisik serta pemeriksaan laboratorium yang tepat secara waktu (World Health Organization, 2022b). Pemeriksaan laboratorium pada DBD dapat dilakukan dengan tes darah lengkap untuk mengevaluasi nilai trombosit, leukosit, Hb, serta nilai hematokrit. Tes cepat antibodi juga dapat dilakukan dengan menginterpretasikan hasil Immunoglobulin G dan Immunoglobulin M secara bersamaan dengan interpretasi yang tidak mudah. Sementara itu, tes cepat antigen dengue akan mendeteksi protein nonstruktural NS1 yang ada di dalam darah selama infeksi dengue. Tes ini dapat mendeteksi dalam waktu yang lebih cepat pada infeksi dalam beberapa hari pertama (sebelum munculnya antibodi yang membutuhkan waktu lama). Dengan akurasi yang cukup tinggi, World Health Organization (WHO) telah merekomendasikan penggunaan alat tes cepat DBD untuk pemeriksaan antigen NS1 dengue (World Health Organization, 2022c).

C. Program Pencegahan/Pengendalian DBD dan Kedudukan TAD di Dalamnya

Program pencegahan dan pengendalian DBD (P2 DBD) yang sudah disiapkan oleh Kementerian Kesehatan (Kemenkes) RI cukup bervariasi, mulai dari pengendalian vektor sampai dengan pengendalian wabah (Tabel 7.1). Pencegahan terhadap infeksi dengue dapat dibagi menjadi berbagai kegiatan mengingat vektor nyamuk mempunyai siklus telur-larva-pupa-nyamuk dewasa. Pada kondisi normal, pengendalian vektor pada tahap larva cenderung lebih direkomendasikan oleh WHO karena sifatnya yang menetap dan lebih mudah penanganannya. Selain itu, upaya pemakaian alat pelindung pribadi yang dilakukan di badan dan menghindari daerah wabah juga dilakukan secara bersamaan.

Tabel 7.1 Cara Pencegahan dan Pengendalian DBD

Fokus Pencegahan	Jenis Kegiatan
1. Berbasis siklus nyamuk	
a. Membatasi populasi larva	<p>Upaya Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) dengan cara 3M (menutup, menguras, dan mengelola) tempat penampungan air bersih, seperti <i>profil tank</i>, drum, kamar mandi, vas bunga, dispenser, dan bagian bawah kulkas.</p> <hr/> <p>Pemakaian TAD di atas tempat penampungan air, khususnya di wilayah rawan air dan tadah hujan.</p> <hr/> <p>Memberikan ikan pemakan jentik, seperti ikan cupang dan ikan kepala timah, yang akan memakan jentik sehingga larva tidak bisa berkembang menjadi nyamuk dewasa.</p> <hr/> <p>Membubuhkan bubuk larvasida, misalnya abate pada bak mandi atau bak penampungan air untuk membunuh jentik-jentik nyamuk.</p> <hr/> <p>Mengelola sampah padat yang dapat menampung air hujan, seperti botol air mineral, kaleng, dan berbagai sampah yang dapat menampung air hujan.</p>
b. Membatasi populasi nyamuk secara permanen (dimatikan) atau dibatasi di suatu tempat	<p>Mematikan nyamuk dengan obat nyamuk bakar atau semprot ataupun <i>fogging</i> (saat terjadi wabah).</p> <hr/> <p>Memelihara tanaman-tanaman yang dapat mengusir nyamuk, seperti serai, lavender, zodia, geranium, dan akar wangi.</p> <hr/> <p>Memasang kasa anti nyamuk di pintu dan jendela rumah.</p>
2. Menggunakan alat pelindung (pribadi) untuk menjauhkan dari gigitan nyamuk	<p>Memakai pakaian tertutup (pakaian berlengan panjang, syal, kaos kaki, dan celana atau rok panjang yang menutupi tubuh) termasuk saat bepergian.</p> <hr/> <p>Menggunakan <i>lotion</i> anti nyamuk walaupun sedang berada di dalam ruangan.</p> <hr/> <p>Menggunakan kelambu saat tidur.</p> <hr/> <p>Tidak menggantung pakaian bekas pakai.</p>
3. Menjauhi tempat wabah	<p>Menghindari bepergian ke tempat yang mengalami wabah DBD.</p>

Fokus Pencegahan	Jenis Kegiatan
4. Penanganan penularan/wabah secara tepat	Melakukan <i>fogging</i> dengan insektisida untuk membunuh nyamuk dewasa.
	Melakukan penyelidikan epidemiologi secara benar dengan skrining yang tertular pada daerah penularan.
	Upaya pemberian KIE (komunikasi, informasi & edukasi) pada masyarakat.
5. Dengan menggunakan vaksinasi	Vaksin anti dengue yang masih banyak dalam proses studi. Dalam kenyataannya sudah ada yang diterapkan
6. Monitoring dan evaluasi	Melakukan penilaian ABJ (Angka Bebas Jentik) baik <i>house index</i> maupun <i>container index</i> .
	Menggerakkan kegiatan Satu Rumah Satu Jumantik (juru pemantau jentik) atau Jumantik Keluarga 1-1.

