

## ORASI ILMIAH: RISET DAN INOVASI

# FORMULASI CONTACT TRACING UNTUK PENANGGULANGAN PENYAKIT PADA KEDARURATAN KESEHATAN MASYARAKAT

ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET  
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
BIDANG EPIDEMIOLOGI DAN BIOSTATISTIK  
KEPAKARAN KEDARURATAN KESEHATAN MASYARAKAT



OLEH:  
**MASDALINA PANE**

**BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL**

**FORMULASI CONTACT TRACING UNTUK  
PENANGGULANGAN PENYAKIT PADA  
KEDARURATAN KESEHATAN MASYARAKAT**

Diterbitkan pertama pada 2025 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: [penerbit.brin.go.id](http://penerbit.brin.go.id)



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



# **FORMULASI CONTACT TRACING UNTUK PENANGGULANGAN PENYAKIT PADA KEDARURATAN KESEHATAN MASYARAKAT**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET  
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
BIDANG EPIDEMIOLOGI DAN BIOSTATISTIK  
KEPAKARAN KEDARURATAN KESEHATAN  
MASYARAKAT**

**OLEH:**  
**MASDALINA PANE**

Penerbit BRIN

© 2025 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)  
Pusat Riset Kesehatan Masyarakat dan Gizi

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Formulasi *Contact Tracing* untuk Penanggulangan Penyakit pada Kedaruratan Kesehatan Masyarakat/Masdalina Pane–Jakarta: Penerbit BRIN, 2025.

vii + 110 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISSN 3090-8485

- |                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 1. <i>Contact tracing</i>  | 2. Kedaruratan Kesehatan Masyarakat |
| 3. Penanggulangan Penyakit | 4. Formulasi                        |

616.02

*Copy editor* : Rahma Hilma Taslima  
*Proofreader* : Martinus Helmiawan  
Penata Isi : Rahma Hilma Taslima  
Desainer Sampul : Rahma Hilma Taslima

Edisi pertama : Oktober 2025



Diterbitkan oleh:  
Penerbit BRIN, Anggota Ikapi  
Direktorat Repozitori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah  
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No.8,  
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,  
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340  
Whatsapp: +62 811-1064-6770  
E-mail: penerbit@brin.go.id  
Facebook: penerbit.brin.go.id  
X: PenerbitBRIN  
Instagram: @Penerbit\_BRIN  
@penerbit.brin

## DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
BIODATA RINGKAS .....	1
PRAKATA PENGUKUHAN .....	3
I. PENDAHULUAN.....	5
II. PERKEMBANGAN <i>CONTACT TRACING</i> UNTUK PENANGGULANGAN PENYAKIT PADA KKM.....	13
A. <i>Contact Tracing</i> sebelum tahun 1938 .....	13
B. <i>Contact Tracing</i> tahun 1938–2007 .....	16
C. <i>Contact Tracing</i> di Era Digital (2007–Sekarang) .....	18
D. Perkembangan <i>Contact Tracing</i> pada KKM .....	21
III. <i>CONTACT TRACING</i> PADA PENANGGULANGAN PANDEMI DI INDONESIA .....	25
A. Implementasi <i>Contact Tracing</i> pada Pandemi COVID-19 .....	26
B. Formulasi <i>Contact Tracing</i> pada Pandemi COVID-19 .....	33
C. Aspek Teknis dan Manajemen dalam Formulasi .....	38
IV. IMPLEMENTASI <i>CONTACT TRACING</i> PADA KKM.....	41
A. Dinamisasi Penyakit Rawan Wabah .....	44
B. Dinamisasi dan Implementasi Contact Tracing pada KKM .....	49
C. Aspek Etik pada <i>Contact Tracing</i> .....	53
D. <i>Contact tracing</i> di Lintas Batas Negara <i>(Cross-Border Contact tracing)</i> .....	54
E. Interaksi Kesehatan Masyarakat dan Kedaruratan .....	57
F. Pelayanan Kesehatan pada Kondisi KKM .....	60
V. KESIMPULAN .....	67
VI. PENUTUP .....	69

UCAPAN TERIMA KASIH .....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	75
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	87
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA.....	97
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	99

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1	Bagan <i>contact tracing</i> Sifilis di Kota New York, 1938 .....	16
Gambar 2.2	Tampak Depan Aplikasi SILACAK .....	20
Gambar 2.3	<i>Dashboard Contact Tracing</i> , Satgas Nasional Pengendalian COVID-19 tahun 2021–2022 .....	21
Gambar 3.1	Konsep Rantai Penularan .....	26
Gambar 3.2	Peta Contact Tracing Skala Luas di Indonesia.....	27
Gambar 3.3	Pelaksanaan <i>contact tracing</i> skala luas di Indonesia...	28
Gambar 3.4	Manajemen <i>Contact Tracing</i> .....	30
Gambar 3.5	Indikator <i>Contact Tracing</i> .....	32
Gambar 3.6	Algoritma Formulasi <i>Contact Tracing</i> .....	35
Gambar 4.1	Visualisasi Penularan Penyakit .....	43



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1	Formulasi Contact Tracing untuk Penanggulangan Penyakit.....	36
-----------	---	----

**x**

## **BIODATA RINGKAS**



Masdalina Pane, lahir di Palembang, pada tanggal 13 Agustus 1972, anak pertama dari empat bersaudara dari Ibu Hj. Farida Silalahi dan Bapak H. Pardamean Pane (alm). Menikah dengan Ir. Ary Dwi Wahyudi, MT, IPU, ASEAN Eng dan dikaruniai tiga orang anak, yaitu Muhammad Aulia Rahman, SE, SKM, MKM. Alifa Anindya, S.Tr (Stat), Nr.

Sarah Humaira, S.Kep.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 28/M Tahun 2024 tanggal 29 April 2024 diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama pada Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 199/I/HK/2025 tanggal 7 Oktober 2025 tentang Majelis Pengukuhan Profesor Riset, yang bersangkutan dapat melakukan Orasi Ilmiah Pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Pendidikan Dasar di SD Negeri 84 Palembang tahun 1984, Pendidikan Menengah di SMP Negeri 4 Palembang tahun 1987, dan di SMA Negeri 5 Palembang tahun 1990. Memperoleh gelar Sarjana Muda pada program DIII Keperawatan, Departemen Kesehatan RI tahun 1993, gelar sarjana pada Program Studi Epidemiologi dan Penyakit Tropik, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, Semarang tahun 1998, gelar Magister Kesehatan Masyarakat Peminatan Epidemiologi, dari Universitas Indonesia tahun 2002, dan gelar Doktor bidang Epidemiologi dari Program Studi Epidemiologi, Universitas Indonesia tahun 2008. Pada

tahun 2016 lulus dari Program Studi Magister Pertahanan pada Program Studi Strategi Perang Semesta, Fakultas Strategi Pertahanan, Universitas Pertahanan.

Mengikuti beberapa pelatihan terkait bidang kompetensi antara lain: WHO-GOARN Tier 3 *Outbreak Response Leadership Programme*, Bangkok 2025; Pelatihan *Systematic Literature Review and Meta-Analysis*, Griffith University, Australia tahun 2019; *Leadership Program, “Engineering Approaches to Disaster Risk Reduction and Management Towards Sustainability Development in the Asia Pacific Region”* di UP Diliman, Philipina tahun 2019; Pelatihan *Disaster Risk Reduction (DRR)* pada World Bosai Forum di Tohoku University, Sendai, Jepang; Pelatihan *Australian Perspective on Security Issues in Indo-Pacific and Defense Strategic Policy*, Australian National University, Australia tahun 2016; *Predeployment Training for Ebola Response*, WHO - Head Quarters, Geneva, Switzerland tahun 2015; *International Course for Influenza Like Illness*, Pasteur Institute, Ho Chi Minh City Vietnam, tahun 2014; *Outbreak Investigation Training Program*, Ministrio de Saude, Timor Leste sebagai instruktur tahun 2013; *Certification of Ethical Research, University of Maryland, Baltimore*, Amerika Serikat tahun 2013; *Advanced Health Ethics Training, Middle East Research Ethics Training Initiative (MERETI)*, Cairo, Mesir tahun 2013; *Advance Epidemiological Methods Training, International Epidemiological Association (IEA)*, di Hangzhou, China tahun 2013; *Training of KAP Study*, Luang Prabang, Lao PDR tahun 2009; *Epidemiological Methods International Training*, di Rajasthan, India tahun 2008.

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Peneliti Ahli Muda golongan III/d tahun 2016, Peneliti Ahli Madya golongan IV/a tahun 2019, dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama

bidang Epidemiologi dan Biostatistik, fokus pada Kedaruratan Kesehatan Masyarakat tahun 2024. Menjabat sebagai Epidemiolog Ahli Muda di Ditjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan Kementerian Kesehatan RI tahun 2005 dan ahli Madya pada tahun 2009, saat ini memegang STR Epidemiolog Utama dengan No. STR 13 23 922 23-4774918

Menghasilkan lebih dari 57 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku, jurnal, dan prosiding internasional, 15 pedoman baik Nasional, Regional maupun Global (Internasional), dan 7 HAKI.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing jabatan fungsional peneliti pada Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Kesehatan RI, Pembimbing mahasiswa S1, S2 dan S3 di Universitas Indonesia, Universitas Pertahanan, Program Pasca Sarjana Universitas Sari Mutiara Medan, Program Magister Administrasi Rumah Sakit Universitas Respati Indonesia .

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai : Ketua Kolegium Epidemiologi Indonesia tahun 2022 - 2024; Ketua bidang Pengembangan Profesi Perhimpunan Ahli Epidemiologi Indonesia (PAEI) tahun 2017 - 2022 dan 2023-2026; anggota *International Epidemiological Organization* (IEA), 2008 - sekarang; Anggota International Epidemiological Association-South East Asia (IEA-SEA) tahun 2012-sekarang; Anggota *International Society for Infectious Diseases* (ISID) dan *Immunity and Emerging Diseases* (IMED) sejak tahun 2012; Anggota kelompok ahli WHO – *Guideline Development Group for Contact tracing*, 2023 – 2025; Anggota kelompok ahli untuk WHO-GOARN *Technical Working Group for Research in Emergency*, 2023 - 2026; WHO-GOARN *Primary Focal Point* di Indonesia, 2018 - sekarang; anggota *Technical Working Group*

- *Country Coordination Mechanism (TWG-CCM) for Malaria, Global Fund, 2021-2024; dan anggota PPI sejak tahun 2022.*

Menerima tanda penghargaan Misi Kemanusiaan untuk Gempa Turki, anggota *Emergency Medical Team Type II* Republik Indonesia dari Menteri Kesehatan RI dan Kepala BNPB tahun 2023 dan 2024; Penghargaan Satyalancana Karya Satya XX Tahun (tahun 2023) dari Presiden RI; Penghargaan Bakti Karya Husada Dwi Windu (tahun 2021) dari Menteri Kesehatan RI.

## **PRAKATA PENGUKUHAN**

*Bismillaahirrahmaanirrahiim.*

*Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaaatuh.*

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset yang mulia, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada tanggal 22 Oktober 2025 menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

### **“FORMULASI *CONTACT TRACING* UNTUK PENANGGULANGAN PENYAKIT PADA KEDARURATAN KESEHATAN MASYARAKAT”**

Pada orasi ini, disampaikan *state of the art* tentang perkembangan, peluang dan tantangan riset penanggulangan penyakit pada kondisi kedaruratan kesehatan masyarakat (KKM) di Indonesia serta implementasi dan formulasi *contact tracing* pada kondisi KKM. Temuan tersebut diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai upaya penanggulangan penyakit pada kondisi yang tidak normal sehingga dapat digunakan untuk melindungi masyarakat dari

ancaman sakit berat dan menurunkan angka kematian dan kecacatan.

Orasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang bagaimana seharusnya layanan kesehatan dan penanggulangan penyakit melalui *contact tracing* dilakukan sehingga kebijakan-kebijakan kesehatan dapat diterapkan dengan baik dan koordinasi antar sektor di Indonesia menjadi efektif dan tepat sasaran untuk melindungi kesehatan masyarakat di wilayah terdampak.

## I. PENDAHULUAN

Kedaruratan Kesehatan Masyarakat (KKM) merupakan situasi darurat di suatu populasi yang memerlukan tindakan cepat dan terkoordinasi untuk melindungi masyarakat dari ancaman krisis kesehatan (WHO, 2005). Beberapa kondisi yang dapat menyebabkan KKM antara lain: wabah, bencana alam, pengumpulan massa (*mass gathering*), perang, teror dan konflik bersenjata, serta kegagalan teknologi (CDC, 2018). Dampak KKM yang mempengaruhi sistem kesehatan antara lain terjadinya peningkatan angka kesakitan, kematian, dan kecacatan dalam jumlah signifikan dibandingkan kondisi normal dan biasanya terjadi dalam waktu relatif singkat (Carmo, 2020). KKM memberi pengaruh signifikan pada sistem kesehatan, bahkan pada sistem yang *resilience* (tangguh) dan memiliki kapasitas untuk bertahan, beradaptasi serta pulih dari guncangan (Rose et al., 2017).

Dalam lima tahun terakhir, sejumlah peristiwa KKM telah terjadi, baik di tingkat nasional maupun global, seperti *Public Health Emergency for International Concern* (PHEIC) untuk COVID-19 dan Monkey Pox (WHO, 2023), perang Rusia-Ukraina, konflik Palestina-Israel, gempa besar di Turki, ancaman terorisme di Burkina Faso, dan kegagalan teknologi nuklir di Fukushima, tragedi Kanjuruhan, serta lonjakan kematian jemaah haji Indonesia pada tahun 2023. Kondisi tersebut menjadi kedaruratan kesehatan masyarakat dalam waktu relatif singkat ketika timbul **krisis kesehatan** yang menyebabkan timbulnya korban jiwa, korban luka atau sakit, adanya pengungsian, dan/atau adanya potensi bahaya yang berdampak pada kesehatan masyarakat dan membutuhkan respon cepat diluar kebiasaan

normal karena kapasitas sistem kesehatan tidak memadai (PMK 75, 2019).

Kondisi “tidak normal” yang ditimbulkan oleh KKM menyebabkan munculnya masalah kesehatan baru. Kerusakan infrastruktur, termasuk fasilitas kesehatan akibat bencana, terbatasnya jumlah tenaga kesehatan yang juga menjadi korban, serta kepadatan pengungsi dan kelemahan sistem kesehatan, memperburuk kondisi dan berpotensi meningkatkan angka penyakit dan kematian (Wahidin, 2023). Penanganan yang cepat dan tepat terhadap peningkatan penyakit dan kematian sangat penting untuk mencegah timbulnya masalah baru yang dapat membebani sistem kesehatan di tengah kondisi KKM.

Penanggulangan penyakit merupakan serangkaian upaya yang dilakukan untuk mencegah, mengendalikan, atau mengurangi dampak dari penyakit pada individu atau masyarakat (Kemenkes, 2023). Melakukan penanggulangan penyakit pada kondisi normal merupakan suatu keniscayaan, melukannya pada KKM menjadi tantangan tersendiri. Rentannya sistem kesehatan tidak boleh menjadi hambatan dalam penanggulangan penyakit. (United Nations, 2005).

Penanggulangan penyakit tidak menular dengan angka kematian tinggi (Liberty, 2021) dan memerlukan perawatan rutin dan periodik seumur hidup tetapi harus dilakukan pada kondisi KKM. Misalnya hemodialisis pada gagal ginjal, transfusi untuk thalasemia, obat untuk diabetes, hipertensi, gangguan jiwa, serta penyakit tidak menular lainnya yang dikenal sebagai *silent killer* (Ketaren, 2022). Pelayanan kesehatan tersebut harus tetap dilaksanakan walaupun dalam kondisi terbatas karena disrupsi (Wahidin, 2024). Kondisi terbatas ini membuat penanggulangan penyakit tidak menular pada kondisi KKM menjadi lebih berat.

Selain penyakit tidak menular, penanggulangan penyakit menular dan penyakit rawan wabah (*epidemic prone diseases*) pada KKM memiliki kendala yang hampir sama. Rusaknya fasilitas air bersih, pembuangan dan pengelolaan limbah, termasuk fasilitas higiene dan sanitasi sangat memungkinkan terjadinya penularan penyakit di pengungsian dan komunitas (Wahidin, 2023). Akses yang terhambat karena berbagai pembatasan dan banyaknya petugas kesehatan yang menjadi korban, dapat menyebabkan penyelenggaraan layanan kesehatan yang berkualitas untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan serta mencegah dan menyembuhkan penyakit (Aquino, et al 2022) menjadi terhambat.

Tujuan utama penanggulangan penyakit menurut UU Kesehatan adalah melindungi masyarakat dari penyakit dan masalah kesehatan lainnya melalui upaya untuk menurunkan angka kesakitan (morbidity), angka kematian (mortality) dan angka Kecacatan (disability), serta mengurangi dampak sosial dan ekonomi akibat penyakit tersebut (UU No 17, 2023). Setiap upaya penanggulangan penyakit wajib menggunakan indikator tersebut sebagai dasar kebijakan. Walaupun dalam situasi darurat, seluruh masyarakat yang terdampak berhak atas pelayanan kesehatan berkualitas sebagai kebutuhan dasar dan kewajiban pemerintah untuk menyediakan fasilitas (Wahidin, 2023).

Salah satu upaya penanggulangan penyakit adalah *contact tracing*. *Contact Tracing* merupakan praktik epidemiologi yang komprehensif untuk melakukan pencegahan, deteksi dini (*early detection*), memutus rantai penularan, mengurangi risiko penyebaran, dan mengurangi kematian (Pane, 2025). *Contact tracing* dianggap lebih efisien dibandingkan pendekatan lain seperti *lockdown* atau karantina wilayah, meskipun

pelaksanaannya memerlukan kompetensi yang memadai, serta dukungan pemerintah dan masyarakat luas (European CDC, 2020). Pelaksanaan *contact tracing* pada situasi normal merupakan aktivitas rutin pengendalian penyakit, namun tantangan besar muncul ketika praktik ini diterapkan dalam kondisi KKM. Kondisi KKM menguji batas dan kapasitas sistem kesehatan di suatu negara, contohnya pada periode PHEIC COVID-19 antara 30 Januari 2020 – 5 Mei 2023. Tercatat lebih dari 776 juta kasus positif dan 7 juta kematian secara global, termasuk kematian lebih dari 180 ribu tenaga kesehatan (WHO, 2023).

Pelaksanaan *Contact tracing* pada situasi normal merupakan aktivitas rutin penanggulangan penyakit, tapi pada kondisi KKM dan disrupti sistem kesehatan, praktik ini membutuhkan modifikasi (Pane et al., 2020) dan formulasi khusus untuk membuat keputusan pelaksanaan *contact tracing*. Kondisi faktual di Indonesia terjadi pada lonjakan kasus COVID-19 strain Delta, menyebabkan *surge capacity*. Kapasitas lonjakan ini membuat akses pasien ke sarana layanan kesehatan terhambat karena jumlah kasus sedang dan berat melebihi kapasitas tempat tidur tersedia. Tenaga kesehatan yang terinfeksi dan harus isolasi menyebabkan upaya *contact tracing* harus di modifikasi melibatkan tenaga non-kesehatan dengan pelatihan yang singkat. Mereka ikut serta membantu proses pengendalian COVID-19. P e m b a t a s a n mobilitas pada pandemi membuat upaya *contact tracing* harus dilakukan dengan formulasi berbeda. *Contact tracing* dalam kondisi KKM dapat dimodifikasi menyesuaikan dengan kondisi masing-masing KKM. Modifikasi ini membutuhkan skema dan

formulasi *contact tracing* yang di rumuskan untuk membuat keputusan tindakan dalam penanggulangan penyakit.

Pada periode 3 tahun pandemi, pelaksanaan *contact tracing* skala luas dilakukan pemerintah melalui Satgas Nasional Penanganan Pandemi COVID-19 di Sub Bidang *Tracing* mulai tahun 2020 - 2023. Pada dua periode *contact tracing* skala besar yang dilakukan pemerintah, dinamisasi *contact tracing* berjalan dengan beberapa modifikasi yang dilakukan. Berdasarkan pengalaman tersebut, maka formulasi *contact tracing* menjadi praktik baru untuk penanggulangan penyakit pada kondisi KKM di Indonesia.

Berbagai upaya inovatif dalam *contact tracing* telah dilakukan pada KKM, antara lain penggunaan berbagai teknologi digital dan *artificial intelligent* dalam penemuan kontak sampai dengan penggunaan satelit termasuk modifikasi teknologi tradisional dan modern. Pendekatan ini juga sejalan dengan kemajuan teknologi *contact tracing* secara global. Perbedaan kapasitas teknologi antar wilayah menjadi kendala dalam penerapan *contact tracing* digital di negara berkembang seperti Indonesia (Pane, et al., 2022).

Modifikasi teknologi melalui penggabungan teknologi digital dan metode tradisional serta formulasi indikator menjadi pilihan terbaik dalam penerapan *contact tracing* di Indonesia. Formulasi ini merupakan metode yang sangat tergantung dengan kondisi lapangan. *Contact tracing* dapat diterapkan dengan indikator sederhana tetapi presisi, untuk pengambilan keputusan yang dibutuhkan dalam penanggulangan penyakit yang efektif pada kondisi KKM.

Peneliti sebagai epidemiolog kesehatan mendapatkan pengalaman pertama untuk *contact tracing* pada epidemi Ebola di Sierra Leone, Liberia dan Guinea sebagai *epi-expert WHO*

*International Consultant* tahun 2015 (Pane, 2018). Sebelum itu peneliti merupakan epidemiolog kesehatan madya di Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan (P2PL) Kementerian Kesehatan RI.