Sumber: Skipetrova dkk. (2018), Kementerian Kesehatan RI (2021)

Hal yang perlu diingat ialah apabila sudah terjadi DBD pada seseorang, pilihannya hanyalah melakukan tata laksana klinis agar penderita selamat. Prinsip dari penatalaksanaan klinis adalah dengan mengatur cairan yang masuk dan memberikan obat-obat suportif. Mengingat penyebabnya adalah virus maka menjaga dalam fase kritis supaya tidak *drop* sangatlah penting. Penyembuhan spontan akan terjadi saat virus mati di dalam tubuh.

Melihat model dan fokus pencegahan yang ada, dapat dinyatakan bahwa untuk P2 DBD, tidak ada satu metode pun yang berdiri sendiri dipakai untuk semua keadaan. Metode tersebut harus dipakai secara bersamaan dan saling melengkapi. Khusus untuk pemakaian insektisida, baik untuk membunuh larva (jenis temephos) maupun untuk membunuh nyamuk dewasa dengan *fogging*, dapat dikatakan aman dalam dosis yang dianjurkan. Memang dalam pelaksanaannya tidak bisa dilakukan secara sembarangan dan terdapat syarat dan ketentuan yang berlaku mengingat kejadian resistensi nyamuk terhadap berbagai insektisida sudah mulai terjadi. Menu-menu inovasi untuk pencegahan dan penanggulangan DBD secara biologi, antara lain memakai tanaman, seperti serai dan lavender, juga pemakaian ikan pemakan jentik, seperti ikan cupang pada penampungan air.

Sementara itu, TAD sendiri belum menjadi kegiatan inovasi yang “diakui” oleh bagian P2 DBD Kemenkes RI.

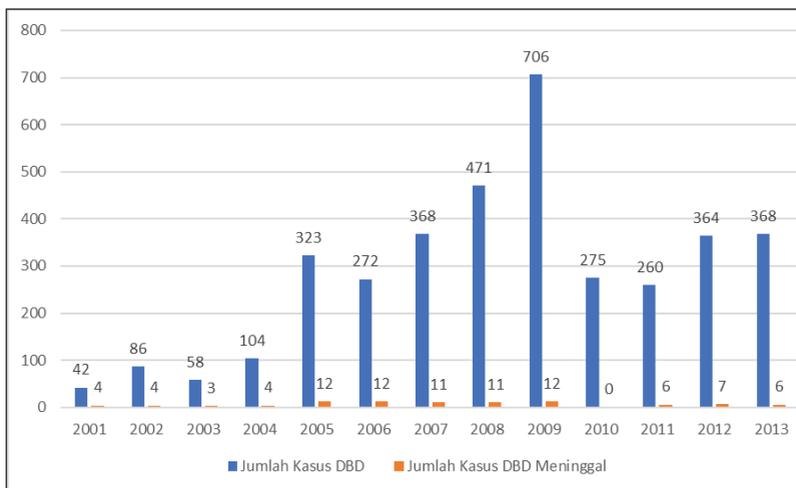
Walaupun dianjurkan untuk melakukan kegiatan secara simultan, pada kenyataannya WHO menyarankan pencegahan pada fase larva (jentik) karena dianggap yang paling efektif, berbeda dengan fase nyamuk yang memiliki jarak terbang 200 meter sehingga relatif sulit untuk dikendalikan. Pendekatan pada fase jentik sendiri dapat menggunakan pengendalian biologi, yaitu dengan pemberian ikan pemakan jentik pada penampungan air. Kelemahannya adalah ia akan mudah hanyut saat terjadi hujan lebat. Pengendalian secara kimia dapat dilakukan dengan menaburkan bubuk insektisida dengan ukuran tertentu. Kekurangan metode ini adalah akan menjadi sangat mahal pada kondisi penampungan yang sangat besar dan faktor bau juga menyebabkan keengganan warga. Metode secara fisik yang paling direkomendasikan adalah 3M (menutup, menguras, dan mengelola sampah). Program 3M merupakan program yang cukup murah dan mudah dilaksanakan, tetapi membutuhkan komitmen yang kuat. Justru, perilaku masyarakat dalam hal ini masih sangat kurang karena berbagai hal. Kegiatan menutup penampungan air sulit dilaksanakan, khususnya pada daerah rawan air dan pada daerah tadah hujan. TAD hadir menjadi solusi alternatif dalam hal ini. TAD menjadi penutup penampungan air yang terbuat dari kasa nyamuk yang berongga kecil sehingga masyarakat tetap dapat menampung air dengan aman.

Upaya pemberdayaan masyarakat dalam program Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) dengan cara 3M merupakan salah satu kunci keberhasilan program ini. Beberapa daerah/negara menerapkan sanksi tegas saat ditemukan jentik di dalam kontainer air di rumah warganya. Berdasarkan pengalaman penulis saat *short course* tentang kesehatan di Sabah, Malaysia, pada tahun 2008, regulasi yang ketat terkait jentik diberlakukan pada warga Sabah, Malaysia. Pada saat itu, penulis sebagai salah satu peserta yang tergabung dalam Tim Teknis Dinkes Kalimantan Timur, Indonesia, mengikuti *short course* pada Jabatan Kesehatan Negeri Sabah, Malaysia, dan diperlihatkan proses surveilans DBD di mana masyarakat akan diberikan sanksi apabila di

dalam kontainer, di dalam rumah, dan/atau sekitar rumahnya didapati jentik. Petugas surveilans akan mengambil bukti dan masyarakat bisa melakukan mekanisme pembelaan di pengadilan saat tuduhan petugas surveilans tidak terbukti. Jika terbukti bahwa jentik yang diambil oleh petugas surveilans sebagai bukti adalah benar menunjukkan ciri-ciri jentik *Aedes*, masyarakat akan dikenakan denda.

D. Teknologi Tepat Guna dalam Adaptasi Penyakit DBD di Kota Tarakan

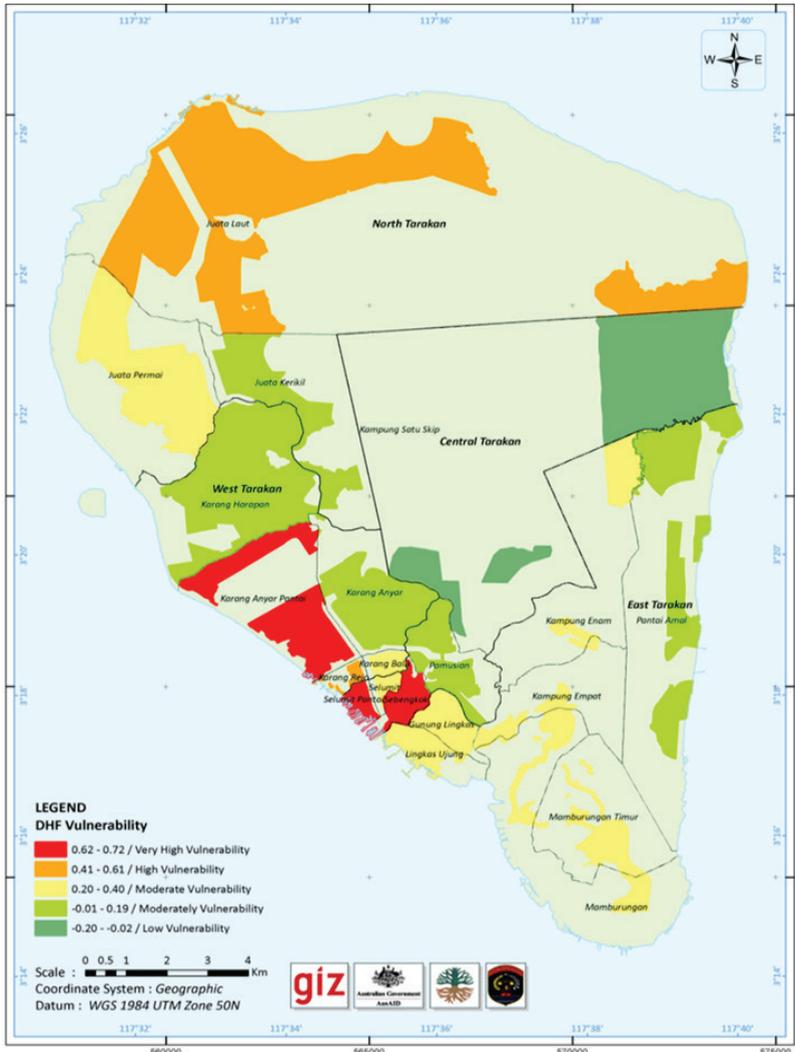
Hasil kajian KRAPI menyatakan bahwa perubahan iklim khususnya di Kota Tarakan menyebabkan adanya kenaikan masa hidup nyamuk karena menghangatnya cuaca Tarakan sebagai kota pulau. Suhu dan kelembapan Kota Tarakan sangat cocok untuk perkembangan nyamuk *Aedes* sp. Tren kasus DBD di Kota Tarakan terbagi atas sebelum dilakukan kajian, saat kajian berlangsung, serta pascakajian (lihat Gambar 7.2).