Hal ini berkelin dan dengan keberadaan kepakaran pada kelompok riset Penyakit Menular dan Kedaruratan Kesehatan Masyarakat, Pusat Riset Kesehatan Masyarakat dan Gizi, Organisasi Riset Kesehatan. Peneliti mendedikasikan kepakaran pada bidang Epidemiologi, terutama pada kondisi Kedaruratan Kesehatan Masyarakat dan Krisis Kesehatan dengan fokus utama pada kejadian wabah, bencana dan *mass gathering*.

Pengembangan berbagai model dan metode dalam praktik penanggulangan penyakit pada kondisi KKM terus dilakukan, salah satunya pengembangan *contact tracing*. Formulasi *contact tracing* merupakan upaya pengendalian penyakit yang efektif dan menjadi pilar penting dalam penanggulangan penyakit pada kondisi KKM. Untuk itu, judul orasi ini adalah “Formulasi *Contact Tracing* untuk Penanggulangan Penyakit pada Kedaruratan Kesehatan Masyarakat”.

Dalam orasi ini juga disampaikan bahasan tentang perkembangan penelitian (*state of the art*) penanggulangan penyakit dan kedaruratan kesehatan masyarakat secara global, nasional dan lokal termasuk perkembangan praktik *contact tracing* yang dilakukan para peneliti dengan kepakaran epidemiologi di Indonesia serta masalah dalam riset dan inovasi teknologi bidang epidemiologi dan kesehatan masyarakat. Formulasi *contact tracing* untuk penanggulangan penyakit pada KKM perlu dirumuskan agar penanggulangan penyakit menjadi lebih efektif dan efisien.

## **II. PERKEMBANGAN *CONTACT TRACING* UNTUK PENANGGULANGAN PENYAKIT PADA KKM**

*Contact tracing* merupakan praktik epidemiologi yang penting dan telah menjadi bagian dari respons epidemi selama berabad-abad. Dari wabah Flu Spanyol sampai dengan wabah cacar, tuberkulosis, HIV, Ebola, Monkey Pox hingga COVID-19 di abad ini. Kesehatan masyarakat bergantung pada kemampuan para epidemiolog untuk melakukan *contact tracing*, melakukan identifikasi orang-orang yang telah melakukan kontak dengan orang yang terinfeksi untuk dilakukan pemantauan selama satu kali masa inkubasi terpanjang, testing dan *treatment*. Pada pandemi influenza tahun 1918, *contact tracing* menjadi pilihan utama dalam pengendalian penyakit menular secara lebih sistematis (Vögele et al., 2021). Tonggak praktik *contact tracing* secara keilmuan dengan metode ilmiah yang sistematis dimulai sejak tahun 1938.

### **A. *Contact Tracing* sebelum tahun 1938**

Di wilayah timur, Tiongkok kuno mengklaim telah mendirikan tempat isolasi untuk pasien kusta, dinamakan Li Qian Su sejak Dinasti Qin pada tahun kedua masehi. Dalam bab *Pingdi ji* dari *Han Shu* (*Kitab Han*) tercatat: “*Pada tahun ke 2 Masehi, pemerintah setempat menyuruh mereka meninggalkan rumah, pergi ke lembaga khusus, minum obat untuk perawatan medis dan menjalankan isolasi*”, hingga saat ini, ini adalah catatan paling awal tentang isolasi, observasi, dan pengobatan pasien penyakit menular di China (Huigang et al., 2020).

Model karantina dan isolasi terhadap orang yang tengah menderita penyakit juga dinyatakan Rasulullah SAW melalui hadist dari Bukhari dan Muslim:

قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الطَّاغُونُ آئُهُ الرِّجْزُ ابْنَتَى اللَّهُ عَزَّ وَجَلَّ بِهِ نَاسًا مِنْ عِبَادِهِ فَإِذَا سَمِعْتُمْ بِهِ فَلَا تَدْخُلُوا عَلَيْهِ وَإِذَا وَقَعَ بِأَرْضٍ وَأَنْتُمْ بِهَا فَلَا تَقْرُوْا مِنْهُ

Rasulullah shallallahu ‘alaihi wasallam bersabda: “Tha'un (wabah penyakit menular) adalah suatu peringatan dari Allah Subhanahu Wa Ta’ala untuk menguji hamba-hamba-Nya dari kalangan manusia. Maka apabila kamu mendengar penyakit itu berjangkit di suatu negeri, janganlah kamu masuk ke negeri itu. Dan apabila wabah itu berjangkit di negeri tempat kamu berada, jangan pula kamu lari daripadanya.” (HR Bukhari dan Muslim dari Usamah bin Zaid). Juga pada hadist berikut :

إِقَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَا يُورِدَنَّ مُفْرِضٌ عَلَى مُصْحِحٍ

Nabi shallallahu ‘alaihi wasallam bersabda: “Janganlah yang sakit dicampur baurkan dengan yang sehat.” (HR Bukhari dan Muslim dari Abu Hurairah).

Laporan anekdotal tentang *contact tracing* sudah ada sejak abad pertengahan. Upaya awal untuk mengurangi penyebaran wabah pes (*Black Death*). Namun, praktik ini belum diformalkan hingga pertengahan abad ke-19. James O’connell memberikan perspektif historis tentang *contact tracing* di Inggris pada penanggulangan cacar. Pada akhir abad ke-19 ketika bakteriologi merupakan ilmu baru, sejumlah besar *contact tracer* (tenaga penelusur kontak) dibentuk di Amerika Serikat dan Inggris (WHO et al., 2017). Pada saat itu, Inggris diakui sebagai pelopor dalam penemuan sistem surveilans penyakit menular berupa notifikasi, isolasi, disinfeksi, dan penemuan kasus (Hunter, 2021), selain *contact tracing*, sistem surveilans yang baik juga

di butuhkan dalam penanggulangan penyakit (Kong & Pane, 2016).

Menurut Albert Taylor, antara tahun 1893 dan 1924, para *tracer* harus mengunjungi dan memeriksa rumah setiap orang yang terinfeksi, mengatur pemindahan pasien, mencari kemungkinan sumber penyakit, menjadwalkan prosedur disinfeksi, dan menggali informasi tentang kontak untuk penyakit cacar. *Contact tracer* dituntut harus memiliki pengetahuan tentang fisika, kimia, statistik, epidemiologi dan higiene sanitasi (Hunter, 2021).

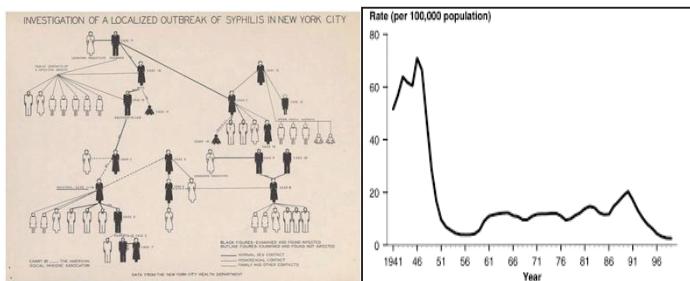
Keterampilan yang paling penting adalah kemampuan melakukan vaksinasi dan berkomunikasi secara persuasif agar kontak erat bersedia divaksin dan dikarantina. Komunikasi interpersonal antara tenaga kesehatan dan pasien merupakan salah satu faktor kunci keberhasilan (Andayani et al., 2023) *contact tracing*. Kunjungan *contact tracer* pada masa itu relevan dalam kasus cacar, karena kontak harus menerima vaksinasi wajib. Kombinasi antara vaksinasi dan langkah-langkah kesehatan masyarakat memberikan efek yang baik (Pane & Kong, 2016a).

Indikator kinerja *contact tracer* diarahkan pada upaya yang dilakukan, antara lain jumlah kontak erat, cakupan vaksinasi di populasi, dan jumlah kasus di-isolasi dan kontak di-karantina. Indikator kinerja tersebut berubah setelah tes antitoksin dan bakteriologis telah tersedia untuk mengatasi penyakit difteri. Indikator test dan antibody melalui sero survey ditambahkan menjadi indikator setelah fenomena kasus tanpa gejala (*asymptomatic cases*) ditemukan seperti pada kasus Thyroid Mary (Brandt, 2022) antara tahun 1900–1907.

## B. *Contact Tracing* tahun 1938–2007

Program *contact tracing* pertama yang didasarkan pada **metode ilmiah yang sistematis** dimulai pada tahun 1938, untuk menangani penyakit sifilis di New York. Proses ini mengharuskan individu mengungkapkan kontak seksual mereka, termasuk detail intim hubungan, perselingkuhan, dan dugaan pelanggaran lainnya. Hal ini terkadang mengancam keharmonisan pernikahan, keluarga, hubungan pribadi hingga pekerjaan dan kerap digunakan untuk kepentingan politik.

*Contact tracing* pada penderita sifilis membutuhkan pendekatan langsung untuk menemukan kasus. Pekerja seks, kelompok minoritas, dan imigran, sering kali menjadi fokus *contact tracing*. Hal ini menambah rasa takut, malu, dan stigma yang telah melekat pada sifilis. Proses ini juga menggunakan Tes Wassermann di laboratorium untuk mengkonfirmasi status “kasus” yang memaksa individu untuk memberikan “pengakuan.” (Brandt, 2022). Tidak heran jika populasi sering menganggap program tersebut sebagai gangguan dan ancaman. Ancaman terbukanya aib secara publik. Upaya memutus rantai penularan melalui isolasi dan karantina mendorong banyak orang untuk menghindar. Stigma membuat *contact tracing* pada sifilis lebih sulit untuk dilakukan.



Sumber: Contact Tracing Chart from the NYC Health Dept. 1938

**Gambar 2.1** Bagan *contact tracing* Sifilis di Kota New York, 1938

*Contact tracing* pada infeksi menular seksual sering kali memunculkan stigma sosial (Pane, Maemun, 2018). Stigma sosial dan sikap yang buruk dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pendidikan, umur, minat, pengalaman, kebudayaan, lingkungan sekitar dan informasi yang salah (Ambarita et al., 2022). Maka dukungan sosial dapat meminimalkan dampak stigma (Pane, Maemun, 2018).

Selama epidemi tahun 1959–1995, otoritas kesehatan masyarakat menyadari bahwa cara ini dapat mengurangi keinginan individu untuk secara sukarela mengungkap kontak mereka. Warisan sejarah dan pendekatan ini menjadi salah satu hambatan dan penghalang utama dalam penerapan *contact tracing* yang lebih luas dan efektif di masa kini (Sencer, 2020). Pada puncak epidemi HIV di tahun 1980-an, banyak kontak erat berisiko ragu untuk melapor kepada otoritas kesehatan. Keraguan ini merujuk pada stigma negatif yang terkait dengan *contact tracing* dan Infeksi Menular Seksual. Hal ini juga terjadi di Indonesia, negara dengan populasi terbesar keempat di dunia, melaporkan peningkatan lima kali lipat dalam jumlah orang yang terinfeksi *Human Immuno-deficiency Virus* (HIV) dari tahun 2001 hingga 2015 (Pane, Sianturi, 2018).

Oleh karena itu, *contact tracing* pada penderita HIV dan penyakit menular seksual lainnya termasuk Monkey Pox cukup sulit untuk dilakukan. Untuk meningkatkan kesadaran masyarakat pemerintah biasanya melakukannya dengan memberikan program insentif berupa test gratis, konseling dan perawatan serta pengobatan gratis bagi kasus dan kontak eratnya. Konseling harus dilakukan dengan menghormati PLHIV (*People Life with HIV*) tanpa membuat PLHIV merasa berkewajiban untuk memberi tahu pasangan seksualnya (Pane, Sianturi, 2018).

Selama bertahun-tahun setelahnya, banyak negara mengembangkan sistem surveilans dan *contact tracing* sebagai upaya pengendalian penyakit menular termasuk untuk tuberkulosis, demam berdarah, meningitis bakteri dan difteri terutama strain intermedium yang lebih mematikan dibandingkan strain lainnya (Maemun, 2022). Pengembangan ini juga mencakup implementasi *contact tracing* pada penyakit tidak menular dan kondisi selain penularan penyakit, seperti penyelidikan pada eksposure pestisida pada keluarga petani melalui sistem surveilans pestisida (Kumalasari, 2024), metode *search and rescue* pada kondisi bencana dan konflik, sampai pada metode *social network analysis* (SNA) antar sel teroris (Agustin, 2019).

### C. *Contact Tracing* di Era Digital (2007–Sekarang)

Dengan berkembangnya teknologi digital, *contact tracing* juga mengikuti perkembangan tersebut. Pada pandemi COVID-19, ribuan aplikasi dibangun untuk melakukan *contact tracing*. *Contact tracing* digital adalah *contact tracing* yang mengandalkan aplikasi pada perangkat seluler, untuk menentukan kontak antara pasien yang terinfeksi dan pengguna. (Ferretti et al., 2020)

*Contact tracing* digital telah ada sebagai sebuah konsep setidaknya sejak tahun 2007, dan terbukti efektif dalam riset empiris pertama menggunakan data *Bluetooth* pada tahun 2014. Sebagian besar tidak berkembang karena minimnya kebutuhan skala luas, karena biasanya protokol pengendalian penyakit dan wabah dilaksanakan secara spesifik dan sistematis, tidak bersifat massal. Sebuah aplikasi paten tahun 2018 oleh *Facebook* membahas metode kepercayaan berbasis kedekatan *Bluetooth*. Konsep ini menjadi terkenal selama pandemi COVID-19.

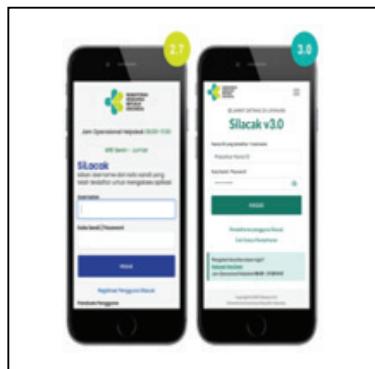
*Bluetooth* digunakan dalam skala luas untuk pertama kalinya melalui berbagai aplikasi COVID-19 baik oleh pemerintah maupun swasta. *Over claim* terhadap efektifitas berbagai aplikasi marak terjadi di berbagai jurnal bereputasi, walaupun pada akhirnya sistem dan aplikasi tidak lagi di gunakan setelahnya.

Aplikasi *contact tracing* COVID-19 cenderung bersifat sukarela, berdampak pada tingkat adopsi teknologi. Aplikasi-aplikasi tersebut sering kali menuai kritik terkait kekhawatiran tentang keamanan data yang dikumpulkan oleh otoritas kesehatan dan pemrosesan log kontak yang terpusat, yang berarti pemerintah dapat menentukan dengan siapa saja kasus telah melakukan kontak. Hal ini mendorong para ahli IT untuk merilis aplikasi GPS Android dan iOS yang menjaga privasi sehingga tidak dapat di tracing oleh sistem pemerintah.

Israel adalah satu-satunya negara di dunia yang menggunakan badan keamanan dalam negeri nasional Shin Bet, untuk memanfaatkan sistem pengawasan antiteror guna melacak lokasi geografis warganya untuk menghambat penyebaran varian Omicron COVID-19. Pelacakan lokasi berbasis ponsel terbukti kurang akurat, karena sejumlah besar warga Israel secara keliru diidentifikasi sebagai pembawa virus dan kemudian diperintahkan untuk mengisolasi diri. Penggunaan tindakan surveilans antiteror Shin Bet hanya diberlakukan untuk jangka waktu terbatas saja (Cohen & Haber, 2023).

Di Indonesia juga telah dikembangkan banyak aplikasi *contact tracing*, pada akhir tahun 2020 Sub-bid Tracing Satgas Pengendalian COVID-19 bersama WHO-Indonesia dan Kementerian Kesehatan mengembangkan “SILACAK” (Windyaningsih & Pane, 2020), aplikasi *contact tracing* yang terkoneksi dengan Peduli Lindungi. Aplikasi ini digunakan oleh lebih dari 5.000 contact tracer di 10 Provinsi dan 60 Kabupaten/

Kota yang memiliki kasus COVID-19 terbanyak. Misi utamanya menurunkan laju penularan dan melakukan penanggulangan melalui isolasi pada kasus konfirmasi dan karantina pada kontak eratnya termasuk pemantauan kasus dan kontak erat selama satu kali masa inkubasi terpanjang.



Sumber: Kemenkes RI, 2020–2022

**Gambar 2.2** Tampak Depan  
Aplikasi SILACAK

Untuk mengatasi dampak negatif *contact tracing* dari sisi etika dan hukum, dilakukan penjagaan kerahasiaan data pribadi kontak erat dengan melibatkan para ahli di bidang teknologi informasi (IT) dan memperkenalkan pendekatan persuasif dalam melakukan *contact tracing*. Pendekatan ini menekankan tanggung jawab pribadi dan etika individu untuk melindungi kesehatan keluarga dan komunitas, menciptakan cara yang lebih sensitif untuk mengelola *contact tracing*. SILACAK sudah mengalami pengembangan dalam beberapa versi, pada versi ketiga di tahun 2022 di klaim oleh seorang diaspora dari Singapura seolah-olah merupakan inovasi yang bersangkutan.



Sumber: Sub Bidang Tracing Satgas Nasional 2022

**Gambar 2.3** *Dashboard Contact Tracing*, Satgas Nasional Pengendalian COVID-19 tahun 2021–2022

Periode selanjutnya, pada pertengahan tahun 2021 karena SILACAK dirasakan tidak efektif, dilakukan pengembangan sistem pencatatan dan pelaporan *contact tracing* yang di implementasikan lebih luas pada periode kedua di 12 Provinsi dan 62 Kab/Kota yang mengalami peningkatan kasus sangat tinggi pada periode Delta dan terus digunakan sampai dengan pandemi di nyatakan berakhir. Berbeda dengan sebelumnya, aplikasi dibuat menggunakan aplikasi *public domain* dan *dashboard* dapat di akses oleh semua unit (Pane & Windyaningsih, 2022).

#### D. Perkembangan *Contact Tracing* pada KKM

Pandemi COVID-19 dan Monkey Pox sebagai salah satu *Public Health Emergency for International Concern* (PHEIC) atau kedaruratan kesehatan masyarakat (KKM) yang menjadi kepedulian dunia juga menjadikan *contact tracing* sebagai pilar penting dalam penanggulangannya. Selain pada kondisi wabah,

*contact tracing* juga efektif dilakukan untuk menanggulangi penyakit pada kondisi KKM lainnya seperti pada kondisi bencana, *mass gathering* (pengumpulan massa dalam jumlah besar) termasuk pada kondisi krisis kesehatan (Sencer, 2020).

*Contact tracing* dilakukan pada kondisi wabah Meningitis Meningococcus tahun 1987 dan 1990 pada jemaah haji. Wabah tersebut menimbulkan ribuan kasus dengan kematian berkisar antara 500 hingga 750 jemaah. Penularan yang cepat dan kepadatan yang intens selama haji meningkatkan risiko penularan penyakit (Pane, Imari, 2013), termasuk meningitis dan pneumonia. Setelah wabah Meningitis tahun 1987, pemerintah Arab Saudi mengeluarkan kewajiban untuk vaksinasi Meningitis Meningokokus pada jemaah haji dan umrah di tahun 1988 untuk Bivalent (strain A dan C). Walaupun wabah meningitis tahun 1990 dengan korban lebih sedikit dari sebelumnya, pemerintah Arab Saudi terus mengembangkan upaya pencegahan melalui penetapan *mandatory* terhadap vaksin Meningitis tetravalent (A,C,W<sub>135</sub>,Y) pada tahun 2002. Pada tahun 2023 status mandatory vaksin meningitis pernah diturunkan menjadi *recommended*. Beberapa temuan menunjukkan beberapa kasus Meningitis terjadi setelah kembali dari ibadah umrah di Amerika dan Eropa (CDC, 2024), maka pada tahun 2024 status mandatory kembali diberlakukan.

Pada kondisi *mass gathering* (pertemuan massal) seperti prosesi keagamaan, konser musik ataupun olimpiade olahraga, *contact tracing* juga di-implementasikan. Beberapa pengalaman *contact tracing* olimpiade di Tokyo tahun 2021, beberapa aplikasi *contact tracing* diimplementasikan secara terbatas. Meskipun penerapan teknologi *contact tracing* massal masih belum realistik karena tantangan privasi dan kelayakan, hal yang sama tidak selalu berlaku untuk *mass gathering* (WHO, 2021).

Penggunaan identifikasi menggunakan gelang, cap tangan, atau *lanyard* untuk verifikasi masuk ke *venue*, dan mematuhi aturan dan peraturan fasilitas lazim di gunakan pada *mass gathering*. Melalui penggunaan teknologi komunikasi yang baru dan murah, banyak tantangan utama untuk *contact tracing* pada *mass gathering* dapat diatasi. Misalnya, *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) dan pembuat App *Private Kit* telah mengatasi masalah interoperabilitas Android dan iOS untuk *contact tracing* COVID-19 untuk melacak orang-orang yang berada dalam jarak dekat dengan orang lain menggunakan Bluetooth. (Ferretti, 2020).