Sumber: Data Serial DBD Dinkes Tarakan (Sugiyatmi, 2014)

Gambar 7.2 Grafik Jumlah Kasus dan Kasus Meninggal Akibat DBD di Kota Tarakan 2001–2013

Mengutip hasil KRAPI, terdapat peta kerentanan DBD di wilayah Pulau Tarakan (Gambar 7.3) di mana kasus yang tinggi (warna merah) terjadi ditunjukkan di wilayah pesisir, seperti Kelurahan Selumit Pantai, Kelurahan Juata Laut, Kelurahan Sebengkok, dan Kelurahan



Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2012)

Gambar 7.3 Peta Kerentanan DBD di Kota Tarakan

Karang Anyar (lihat Gambar 7.3). Warna merah pada peta menunjukkan bahwa angka kasus infeksi dengue di wilayah tersebut tinggi. Hal ini juga ditunjang dengan data pendukung bahwa pada wilayah pesisir, saluran air perpipaan dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) tidak ditemukan. Oleh karena itu, dalam memenuhi kebutuhan air bersih untuk mandi-cuci-kakus, bahkan air yang dikonsumsi, sebagian masyarakat menampung air hujan. Masyarakat meletakkan berbagai tempat penampungan air hujan langsung terhubung dengan talang air, seperti bak penampungan air, *profil tank*, drum, dan ember. Untuk tetap dapat menampung air hujan, berbagai jenis penampungan air tersebut diletakkan begitu saja tanpa tutup. Dalam kondisi demikian, kemungkinan untuk indikator Angka Bebas Jentik (ABJ) juga akan sangat rendah dan hal inilah yang menjadi penyebab kasus baru infeksi dengue meningkat. Daerah dengan warna merah ini dalam peta disebut sebagai daerah dengan tingkat kerawanan yang sangat tinggi (*very high vulnerability*).

Pada tahun 2012, jumlah kasus cenderung meningkat, sedangkan angka kematian juga meningkat dan DBD menjadi endemik di semua kelurahan. Dengan pemodelan, diperoleh hasil yang sangat mencengangkan, yaitu angka kasus DBD akan mencapai ribuan apabila tidak dilakukan upaya intervensi. Pada saat itu semua upaya sesuai yang mengacu pada panduan Kemenkes sudah dilakukan dan akhirnya dirasakan perlunya terobosan inovasi ABJ sehingga kasus dan angka kematian pada akhirnya akan menurun. Terobosan itu adalah dengan mengenalkan penggunaan TAD di Kota Tarakan (Tim Redaksi JPNN, 2012).

Pada tahun 2012, penulis melakukan riset untuk membuat inovasi untuk mencegah bertelurnya nyamuk *Aedes aegypti* di atas penampungan air. Dengan memakai bahan dasar tekstil ataupun nontekstil (seperti kasa nyamuk plastik) yang memiliki lubang kecil, diharapkan nyamuk tidak dapat bertelur di atas penampungan air dan penampungan tetap bisa menampung air hujan. Pada tahun 2014, melalui bimbingan dari Mercy Corps Indonesia sebagai *co-partner* Rockefeller Foundation, penulis mengembangkan TAD sebagai strategi adaptasi dalam perubahan iklim (Sugiyatmi, 2016).

Salah satu kegiatan yang dilakukan adalah strategi adaptasi untuk menghadapi potensi kenaikan angka infeksi dengue di Kota Tarakan pada 3 RT *pilot project* dan 26 RT lainnya. Kegiatan ini dilakukan untuk melatih masyarakat menghasilkan produk TAD sebagai inovasi dalam pencegahan DBD. Produk ini bukan topi yang dipakai di atas kepala manusia, melainkan sebagai penutup pada mulut kontainer buatan manusia (*man-made container*), seperti drum dan *profil tank*.

TAD adalah penutup *container* buatan manusia (*man-made container*) yang terbuat dari kasa nyamuk dengan ukuran yang cukup kecil dan untuk meletakkannya di atas pintu profil atau drum diberikan karet pengikat supaya tidak mudah lepas saat terkena air hujan atau gerojokan air hujan dari talang air. Alat ini dirancang untuk menjadi penutup tempat penampungan air yang dimaksudkan untuk mencegah nyamuk *Aedes* hinggap dan bertelur di atasnya dan juga di sisi lainnya minimal partikel kotoran besar tidak bisa masuk ke dalam tempat penampungan air tersebut.

Kelahiran Topi Anti DBD sebagai sebuah strategi adaptasi yang bersifat inovatif adalah untuk merespons angka DBD yang mempunyai kecenderungan terus meningkat sesuai prediksi KRAPI tersebut. TAD melengkapi “menu” program pencegahan dan penanggulangan (P2) DBD dari Kemenkes RI pada tahun-tahun tersebut yang juga dipakai sampai saat ini. TAD menjadi produk *home industry* buatan masyarakat yang telah dilatih dan ribuan TAD yang dihasilkan dibagikan ke masyarakat juga. Pada tahun 2016, BPJS Cabang Kota Tarakan juga berperan serta dalam mengadakan dan membagikan TAD ini.

TAD berhasil menaikkan ABJ yang menjadi salah satu indikator keberhasilan pengendalian vektor. ABJ merupakan singkatan dari Angka Bebas Jentik yang menunjukkan persentase dari kontainer tempat penampungan maupun rumah yang tanpa jentik dibanding dengan jumlah rumah yang ada. Makin tinggi ABJ maka akan makin baik karena probabilitas perkembangan jentik menjadi nyamuk dewasa akan makin menurun. Pada akhir proyek disimpulkan bahwa TAD dianggap mampu untuk meningkatkan ABJ dari kontainer maupun

rumah. Jika sebelumnya ABJ hanya dalam kisaran <50%, yang berarti dari 100 rumah, yang bebas jentik adalah kurang dari separuhnya. Sementara itu, standar ABJ adalah lebih dari 90%.

TAD merupakan teknologi tepat guna yang lahir dari sebuah kearifan lokal. Dikatakan sebagai kearifan lokal karena sebelum dilakukan studi sederhana yang akhirnya menghasilkan produk TAD yang dapat diproduksi oleh UMKM seperti saat ini, penutup mulut penampungan air sudah pernah ditemukan pada masyarakat dengan bahan seadanya. Masyarakat sering memanfaatkan barang bekas, seperti kain bekas kaos sebagai bahan penutup dan potongan ban dalam bekas ataupun tali rafia sebagai alat pengikat. Walaupun sempat dibiayai oleh *funding* dari NGO, ide ini murni tumbuh dari situasi dan kondisi di masyarakat Kota Tarakan yang menampung air hujan sebagai salah satu sumber air. TAD dianggap mampu secara fisik menjadi penghalang antara nyamuk dan air yang berada di penampungan yang sudah ditutup dengan kasa nyamuk berongga.

Modifikasi TAD secara personal masih sangat terbuka dan memungkinkan. Kehadiran TAD akan menjadi pelengkap upaya pencegahan dalam infeksi dengue, zika, dan chikungunya. TAD akan



Sumber: Tarakan endemis DBD (2012)

Gambar 7.4 Tangkapan Layar Berita di Media Massa terkait *Launching* TAD

sangat penting di daerah rawan air. Di daerah rawan air, masyarakat akan cenderung melakukan pemanenan air hujan (*rain water harvesting*). Alat untuk memanen air adalah semua jenis kontainer buatan manusia, seperti *profil tank*, drum, dan ember. TAD adalah teknologi sederhana berkelanjutan yang sesuai dengan merujuk pada *sustainable development goals* (SDGs) yang tercakup pada tujuan SDGs ke-3, yaitu kesehatan yang baik dan kesejahteraan; SDGs ke-5, yaitu sanitasi dan air bersih; serta SDGs ke-13, yaitu penanganan perubahan iklim.



Keterangan: (a) Bentuk TAD; (b) Proses pembuatan TAD; (c) Instalasi TAD pada drum; (d) Instalasi TAD pada mulut *profil tank*

Foto: Tri Astuti Sugiyatmi (2014)

Gambar 7.5 TAD: Bentuk, Proses Pembuatan, dan Instalasi TAD pada Penampungan Air

E. Analisis SWOT terkait TAD dan Cara Pembuatan TAD

TAD sebagai salah satu teknologi tepat guna memiliki berbagai kelebihan (*strength*) pada pengendalian vektor DBD. TAD memiliki berbagai keunggulan, seperti pada proses pembuatannya yang dapat melibatkan masyarakat luas serta kegunaannya yang multifungsi, selain untuk menghalang nyamuk bertelur juga dapat menyaring partikel besar, seperti kotoran dan hewan lain dari atap. Kelebihan TAD lainnya adalah aman karena tanpa tambahan insektisida apapun, perawatan yang mudah, serta tahan lama. Sayangnya, banyaknya kelebihan TAD belum tersosialisasi secara luas sehingga banyak masyarakat yang belum mengetahui. Di samping itu, cara untuk mendapatkan TAD yang harus berbayar menyebabkan masyarakat tidak terlalu berminat. Berbeda saat pendampingan dari Mercy Corps Indonesia ketika program berjalan (2014), masyarakat mendapatkan TAD secara gratis dan masyarakat sangat antusias.

Tabel 7.2 Analisis SWOT terkait TAD

A. Strength (Kekuatan/Kelebihan)
1. Target pasar cukup besar pada wilayah yang belum memiliki instalasi air bersih perpipaan sehingga masih menggunakan <i>man-made container</i> .
2. Produk TAD dapat disimpan dalam waktu yang relatif lama sehingga tidak mudah rusak meskipun disimpan dalam tempat penyimpanan.
3. Produk TAD dapat digunakan dalam jangka waktu relatif lama.
4. Pembuatan produk TAD dapat melibatkan masyarakat untuk diberdayakan.
5. Perawatan produk TAD relatif mudah untuk dilakukan karena tidak memerlukan bahan/peralatan khusus.
6. TAD juga berfungsi sebagai penyaring partikel yang lebih besar dan vektor lain (tikus atau hewan pengerat lainnya).
7. TAD menjadi pendukung kegiatan pemanenan air hujan untuk menghambat air hujan langsung masuk ke selokan dan berakhir di laut.
8. TAD tidak menggunakan tambahan bahan kimia apa pun.