Bluetooth merekam ketika 2 perangkat yang menjalankan Aplikasi berada di dekat satu sama lain dan pemberitahuan dapat dikirim ketika orang yang melintasi jalur mereka dinyatakan positif COVID-19. Namun, sistem ini memerlukan penggunaan ponsel dan mengunduh Aplikasi mass gathering bersifat unik karena mereka dapat mengatasi tantangan privasi ini dengan menjadikan gelang atau perangkat serupa sebagai media. Perangkat tersebut tidak perlu memiliki GPS atau kemampuan Pelacakan posisi lainnya. Perangkat tersebut hanya perlu dipasangkan dengan perangkat lain dalam jarak 6 kaki (2 m) satu sama lain dan menghitung durasi kontak dekat.

WHO juga menyempurnakan pengembangan EWARS yang sudah diluncurkan di tahun 2019, yaitu sistem peringatan dini dan respons yang dikenal sebagai *EWARS-in-a-Box*. Tujuannya adalah mendeteksi dengan cepat penyakit rawan wabah prioritas dan memungkinkan respons cepat sebelum berkembang menjadi wabah besar. Unit pelapor menerima telepon seluler yang dilengkapi dengan aplikasi pelaporan penyakit yang dikembangkan khusus. Alat ini memungkinkan petugas kesehatan memasukkan informasi saat mereka melihat pasien

dengan gejala salah satu dari 8 penyakit atau kondisi prioritas sesuai jenis bencana, konflik ataupun perang. Informasi ini segera dikirim ke sistem pusat. Data digunakan untuk menghasilkan laporan *real time* yang memungkinkan respons cepat terhadap penyakit sebelum penyakit tersebut sempat menyebar (WHO, 2020).

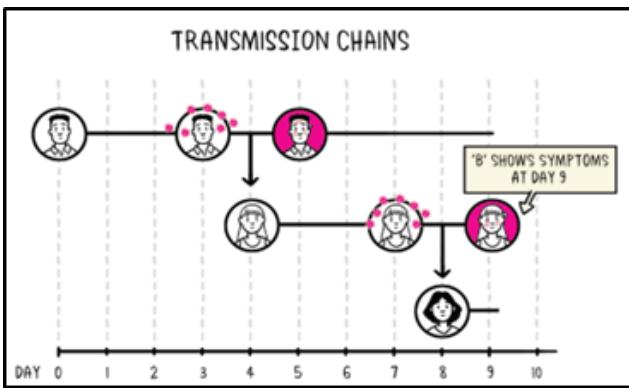
*EWARS-in-a-Box* juga dapat digunakan untuk *contact tracing*, sistem ini merupakan solusi yang dibuat khusus untuk digunakan dalam kondisi lapangan yang sulit, seperti setelah bencana alam atau dalam konflik. Setiap kotak berisi 60 ponsel, laptop, dan server lokal untuk mengumpulkan, melaporkan, dan mengelola data penyakit. Generator tenaga surya dan pengisi daya tenaga surya memungkinkan ponsel dan laptop berfungsi tanpa listrik selama 24 jam. Satu perangkat berharga sekitar US\$15.000 dan dapat mendukung surveilans untuk 50 klinik tetap atau bergerak yang melayani sekitar 500.000 orang. Pengembangan ini penting, karena kerusakan infrastruktur kerap membuat sistem surveilans juga mengalami disruptsi, beberapa *pseudo-epidemic* terjadi karena data yang tidak akurat (Pane, 2024).

### **III. CONTACT TRACING PADA PENANGGULANGAN PANDEMI DI INDONESIA**

*Contact tracing* merupakan praktik epidemiologi sistematis untuk memutus rantai penularan penyakit. Melalui *contact tracing* individu berisiko yang disebut sebagai kontak erat (*close contact*) dapat diidentifikasi. Kontak erat memiliki risiko lebih tinggi untuk tertular dan menyebarluaskan penyakit. Pada prosesnya *contact tracing* tidak hanya berfokus pada identifikasi kontak erat dan upaya penemuananya, tetapi juga melakukan seperangkat tindakan pengendalian melalui test, *monitoring*, *treatment* dan proses karantina untuk beberapa penyakit tertentu (Pane, 2020).

Dari perspektif filosofis, *contact tracing* didasarkan pada prinsip dan gagasan bahwa jika individu yang terinfeksi dapat di deteksi, dipastikan melalui test laboratorium, kasus positif menjalani isolasi, mendapatkan pengobatan dan melaporkan kontak eratnya, atau jika kontak erat secara proaktif memiliki kesadaran untuk melaporkan diri, menjalani serangkaian pemeriksaan (testing), menjalani proses karantina selama minimal satu masa inkubasi terpanjang, dan mendapatkan pengobatan yang diperlukan, maka rantai penularan dapat diputus dan penyebarluaskan penyakit dapat dihentikan (Pane, 2020).

*Contact tracing* merupakan salah satu strategi utama dalam memutus rantai penularan (Pane, 2020) seperti pada ilustrasi berikut.



Sumber : @SIOUXSIEW @XTOTL, thespinoff.co.nz, diadaptasi dari Trevor Bedford

**Gambar 3.1** Konsep Rantai Penularan

Strategi penanggulangan yang sistematis ini jauh lebih baik dan rasional daripada melakukan pembatasan yang ketat dan Penanggulangan penyakit yang berlebihan (*excessive policy*) (Sencer, 2020).

### A. Implementasi *Contact Tracing* pada Pandemi COVID-19

*Initial Case* COVID-19 di Indonesia diumumkan secara resmi oleh Presiden dan Menteri Kesehatan RI pada tanggal 2 Maret 2020. Sangat terlambat dibandingkan dengan negara-negara tetangga di kawasan Asia Tenggara seperti Singapura (23 Januari 2020), Malaysia (25 Januari 2020), Thailand (13 Januari 2020) dan Philipina (30 Januari 2020). Bahkan kasus pertama di dapatkan melalui laporan pribadi (*self-reporting*) kontak erat dengan kasus ke-24 di Malaysia, bukan didapatkan dari sistem surveilans yang tersedia. (Kompas, 2020)

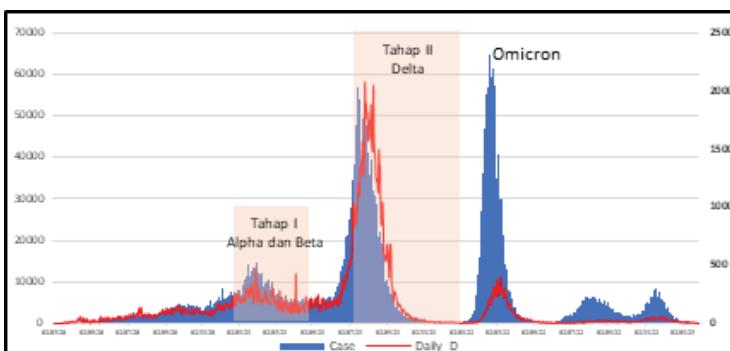
Setelah itu kasus terus bertambah secara perlahan, investigasi wabah dilakukan sejak awal kasus dan berakhir dengan kebijakan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) atau semi *lockdown* akibat desakan para “AHLI” yang hanya melihat apa yang dilakukan negara-negara maju seperti China, Eropa dan Amerika. PSBB dilakukan secara bertahap dimulai dari 10 wilayah yang telah disetujui dan menolak usulan 6 wilayah lainnya. Adapun penolakan usulan wilayah tersebut berdasarkan pertimbangan kajian tim teknis dan Gugus Tugas Percepatan Penanganan COVID-19.

Setelah 3 bulan pembatasan dilakukan, jumlah kasus tetap meningkat secara perlahan, barulah pada bulan Agustus 2020, melalui Perhimpunan Ahli Epidemiologi Indonesia (PAEI) bersama WHO dan Kemenkes peneliti diminta untuk mempresentasikan konsep dan rencana operasi *contact tracing* di BNPB. Persiapan dilakukan selama 1 bulan, setelah itu *contact tracing* skala besar mulai diimplementasikan di 10 provinsi dan 62 kab/kota dengan kasus terbanyak di Indonesia.



Gambar 3.2 Peta Contact Tracing Skala Luas di Indonesia

*Contact tracing* periode pertama menggunakan sistem digital yang sudah ada melalui SILACAK. Melibatkan lebih dari 5.000 tracer, 80 data manager dan 1 tim pusat yang berasal dari Kementerian Kesehatan, WHO-Indonesia, PAEI dan tim Satuan Tugas Penanganan COVID-19 (Windyaningsih, 2020). *Contact tracing* tahap pertama bekerja sejak 1 September 2020 sampai dengan 30 Maret 2021, dengan kemampuan menurunkan jumlah kasus selama 22 minggu berturut-turut (Gambar 3.3) yang belum pernah terjadi sejak kasus pertama masuk ke Indonesia, dengan kapasitas test yang terus meningkat dan angka kematian relatif rendah sesuai dengan indikator pengendalian yang ditetapkan oleh WHO.



Sumber : Laporan Penyelenggaraan Contact Tracing, 2023

**Gambar 3.3** Pelaksanaan *contact tracing* skala luas di Indonesia

Pada 30 Maret 2021 program ini dihentikan dengan kebijakan pimpinan dari Kementerian Kesehatan, Kemenko PMK dan BNPB sebelum kasus benar-benar selesai. Pada awal Mei 2021 varian Delta masuk ke Indonesia dengan kecepatan penularan dan angka kematian yang lebih tinggi dibandingkan varian sebelumnya. Terjadi *surge capacity* yang meluas, ditandai

dengan sulitnya akses terhadap oksigen, terbatasnya tempat tidur Rumah Sakit sehingga banyak pasien yang meninggal dalam perjalanan. Antrian pemakaman terjadi di banyak wilayah dan selama 3 minggu berturut-turut Indonesia tercatat sebagai negara dengan angka kematian tertinggi di dunia. Kondisi yang sangat mencekam karena hampir setiap hari sirine *ambulance* membawa orang sakit ataupun meninggal terdengar, ditambah dengan kabar kematian petugas kesehatan, kerabat dan orang yang dikenal di sekitar kita.

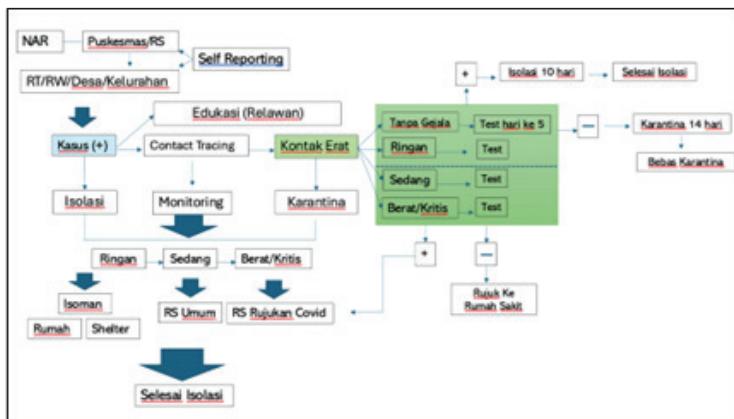
Indonesia termasuk salah satu dari 3 negara (India, Rusia dan Indonesia) yang memiliki *excess death* tertinggi di dunia saat Pandemi COVID-19. (<https://www.who.int/data/stories/global-excess-deaths-associated-with-covid-19-january-2020-december-2021>). *Excess Death* disumbang cukup besar pada gelombang delta di pertengahan tahun 2021. *Excess death* didefinisikan sebagai perbedaan antara jumlah total kematian yang terjadi dan jumlah kematian yang diperkirakan terjadi jika tidak ada pandemi COVID-19. *Excess death* terjadi karena jumlah test yang tidak appropriate, dan banyaknya kematian yang tidak di-test. Indonesia pernah selama 3 minggu berturut-turut melaporkan kematian tertinggi di dunia setiap harinya, saat itu terjadi dalam jeda setelah di hentikannya *contact tracing* periode pertama, antara Mei - akhir Juni 2021.

Awal Juli 2021, tim kembali merencanakan *contact tracing* skala luas. Dengan persiapan 3 minggu *contact tracing* periode ke-2 kembali dilakukan pada akhir Juli 2021, di 12 Provinsi dan 62 kabupaten kota dengan kasus terbanyak. Pada *contact tracing* tahap dua SILACAK sedikit sekali digunakan, digantikan dengan sistem manual menggunakan *google form* dan *google*

*dashboard* yang *public domain* dan dapat diakses semua pihak sesuai kebutuhan.

*Contact tracing* tahap II mampu menurunkan jumlah kasus dan kematian dengan sangat signifikan. Dalam waktu 1 bulan kasus di 12 Provinsi wilayah implementasi tracing menurun dengan tajam walaupun tanpa adanya pembatasan skala luas.

Pada *contact tracing* tahap II ini dilakukan perbaikan manajemen *contact tracing* dengan mengakomodasi melakukan pengurangan lama karantina pada kasus tanpa gejala, dari sebelumnya 14 hari menjadi 5–7 hari dengan syarat test negatif. Manajemen *contact tracing* juga diperkuat dengan melakukan modifikasi manajemen *contact tracing* mengikuti alur berikut:



Gambar 3.4 Manajemen *Contact Tracing*

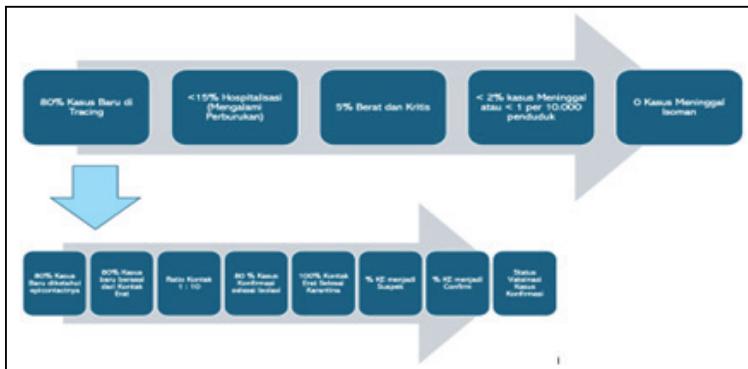
Pada *contact tracing* tahap II ini, tugas *tracer* juga bertambah dengan meningkatkan cakupan vaksinasi yang mulai diberlakukan secara massive dan untuk mencapai target menteri kesehatan, yaitu 70% di akhir 2021. Walaupun tidak rasional dan

terlalu ambisius, karena target global hanya 40% di akhir 2021. Perhitungan target vaksinasi global tentu dengan perhitungan ketat antara kemampuan produksi dan kapasitas masing-masing negara untuk melaksanakannya, karena prinsip dasar vaksinasi adalah “*No one left behind*” atau tidak boleh ada yang tertinggal dalam memperoleh hak untuk terlindungi oleh vaksinasi. Pada akhir 2021 pada umumnya semua kab/kota dimana tracer di tempatkan, cakupan vaksinasi mencapai target melebihi 50% sesuai dengan target global, tapi tidak dengan target Nasional. Sampai akhir pandemi COVID-19 dinyatakan tidak lagi menjadi PHEIC target Indonesia sebesar 70 % tidak juga tercapai, sampai dengan 18 Maret 2024 cakupan vaksinasi hanya tercapai 64,3% dan menjadi pencapaian terburuk kedua di ASEAN setelah Myanmar. (<https://www.who.int/southeastasia/health-topics/vaccines-and-immunization/> covid-19-vaccination & [https://asean.org/wp-content/uploads/2022/04/COVID-19\\_Situational-Report\\_ASEAN-BioDiaspora-Regional-Virtual-Center\\_08Apr2022.pdf](https://asean.org/wp-content/uploads/2022/04/COVID-19_Situational-Report_ASEAN-BioDiaspora-Regional-Virtual-Center_08Apr2022.pdf)).

Sekalipun demikian, hasil sero survey yang umumkan oleh pemerintah mencapai lebih dari 95% penduduk sudah memiliki imunitas, dengan tingkat perlindungan 7000-9000 unit per ml. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat mendapatkan imunitas dari terinfeksi secara alamiah, karena imunitas yang didapat dari vaksin jarang sekali melebihi 5000 $\mu$ /ml (Ruetalo, 2021). Program vaksinasi selalu membutuhkan anggaran yang sangat besar, karena itu tidak efektifnya program vaksinasi merupakan kerugian besar bagi negara, tidak cukup dilakukan dengan euforia dan pencitraan saja, tapi harus benar-benar dilakukan dengan serius.

Selama 3 tahun pandemi COVID-19, terdapat setidaknya 3 kali perubahan indikator dalam *contact tracing* (WHO, 2020).

Indikator *contact tracing* di Indonesia juga menyesuaikan dengan interim terakhir (WHO, 2021). Terdapat 21 Indikator dalam interim terakhir WHO dimodifikasi menjadi 13 indikator sebagai berikut.



Gambar 3.5 Indikator *Contact Tracing*

Indikator tersebut disederhanakan menjadi 4 indikator utama yang penting yaitu : **Persentase Kasus yang mampu di *tracing* > 80%, Persentase *contact* menjadi kasus < 15%, Persentase kasus sedang dan berat < 5% dan angka kematian < 1 per 10,000 penduduk.**

Selain itu, dihasilkan beberapa ketentuan berdasarkan kondisi lapangan di Indonesia, yaitu :

- 1) Penggunaan *contact tracing* konvensional dan digital dalam pemantauan dengan menggunakan sebanyak mungkin kapasitas di wilayah sebagai kader dengan asistensi teknis tenaga profesional epidemiolog kesehatan.
- 2) Tidak memberikan rekomendasi untuk pembatasan ketat seperti PSBB ataupun *Lockdown* dalam upaya pengendalian wabah, bahkan pada epidemi dengan virulensi > 50% seperti

Ebola dan H<sub>5</sub>N<sub>1</sub> terutama diawali epidemi, *contact tracing* ketat lebih efektif dilakukan.

- 3) Tidak diperlukan *contact tracing* skala luas ketika cakupan vaksinasi > 70% dengan efikasi > 90%, atau survey serologi menunjukkan > 90% penduduk sudah memiliki kekebalan dan nilai imunitas relatif tinggi, tetapi tetap melakukan surveilans epidemiologi secara ketat
- 4) Tidak diperlukan *contact tracing* skala luas pada *Varian of Concern* (VoC) Omicron dengan virulensi rendah dan angka kematian < 1 per 100.000 penduduk, kecuali jika kemudian muncul VoC baru yang virulen (ganous) tetapi protokol kesehatan harus tetap dilakukan dengan ketat.

*Contact tracing* tahap II ini berakhir pada bulan Desember 2021, seiring meredanya virulensi varian Delta. *Contact tracing* periode kedua mampu dengan cepat menurunkan angka kematian. Sampai dengan akhir Desember 2021, hanya 3 kematian di karantina teridentifikasi (Pane, 2022). Kesuksesan program *contact tracing* ini telah dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi tinggi (Pane, 2023) dan dalam laporan program *contact tracing* bidang Kesehatan Satgas Nasional Penanggulangan COVID-19 (Pane, 2022).

## B. Formulasi *Contact Tracing* pada Pandemi COVID-19

Formulasi contact tracing merupakan suatu proses sistematis untuk menganalisis dan menilai kebutuhan *contact tracing* skala luas untuk mengendalikan penyakit wabah. Formulasi contact tracing bersifat dinamis dan *conditional*, melibatkan perhitungan teknis dan manajerial, formulasi ini dirumuskan

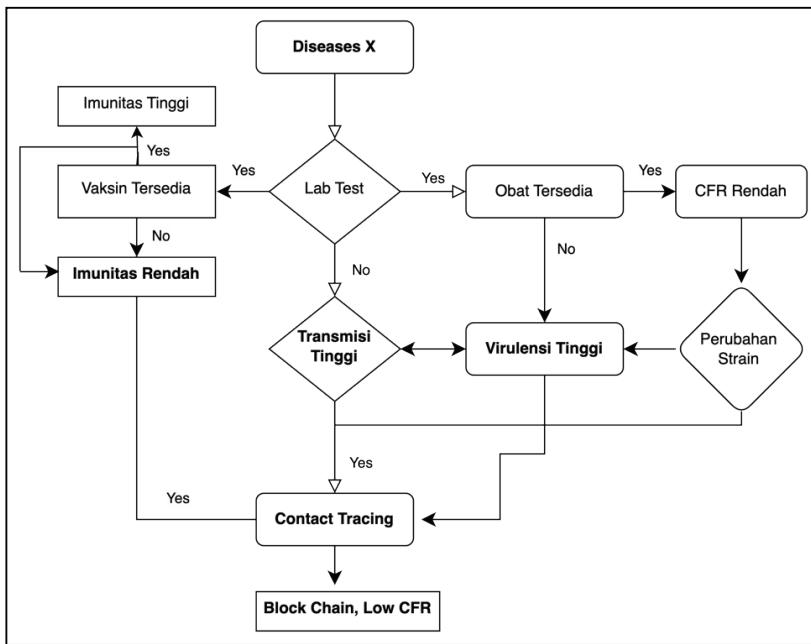
ketika varian Omicron mulai menyebar masuk ke Indonesia pada awal Februari 2022.

Berdasarkan kajian epidemiologi varian Omicron memang lebih mudah menular, tetapi memiliki virulensi yang rendah. Dengan ditemukannya vaksin dan hasil *sero-survey* hampir seluruh penduduk Indonesia sudah terlindungi, maka dari sisi keilmuan dan riwayat alamiah penyakit yang sudah dikenali dengan lebih baik, walaupun pengobatan untuk kasus berat dan kritis masih belum efektif, maka sudah tidak relevan lagi melakukan *contact tracing* untuk pengendalian COVID-19. Tetapi protokol kesehatan 3M masih menjadi pilihan utama untuk pencegahan selain vaksin.