B. Kelemahan (*Weakness*)

1. Pada TAD, belum pernah dilakukan penelitian berbasis laboratorium untuk efektifitas pencegahan vektor ke tempat penampungan air.
2. Untuk mendapatkan produk TAD, masyarakat harus mengeluarkan biaya.
3. TAD belum tersosialisasi secara luas.

C. Kesempatan (*Opportunity*)

1. Belum ada produk TAD yang dikombinasikan dengan insektisida aman.
2. Belum pernah diproduksi secara massal (baru di level Kota Tarakan saja).

D. Ancaman (*Threat*)

1. Keengganan masyarakat untuk memakainya karena untuk mendapatkannya harus membeli, terkecuali saat ada program dari suatu institusi tertentu.
2. TAD adalah produk teknologi tepat guna yang untuk memproduksinya perlu pembiayaan khusus.

Bahan dan alat untuk pembuatan TAD, yaitu (1) kasa nyamuk plastik; (2) bahan elastik dengan lebar sekitar 1–2 cm; (3) benang jahit dan mesin jahitnya; serta (4) mesin obras dan benang untuk obras. Sementara itu, cara pembuatannya adalah dengan urutan sebagai berikut.

- 1) Ukur diameter mulut penampungan air.
- 2) Potong kasa nyamuk plastik sesuai ukuran diameter dengan diberikan kelebihan beberapa sentimeter untuk menempelkan karet kolor/elastis atau sesuai ukuran panjang dan lebarnya apabila bentuk mulut penampungan air bukan berbentuk lingkaran.
- 3) Lakukan penjahitan sesuai dengan pola tempat penampungan air yang ada.
- 4) Supaya tidak cepat rusak, bisa dilakukan pengobrasan pada tepi potongan kasa nyamuk.
- 5) Pasang karet kolor.

TAD yang sudah selesai dapat dipasangkan langsung pada mulut penampungan air. Apabila diameter mulut profil cukup lebar, dalam pemasangannya sering kali membutuhkan orang lain untuk menahan di salah satu sisi. Pemeliharaan TAD cukup sederhana, yaitu hanya perlu dicuci dengan sabun jika sudah terlihat kotor.

F. Komunikasi, Informasi, dan Edukasi TAD untuk Adaptasi DBD

Saat mendapat hibah dari Mercy Corps dengan dukungan dari Rockefeller Foundation, sekaligus, dilakukanlah survei terkait *knowledge, attitude, dan psychomotor* terkait P2 DBD di level masyarakat. Hal tersebut juga menyangkut pemberian pendidikan dan komunikasi terkait TAD sebagai strategi adaptasi dalam perubahan iklim. Kegiatan yang bersifat memberikan kesadaran kepada masyarakat sebaiknya selalu diberikan dalam berbagai kesempatan yang ada. Kampanye kesadaran masyarakat (*public awareness campaign*) dan inisiatif terkait adaptasi perubahan iklim juga sudah dilakukan. Beberapa pihak, khususnya di wilayah yang dipakai sebagai *pilot project*, yaitu di Kelurahan Selumit Pantai, sudah paham tentang TAD karena sudah disosialisasikan pada sepuluh tahun yang lalu. Terkait kebijakan dan strategi dalam pengarusutamaan adaptasi perubahan iklim, dibutuhkan pengetahuan pada level *policy maker* untuk mengetahui dampak perubahan iklim, khususnya dalam sektor kesehatan maupun hal-hal yang bisa dikerjakan dalam hal ini termasuk upaya adaptasi perubahan iklim (Sugiyatmi, 2016).

Jika pada tahun 2012 sudah muncul peta kerentanan DBD di Kota Tarakan, saat ini diperlukan upaya untuk membangun ketahanan (resiliensi) terhadap infeksi dengue akibat perubahan iklim. Peningkatan kapasitas masyarakat adalah sesuatu yang niscaya. Ketahanan terhadap perubahan iklim, khususnya terhadap penyakit DBD, juga dibutuhkan pada level pemerintah daerah. Beberapa kota dari banyak negara yang tergabung dalam ACCCRN sudah memulainya (Brown dkk., 2012). Dalam hal ini, Kota Tarakan di Provinsi Kalimantan Utara termasuk dalam jaringan tersebut yang didukung oleh Rockefeller Foundation.

G. Penutup

Kondisi perubahan iklim menjadikan penyebaran penyakit, khususnya penyakit menular berbasis vektor, memerlukan berbagai upaya pengendalian, baik pencegahan dan penanganan. TAD adalah sebuah

inovasi teknologi tepat guna yang dapat digunakan menjadi salah satu strategi adaptasi perubahan iklim dalam melawan infeksi dengue. Upaya penanggulangan saja menjadi tidak pernah maksimal karena keterbatasan sumber daya sehingga upaya di level yang lebih hulu, yaitu pencegahan menjadi sesuatu yang sangat penting. Dalam strategi adaptasi perubahan iklim, peranan teknologi sangatlah penting. Bukan hanya teknologi terbaru ataupun teknologi yang sudah *establish*, tetapi juga teknologi tepat guna yang sesuai dengan kondisi masyarakat bisa jadi memberikan kontribusi pada adaptasi perubahan iklim.