Selama melakukan *contact tracing* para *tracer* juga terlindungi, tidak ada seorang-pun *tracer* yang meninggal karena COVID-19, ada beberapa yang terinfeksi tetapi dapat diantisipasi lebih dini sehingga tidak menjadi parah, ketika kasus meningkat dengan tajam, kelelahan menyebabkan peningkatan stress kerja (Simanjuntak, 2024) pada *tracer*. Stress kerja menjadi hal yang berisiko bagi kesehatan dan keselamatan *tracer* sebagai tenaga kesehatan, ketika pekerjaan yang dilakukan melebihi kapasitas, sumber daya dan kemampuan secara berkepanjangan (Rochadi, 2022), karena itu manajemen tracer juga menjadi perhatian penting dalam pengendalian penyakit.

Berdasarkan analisis situasi yang dilakukan, pada peningkatan kasus varian omicron, dengan kesimpulan *contact tracing* tidak relevan lagi dilakukan. Dinamika ini dikaitkan dengan percepatan pengembangan dan pengadaan vaksin, obat dan alat test. Selain itu untuk mencapai tempat-tempat yang sulit diakses, mobilisasi melalui bantuan aparatur pemerintah dirasakan cukup memadai. Kesimpulan tersebut juga didasarkan pada formulasi sederhana untuk mengantisipasi dinamisasi penyakit dan dapat

digunakan untuk penyakit lain berdasarkan algoritma yang dapat digunakan untuk penyakit rawan wabah lain termasuk penyakit baru (*new emerging diseases* atau disease X) yang belum diketahui moda transmisi dan penanggulangannya. Formulasi ini digunakan untuk memudahkan pengambilan keputusan terhadap kebutuhan *contact tracing* dalam penanggulangan penyakit, sebagai berikut.



**Gambar 3.6** Algoritma Formulasi *Contact Tracing*

Pada penyakit baru dimana test laboratorium belum ada atau masih memiliki sensitifitas dan spesifitas rendah, dengan transmisi tinggi, dan belum tersedia obat dan vaksin spesifik maka *contact tracing* merupakan alternatif spesifik dalam penanggulangan wabah. Teknologi pembuatan vaksin baru

membutuhkan waktu paling cepat 6 bulan–1 tahun. Vaksin baru pada kondisi KKM membutuhkan *emergency use authorization* (EUA) dengan efikasi setidaknya > 60% untuk di gunakan pada populasi lebih besar. WHO menetapkan EUA vaksin COVID-19 > 50%, makna sebenarnya sama saja antara yang diberi vaksin dengan tidak diberi vaksin terhadap risiko terinfeksi, tetapi diharapkan fatalitas menurun secara bermakna..

Jika penyakit emerging lama yang telah tersedia vaksin dan obatnya, tetapi terjadi perubahan strain yang menyebabkan meningkatnya virulensi dengan atau tanpa peningkatan transmisi, maka contact tracing dapat dijadikan alternatif sampai obat dan vaksin yang lebih spesifik ditemukan. Formulasi dari dinamisasi *contact tracing* berdasarkan algoritma diatas dirumuskan sbb:

**Tabel 3.1** Formulasi Contact Tracing untuk Penanggulangan Penyakit

Kriteria	Indikator	Ya	Tidak
<b>Kriteria Teknis</b>			
Virulensi	CFR > 1 per 10,000	++++	+
Laju Transmisi	Reproductive Number (Ro) > 2	++++	++
Vaksinasi	Tersedia Vaksin dengan harga Terjangkau ( <i>affordable</i> )	++	++++
Imunitas	Cakupan > 80% dengan Efikasi >80%	+	++++
Pengobatan	Tersedia therapy untuk kasus sedang dan berat	+	++++
Skala Wabah	Outbreak, Epidemi, Pandemi skala luas	++++	++++
<b>Kriteria Manajerial</b>			
SDM	Epidemiolog atau tenaga kesehatan lain tersertifikasi	+++	++

Kriteria	Indikator	Ya	Tidak
Anggaran	Tersedia anggaran terutama untuk dukungan isolasi dan karantina	++++	++
Keterlibatan Masyarakat	Masyarakat bersedia terlibat dalam CT	++++	++
Pertimbangan Etik	Persetujuan etis dari kasus dan kontak	++++	+
Dukungan teknologi dan manajemen data	Penggunaan sistem digital dan mekanisme kerahasiaan data	++++	+++

Formulasi *contact tracing* untuk penanggulangan penyakit terdiri dari kriteria teknis dan manajerial. Kriteria teknis meliputi virulensi, laju transmisi, vaksinasi, pengobatan dan imunitas yang bergantung pada skala besarnya wabah. Sementara kriteria manajerial meliputi SDM, anggaran, keterlibatan masyarakat, pertimbangan etik dan dukungan teknologi untuk manajemen data. Formulasi yang dibuat bersifat kualitatif, penilaian dilakukan bersama antara expert dan pembuat kebijakan untuk membuat keputusan pelaksanaan *contact tracing*.

*Contact tracing* efektif dilakukan pada tahap awal penyakit rawan wabah (*epidemic prone diseases*) ataupun penyakit wabah baru (*new emerging diseases*) yang belum diketahui cara penularannya, memiliki case fatality rate yang relatif tinggi, belum ada obat dan vaksin untuk pencegahan dan pengobatan serta belum diketahui sumber penularan dan strategi pencegahannya. Walaupun demikian, *contact tracing* sangat efektif untuk mengendalikan penyakit yang ditularkan melalui kontak fisik dengan *case fatality rate* (CFR) yang tinggi seperti

Ebola dan Monkey Pox sekalipun obat dan vaksinnya sudah di temukan, dan tetap menjadi pilar utama dalam pengendaliannya.

### C. Aspek Teknis dan Manajemen dalam Formulasi

Aspek teknis dan manajemen adalah komponen penting dalam keberhasilan *contact tracing*, keduanya memiliki peran yang setara. Aspek teknis memberikan sinyal terhadap banyak hal dalam pengendalian penyakit. Selayaknya indikator dalam kendaraan, aspek teknis dapat menggambarkan dan memprediksi apa yang terjadi di komunitas dan bagaimana kondisi kedepan. Para epidemiolog kesehatan sangat menguasai aspek teknis sebagai bagian kompetensi dasar yang dimiliki, tetapi ketika mereka memimpin pengendalian penyakit, maka mereka dihadapkan pada aspek manajemen yang rumit. Tanpa dukungan manajerial dan infrastrukturnya, sulit untuk memastikan pengendalian penyakit berjalan sesuai standar yang berlaku.

Beberapa literatur menunjukkan komponen aspek manajerial seperti struktur organisasi operasional dan tenaga *tracer* (Tan, 2025), infrastruktur dan arsitektur sistem kesehatan yang terdiri dari 6 komponen (*six building block*) yang terdiri dari : Pelayanan Kesehatan, Tenaga Kesehatan, Sistem Informasi Kesehatan, Produk Kesehatan, Pembiayaan dan Kepemimpinan (WHO, 2015). Khusus untuk contact tracing, WHO menambahkan *community engagement* (keterlibatan masyarakat) dan *ethical consideration* (pertimbangan etik) dalam panduan operasionalnya (WHO, 2021).

Kriteria teknis sangat dipahami banyak profesional bidang epidemiologi, sesuatu yang relatif mudah diukur, terutama pada populasi yang *finite* dengan kuantitas yang jelas, tapi kriteria manajerial sangat tergantung dengan model kepemimpinan dan preferensi para pemimpin, tidak ada model terbaik yang cocok

untuk semua negara, disparitas antar dan inter negara mewarnai kesenjangan dalam kapasitas dan keputusan dalam manajerial. Peran masing-masing unit dan level sangat tergantung pada regulasi yang dibangun.

Indikator yang dibangun pada kriteria teknis dapat diukur dengan standar yang sama secara global, tetapi kriteria manajemen memiliki tantangan tersendiri. Kriteria manajemen yang sederhana dan kritis dibutuhkan untuk menjadi pedoman dalam mendukung pelaksanaan *contact tracing*.

Model diatas tentu memiliki kelemahan, karena itu implementasi dan modifikasi dari model diatas harus dilakukan berkali-kali untuk mendapatkan formulasi yang *robust* untuk berbagai jenis penyakit rawan wabah. Setidaknya model tersebut telah digunakan pada *contact tracing* skala luas tahap II dan menjadi rujukan dalam keputusan untuk melakukan *contact tracing* terbatas setelahnya.

Bersamaan dengan pelaksanaan *Contact Tracing* tahap II, PAEI dan Kementerian Kesehatan mendapat dukungan dari *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)* dan Sekretariat ASEAN untuk menjadi *focal point* inisiatif ASEAN protokol *cross-border contact tracing and outbreak investigation* yang menjadi kesepakatan regional 11 negara anggota ASEAN. Diskusi dan perdebatan panjang mewarnai penyusunan Protokol *Cross-Border Contact Tracing and Outbreak Investigation*, akhirnya disepakati oleh semua negara dan menjadi protokol standar di ASEAN pada bulan Juli tahun 2022.

Selain itu melalui review yang ketat dan panjang peneliti menjadi satu dari enam belas ahli yang diberi kesempatan membuat pedoman global *contact tracing* di WHO Head-Quarter, Geneva periode 2023-2025, setelah pertemuan terakhir

di Berlin tahun 2023, dan pertemuan-pertemuan lain setelahnya, guideline sudah selesai dan diterbitkan sebagai pedoman global contact tracing untuk seluruh negara anggota WHO dengan judul ***WHO Guideline on Contact Tracing*** (Pane, 2025)

## **IV. IMPLEMENTASI CONTACT TRACING |PADA KKM**

Indonesia merupakan salah satu dari 17 negara Mega-diversity, yaitu negara dengan lebih dari 70% keanekaragaman hayati dunia. Selain flora dan fauna, keanekaragaman hayati Indonesia juga mencakup lebih dari 160.000 mikroorganisme, termasuk virus, bakteri, jamur, dan parasit (Groombridge, 1990). Selain memiliki nilai bio-ekonomi, mikroorganisme ini juga membawa potensi risiko sebagai penyebab penyakit, terutama yang dapat berkembang menjadi wabah (Pane, 2016).

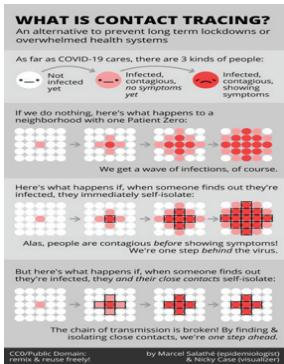
Setiap tahun, Indonesia selalu mengalami epidemi dalam skala kecil berupa Kejadian Luar Biasa (KLB) atau *outbreak*, yang terkadang berkembang menjadi wabah nasional. Selain menimbulkan ancaman terhadap kesehatan masyarakat, epidemi juga dapat berdampak serius pada pembangunan ekonomi dan sosial. Dalam menghadapi epidemi yang sudah berlangsung lama, penerapan langkah-langkah yang efisien sangat penting untuk mengendalikan penyebarannya. *Contact tracing* merupakan salah satu praktik yang efisien untuk mengurangi dampak sosial dan ekonomi dari epidemi sebagai salah satu bentuk kedaruratan kesehatan masyarakat atau KKM (ECDC, 2023).

Sebelum pandemi COVID-19, istilah *contact tracing* belum begitu populer di Indonesia, pada bidang ilmu epidemiologi banyak istilah yang disematkan pada *contact tracing*, antara lain Penelusuran Kontak, Pelacakan Kontak, Penemuan Kasus (*Case Finding*), Penemuan Kontak bahkan kerap dijadikan bagian dari Investigasi wabah (*outbreak investigation*). Istilah *contact tracing* sering disamakan dengan upaya penemuan kasus (*case*

*finding*) yang lazim dilakukan, seperti pada TB Paru untuk memantau kepatuhan berobat (Jaya, 2022), padahal *contact tracing* bukanlah sekedar mencari kontak erat, melakukan test dan pengobatan, termasuk yang lebih essensial adalah memutus rantai penularan melalui isolasi dan karantina setidaknya satu kali masa inkubasi terpanjang, hal ini tidak mungkin dilakukan pada penemuan dan manajemen kasus TB Paru.

Menurut World Health Organization (WHO, 2020), *contact tracing* adalah proses mengidentifikasi, evaluasi dan mengelola individu yang telah terpapar penyakit untuk mencegah penyebaran lebih lanjut (WHO, 2024). Proses ini penting untuk menentukan langkah selanjutnya seperti tes diagnostik, pencegahan pasca paparan, karantina dan isolasi. *Contact tracing* merupakan notifikasi kepada kontak agar kontak erat menjadi lebih waspada dan ikut membantu menilai status kesehatannya. *Contact tracing* merupakan notifikasi kepada kontak agar kontak erat menjadi lebih waspada dan ikut membantu menilai status kesehatannya secara mandiri agar tidak terjadi kondisi fatal termasuk risiko menularkan pada orang-orang di sekitar kontak erat. Proses ini penting untuk menentukan langkah selanjutnya seperti tes diagnostik, pencegahan pasca paparan, karantina dan isolasi. Konsep dasar *contact tracing* mengacu pada gambar berikut (Sencer, 2020).

Kurikulum pendidikan Epidemiologi di Indonesia juga belum memasukkan *contact tracing* sebagai kurikulum inti dalam mata kuliah pengendalian wabah. *Contact tracing* sangat berbeda dengan penemuan kasus dan investigasi wabah. Perbedaan mendasar pada follow-up satu kali masa inkubasi terpanjang, isolasi dan karantina, termasuk mekanisme monitoring, test, rujukan kasus dan kontak erat (Wulandari, 2020).



Gambar 4.1 Visualisasi Penularan Penyakit

Praktik *contact tracing* dipelajari secara khusus dalam pengendalian epidemi Ebola di 3 negara terjangkit di Afrika Barat, yaitu Sierra Leone, Guinea dan Liberia. Selama dua bulan, lebih dari 200 kasus dengan 532 kontak erat yang dilakukan karantina, termasuk bagaimana melakukan notifikasi pada negara yang berbatasan untuk pelaksanaan protokol pengendalian wabah lintas batas negara.

Dinamika *contact tracing* di Afrika Barat sangat fluktuatif, di awal masyarakat sangat patuh pada aturan ini karena pengawasan melibatkan militer dan di dukung pemenuhan kebutuhan dasar saat karantina dari pemerintah, tetapi ketika negara sudah mulai kewalahan dan tindakan represif mulai terjadi, masyarakat mulai melakukan perlawanan. Terkadang para petugas lapangan mendapat penolakan saat melakukan follow up, sayangnya pada saat itu belum ada inovasi untuk melakukan *contact tracing* secara digital, hal ini kemungkinan karena infrastruktur sistem digital ketiga negara tidak memadai, karena termasuk dalam 10 negara termiskin di dunia. Setelah kembali ke Indonesia, tidak ada kelanjutan lagi dalam praktik *contact tracing* untuk penanggulangan penyakit.

## A. Dinamisasi Penyakit Rawan Wabah

Munculnya agen infeksius dengan potensi pandemi menghadirkan tantangan ilmiah mulai dari deteksi hingga interpretasi untuk memahami determinan risiko yang mengarah pada kedaruratan kesehatan masyarakat. Epidemi penyakit menular masa datang paling mungkin terjadi ketika serangkaian faktor risiko terjadi bersamaan (Agustin, 2022). Berbagai upaya telah dilakukan untuk memprediksi asal epidemi dengan mengidentifikasi lokasi kemunculannya di masa lalu, seperti memetakan semua insiden infeksi yang diketahui dari tahun 1940-an hingga kini dan memprediksi bahwa kemunculannya terjadi di salah satu lokasi tersebut. Namun, sejauh ini kemunculannya masih menjadi peristiwa acak baik dalam hal waktu maupun tempat.

Pandemi baru bisa saja terjadi di mana saja dan kapan saja, maka upaya untuk deteksi dini dan antisipasi munculnya *pathogen* baru yang virulen harus dilakukan, ada beberapa patogen yang diketahui baik virus maupun bakteri yang dapat menyebabkan penyakit yang rentan menjadi pandemi atau epidemi. Pemetaan *pathogen* (WHO, 2024) di setiap negara dan notifikasi penyakit-penyakit baru yang rawan menjadi wabah harus selalu diperkuat, agar epidemi yang ada tidak berkembang menjadi kedaruratan kesehatan masyarakat yang luas dan lazma, dampaknya membuat kehidupan masyarakat bertambah sulit, bukan hanya bertahan dari ancaman sakit dan kematian akibat penyakit terutama pada kelompok rentan (Roma Putra Nasution, 2023), lebih jauh lagi bagaimana bertahan dari sisi ekonomi dan sosial.

Sebagian besar (70%) *pathogen* yang rawan menjadi wabah berasal dari hewan. Virus flu babi H1N1 berasal dari populasi burung yang kemudian diduga menularkan infeksi ke babi, lalu bermutasi sedemikian rupa sehingga dapat menular dengan

mudah dari manusia ke manusia setelah manusia terinfeksi langsung oleh babi. Begitu pula COVID-19 dan Monkey Pox yang awalnya berasal dari hewan, tetapi ketika penularan berubah dari manusia ke manusia, maka risiko pandemi menjadi lebih tinggi. (WHO, 2024)

Infeksi saluran pernapasan merupakan salah satu risiko tertinggi suatu epidemi atau pandemi setelah kemunculan dan penyebaran dari manusia ke manusia, karena manusia yang terinfeksi sering kali menciptakan aerosol ketika mereka batuk, bersin, atau berbicara dengan keras. Penyebab utama perubahan iklim juga dapat meningkatkan risiko terjadinya pandemi. Deforestasi, urbanisasi, dan peternakan besar-besaran yang dibutuhkan untuk industri produksi daging yang sedang berkembang, semuanya membawa semakin banyak hewan ke dalam kontak yang lebih dekat dengan manusia. Hal ini pada gilirannya meningkatkan kemungkinan patogen ‘melompat’ dari hewan ke manusia (WHO, 2022). Secara umum diperkirakan bahwa ada risiko pandemi lain dan melalui banyak aktivitas yang memicu perubahan iklim, memberikan lebih banyak peluang bagi pandemi untuk terjadi. Hanya dengan menjaga lingkungan dan populasi hewan yang sehat, kita dapat melindungi dan menjamin keamanan kesehatan manusia.

Tugas utama bagi semua negara adalah memperkuat kemampuan mereka untuk mendeteksi dan merespons wabah di mana pun dan kapan pun wabah tersebut terjadi. Penyebab utama perubahan iklim yang dapat meningkatkan risiko terjadinya pandemi, deforestasi, urbanisasi, dan peternakan besar-besaran yang dibutuhkan untuk industri produksi daging yang sedang berkembang, semuanya membawa semakin banyak hewan ke dalam kontak yang lebih dekat dengan manusia. Hal ini pada gilirannya meningkatkan kemungkinan patogen ‘melompat’

dari hewan ke manusia. Hal ini mencakup pengurutan genetik patogen serta berbagi data urutan tersebut ke dalam database global. Untuk memastikan keamanan kesehatan yang optimal bagi populasi manusia, negara-negara maju perlu mendukung negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah dalam upaya mereka memperkuat kapasitas sistem kesehatan publik.

Ketimpangan dalam akses ke layanan kesehatan, baik di tingkat domestik maupun global, tetap menjadi tantangan besar dalam menghadapi kedaruratan kesehatan masyarakat. Negara-negara dengan sistem kesehatan yang lemah, atau daerah-daerah yang sulit dijangkau, mungkin kesulitan dalam menangani wabah dengan efektif (Slamet, 2016). Wabah di daerah yang kurang berkembang bisa menyebar lebih cepat karena keterbatasan infrastruktur dan tenaga medis.

Salah satu ancaman global yang menjadi perhatian dunia internasional salah satunya adalah senjata biologis. Senjata biologi telah banyak digunakan untuk tujuan teror ataupun peperangan sejak dulu sampai awal abad 21 ini (Imara,2020). Senjata biologis erat kaitannya dengan wabah yang dapat berpotensi menjadi ancaman dari penyalahgunaan agen biologis yang disebarluaskan (Agustin, 2019). Pengalaman pandemi COVID-19 juga membuat industri kesehatan berkembang menjadi tidak rasional. Jika para pengusaha merasa sektor kesehatan lebih menjanjikan keuntungan dibandingkan industri persenjataan untuk perang, maka patut di waspadai upaya rekayasa untuk kepentingan ekonomi dan bisnis menjadi nyata. *Bioterrorism* berubah wujud dari kepentingan teror, konflik dan perang menjadi kepentingan industri dan bisnis. Faktanya ketika pandemi terjadi, bukan hanya peluang industri obat, vaksin dan alat kesehatan saja yang berperan, tetapi transformasi sistem digital pada pendidikan dan dunia bisnis pada masa pandemi

melahirkan milyuner baru di bidang ini. Termasuk perubahan preferensi dunia bisnis menuju perdagangan on-line berkembang sampai pada tingkat usaha kecil dan menengah, termasuk bisnis pengantaran (*delivery*) menjadi ujung tombaknya. Masyarakat menjadi lebih individual, malas bergerak dan dimanjakan dengan perkembangan teknologi masa depan. Maka tantangan masalah kesehatan masa depan akan berubah pada penyakit sesuai dengan gaya hidup saat ini, biasanya penyakit degeneratif yang menghasilkan populasi rentan pada saat wabah.