Referensi

- Ahmed, T. U., Saifur Rahman, G. M., Bashar, K., Shamsuzzaman, M., Samajpati, S., Sultana, S., Hossain, M. I., Banu, N. N., & Rahman, M. S. (2007). Seasonal prevalence of dengue vector mosquitoes in Dhaka City, Bangladesh. *Bangladesh J. Zool*, 35(2), 205–212.
- Aisyah, N. S. (2019). Politik adaptasi perubahan iklim dalam pendekatan multilevel governance di Kota Semarang. *Jurnal Hubungan Internasional*, 8(1). <https://doi.org/10.18196/hi.81143>
- Akanda, A. S., & Johnson, K. (2018). Growing water insecurity and dengue burden in the Americas. *The Lancet Planetary Health*, 2(5), e190–e191. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30063-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30063-9)
- Bai, L., Morton, L. C., & Liu, Q. (2013). Climate change and mosquito-borne diseases in China: A review. *Globalization and Health*, 9(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/1744-8603-9-10>
- Bakhsh, K., Sana, F., & Ahmad, N. (2018). Dengue fever in Punjab, Pakistan: Knowledge, perception and adaptation among urban adults. *Science of the Total Environment*, 644, 1304–1311. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.077>
- Bambrick, H. J., Capon, A. G., Barnett, G. B., Beaty, R. M., & Burton, A. J. (2011). Climate change and health in the urban environment: adaptation opportunities in Australian cities. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 23(2 SUPPL.). <https://doi.org/10.1177/1010539510391774>
- Banu, S., Hu, W., Guo, Y., Hurst, C., & Tong, S. (2014). Projecting the impact of climate change on dengue transmission in Dhaka, Bangladesh. *Environment International*, 63, 137–142.

- Bardosh, K. L., Ryan, S., Ebi, K., Welburn, S., & Singer, B. (2017). Addressing vulnerability, building resilience: Community-based adaptation to vector-borne diseases in the context of global change. *Infectious Diseases of Poverty*, 6(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/s40249-017-0375-2>
- Bhardwaj, D., Chawla, S., Sahoo, I., Rathore, P., Sharma, A., & Siddique, N. (2020). Dengue in pregnancy. *Medical Journal of Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth*, 13(3), 264–267. https://doi.org/10.4103/mjdrdypu.mjdrdypu_195_19
- Bhatt, S., Gething, P. W., Brady, O. J., Messina, J. P., Farlow, A. W., Moyes, C. L., Drake, J. M., Brownstein, J. S., Hoen, A.G., Sankoh, O., Myers, M. F., George, D. B., Jaenisch, T., William Wint, G. R., Simmons, C. P, Scott, T. W., Farrar, J. J., & Hay, S. I. (2013). The global distribution and burden of dengue. *Nature*, 496(7446), 504–507. <https://doi.org/10.1038/nature12060>
- Borg, F. H., Andersen, J. G., Karekezi, C., Yonga, G., Furu, P., Kallestrup, P., & Kraef, C. (2021). Climate change and health in urban informal settlements in low- and middle-income countries—a scoping review of health impacts and adaptation strategies. *Global Health Action*, 14(1). <https://doi.org/10.1080/16549716.2021.1908064>
- Bouزيد, M., Colón-González, F. J., Lung, T., Lake, I. R., & Hunter, P. R. (2014). Climate change and the emergence of vector-borne diseases in Europe: Case study of dengue fever. *BMC Public Health*, 14(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-781>
- Brown, A., Dayal, A., & Rumbaitis Del Rio, C. (2012). From practice to theory: Emerging lessons from Asia for building urban climate change resilience. *Environment and Urbanization*, 24(2), 531–556. <https://doi.org/10.1177/0956247812456490>
- Cahyorini, Azhar, K., & Veridona, G. (2019). Dengue Hemorrhagic Fever vulnerability indicators valuation due to climate change in Semarang City. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science*, volume 363. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/363/1/012012>
- 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. <https://doi.org/10.1186/s12879-015-1058-x>

- Case, M., Ardiansyah F., & Spector, E. (2007). *Climate change in Indonesia: Implications for humans and nature* (Summary). World Wide Fund for Nature (WWF). http://assets.panda.org/downloads/inodesian_climate_change_impacts_report_14nov07.pdf
- Chotigeat, U., Kalayanarooj, S., & Nisalak, A. (2003). Vertical transmission of dengue infection in Thai infants: Two case reports. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 86(SUPPL. 3).
- Fankhauser, S., McDermott, T. K. J. (2014). Understanding the adaptation deficit: Why are poor countries more vulnerable to climate events than rich countries? *Global Environmental Change*, 27(1), 9–18.
- Friedman, E. E., Dallah, F., Harville, E. W., Myers, L., Buekens, P., Breart, G., & Carles, G. (2014). Symptomatic dengue infection during pregnancy and infant outcomes: A retrospective cohort study. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003226>
- Kementerian Kesehatan RI (2021). *Strategi nasional penanggulangan dengue 2021–2025*. https://p2pm.kemkes.go.id/storage/publikasi/media/file_1631494745.pdf
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). *Kajian resiko dan adaptasi perubahan iklim: Kota Tarakan, Sumatera Selatan, dan Malang Raya, Ringkasan untuk pembuat kebijakan*.
- Levy, K., Smith, S. M., & Carlton, E. J. (2018). Climate change impacts on waterborne diseases: moving toward designing interventions. *Current Environmental Health Reports*, 5(2), 272–282. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0199-7>
- Malhotra, N., Chanana, C., & Kumar, S. (2006). Dengue infection in pregnancy. *International Journal of Gynecology and Obstetrics*, 94(2), 131–132. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2006.05.002>
- Measey, M. (2010). Indonesia: A vulnerable country in the face of climate change. *Global Majority E-Journal*, 1(1), 31–45.
- Morrow, G., & Bowen, K. (2014). Accounting for health in climate change policies: A case study of Fiji. *Global Health Action*, 7(1), 1–11. <https://doi.org/10.3402/gha.v7.23550>
- Negev, M., Paz, S., Clermont, A., Pri-Or, N. G., Shalom, U., Yeger, T., & Green, S. (2015). Impacts of climate change on vector borne diseases in the mediterranean basin — implications for preparedness and adaptation policy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6745–6770. <https://doi.org/10.3390/ijerph120606745>

- Paixao, E. S., Harron, K., Campbell, O., Teixeira, M. G., Costa, M. D. C. N., Barreto, M. L., & Rodrigues, L. C. (2018). Dengue in pregnancy and maternal mortality: A cohort analysis using routine data. *Scientific Reports*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28387-w>
- RS Sari Asih Ciputat. (2016, 9 Februari). *Demam Berdarah Dengue adalah satu jenis penyakit infeksi yang di timbulkan oleh Virus Dengue (genus Flavivirus), virus ini* [Terlampir gambar] [Status update]. Facebook. Diakses 31 Oktober, 2020, dari <https://www.facebook.com/rssariasihciputat/photos/a.1655722034699714/1679222022349715/>
- Tarakan endemis DBD: P2PL perkenalkan Topi Anti DBD. (2012, 15 Desember). Radar Tarakan. Diakses pada 17 Desember, 2012. <https://www.radartarakan.co.id/index.php/kategori/detail/Tarakan/29144>
- Tim Redaksi JPNN. (2012, 15 Desember). *Endemis, Tarakan kenalkan Topi Anti DBD*. JPNN.com. <https://www.jpnn.com/news/endemis-tarakan-kenalkan-topi-anti-dbd?page=3>
- Rocque, R. J., Beaudoin, C., Ndjaboue, R., Cameron, L., Poirier-Bergeron, L., Poulin-Rheault, R. A., Fallon, C., Tricco, A. C., & Witteman, H. O. (2021). Health effects of climate change: An overview of systematic reviews. *BMJ Open*, 11(6). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046333>
- Skipetrova, A., Wartel, T. A., & Gailhardou, S. (2018). Dengue vaccination during pregnancy – An overview of clinical trials data. *Vaccine*, 36(23), 3345–3350. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2018.04.050>
- Sugiyatmi, T. A. (2014, 20 Desember 2014). *Implementasi “Topi anti DBD (TAD)” sebagai alternatif upaya preventif pengendalian vektor DBD di kawasan permukiman pesisir* [Presentasi]. Kick off meeting: Pelaksanaan program TAD strategi adaptasi perubahan iklim, Tarakan, Indonesia.
- Sugiyatmi, T. A. (2016, 18 Oktober 2016). *Anti DHF covering system (TADs) in water container as preventive action in vector control in coastal settlement area of Tarakan, North Kalimantan Indonesia* [Presentasi makalah]. Ministry of Health: International Seminar as part of the 52nd Indonesia Health Day, Jakarta, Indonesia.
- Thornton, P. K., Ericksen, P. J., Herrero, M., & Challinor, A. J. (2014). Climate variability and vulnerability to climate change: A review. *Global Change Biology*, 20(11), 3313–3328. <https://doi.org/10.1111/gcb.12581>

- Valentová, A., & Bostik, V. (2021). Climate change and human health. *Military Medical Science Letters (Vojenske Zdravotnicke Listy)*, 90(2), 93–99. <https://doi.org/10.31482/mmsl.2021.010>
- World Health Organization. (2022a). *Virtual meeting of regional technical advisory group for dengue and other arbovirus diseases*.
- World Health Organization. (2022b, 14 Juli). *Laboratory testing for Zika virus and dengue virus infections: Interim guidance*. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-ZIKV_DENV-LAB-2022.1
- World Health Organization. (2022c, 29 November). *Surveillance and control of arboviral diseases in the WHO African region: Assessment of country capacities*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240052918>