Kita juga harus mewaspadai remaja sebagai penerus masa depan kita yang merupakan kelompok populasi yang besar, yaitu sekitar 20% dari populasi dunia dan 85% di antaranya tinggal di negara sedang berkembang (Purba, 2020). Para remaja ini memiliki literasi tinggi terhadap perkembangan teknologi saat ini, ditambah dengan masalah perilaku merokok pada remaja, *Global Youth Tobacco Survey* (GYTS) menyatakan Indonesia sebagai negara dengan angka perokok remaja tertinggi di dunia dimana sebagian besar laki-laki pertama kali merokok pada umur 12-13 tahun (Lestari, 2021), jika kedua gaya hidup tidak dikelola dengan baik, dapat menjadi beban kesehatan yang besar berupa tambahan kelompok rentan 10-20 tahun kedepan. Seiring dengan makin tingginya usia harapan hidup, kelompok lansia yang tidak sehat akan menjadi beban bagi sistem kesehatan, karena itu upaya untuk meningkatkan status kesehatan kelompok rentan harus menjadi prioritas pemerintah. (Wahidin, 2024)

Setiap negara memiliki pendekatan yang berbeda dalam mengelola pandemi, namun terdapat pula mekanisme tata kelola global seperti Peraturan Kesehatan Internasional (IHR) yang bertujuan untuk menyelaraskan strategi dan kebijakan antarnegara dalam menghadapi wabah besar dan pandemi. Pembaruan terhadap peraturan ini, yang diinisiasi sebagai

respons terhadap kelemahan yang terungkap selama pandemi COVID-19, disetujui pada Mei 2024 di Majelis Kesehatan Dunia/World Health Assembly (WHA). Amandemen tersebut mencakup penambahan definisi terkait keadaan darurat pandemi dan memberikan WHO kewenangan untuk menyatakan keadaan darurat pandemi, yang memungkinkan penetapan kewaspadaan yang lebih fleksibel.

Pada saat yang sama, berbagai upaya sedang dilakukan untuk merumuskan kesepakatan mengenai kesiapsiagaan pandemi, yang dianggap oleh WHA sebagai masalah yang mendesak. Pandemi COVID-19 mengungkapkan kekurangan serius dalam kemampuan dunia untuk merespons dengan efektif, terutama terkait dengan kegagalan kerjasama internasional dan solidaritas global secara lebih luas. Pada Desember 2021, para anggota WHA sepakat dalam sesi khusus untuk memulai penyusunan instrumen internasional yang bertujuan memperkuat kerjasama internasional dalam pencegahan, kesiapsiagaan, dan respons pandemi, serta menyerahkannya pada pertemuan tahunan WHA di Mei 2024. Namun, negara-negara anggota gagal memenuhi tengat waktu tersebut dan sepakat untuk berupaya menyerahkan instrumen tersebut pada WHA 2025.

Salah satu aspek yang paling kontroversial adalah ketentuan yang membahas sistem yang bertujuan untuk memastikan akses yang adil terhadap komoditas pandemi, seperti vaksin dan tes diagnostik. Negara-negara dengan penghasilan tinggi dan rendah tetap teguh pada posisi masing-masing selama negosiasi. Perbedaan kepentingan terkait tata kelola produksi produk medis, transfer teknologi, dan implikasi hak kekayaan intelektual akan tetap menjadi hambatan signifikan dalam proses ini.

## B. Dinamisasi dan Implementasi Contact Tracing pada KKM

*Contact tracing* merujuk pada suatu pendekatan dalam Penelusuran kontak yang fleksibel dan responsif terhadap situasi yang berubah. Fleksibilitas pada praktik *Contact tracing* sangat dibutuhkan seiring dengan dinamika perkembangan penyakit (*diseases dynamic*) dan kemajuan teknologi kesehatan termasuk keberadaan obat, vaksin dan alat kesehatan.

Tujuan utama *Contact tracing* adalah mengidentifikasi kasus baru yang berpotensi menularkan penyakit sebelum mereka dapat menyebarkan penyakit tersebut kepada orang lain (Pane, 2020). dan memutus rantai penularan melalui karantina dan isolasi. Hal ini memungkinkan individu yang berisiko tinggi segera dikarantina untuk menurunkan laju penularan (Pane & Windyaningsih, 2020). Selain itu *Contact tracing* juga membantu mendeteksi potensi klaster penularan dan meningkatkan pemahaman terhadap pola penyebaran penyakit (Wulandari, 2020).

Memahami efektivitas *Contact tracing* dalam pengendalian penyakit sangat penting dalam konteks kesehatan masyarakat, terutama dengan adanya penularan berbagai penyakit menular baru dan berbagai penyakit endemis serta potensi pandemi di masa depan. Meskipun hasil *Contact tracing* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis patogen, populasi, dan strategi yang diterapkan, pengalaman dari *Contact tracing* dalam situasi tertentu dapat memberikan wawasan berharga untuk pengembangan praktik terbaik dalam pengendalian penyakit rawan wabah dan pandemi.

Pada kondisi kedaruratan kesehatan masyarakat, keterbatasan jumlah tracer menjadi tantangan tersendiri, penggerahan kader kesehatan sebagai tracer, merupakan salah satu solusi. Kader

kesehatan bisa mahasiswa, karyawan kantor, ibu PKK, guru bahkan ibu rumah tangga yang diberikan pelatihan khusus untuk melakukan *Contact tracing*. Keterbatasan lain adalah penempatan ruang isolasi dan karantina, terutama pada kondisi bencana alam dan pengungsian. Biasanya dibuatkan tenda atau diputuskan ruangan/bangunan khusus untuk menempatkan kontak erat menjalani karantina, dan ruangan lain untuk kasus konfirmasi tanpa gejala atau gejala ringan menjalani isolasi. Jika kasus mengalami gejala sedang dan berat dirujuk ke fasilitas kesehatan untuk menjalani pengobatan. Fasilitas kesehatan pada kondisi darurat juga kerap mengalami kerusakan, karena itu Rumah Sakit lapangan khusus penyakit infeksi harus disiapkan.

Dalam prosesnya, jika kontak erat terlalu banyak, maka tracer akan memprioritaskan pemantauan pada kelompok berisiko tinggi dan kelompok rentan seperti bayi, balita, ibu hamil, kelompok usila dan komorbid. Mereka juga diberi kewaspadaan terhadap kerentanan ini karena Indonesia menempati peringkat ketiga dengan negara prevalensi stunting tertinggi di Asia Tenggara setelah Timor Leste dan India yaitu 29,6% pada tahun 2017 (Tobing, Pane, 2021), dimana status gizi anak sangat berpengaruh terhadap penyakit infeksi (Damanik, Pane, 2023). Riwayat BBLR, riwayat ASI Eksklusif, riwayat infeksi balita dan riwayat penyakit penyerta merupakan faktor risiko stunting pada balita usia 25-36 bulan (Pane, Hutajulu, 2022) begitu pula dengan pengetahuan ibu tentang asupan makanan dan kesehatan lingkungan sangat besar terhadap kejadian stunting (Sitorus, 2023).

Penggunaan teknologi digital maupun group Whatsapp cukup efektif untuk melakukan monitoring pada *Contact tracing*, tetapi dalam masa karantina tracer bertatap muka dengan kontak erat setidaknya dalam proses test dan vaksinasi,

atau ketika kontak erat mengalami gejala yang mengharuskan di rujuk ke Rumah sakit. Tantangan kondisi di atas membuat *Contact tracing* harus dimodifikasi dari konsep ideal menjadi konsep yang mampu laksana di lapangan, penggunaan kader terlatih sangat membantu bagi tracer untuk melakukan *Contact tracing* dengan baik, penggabungan antara *Contact tracing* konvensional dan digital juga dilakukan pada wilayah-wilayah tertentu yang susah di akses, indikator dibuat sederhana, dengan indikator kunci tidak ada kematian saat karantina. Dinamisasi ini juga dikaitkan dengan percepatan pengembangan vaksin, obat dan alat test, selain itu untuk mencapai tempat-tempat yang sulit di akses penggunaan apparatur pemerintah diluar bidang kesehatan merupakan salah satu solusi dalam implementasi *contact tracing*.

Selain wabah, mass gathering merupakan salah satu kegiatan yang berisiko menimbulkan kedaruratan kesehatan masyarakat. Menurut WHO, *mass gathering* adalah kegiatan yang terorganisir maupun tidak terorganisir dimana jumlah orang yang berkumpul cukup banyak sehingga dapat membebani sumber daya komunitas atau pemerintah dalam perencanaan dan respons terhadap acara tersebut. Contoh kegiatan *mass gathering* yang sering kita temui antara lain konser, kegiatan keagamaan, demonstrasi politik, dan kegiatan keagamaan. Di Indonesia, arus mudik dan balik setiap tahun juga termasuk dalam kategori ini.

Risiko kesehatan yang dapat dialami oleh individu yang berada dalam kerumunan mass gathering disebabkan oleh tingginya kepadatan orang, terbatasnya kontrol terhadap kerumunan, kurangnya fasilitas medis yang memadai di lokasi, serta ketidaksiapan menghadapi potensi perubahan iklim ekstrim. *Mass Gathering* dan kegiatan dengan kepadatan tinggi, secara konsisten dianggap sebagai kegiatan berisiko tinggi

terkait dengan potensi penyebaran penyakit menular. Untuk itu, diperlukan pendekatan manajemen risiko yang lebih seimbang, karena terlalu menekankan risiko secara mutlak tidak realistik untuk diterapkan dalam semua aspek kehidupan.

*Contact tracing* tetap menjadi elemen kunci dalam mencapai keseimbangan tersebut. Salah satu solusi yang digunakan adalah penggunaan Bluetooth atau perangkat berpasangan untuk mengatasi tantangan tersebut. Pendekatan sederhana ini, jika diterapkan dengan mempertimbangkan masalah privasi dan kepercayaan, dapat memungkinkan identifikasi cepat terhadap pertemuan berisiko tinggi. Jika salah satu peserta kemudian dinyatakan positif penyakit menular rawan wabah dan *Contact tracing* diperlukan, penyelenggara acara dapat memberikan daftar terbatas peserta yang berisiko terpapar, alih-alih mencantumkan semua peserta acara. Dengan demikian, contact tracer dapat memfokuskan upaya mereka pada kelompok kecil ini, daripada harus menghubungi ribuan orang atau melakukan komunikasi massal. Manajemen ini sukses dilakukan dalam populasi khusus misalnya di penjara (Wahidin, 2022), panti lansia, panti asuhan dan asrama.

Pada olimpiade Tokyo tahun 2021 di masa pandemi COVID-19, Peserta Olimpiade di cek suhu badannya saat mereka memasuki arena dan harus melaporkan hasil mereka ke aplikasi laporan kesehatan. Selain menjalani tes dalam rentang 72 jam sebelum terbang ke Jepang, atlet dan peserta di tes PCR di bandara dan selama Olimpiade. Para atlet juga menjalani tes setidaknya setiap empat hari. Kasus positif segera memaksa isolasi.

### C. Aspek Etik pada *Contact Tracing*

Aspek etik pada *contact tracing* seperti perlindungan privasi dan kerahasiaan data kesehatan (*confidentiality*) harus tetap dijaga, terutama untuk penyakit yang berpotensi menimbulkan stigma seperti Monkey Pox dan *HIV* (Pane, 2014). Stigma di definisikan sebagai perasaan tidak rasional dan perilaku serta sikap negatif terhadap pasien karena status penyakit mereka, stigma secara signifikan dikaitkan dengan pengetahuan dan sikap yang buruk dan kurangnya empati (Sianturi, 2022).

Untuk mengatasi aspek etis tersebut, *contact tracing* dilakukan melalui pendekatan “epidemiologi kulit sepatu,” (*shoe leather epidemiology*) yang melibatkan pencarian kasus dan kontak erat secara langsung dari rumah ke rumah melalui pendekatan persuasif. Istilah ini berasal dari ide memakai sepatu saat berjalan dari pintu ke pintu, John Snow menggunakan *contact tracing* pada tahun 1850-an untuk menyelidiki kolera di Inggris, Alice Hamilton juga menyelidiki bagaimana racun seperti arsenik, timbal, karbon monoksida, dan merkuri memengaruhi pekerja dan keluarga dengan menggunakan metode ini, hal ini menunjukkan bahwa *contact tracing* tidak hanya dilakukan pada penyakit menular, juga untuk masalah kesehatan lain. Penelitian Alice Hamilton menghasilkan beberapa undang-undang keselamatan kerja pertama di Amerika (Tawde, 2024).

Filosofi *shoe leather epidemiology* ini juga digunakan oleh Perhimpunan Ahli Epidemiologi Indonesia (PAEI) dengan lambang “Sepatu Bolong” untuk memperlihatkan proses investigasi dan *tracing* yang dilakukan dengan berjalan dari rumah ke rumah sampai bagian bawah sepatu menipis dan bolong, berbeda dengan Perhimpunan Ahli Epidemiologi di Inggris yang menjadikan pompa air abad ke-17 sebagai lambang organisasi, sebagai penghormatan pada John Snow yang

mampu mengendalikan wabah Cholera di London, yang diduga berasal dari sungai Thames, ternyata dari satu pompa air yang terkontaminasi Vibrio Cholera dari pembuangan limbah.

#### D. *Contact tracing* di Lintas Batas Negara (*Cross-Border Contact tracing*)

Peningkatan mobilitas global manusia, hewan, tumbuhan, dan produk non-manusia telah menyebabkan penyebaran penyakit menular ke daerah-daerah baru. Pergerakan manusia, sebagai komponen penting dari kontak dan koneksi manusia, merupakan salah satu pendorong utama penularan penyakit menular. Mobilitas manusia secara luas didefinisikan sebagai pergerakan individu atau kelompok dalam ruang dan waktu.

Dalam beberapa tahun terakhir, kita telah melihat penyakit menular menyebar jauh melampaui batas geografis yang sebelumnya dikenal, seperti masuknya virus Zika dari Brasil ke seluruh dunia. Selain itu, patogen baru juga muncul dan menyebar, seperti penemuan virus MERS-CoV yang sebelumnya tidak dikenal di Arab Saudi, yang kemudian menyebar ke Korea Selatan di Asia, MERS CoV merupakan *pathogen* yang menarik, walaupun ditetapkan sebagai new emerging diseases, tetapi tidak ada persyaratan kesehatan khusus (misalnya vaksinasi, skrining) yang ditetapkan oleh otoritas kesehatan Kerajaan Arab Saudi (KSA) sebagai syarat visa sebagaimana TB Paru dalam ta'limatul hajj pemerintah Arab Saudi. (Pan & Kong, 2016b)

Infeksi yang ditularkan melalui vektor, seperti virus yang dibawa oleh artropoda (arbovirus), menambah tantangan karena vektor penyakit, seperti nyamuk, dapat berpindah melalui transportasi darat, laut, atau udara, dan dapat menjangkau hampir semua lokasi di dunia sepanjang hidupnya. Vektor ini berpotensi menginfeksi orang yang bukan pelancong di lokasi

tujuan, seperti yang terlihat pada kasus malaria *import*. Bahkan jika vektor tidak terinfeksi, mereka bisa menjadi endemik di wilayah baru jika kondisi lingkungan mendukung, sehingga memungkinkan kemungkinan epidemi di masa depan.

Salah satu contoh paling jelas adalah penyebaran nyamuk *Aedes aegypti* dan *Ae. albopictus*, yang kini tersebar di seluruh dunia dan merupakan vektor penyebab sejumlah infeksi arbovirus, termasuk dengue, chikungunya, dan Zika. Penyebaran vektor ini juga dipercepat oleh faktor ekologi, seperti perubahan iklim dan urbanisasi, yang memungkinkan vektor berkembang biak di wilayah baru. Perjalanan global dalam beberapa tahun terakhir telah menyebabkan beberapa epidemi yang berdampak pada kesehatan internasional, dengan individu terinfeksi baik yang bergejala maupun dalam masa inkubasi pindah ke tempat yang jauh dan menularkan infeksi kepada penduduk lokal.

Regulasi Kesehatan Internasional melalui IHR, Revisi 2005 menyediakan kerangka hukum menyeluruh tentang hak dan kewajiban negara dalam menangani kejadian dan keadaan darurat kesehatan masyarakat yang berpotensi melintasi batas negara (WHO, 2005), IHR sebagai instrumen hukum internasional yang mengikat secara hukum bagi 196 negara, dibangun sebagai respons terhadap epidemi mematikan yang pernah melanda Eropa. IHR menciptakan hak dan kewajiban bagi negara, termasuk kewajiban untuk melaporkan kejadian kesehatan masyarakat. Peraturan tersebut juga menguraikan kriteria untuk menentukan apakah suatu kejadian tertentu merupakan PHEIC.

Selain IHR, setiap kawasan juga memiliki kepentingan melindungi negara dalam kawasan regional yang terdiri dari beberapa negara yang memiliki kawasan lintas batas, misalnya Uni Eropa, ASEAN, Liga Arab, Uni Afrika dan lain lain. Selama pandemi COVID-19, organisasi regional tersebut

juga mengeluarkan berbagai regulasi untuk mengendalikan penyebaran wabah. Kepedulian regional pada pengendalian pandemi terkait dengan tujuan kerjasama regional tersebut terutama pada bidang ekonomi dalam satu pasar basis produksi yang kompetitif dalam ekonomi global (Pane & Prayitno, 2020). Perjanjian perdagangan bebas akan menghilangkan hambatan pada seluruh negara anggota, tetapi tetap mempertahankan otonomi yang melekat pada aturan masing-masing negara (Slamet, 2016)

Terkait dengan upaya *Contact tracing*, Uni Eropa dan ASEAN telah mengembangkan protokol untuk pelaksanaannya di kawasan masing-masing. Pada Oktober 2020, negara-negara Eropa dan Komisi Eropa memperkenalkan layanan baru yang disebut *European Federation Gateway* (EFG), yang memungkinkan aplikasi nasional untuk saling terhubung dan beroperasi di seluruh Eropa. Warga Eropa dapat menggunakan aplikasi nasional mereka saat melintasi perbatasan dan menikmati interoperabilitas penuh, transmisi data yang aman, serta pertukaran informasi secara luas di Eropa. Layanan ini dikembangkan dan diterapkan dalam waktu yang relatif singkat, hanya enam bulan setelah pandemi COVID-19 pertama kali merebak di Eropa. Pada musim gugur 2021, 19 negara Eropa telah berbagi informasi kontak berisiko melalui EFG, dengan sekitar 206 juta unduhan unik yang berasal dari puluhan juta pengguna aktif di Eropa dan Uni Eropa.

Di ASEAN, seluruh negara anggota (AMS) juga telah menyetujui protokol *contact tracing* lintas batas dan investigasi wabah yang tidak hanya berlaku untuk pandemi COVID-19, tetapi juga untuk penyakit wabah lainnya. Protokol ini menekankan pentingnya setiap Negara Anggota ASEAN (AMS) memiliki kapasitas untuk mencegah, mendeteksi,

dan merespons ancaman yang dapat menyebabkan Keadaan Darurat Kesehatan Masyarakat, melalui respons kolektif untuk menjaga keamanan kesehatan publik. Setiap AMS diharuskan memperkuat sistem kesehatan masyarakat inti untuk memastikan kapasitas yang memadai dalam deteksi dini dan respons cepat terhadap KKM. Konektivitas dan koordinasi regional juga sangat penting, termasuk investasi dalam kapasitas yang ada. Tujuan kesepakatan dalam Protokol tersebut adalah mencegah dan mengurangi kemungkinan terjadinya gelombang COVID-19 atau wabah lainnya di masa mendatang (Pane, 2022).

## E. Interaksi Kesehatan Masyarakat dan Kedaruratan

Secara historis interaksi antara kesehatan masyarakat dan kedaruratan terjadi sejak awal kehidupan manusia sebagai suatu hal yang tidak terpisahkan, tetapi dokumen tertulis yang ada tidak cukup memadai untuk dirujuk. Dokumen pertama yang dapat dijadikan rujukan adalah studi tentang gempa pertama yang terjadi tahun 1177 SM di China (Shedlock & Pakiser, 2000). Tetapi tidak tercatat berapa banyak korban gempa tersebut. Selanjutnya, riset terkait dengan bencana lebih difokuskan pada upaya meminimasi dampak dari bencana terutama pada pencegahan kerusakan berat pada infrastruktur, sementara sektor kesehatan berperan sebagai pendukung utama untuk pelayanan kesehatan para korban dan pencegahan penyakit pasca bencana.

Sektor kesehatan berperan sangat besar pada bencana non-alam yang memiliki risiko kematian 1,5 kali lebih tinggi daripada bencana alam (Pane, 2018), termasuk bencana sosial dalam bentuk konflik sosial dan aksi teror/sabotase yang memiliki karakteristik yang unik.

Kondisi kedaruratan lain adalah perang, mulai dari Perang Dunia Pertama (PD I) tahun 1914–1918 yang melibatkan banyak

negara besar di dunia, terutama negara-negara di Eropa, dengan dua aliansi utama Sekutu (termasuk Inggris, Prancis, Rusia, dan kemudian Amerika Serikat) dan Kekuatan Sentral (termasuk Jerman, Austria-Hungaria, Ottoman, dan Bulgaria). Total korban jiwa diperkirakan sekitar 15–20 juta orang, termasuk tentara dan sipil. Para korban biasanya meninggal karena kelaparan, penyakit menular, terluka atau cacat, dan banyak dari mereka meninggal beberapa waktu setelah perang berakhir akibat cedera atau penyakit infeksi. Perang Dunia II (1939–1945) merupakan konflik global yang lebih besar dan melibatkan hampir seluruh negara di dunia dengan perkiraan korban 70–85 juta orang meninggal, yang mencakup hampir 3% dari populasi dunia pada waktu itu. Pola kesakitan dan kematian yang terjadi juga hampir sama dengan PD I. Lebih banyak korban sakit meninggal akibat penyakit dan kelaparan dibandingkan karena perang itu sendiri. (Repetto, 2023).

Kedaruratan lain yang menimbulkan korban sakit dan meninggal jauh melebihi perang dan bencana adalah epidemi atau wabah. Wabah pes (*Black Death*) yang terjadi pada tahun 1347–1351 disebabkan oleh bakteri *Yersinia Pestis* adalah salah satu wabah yang paling terkenal dalam sejarah. Wabah ini dimulai di Asia Tengah dan menyebar melalui jalur perdagangan ke Eropa, Timur Tengah, dan Afrika Utara. Penyakit ini menyebar dengan sangat cepat karena kondisi sanitasi yang buruk dan kepadatan penduduk yang tinggi. Diperkirakan antara 25 juta hingga 50 juta orang tewas di Eropa, atau sekitar 30–60% dari total populasi Eropa pada waktu itu. Total korban meninggal global diperkirakan mencapai 75–200 juta orang.

Wabah ini menghancurkan banyak kota, menyebabkan kekosongan ekonomi, dan mengubah struktur sosial di Eropa. Kejadian ini juga menjadi titik balik dalam sejarah Eropa,

mempercepat perubahan dalam masyarakat dan agama, serta mendorong perbaikan dalam ilmu kesehatan (Oxford, 2020).

Wabah lainnya adalah Kolera yang disebabkan oleh *Vibrio Cholerae*, dan menyebabkan diare berat serta dehidrasi cepat. Penyakit ini seringkali menyebar melalui air yang terkontaminasi. Epidemi Kolera dengan korban lebih dari 1 juta orang meninggal terjadi pada tahun 1817–1824 dan tahun 1881–1896. Wabah ini membuat pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya sanitasi dan air bersih dalam pencegahan penyakit (Kılıç, 2022). Namun, wabah kolera tetap menjadi ancaman besar di negara berkembang dan negara miskin hingga kini.

Wabah Flu Spanyol (Spanish Flu) yang terjadi pada tahun 1918–1919, disebabkan oleh virus influenza A H<sub>1</sub>N<sub>1</sub>, wabah ini berkembang seiring dengan percepatan mobilitas pasukan pada PD I dan perdagangan internasional. Wabah ini menginfeksi lebih dari 500 juta orang di seluruh dunia (sekitar sepertiga dari populasi dunia pada waktu itu) dan menyebabkan kematian antara 20 juta hingga 50 juta orang. Beberapa perkiraan bahkan menyebutkan jumlah kematian bisa mencapai 100 juta orang. Flu Spanyol menyebabkan kehancuran besar, terutama pada orang dewasa muda yang sehat, yang menjadi korban utama. Ini mengubah pemahaman tentang epidemi dan pentingnya vaksinasi serta pengendalian wabah melalui metode epidemiologi yang tepat (Kılıç, 2022). Isolasi dan Karantina skala luas dan ketat mulai dilakukan pada wabah ini, dan menimbulkan krisis ekonomi yang sangat besar, inilah titik tolak pemikiran dari *Contact tracing* sebelum melakukan pembatasan skala luas. (Wulandari, 2020). Pandemi besar setelahnya yang dikategorikan sebagai PHEIC adalah COVID-19, MPox dan Influenza A H<sub>1</sub>N<sub>1</sub>pdm09, dua diantaranya adalah penyakit sistem pernafasan, kepedulian lebih terhadap penyakit saluran pernafasan berat termasuk TB

paru disebabkan karena dua penyebab kematian utama pada penyakit menular adalah penyakit sistem pernapasan (J00-J99) dan penyakit menular dan parasit tertentu (A00-B99) (Kong & Pane, 2016)

Beberapa *pathogen* yang rawan menjadi wabah, juga memiliki signifikansi sebagai agen bioterrorisme Kategori A.1 (WHO, 2024). Hal ini menjadi pertimbangan dalam perkembangan riset dibidang kedaruratan kesehatan masyarakat menuju integrasi yang lebih erat sejak tahun 1970-an (WHO, 2022), ketika bidang kedaruratan mulai beralih dan fokus pada pertahanan sipil, terutama terkait dengan bahaya nuklir ke pendekatan “semua bahaya” yang mencakup berbagai ancaman dan risiko, baik yang berasal dari alam maupun non alam. Analisis prasyarat infrastruktur dan perluasan agenda keamanan serta prasyarat upaya biodefense dilakukan untuk pencegahan bioterrorism (Imara, 2020). Sejak tahun 1990-an, kesehatan masyarakat juga memperluas jangkauannya dengan memberikan perhatian lebih terhadap ancaman non-konvensional, seperti teror bahan biologi dan kimia, pandemi, epidemi serta keadaan darurat lainnya, baik yang alami maupun disengaja (Braden, 2002). Ancaman ini juga tercantum dalam Buku Putih Pertahanan Indonesia (Kemenhan, 2015)

## F. Pelayanan Kesehatan pada Kondisi KKM

Pelayanan kesehatan pada kondisi KKM memberikan tantangan yang berat pada sistem kesehatan di wilayah terdampak, KKM sebagian besar memberikan dampak signifikan pada bidang politik, ekonomi, keamanan, dan kesehatan di seluruh dunia dan mempengaruhi sistem dan layanan kesehatan di masing-masing negara. (CDC, 2018)

Beberapa pertemuan massal yang memicu KKM antara lain tragedi Mina pada 14 Juli 1990 yang menewaskan 1.426 jemaah pada waktu dan tempat yang sama, yang terjadi kembali pada 13 April 1991 dengan 649 jemaah meninggal, dan pada 24 September 2015 dengan lebih dari 769 jemaah meninggal serta 934 lainnya terluka di Mina. Wabah meningitis meningokokus pada jemaah haji tahun 1987 dan 1990 menimbulkan ribuan kasus dengan kematian berkisar antara 500 hingga 750 jemaah. Stress fisik yang ekstrem seperti paparan sinar matahari, panas ( $37^{\circ}\text{C}$  pada siang hari dan  $20^{\circ}\text{C}$  pada malam hari), rasa haus, berdesakan, tanjakan curam dan kemacetan lalu lintas dalam jangka waktu yang lama (40 hari per jamaah selama musim haji 70 hari) meningkatkan risiko kesehatan (Pane, 2013). Prosesi haji dan ritualnya menuntut kekuatan fisik, yang dapat menimbulkan risiko kesehatan dan kematian. (Pane, 2019), termasuk perubahan iklim yang ekstrim (Pane, 2013).

Peristiwa lainnya yang menyebabkan korban jiwa termasuk ritual Kumbh Mela pada tahun 2013 dan 2015, serta perayaan Tahun Baru di Shanghai pada 31 Desember 2014. KKM yang berkaitan dengan olahraga dan musik juga kerap terjadi, seperti tragedi Kanjuruhan yang menewaskan 131 orang, tragedi kerumunan di Itaewon, Korea Selatan, saat perayaan Halloween yang menewaskan 159 orang dan melukai 196 lainnya, serta tragedi Brexit saat arus mudik Lebaran 2016, penembakan massal, dan bom bunuh diri di Teater Bataclan, Paris, pada 13 November 2015 merupakan bentuk KKM akibat pengumpulan massa (*mass gathering*) (WHO, 2015). Selain wabah, perang, dan bencana, kegagalan seperti kecelakaan nuklir di Fukushima dan Chernobyl menyebabkan kematian serta penyakit jangka panjang akibat radiasi nuklir, dengan area sekitar reaktor yang sangat terkontaminasi oleh isotop radioaktif sehingga tidak aman untuk dihuni merupakan salah satu bentuk KKM, juga berbagai

kecelakaan transportasi seperti pesawat, helikopter, kapal laut, kapal selam, dan kendaraan lainnya yang mengakibatkan hampir semua penumpang meninggal dan melibatkan skala kecelakaan melebihi kapasitas sistem kesehatan normal dan membutuhkan respons serta koordinasi cepat, dapat dikategorikan sebagai KKM.

Kondisi kedaruratan kesehatan masyarakat menyebabkan gangguan pada sistem kesehatan dan berdampak pada pelayanan dan fasilitas kesehatan (Pane & Windyaningsih, 2020). Rumah Sakit kerap ditemukan rusak dan tidak dapat berfungsi dengan baik, sementara tenaga kesehatan serta keluarganya juga turut menjadi korban, infrastruktur yang buruk, terbatasnya tenaga kesehatan terlatih, kekurangan peralatan dan obat-obatan yang akut merupakan faktor-faktor yang menghambat pengendalian penyakit (Pane, 2018) pada kondisi KKM.

Disamping infrastruktur sarana layanan kesehatan, aksesibilitas, yaitu terjangkau atau tidaknya infrastruktur kesehatan oleh masyarakat sangat dibutuhkan saat KKM. (Qurnaini, 2023). Logistik kesehatan, termasuk obat-obatan, vaksin, dan peralatan medis, sering kali rusak sehingga program kesehatan terhenti. Selama pandemi COVID-19, banyak yang menjadi korban, baik yang terinfeksi maupun yang meninggal, sehingga memengaruhi ketersediaan tenaga kesehatan di daerah. Sementara kinerja pelayanan kesehatan juga tergantung dengan kinerja tenaga kesehatan yang mencerminkan mutu pelayanan kesehatan (Nasution, 2023) Akses masyarakat terhadap layanan kesehatan juga terhambat karena terbatasnya tempat tidur isolasi dan kekhawatiran masyarakat untuk mengunjungi fasilitas kesehatan.

Peningkatan insiden dan prevalensi penyakit menular dan tidak menular hampir selalu terjadi dalam kondisi KKM,

perubahan kondisi lingkungan dan gangguan pada sistem kesehatan yang menghambat program serta layanan kesehatan menyebabkan peningkatan insiden dan prevalensi tersebut. (Wahidin, 2023) Oleh karena itu, diperlukan manajemen kesehatan darurat yang efektif dan efisien untuk menangani penyakit menular dan tidak menular. Upaya penanggulangan penyakit mencakup pencegahan, pengendalian, penanganan, serta pemberantasan penyakit dan dampaknya. (UU No. 17 Tahun 2023, 2023)

Tujuan utama dari penanggulangan penyakit dalam kondisi darurat adalah mencegah timbulnya penyakit beserta dampaknya, menangani penyakit sesuai dengan standar yang berlaku, mengurangi angka morbiditas dan mortalitas, serta meminimalkan dampak sosial dan ekonomi akibat penyakit tersebut. Beberapa penyakit menular yang mungkin terjadi pada kondisi KKM, antara lain Diare, ISPA, Influenza, Scabies, Pneumonia dll. Penyakit menular ini memberikan tantangan kesehatan masyarakat yang signifikan terutama terhadap kematian anak antara 19–21% di negara berpenghasilan rendah (Purnama, 2024), beberapa penelitian menunjukkan terjadi kenaikan kasus diare dari 1,76–4,1 kali pada kondisi bencana (Prayitno & Pane, 2024). Selain itu, beberapa penyakit tidak menular yang harus menjadi perhatian pada kondisi bencana antara lain: Hipertensi, Diabetes, Stroke dan lain lain.

Pada bidang kesehatan fokus utama pada upaya kesiapan (*preparedness*) untuk meminimasi jumlah korban sakit, cidera, cacat dan meninggal pada setiap KKM dan ketahanan (*resilience*) sistem kesehatan untuk menghadapi KKM. Karena itu, pengurangan risiko harus menjadi prioritas nasional dengan dukungan kelembagaan yang kuat. Upaya untuk menurunkan risiko dimulai dari memetakan risiko termasuk kelompok rentan,

mitigasi faktor risiko internal dan eksternal, membuat skema, prediksi dan estimasi kerusakan dan disruptsi.

Terminologi KKM di setiap negara memiliki perspektif berbeda, di Indonesia berdasarkan Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana di Indonesia, seluruh kondisi KKM dapat dikategorikan ke dalam tiga jenis bencana, yaitu Bencana Alam, Non alam dan Sosial.

Manajemen penanggulangan kedaruratan masyarakat sebagai bagian dari bencana mengacu pada Sendai *Framework for Disaster Risk Reduction* (2015–2030) sebagai kerangka kerja internasional utama yang dikeluarkan PBB setelah Hyogo *Framework for Action* (2005–2015), dengan tujuan utama “mencapai pengurangan substansial kerugian bencana di seluruh dunia”. Berbeda dengan Hyogo framework yang berfokus pada “Action” ketika KKM terjadi (UN, 2005) Sendai framework fokus pada upaya mengurangi risiko yang terjadi pada KKM (DRR, 2015). Teknologi inovatif dalam sistem informasi dan komunikasi manajemen bencana, mencakup jaringan, konfigurasi, penjadwalan, dan manajemen selama respon bencana dan pemulihan (Pane, Isturini, 2018) sangat dibutuhkan untuk dibangun sebelum bencana terjadi, terutama untuk mengurangi risiko secepat mungkin pada saat bencana terjadi.

Perkembangan riset di bidang KKM juga mengikuti *framework* internasional tersebut, jika sebelumnya riset untuk KKM di arahkan pada respons ketika kedaruratan terjadi, maka sejak 2015 perkembangan riset diarahkan pada upaya mitigasi dan mengurangi risiko pada setiap KKM, misi utama adalah menurunkan risiko kematian, kecacatan dan sakit berat ketika KKM terjadi termasuk memberikan kualitas kesehatan lebih baik pada kelompok rentan dan kelompok berisiko.

Riset juga mencakup berbagai model dan skenario ketika dan pasca KKM terjadi, pada penanggulangan penyakit terkadang menjadi sulit dibedakan antara riset pada kondisi normal ketika KKM belum terjadi dengan persiapan atau kesiapsiagaan (*preparedness*) sebelum KKM dan bencana terjadi. Dalam kurun waktu satu dekade terakhir sudah cukup banyak fokus riset pada pra KKM walaupun tidak sedikit juga riset yang diarahkan pada pengendalian penyakit saat dan pasca KKM, keduanya saling melengkapi dan tidak harus dipertentangkan.



## V. KESIMPULAN

*Contact Tracing* merupakan praktik standar dalam penanggulangan penyakit. Melakukan *contact tracing* pada kondisi kedaruratan kesehatan masyarakat terutama pada kondisi pandemi merupakan tantangan tersendiri yang membutuhkan formulasi khusus dalam membuat keputusan untuk pelaksanaannya. Melalui formulasi *contact tracing*, penentu kebijakan dapat mengambil keputusan intervensi skala luas yang tepat guna dan mampu laksana.

Formulasi *contact tracing* dalam penanggulangan penyakit pada kondisi KKM dapat mengacu pada algoritma yang mencakup kapasitas dan kapabilitas sistem kesehatan dengan 2 kriteria, yaitu kriteria teknis dan kriteria manajemen. Kriteria teknis mencakup indikator-indikator epidemiologi meliputi virulensi, fatalitas dan *magnitude* serta luasan wabah. Kriteria manajemen terdiri dari unsur sumber daya manusia profesional termasuk *leadership*, anggaran, penerimaan masyarakat, aspek etis, dan dukungan dari lintas sektor/lintas program.

Formulasi kontak tracing yang diperkuat dengan pemanfaatan teknologi digital, seperti aplikasi berbasis GPS, Bluetooth, dan sistem big data telah menjadikan contact tracing dilakukan lebih cepat, efisien, dan akurat. Tetapi peran manusia tetap menjadi peran sentral untuk menapis kegagalan teknologi digital terutama pada pembuatan keputusan intervensi skala luas.

Kesadaran masyarakat untuk bersedia dan terbuka saat dilakukan *contact tracing* serta patuh saat harus karantina dan isolasi sangat membantu mempercepat penanggulangan wabah. Dukungan kebijakan dan fasilitas pemerintah juga

sangat diperlukan untuk membuat proses *contact tracing* sesuai standar yang berlaku tanpa menambah beban masyarakat yang terdampak.

Penyebaran penyakit tidak mengenal batas wilayah administratif termasuk negara. *Contact tracing* yang efektif dengan interoperabilitas data yang baik antar wilayah dan negara sangat penting untuk mencegah dan mengendalikan penyebaran penyakit menular melalui deteksi dini, kolaborasi global, pemanfaatan teknologi digital, serta perlindungan privasi dan keamanan data. Secara keseluruhan, *contact tracing* yang didukung oleh teknologi digital dan kerjasama internasional memberikan peluang besar dalam pengendalian penyakit pada keadaan darurat kesehatan masyarakat. Namun, tantangan terkait kebijakan, etika, dan implementasi teknis harus diatasi dengan bijak untuk memastikan sistem yang adil, efektif, dan dapat diakses oleh seluruh lapisan masyarakat. Dukungan regulasi secara regional dan global dibutuhkan untuk mengatasi perbedaan sosio-kultural dalam pelaksanaan *contact tracing* terutama untuk mengatasi kendala etika dan *barrier budaya*.

## VI. PENUTUP

Perang, konflik, kemiskinan, urbanisasi, perubahan iklim dan kegagalan teknologi, merupakan tantangan abad ke-21 yang menyebabkan penurunan kesehatan global dan peningkatan risiko wabah penyakit emerging dan re-emerging yang muncul kembali. Salah satu ancaman terbesar adalah munculnya penyakit baru yang bisa menular lebih cepat, lebih mematikan, atau lebih sulit diobati (Hunter, 2021). Penyakit-penyakit ini, bisa muncul secara tak terduga dan membutuhkan waktu untuk mengenali, memahami, dan mengembangkan respons yang tepat.

Respons yang dilakukan pada kondisi wabah yang luas tidak boleh dilakukan secara *excessive* (berlebihan). Kebijakan yang berlebihan akan memberi beban pada bidang ekonomi dan sosial yang berdampak pada politik suatu negara. Praktik pengendalian penyakit yang terbukti efektif dan menjadi standar pengendalian penyakit secara global adalah *contact tracing*. Tujuan utama contact tracing adalah memutus rantai penularan dan menghentikan penyebaran penyakit lebih luas melalui tindakan karantina dan isolasi serta intervensi kesehatan masyarakat (*Public Health Social Measures*) yang terukur dengan indikator yang efektif. Membangun sinergitas dan koordinasi yang kuat antar entitas melalui contact tracing yang efektif sangat penting dalam penanggulangan KKM untuk respons yang cepat dan terintegrasi.

Dengan perkembangan teknologi *contact tracing* juga bertransformasi melalui penggunaan berbagai teknologi digital. Penggunaan teknologi digital pada *Contact tracing* untuk memutus penyebaran penyakit menular juga dapat menimbulkan

masalah terkait dengan privasi dan keamanan data pribadi. Kebutuhan untuk mengumpulkan dan berbagi data dalam jumlah besar kerap menimbulkan risiko pelanggaran privasi. Hal ini dapat mengurangi kepercayaan publik terhadap sistem kesehatan dan memperlambat respons terhadap wabah.

Salah satu tantangan utama dalam *contact tracing* untuk pengendalian penyakit adalah menjaga keamanan data dan melindungi privasi individu. Dalam situasi darurat kesehatan masyarakat, informasi mengenai kontak dan perjalanan individu menjadi sangat sensitif. Jika data tersebut tidak dikelola dengan baik, dapat menimbulkan risiko kebocoran atau penyalahgunaan informasi. Oleh karena itu, dalam penerapan *contact tracing* berbasis teknologi sangat penting untuk memastikan data yang dikumpulkan, seperti lokasi atau interaksi sosial, terlindungi dengan tingkat keamanan yang tinggi. Data ini harus dienkripsi dan disimpan secara anonim untuk menghindari penyalahgunaan.

Dalam kondisi kedaruratan kesehatan masyarakat mobilisasi sumber daya yang cepat dan besar untuk *contact tracing*, termasuk tenaga kesehatan, alat pelindung diri, dan sistem komunikasi yang efisien. Salah satu tantangan utamanya adalah bagaimana memanfaatkan teknologi secara optimal meski dengan keterbatasan sumber daya manusia dan logistik. Penguatan sistem kesehatan yang tangguh dan berkelanjutan sangat penting untuk menghadapi berbagai kedaruratan kesehatan masyarakat secara efektif melalui deteksi dini, respons cepat, dan koordinasi yang baik dalam pelaksanaan *contact tracing*.

Penerapan *contact tracing* berbasis teknologi digital juga dihadapkan pada tantangan terkait kepercayaan publik. Oleh karena itu, pengelolaan data yang transparan, aman, dan berlandaskan pada prinsip-prinsip etika sangat penting untuk memastikan keberhasilan *contact tracing* dan memperoleh

dukungan dari masyarakat. Selain itu, penguatan sistem kesehatan masyarakat, termasuk pelatihan petugas kesehatan dan penyediaan infrastruktur yang memadai serta pemahaman peran semua *stakeholder* terkait mempermudah dan memperkuat efektivitas *contact tracing*.

Pentingnya interoperabilitas antar aplikasi, baik di tingkat nasional maupun internasional, harus ditingkatkan karena wabah penyakit tidak mengenal batas negara. Kerjasama global dalam berbagi data dan informasi menjadi kunci dalam mempercepat respons terhadap penyebaran penyakit dan mengurangi dampaknya terhadap kesehatan masyarakat.

Riset dan inovasi sangat diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi penanggulangan penyakit. Teknologi terus berkembang untuk mengejar kemampuan patogen dan beradaptasi dengan berbagai faktor yang dapat memicu wabah besar di masa depan. Seiring dengan itu, teknologi *contact tracing* juga harus terus berkembang agar dapat menanggulangi penyakit dalam kondisi darurat kesehatan masyarakat di masa depan. Harmonisasi regulasi dan peningkatan peran peneliti dalam pembuatan kebijakan regional serta internasional sangat penting untuk memperkuat *contact tracing* dan respons terhadap KKM secara global.

Ancaman penyakit yang melintasi batas negara memerlukan koordinasi internasional dan interoperabilitas data yang efektif dalam pelaksanaan *contact tracing*. Setiap negara memiliki kebijakan dan regulasi yang berbeda, sehingga perlu ada kesepakatan internasional mengenai pedoman dan protokol yang efektif dalam penanggulangan penyakit.

Tantangan dimasa depan terkait manajemen penanggulangan wabah membuat *contact tracing* memiliki potensi besar untuk mengendalikan penyebaran penyakit menular, didukung oleh

kemajuan teknologi yang terus berkembang dan kerja sama global yang lebih erat. Namun, tantangan terkait privasi, keterbatasan sumber daya, ketidaksetaraan akses, dan masalah kepercayaan publik harus diatasi dengan cermat agar sistem ini dapat berfungsi dengan baik. Pendekatan yang inklusif, transparan, dan berbasis bukti ilmiah sangat penting untuk memastikan keberhasilan *contact tracing* di masa depan. Mendorong lembaga riset dan inovasi nasional dalam mengembangkan teknologi *contact tracing* yang efektif merupakan langkah strategis dalam penanggulangan penyakit dan peningkatan ketahanan kesehatan masyarakat.

Formulasi *contact tracing* merupakan langkah awal dalam perumusan model pelaksanaan *contact tracing* skala luas, formula ini dapat dikembangkan secara dinamis untuk upaya pengendalian penyakit dimasa depan. Fleksibilitas formulasi ini memudahkan adaptasi model ini pada konteks dan kondisi yang berbeda. Fleksibilitas dibutuhkan pada disparitas antar dan inter negara dengan kapasitas yang berbeda. Aspek teknis mungkin dapat diukur secara global, tetapi aspek manajerial memiliki tantangan tersendiri.

Dengan riset, teknologi dan inovasi sebagai dasar kebijakan, diharapkan formulasi *contact tracing* dalam penanggulangan penyakit menjadi lebih efektif, efisien dan mampu melindungi sebanyak mungkin masyarakat dari risiko kesakitan, kematian dan kecacatan akibat wabah penyakit. Kepemimpinan (*Leadership*), anggaran dan penerimaan masyarakat serta dukungan lintas program dan lintas sektor melibatkan BNPB, Kementerian Kesehatan, Kementerian Dalam Negeri dan *stakeholder* lainnya dalam model multihelix yang melibatkan pemerintah, akademisi, Pelaku usaha, Komunitas, Media dan seluruh lapisan masyarakat menjadi faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan *contact tracing*.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Presiden Republik Indonesia, Bapak Prabowo Subianto dan Presiden RI ke-7 Joko Widodo atas amanat dan penugasan saya sebagai peneliti ahli utama di BRIN.

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala BRIN, Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc dan Wakil Kepala BRIN periode 2023-2025, Prof. Dr.Ir. Amarulla Octavian, M.Sc., DESD., ASEAN.Eng., Deputi Bidang Sumber Daya Manusia Iptek Prof. Dr. Edy Giri Rachman Putra, Ph.D. yang telah mengizinkan saya melakukan orasi ini ; Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar, MSCE., Ph.D.; Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Ir. Zainal Arifin, M.Sc.; Tim Penelaah Naskah Orasi Ilmiah Prof. Dr. Dede Anwar Musadad, SKM, M.Kes; Prof. Dr. Ekowati Rahajeng, SKM, M. Kes., dan Prof. Dr. Cicilia Windiyaningsih SMIP, SKM, M.Kes., Sekretaris Utama BRIN, Nur Tri Aries Suestiningtyas, S.IP., M.A., Kepala BOSDM BRIN, Ratih Retno Wulandari, S.Sos., M.Si; Kepala Organisasi Riset Kesehatan: Prof. Dr. drh. NLP Indi Dharmayanti, MSI.; Kepala Pusat Riset Kesehatan Masyarakat dan Gizi, Dr. Wahyu Pudji Nugraheni, SKM, M.Kes.; dan sekretariat pelaksana Penelaah Internal Tingkat OR Kesehatan: Prof. Dr. Dede Anwar Musadad, SKM, M.Kes dan Prof. Sunarno, S.Kep, M.Si, Dr. Marissa Angelina, M.Farm dan tim.

Ucapan terima kasih paling khusus untuk keluarga besar yang telah memberikan dukungan luar biasa dan tak terhingga lahir dan batin. Untuk kedua orang tua H. Pardamean Pane dan

Hj. Farida Silalahi, terima kasih telah melahirkan, merawat, membesarkan dan mendidik dengan penuh kasih sayang, memberikan pembelajaran tentang kesabaran, kegigihan dan ketangguhan serta senantiasa mendoakan di setiap langkah hidup kami. Kepada adik-adik saya Meriana Pane, S.Pd, M.Pd dan suami Dr. Fauzi, M.Pd, adik laki-laki saya Sutan Firdaus Pane, S.Pd, M.Sc dan istri dr.Dila Siti Hamidah, Sp.Rad, dan adik bungsu Desi Nauli Rizky, SKM yang selama ini memberikan dukungan dan dorongan terhadap keinginan dan cita-cita saya.

Terima kasih teruntuk suami tercinta, Ary Dwi Wahyudi dan ketiga anak kami tersayang, M Aulia Rahman, Alifa Anindya dan suami M. Raditya Hafiz serta cucu tergemas Shafiyah Alena, juga anak bungsu kami Sarah Humaira yang mendukung, membantu, mendampingi, menghibur dan memberi semangat selama ini dalam keadaan suka dan duka.

Akhir kata, terima kasih juga untuk Panitia Pelaksana Pengukuhan Profesor Riset, seluruh undangan dan hadirin (*offline* maupun *online*) serta semua pihak yang sudah berkontribusi. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat, Keberuntungan dan Keberkahan-Nya untuk kita semua. Mohon maaf jika saya ada kesalahan. Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan petunjuknya kepada kita semua. Terima kasih dan salam sehat.

*Wabillaahittaufiq wal hidayah.*

*Wassalaamualaikum wa rahmatullaahi wa barakaatuh.*

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, N., **Pane, M.**, & Aritonang, S. (2022). Analysis of The Early Warning Alert and Response System to Anticipate an Outbreak in Indonesia. *Journal of Advanced Research in Defense*, 1, 53–64.
- Ambarita, E., **Pane, M.**, Nababan, D., & Silitonga, E. (2022). Faktor Faktor yang Memengaruhi Pemanfaatan Buku Kesehatan Ibu dan Anak (KIA) oleh Ibu Hamil yang Mempunyai Balita di Puskesmas Saitnihuta Kabupaten Humbang Hasundutan tahun 2021. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, Vol 7 No. 2.
- Andayani, R., **Pane, M.**, Sipayung, R., Mutiara, U. S., & Keywords, I. (2023). The Effect of Interpersonal Communication with Patient Satisfaction at the Pulo Brayan Health Center Dental Poly in 2023. In *Informatika dan Sains* (Vol. 13, Issue 02). <http://ejournal.seaninstitute.or.id/index.php/InfoSains>
- Aquino, C. C., **Pane, M.**, Harianja, E., Nababan, D., & Bancin, D. (2022). Analysis Of The Quality Of Health Services With The Level Of Patient Satisfaction In The Dental Polyclinic And Mouth Of Bhayangkara Hospital TK II Medan In 2021. In *Journal of Healthcare Technology and Medicine* (Vol. 7, Issue 2).
- Bukhari, Muslim, Hadist Riwayat No. 5728 dan 2218
- Baedowi, A., **Pane, M.**, Ginting, D., Tarigan. Frida, & Sinaga, J. (2022). Evaluasi Standar Promosi kesehatan RSU Haji Medan. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*.
- Brandt, A. M. (2022). *The History of Contact Tracing and the Future of Public Health*. American Journal of Public Health, 112(8), 1097–1099. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2022.306949>
- Brennan Braden, J. (2002). *Preparing and Responding to Bioterrorism Introduction to Bioterrorism Developed by Instructor's Manual : Information for the Public Health Workforce*. nwcphp.org/bttrain/

Carmo, E. H. (2020). *Public health emergencies: brief history, concepts, and applications*. Saude Em Debate, 44(spe2), 9–19. <https://doi.org/10.1590/0103-11042020e201i>

Carozzi Edward Pinchbeck Luca Repetto, F., Ager, P., Becker, A., Benatia, D., Casas, A., Cervellati, M., Curci, F., de Moragas, A.-I., Fort, M., Graetz, G., Grujovic, A., Worm Hansen, C., Haushofer, J., Martinez, L., Moretti, E., Nunn, N., Onorato, M., Overman, H., Ponzetto, G., ... Carozzi, F. (2023). *Scars of war: The legacy of WWI deaths on civic capital and combat motivation*. www. Visionof Britain.org.uk

CDC. (2018). *Public Health Emergency Preparedness and Response Capabilities: National Standards for State, Local, Tribal, and Territorial Public Health*—October 2018.

Windyaningsih, C, dan **Pane, M** (2022). *Laporan Pelaksanaan Contact Tracing, Sub bid Tracing, Satgas Nasional Penanganan COVID-19 tahun 2022*.

Cohen-Almagor, R., & Haber, E. (2023). *Tracking and Tracing in Israel during COVID-19 Balancing between the Need to Protect Public Health and Individual Right to Privacy*. Israel Studies Review, 38(3), 29–50. <https://doi.org/10.3167/isr.2023.380304>

Damanik, H. M., **Pane, M.**, et al, Crie Handini, M., Ketaren, O., & Sinaga, J. (2023). Kejadian Stunting dan Faktor Risiko (Studi Kasus Kontrol pada Anak Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Simarmata Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir Tahun 2022). *Jurnal Ners*, 7. <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/ners>

David J Sencer. (2020). *Contact Tracing*. [https://youtu.be/f0Q0yA\\_jJ2U](https://youtu.be/f0Q0yA_jJ2U)

Agustin, D., Aritonang, S., **Pane, M.**, & Persenjataan, T. (2019). *Analysis of The Ministry of Health's Surveillance System in Anticipating Attacks by Biological Weapons in the Context of National Defense*. Jurnal Teknologi Persenjataan, Vol 1 No 2.

European CDC. (2020). *Contact tracing: public health management of persons, including healthcare workers, having had contact with COVID-19 cases in the European*.

Ferretti, L., Wymant, C., Kendall, M., Zhao, L., Nurtay, A., Abeler-Dörner, L., Parker, M., Bonsall, D., & Fraser, C. (2020). *Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing*. Science, 368(6491). <https://doi.org/10.1126/science.abb6936>

Groombridge, B., WCMC, IUCN, UNEP, WWF, WRI, & The Natural History Musem. (1990). *Global Biodiversity; Status of The Earth's Living Resources*.

Hossain, A. D., Jarolimova, J., Elnaiem, A., Huang, C. X., Richterman, A., & Ivers, L. C. (2022). *Effectiveness of contact tracing in the control of infectious diseases: a systematic review*. The Lancet. Public Health, 7(3), e259–e273. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(22\)0000 1-9](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(22)0000 1-9)

Huigang, L., Xiaowei, X., Cui, H., Haixia, M., & Zhiming, Y. (2020). *A brief history of the development of infectious disease prevention, control, and biosafety programs in China*. Journal of Biosafety and Biosecurity, 2(1), 23–26. <https://doi.org/10.1016/j.jobb.2019.10.002>

Hunter, D. J. (2021). *The Complementarity of Public Health and Medicine — Achieving “the Highest Attainable Standard of Health.”* New England Journal of Medicine, 385(6), 481–484. <https://doi.org/10.1056/nejmp2102550>

Imara, Pane, M., & Aritonang, S. (2020). *Strategic Analysis Combating Anthrax as a Biological Weapon Threat*. Jurnal Industri Pertahanan, Vol 1 No 2, 2020.

- Jaya Hulu, P., **Pane, M.**, Ester Sitorus, M. J., Manurung, K., Sinaga, J., Masyarakat, K., & Sari Mutiara Indonesia, U. (2022). Analysis of drug user compliance in tuberculosis patients on therapy successsat puskesmas Medan Deli Medan City year 2022. In *Science Midwifery* (Vol. 10, Issue 5). Online. [www.midwifery.iocspublisher.org](http://www.midwifery.iocspublisher.org) Jour nal homepage: [www.midwifery.iocspublisher.org](http://www.midwifery.iocspublisher.org)
- Kemenhan RI. (2015). *Buku Putih Pertahanan Indonesia*. Ditjend Strahan, Kemenhan RI. <https://www.kemhan.go.id/wp-content/uploads/2022/08/BUKU-PUTIH.pdf>
- Ketaren, O., Lina, F., Tarigan, B., & **Pane, M.** (2022). *Pelaksanaan Pemberdayaan Masyarakat Dalam Penanggulangan Penyakit Diabetes Melitus Pada Lansia Di Jemaat GBKP Polonia Medan*. In Jurnal Abdimas Mutiara (Vol. 3, Issue 2).
- Rochadi, K., Ester Sitorus, M. J., Nababan, D., Martalena Silitonga, E., & **Pane, M.** (2022). Determinan Stress pada Dokter yang Menangani Pasien COVID-19 di RS Murni Teguh. *PREPOTIF,Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(1).
- Kılıç, O. (2022). *Pandemics Throughout History and Their Effects on Society Life*. <https://doi.org/10.53478/TUBA.2020.073>
- Kong, Y., & **Pane, M.** (2016). *Mass vaccination and additional health measures in 2009: a preliminary analysis of the effects on Indonesian Hajj pilgrims*.
- Kumalasari, I., Amin, M., & **Pane, M.** (2024). Health Risk Assessment of Pesticide Exposure In Farmers Around Rice Farming Area in Ogan Ilir Regency. *The Indonesian Journal of Public Health*, 19(1), 118. <https://doi.org/10.20473/Ijph.v19i1.2023.118-131>
- Lestari, U., **Pane, M.**, Ester, M., Sitorus, J., Nababan, D., & Arwina, H. (2021). Perilaku Merokok Pada Siswa Laki-Laki Kelas XI Jurusan TKR SMK Sinar Husni Medan Tahun 2020. In *Journal of Healthcare Technology and Medicine* (Vol. 7, Issue 2).

- Liberty, I. A., Kodim, N., Sartika, R. A. D., Trihandini, I., Tjekyan, R. M. S., Zulkarnain, **Pane, M.**, Pratisthita, L. B., Tahapary, D. L., & Soewondo, P. (2021). Triglyceride/ Glucose Index (TyG Index) as a marker of glucose status conversion among reproductive-aged women in Jakarta, Indonesia: The Bogor cohort study (2011–2016). *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 15(6). <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2021.102280>
- Maemun, **Pane, M.**, Widiantari, A. D., Aliza, N., Setianingsih, T. Y., Afrina, Y., & Murtiani, F. (2022). Toxigenic Diphtheriae Profile in Children in 2017-2018. *Jurnal Profesi Medika : Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 16(2). <https://doi.org/10.33533/jpm.v16i2.4865>
- Pane, M.** dan Windyaningsih, C. (2021). *Laporan Pelaksanaan Contact Tracing, Sub bid Tracing, Satgas Nasional Penanganan COVID-19 tahun 2022*.
- Nasution, T. H., **Pane, M.**, & Purba, A. (2023). The Influence of Motivation on the Performance of Civil Servants at UPT Puskesmas Pulo Brayan in 2023 Keywords. In *Informatika dan Sains* (Vol. 13, Issue 02). <http://ejournal.seaninstitute.or.id/index.php/InfoSains>
- Nations Office for Disaster Risk Reduction, U. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030*. Oxford. (2020). *The Black Death in Asia, Europe and Africa*.
- Pane, M.** (2016). *Kemandirian Bio-Diversity Sumber Daya Genetik Biomedik dalam Mendukung Sistem Pertahanan Negara*. Universitas Pertahanan.
- Pane, M.** (2018). Capacity of Peripheral Health Units (PHU) to Manage Ebola and Other Infectious Diseases in District Of Kambia, Sierra Leone, March-April 2015. *13th IEA SEA Meeting and ICOPH-SDev*, 13.

- Pane, M.**, Chairul, & Abdullah, M. (2013). Upper Gastrointestinal Symptoms and Climate Exchange in Indonesian Hajj Pilgrims: Community Based Study, Islamic Year 1427. *The Indonesian Journal of Gastroenterology, Hepatology, and Digestive Endoscopy*.
- Pane, M.**, Hutajulu, J., Nababan, D., Br Brahmana, N., Ester Sitorus, M. J., & Sari Mutiara Indonesia Medan, U. (2022). Faktor Risiko Stunting pada Balita usia 25-36 bulan di Wilayah Kerja PKM Birem Bayeun, Aceh Timur. *PREPOTIF, Jurnal Kesehatan Masyarakat*.
- Pane, M.**, Imari, S., Alwi, Q., Nyoman Kandun, I., Cook, A. R., & Samaan, G. (2013). Causes of Mortality for Indonesian Hajj Pilgrims: Comparison between Routine Death Certificate and Verbal Autopsy Findings. *PLoS ONE*, 8(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073243>
- Pane, M.**, Imari, S., & Wibisono, H. (2020). *Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Covid-19 Revisi 5* (Kementerian Kesehatan RI, Ed.; 5th ed., Vol. 5, pp. 50–87). Kementerian Kesehatan RI.
- Pane, M.**, Isturini, I. A., & Wahidin, M. (2018). Penanggulangan Krisis Kesehatan di Indonesia Tahun 2016. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 28(3), 147–156. <https://doi.org/10.22435/mpk.v28i3.115>
- Pane, M.**, Kong, F. Y. M., Purnama, T. B., Glass, K., Imari, S., Samaan, G., & Oshitani, H. (2019). Indonesian Hajj cohorts and mortality in Saudi Arabia from 2004 to 2011. *Journal of Epidemiology and Global Health*, 9(1), 11–18. <https://doi.org/10.2991/jegh.k.181231.001>
- Pane, M.**, Maemun, S., & Bautista, P. (2018). Factors influencing HIV group counseling participation at a referral hospital in Jakarta, Indonesia. *HSJI, NIH RD, MoH*, 9(1). <https://doi.org/10.22435/hiji.v9i1.479>

- Pane, M., & Prayitno, L.** (2020). Indonesian Nursing Workforce on the Era of ASEAN Economic Community. *Springer Nature, Atlantis Press*. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.200215.003>
- Pane, M.**, Purnama, T. B., Sulasmri, S., Rahman, M. A., Maemun, S., Pandita, H., Tenrisau, M. D., & Sittimart, M. (2024). Improvement of the Surveillance Protocols After Experiencing a Pseudo-Epidemic After 2018 Central Sulawesi Earthquake in Indonesia. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 18, e216. <https://doi.org/10.1017/dmp.2024.111>
- Pane, M.**, Rahman, M. A., Maemun, S., & Purnama, T. B. (2023). Successful COVID-19 Contact Tracing of Crew from Two Cargo Ships at the Morowali Seaport, Indonesia. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 17(4). <https://doi.org/10.1017/dmp.2023.88>
- Pane, M.**, Sianturi, E. I., Kong, Y. M. F., Bautista, P., Herlina, & Taxis, K. (2018). Factors associated with regular counselling attendance of HIV outpatients of a national referral hospital in Jakarta, Indonesia: A cross sectional study. *BMC Public Health*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5924-5>
- Pane, M.**, Sulasmri, S., Sariwati, E., Kong, F., & Rahman, A. (2022). Diphtheria Outbreaks in Indonesia 2017 Prevention for Asian Games and Asian Para Games Events. *Springer Nature, Atlantis Press*. [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-112-8\\_62](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-112-8_62)
- Pane, M.**, Wandra, T., Weaver, E., Windyaningsih, C., Herlina, & Samaan, G. (2014). Factors that influence adherence to antiretroviral treatment in an urban population, Jakarta, Indonesia. *PLoS ONE*, 9(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107543>
- Pane, M.**, Wibisono, H., Imari, S., & et al. (2022). *The ASEAN Protocol of Cross-Border Contact Tracing and Rapid Outbreak Investigation* (1st Edition). Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) 2022. <https://asean.org/book/the-asean-protocol-of-cross-border-contact-tracing-and-rapid-outbreak-investigation/>

- Pane, M., & Windyaningsih, C.** (2020). *Pedoman Teknis Surveilans Epidemiologi Dipuskesmas Dan Dinas Kesehatan Dalam Pengendalian Pandemi Covid-19* (Kementerian Kesehatan RI, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Kemenkes RI.
- Pane, M., & YM Kong.** (2016a). Mass vaccination and additional health measures in 2009: a preliminary analysis of the effects on Indonesian Hajj pilgrims. In ECCMID (Ed.), *European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases 2016 (ECCMID)*. ECCMID.
- Pane, M., & YM Kong.** (2016b). MERS corona virus screening in returning Indonesian Umrah pilgrims 2014-2015. In European Congress of Clinical Microbiology (Ed.), *European Congress of Clinical Microbiology*. European Congress of Clinical Microbiology.
- PMK 75, Pub. L. No. PMK 75/2019, Kemenkes RI (2019).
- Purba, I., **Pane, M.**, & Sitorus, M. (2020). Upaya Pemberdayaan siswa untuk meningkatkan kesehatan reproduksi di MTs Khoirotul Islamiah Pematang Siantar. *Jurnal Abdimas Mutiara*. <https://ejournal.sari-mutiara.ac.id/index.php/JAM>
- Purnama, T. B., Wagatsuma, K., **Pane, M.**, & Saito, R. (2024). Effects of the Local Environment and Nutritional Status on the Incidence of Acute Respiratory Infections Among Children Under 5 Years Old in Indonesia. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*. <https://doi.org/10.3961/jpmph.24.246>
- Qurnaini Mz, M., **Pane, M.**, Hutajulu, J., Lina Tarigan, F., Ginting, D., Studi Magister Kesehatan Masyarakat, P., Pascasarjana, D., Sari Mutiara Indonesia, U., & Author, C. (2023). Analisis Kesiapan RS Bhayangkara TK II Medan terhadap Pelaksanaan Kelas Rawat Inap Standar (KRIS). *Jurnal Kesehatan Tambusai*, Vol 4, No 2, 1893–1911.

- Roma Putra Nasution, D., Alyakin Dachi, R., **Pane, M.**, Ginting, D., Nababan, D., Arwina Bangun, H., Priajaya Warouw, S., & Studi Magister Kesehatan Masyarakat Direktorat Pascasarjana, P. (2023). Faktor yang Berhubungan dengan Prilaku Ibu Hamil dalam melakukan Kunjungan Antenatal Care di wilayah kerja Puskesmas Tj Botung, Kab Padang Lawas tahun 2023. *Jurnal Ners*, 7, 1413–1426. <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/ners>
- Rose, D. A., Murthy, S., Brooks, J., & Bryant, J. (2017). The Evolution of Public Health Emergency Management as a Field of Practice. *American Journal of Public Health*, 107(S2), S126–S133. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2017.303947>
- Shedlock, K. M., & Pakiser, L. C. (2000). *Earthquakes*.
- Sianturi, E. I., Latifah, E., **Pane, M.**, Perwitasari, D. A., Satibi, Kristina, S. A., Hastuti, E. B., Pavlovich, J., & Taxis, K. (2022). Knowledge, empathy, and willingness to counsel patients with HIV among Indonesian pharmacists: a national survey of stigma. *AIDS Care - Psychological and Socio-Medical Aspects of AIDS/HIV*, 34(1), 21–28. <https://doi.org/10.1080/09540121.2021.1883506>
- Simanjuntak, N., **Pane, M.**, Nababan, D., Sitorus, M., & Warouw, S. P. (2024). Determinan Stress Perawat RSUD Dolok Sanggul tahun 2023. *PREPOTIF Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(3).<https://doi.org/https://doi.org/10.31004/prepotif.v8i3.36249>
- Sitorus, G. T., **Pane, M.**, Sirait, A., Nababan, D., & Sembiring, N. (2023). Risk Factors for Stunting in Children aged 24 - 59 Months, in Tukka Dolok, Districts of Pakkat, Humbang Hasundutan, Indonesia. *Epidemiological Journal of Indonesia (EJI)*, 2(1), 7–12.
- Slamet, Subuh, M., **Pane, M.**, & et al. (2016). Grand Desain Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) 2025. *Kemenkes RI*, 1. <https://repository.kemkes.go.id/book/353>

- Tawde, P. P., Choudhari, S. G., & Gaidhane, A. (2024). Alice Hamilton: A Legacy of Advancing Occupational Health and Safety Standards. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.70218>
- Purnama TB, Wagatsuma K, **Pane, M.** Saito R, (2025). Geographical Variation in community-acquired pneumonia prevalence during the 19 pandemic in northern Sumatera, Indonesia. *Discover Public Health*, 22 (1), 156
- Tobing, M., **Pane, M.**, et al, Harianja, E., Kesehatan Masyarakat, M., Pascasarjana, D., & Sari Mutiara Indonesia, U. (2021). Pola Asuh Ibu dengan Kejadian Stunting pada Anak usia 25-59 bulan di wilayah kerja Puskesmas Kelurahan Sekupang Kota Batam. *PREPOTIF Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(1).
- United Nations. (2005). *Hyogo Framework for Action 2005 - 2015; Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*.
- UU No 17 Tahun 2023, Pub. L. No. 17, Kemenkes RI (2023).
- Vögele, J., Rittershaus, L., & Schuler, K. (2021). Epidemics and pandemics – The historical perspective. Introduction. *Historical Social Research*, 33, 7–33. <https://doi.org/10.12759/hsr.suppl.33.2021.7-33>
- Wahidin, M., Achadi, A., Besral, B., Kosen, S., Nadjib, M., Nurwahyuni, A., Ronoatmodjo, S., Rahajeng, E., **Pane, M.**, & Kusuma, D. (2024). Projection of diabetes morbidity and mortality till 2045 in Indonesia based on risk factors and NCD prevention and control programs. *Scientific Reports, Nature*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54563-2>
- Wahidin, M., **Pane, M.**, & Angkasawati, T. J. (2022). Prevention Measures of COVID-19 in Prisons in Indonesia. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 34(5), 573–575. <https://doi.org/10.1177/10105395221088654>

- Wahidin, M., **Pane, M.**, Purnama, T. B., Maemun, S., & Egawa, S. (2023). Health System Disruption at the Primary Health Center Level Affected by Earthquake, Tsunami, and Liquefaction in 3 Districts of Central Sulawesi, Indonesia. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 17(1). <https://doi.org/10.1017/dmp.2021.368>
- WHO. (2005). *International Health Regulation, Rev 2005*.
- WHO. (2015). *Public health for mass gatherings : key considerations*. World Health Organization.
- WHO. (2020). *Contact tracing in the context of COVID-19*.
- WHO. (2021). *Contact tracing in the context of COVID-19 ver.3*.
- WHO. (2023). *Public health emergencies: preparedness and response Report by the Director-General*.
- WHO. (2024). *Bacterial Priority Pathogens List, 2024*.
- WHO, PH England, & et al. (2017). *Health Emergency and Disaster Risk Management MASS GATHERINGS Presentations to Medical Centres in Mass Gatherings 5*. <http://www.epmonthly.com/features/current-features/hu-man->
- Windyaningsih, C., **Pane, M.**, Ginting, A., & Kusmedi, P. (2020). *Laporan Pelaksanaan Contact Tracing, Sub bid Tracing, Satgas Nasional Penanganan COVID-19 tahun 2020*.
- Wulandari, E., Imari, S., **Pane, M.**, & Kamal, M. (2020). Panduan Singkat Contact Tracing. *Kemenkes RI*.
- YMF Kong, & **Pane, M.** (2016). The Indonesian Hajj surveillance system: development and use. *Regional Conference on Hajj Best Practices*.
- Zendrato, N., **Pane, M.**, Nababan, D., Silitonga, E. M., Hidayat, W., Ester, M., & Sitorus, J. (2022). Pengaruh Pengendalian Internal dan Gaya Kepemimpinan terhadap Kinerja Pegawai di UPTD Puskesmas Lotu Kab Nias Utara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(1).



## DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

### Buku Internasional

1. **Pane, M.**, Wibisono, H., Imari, S., & et al. (2022). *The ASEAN Protocol of Cross-Border Contact tracing and Rapid Outbreak Investigation* (1st Edition). Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) 2022. <https://asean.org/book/the-asean-protocol-of-cross-border-contact-tracing-and-rapid-outbreak-investigation/>
2. Marie E, **Pane, M** et al, *WHO Guideline on Contact Tracing*, WHO Headquarters (2025)

### Buku Nasional

3. Slamet, Subuh, M., **Pane, M.**, & et al. (2016). Grand Desain Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) 2025. *Kemenkes RI*, 1. <https://repository/kemkes.go.id/book/353>
4. **Pane, M.**, & Windyaningsih, C. (2020). *Pedoman Teknis Surveilans Epidemiologi Dipuskesmas Dan Dinas Kesehatan Dalam Pengendalian Pandemi Covid-19*(Kementerian Kesehatan RI, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Kemenkes RI.
5. Wulandari, E., Imari, S., **Pane, M.**, & Kamal, M. (2020). Panduan Singkat *Contact Tracing*. *Kemenkes RI*.
6. Maksuk, **Pane, M.** : Pedoman Kurikulum Diploma Tiga Pengawasan Epidemiologi, Kemenkes RI (2022)

### Bagian dari Buku Nasional

7. **Pane, M.**, Imari, S., & Wibisono, H. (2020). *Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Covid-19 Revisi 5* (Kementerian Kesehatan RI, Ed.; 5th ed., Vol. 5, pp. 50–87). Kementerian Kesehatan RI.
8. **Pane, M.**, Imari, S., & Wibisono, H. (2020). *Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Covid-19 Revisi 4* (Kementerian Kesehatan RI, Ed.; 5th ed., Vol. 5, pp. 50–87). Kementerian Kesehatan RI.

## Jurnal Internasional

9. **Pane, M.**, Imari, S., Alwi, Q., Nyoman Kandun, I., Cook, A. R., & Samaan, G. (2013). Causes of Mortality for Indonesian Hajj Pilgrims: Comparison between Routine Death Certificate and Verbal Autopsy Findings. *PLoS ONE*, 8(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073243>
10. **Pane, M.**, Wandra, T., Weaver, E., Windiyaningsih, C., Herlina, & Samaan, G. (2014). Factors that influence adherence to antiretroviral treatment in an urban population, Jakarta, Indonesia. *PLoS ONE*, 9(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107543>
11. **Pane, M.**, Sianturi, E. I., Kong, Y. M. F., Bautista, P., Herlina, & Taxis, K. (2018). Factors associated with regular counselling attendance of HIV outpatients of a national referral hospital in Jakarta, Indonesia: A cross sectional study. *BMC Public Health*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5924-5>
12. **Pane, M.**, Kong, F. Y. M., Purnama, T. B., Glass, K., Imari, S., Samaan, G., & Oshitani, H. (2019). Indonesian Hajj cohorts and mortality in Saudi Arabia from 2004 to 2011. *Journal of Epidemiology and Global Health*, 9(1), 11–18. <https://doi.org/10.2991/jegh.k.181231.001>
13. **Pane, M.**, Rahman, M. A., Maemun, S., & Purnama, T. B. (2023). Successful COVID-19 Contact tracing of Crew from Two Cargo Ships at the Morowali Seaport, Indonesia. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 17(4). <https://doi.org/10.1017/dmp.2023.88>

14. **Pane, M.**, Purnama, T. B., Sulasmi, S., Rahman, M. A., Maemun, S., Pandita, H., Tenrisau, M. D., & Sittimart, M. (2024). Improvement of the Surveillance Protocols After Experiencing a Pseudo-Epidemic After 2018 Central Sulawesi Earthquake in Indonesia. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 18, e216. <https://doi.org/10.1017/dmp.2024.111>
15. M Wahidin, W Riyadina, NK Aryastami, N Sitorus, **Pane, M.** Nitami, et al (2025), Digital Education to Improve Knowledge of Sugar, Salt, and Fat Consumption Among Indonesian Adolescents: A Quasi-Experimental Study, *Advances in Public Health* 2025 (1), 9969313
16. Purnama TB, Wagatsuma K, **Pane, M.** Saito R, (2025). Geographical Variation in community-acquired pneumonia prevalence during the 19 pandemic in northern Sumatera, Indonesia. *Discover Public Health*, 22 (1), 156
17. MAL Suratri, Raharni, G Putro, **Pane M.**, S Mohammad, T Ramadhani, et.al (2025), Factors Related to Stunting in Children Aged 12 to 59 Months in DIY Province during the COVID-19 Pandemic Era, *Universal Journal of Public Health* 13 (DOI: 10.13189/ujph.2025.), 575-582
18. G Putro, R Ristrini, **Pane, M.**, Sukoco, N Rahayu, R Rustika,et al (2025), Strengthening the Health System to Address the COVID-19 Surge: An Empirical Study in South Kalimantan Province, Indonesia, *International Journal of Statistics in Medical Research* 4 (2025), 237-248
19. Purnama, T. B., Wagatsuma, K., **Pane, M.**, & Saito, R. (2024). Effects of the Local Environment and Nutritional Status on the Incidence of Acute Respiratory Infections Among Children Under 5 Years Old in Indonesia. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*. <https://doi.org/10.3961/jpmph.24.246>

20. Wahidin, M., Achadi, A., Besral, B., Kosen, S., Nadjib, M., Nurwahyuni, A., Ronoatmodjo, S., Rahajeng, E., **Pane, M.**, & Kusuma, D. (2024). Projection of diabetes morbidity and mortality till 2045 in Indonesia based on risk factors and NCD prevention and control programs. *Scientific Reports, Nature*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54563-2>
21. Kumalasari, I., Amin, M., **Pane, M.** (2024). Health Risk Assessment of Pesticide Exposure In Farmers Around Rice Farming Area in Ogan Ilir Regency. *The Indonesian Journal of Public Health*, 19(1), 118. <https://doi.org/10.20473/Ijph.v19i1.2023.118-131>
22. Wahidin, M., **Pane, M.**, Purnama, T. B., Maemun, S., & Egawa, S. (2023). Health System Disruption at the Primary Health Center Level Affected by Earthquake, Tsunami, and Liquefaction in 3 Districts of Central Sulawesi, Indonesia. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 17(1). <https://doi.org/10.1017/dmp.2021.368>
23. Agustin, N., **Pane, M.**, & Aritonang, S. (2022). Analysis of The Early Warning Alert and Response System to Anticipate an Outbreak in Indonesia. *Journal of Advanced Research in Defense*, 1, 53–64.
24. Sianturi, E. I., Latifah, E., **Pane, M.**, Perwitasari, D. A., Satibi, Kristina, S. A., Hastuti, E. B., Pavlovich, J., & Taxis, K. (2022). Knowledge, empathy, and willingness to counsel patients with HIV among Indonesian pharmacists: a national survey of stigma. *AIDS Care - Psychological and Socio-Medical Aspects of AIDS/HIV*, 34(1), 21–28. <https://doi.org/10.1080/09540121.2021.188350>
25. Wahidin, M., **Pane, M.**, & Angkasawati, T. J. (2022). Prevention Measures of COVID-19 in Prisons in Indonesia. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 34(5), 573–575. <https://doi.org/10.1177/10105395221088654>

26. Liberty, I. A., Kodim, N., Sartika, R. A. D., Trihandini, I., Tjekyan, R. M. S., Zulkarnain, **Pane, M.**, Pratisthita, L. B., Tahapary, D. L., & Soewondo, P. (2021). Triglyceride/ Glucose Index (TyG Index) as a marker of glucose status conversion among reproductive-aged women in Jakarta, Indonesia: The Bogor cohort study (2011–2016). *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 15(6). <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2021.102280>

## Jurnal Nasional

27. **Pane, M.**, Chairul, & Abdullah, M. (2013). Upper Gastrointestinal Symptoms and Climate Exchange in Indonesian Hajj Pilgrims: Community Based Study, Islamic Year 1427. *The Indonesian Journal of Gastroenterology, Hepatology, and Digestive Endoscopy*.
28. **Pane, M.**, Isturini, I. A., & Wahidin, M. (2018). Penanggulangan Krisis Kesehatan di Indonesia Tahun 2016. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 28(3), 147–156. <https://doi.org/10.22435/mpk.v28i3.115>
29. **Pane, M.**, Maemun, S., & Bautista, P. (2018). Factors influencing HIV group counseling participation at a referral hospital in Jakarta, Indonesia. *HSJI, NIH RD, MoH*, 9(1). <https://doi.org/10.22435/hsji.v9i1.479>
30. Dwi Agustin, N., Aritonang, S., **Pane, M.**, & Persenjataan, T. (2019). Analysis of The Ministry of Health's Surveillance System in Anticipating Attacks by Biological Weapons in the Context of National Defense. *Jurnal Teknologi Persenjataan*, Vol 1 No 2.
31. Imara, **Pane, M.**, & Aritonang, S. (2020). Strategic Analysis Combating Anthrax as a Biological Weapon Threat. *Jurnal Industri Pertahanan*, Vol 1 No 2, 2020.

32. Purba, I., **Pane, M.**, & Sitorus, M. (2020). Upaya Pemberdayaan siswa untuk meningkatkan kesehatan reproduksi di MTs Khoirotul Islamiah Pematang Siantar. *Jurnal Abdimas Mutiara*. <https://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/JAM>
33. Lestari, U., **Pane, M.**, Ester, M., Sitorus, J., Nababan, D., & Arwina, H. (2021). Perilaku Merokok Pada Siswa Laki-Laki Kelas XI Jurusan TKR SMK Sinar Husni Medan Tahun 2020. In *Journal of Healthcare Technology and Medicine* (Vol. 7, Issue 2).
34. Maemun, **Pane, M.**, Widiantari, A. D., Aliza, N., Setianingsih, T. Y., Afrina, Y., & Murtiani, F. (2022). Toxigenic Diphtheriae Profile in Children in 2017-2018. *Jurnal Profesi Medika : Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 16(2). <https://doi.org/10.33533/jpm.v16i2.4865>
35. Ambarita, E., **Pane, M.**, Nababan, D., & Silitonga, E. (2022). Faktor Faktor yang Memengaruhi Pemanfaatan Buku Kesehatan Ibu dan Anak (KIA) oleh Ibu Hamil yang Mempunyai Balita di Puskesmas Saitnihuta Kabupaten Humbang Hasundutan tahun 2021. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, Vol 7 No.2.
36. Aquino, C. C., **Pane, M.**, Harianja, E., Nababan, D., & Bencin, D. (2022). Analysis of The Quality Of Health Services With The Level Of Patient Satisfaction In The Dental Polyclinic And Mouth of Bhayangkara Hospital TK II Medan In 2021. In *Journal of Healthcare Technology and Medicine* (Vol. 7, Issue 2).
37. Baedowi, A., **Pane, M.**, Ginting, D., Tarigan. Frida, & Sinaga, J. (2022). Evaluasi Standar Promosi kesehatan RSU Haji Medan. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*.
38. Jaya Hulu, P., **Pane, M.**, Ester Sitorus, M. J., Manurung, K., Sinaga, J., Masyarakat, K., & Sari Mutiara Indonesia, U. (2022). Analysis of drug user compliance in tuberculosis patients on

- success therapy at puskesmas Medan Deli Medan City year 2022. In *Science Midwifery* (Vol. 10, Issue 5). Online. www.midwifery.iocspublisher.org Journal home page :www.midwifery.iocspublisher.org
39. Ketaren, O., Lina, F., Tarigan, B., & **Pane, M.** (2022). Pelaksanaan Pemberdayaan Masyarakat Dalam Penanggulangan Penyakit Diabetes Melitus Pada Lansia Di Jemaat GBKP Polonia Medan. In *Jurnal Abdimas Mutiara* (Vol. 3, Issue 2).
  40. Kintoko Rochadi, R., Ester Sitorus, M. J., Nababan, D., Martalena Silitonga, E., & **Pane, M.** (2022). Determinan Stress pada Dokter yang Menangani Pasien COVID-19 di RS Murni Teguh. *PREPOTIF, Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(1).
  41. Hutajulu, J., **Pane, M** Nababan, D., Br Brahmana, N., Ester Sitorus, M. J., & Sari Mutiara Indonesia Medan, U. (2022). Faktor Risiko Stunting pada Balita usia 25-36 bulan di Wilayah Kerja PKM Birem Bayeun, Aceh Timur. *PREPOTIF, Jurnal Kesehatan Masyarakat*.
  42. Andayani, R., **Pane, M.**, Sipayung, R., Mutiara, U. S., & Keywords, I. (2023). The Effect of Interpersonal Communication with Patient Satisfaction at the Pulo Brayan Health Center Dental Poly in 2023. In *Informatika dan Sains* (Vol. 13, Issue 02). <http://ejournal.seaninstitute.or.id/index.php/InfoSains>
  43. Damanik, H. M., **Pane, M.**, et al, Crie Handini, M., Ketaren, O., & Sinaga, J. (2023). Kejadian Stunting dan Faktor Risiko (Studi Kasus Kontrol pada Anak Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Simarmata Kecamatan Simanindo Kabupaten Samosir Tahun 2022). *Jurnal Ners*, 7. <http://journal.universitas pahlawan.ac.id/index.php/ners>

44. Nasution, T. H., **Pane, M.**, & Purba, A. (2023). The Influence of Motivation on the Performance of Civil Servants at UPT Puskesmas Pulo Brayan in 2023 Keywords. In *Informatika dan Sains* (Vol. 13, Issue 02). <http://ejournal.seaninstitute.or.id/index.php/InfoSains>
45. Qurnaini Mz, M., **Pane, M.**, Hutajulu, J., Lina Tarigan, F., Ginting, D., Studi Magister Kesehatan Masyarakat, P., Pascasarjana, D., Sari Mutiara Indonesia, U., & Author, C. (2023). Analisis Kesiapan RS Bhayangkara TK II Medan terhadap Pelaksanaan Kelas Rawat Inap Standar (KRIS). *Jurnal Kesehatan Tambusai*, Vol 4, No 2, 1893–1911.
46. Roma Putra Nasution, D., Alyakin Dachi, R., **Pane, M.**, Ginting, D., Nababan, D., Arwina Bangun, H., Priajaya Warouw, S., & Studi Magister Kesehatan Masyarakat Direktorat Pascasarjana, P. (2023). Faktor yang Berhubungan dengan Prilaku Ibu Hamil dalam melakukan Kunjungan Antenatal Care di wilayah kerja Puskesmas Tj Botung, Kab Padang Lawas tahun 2023. *Jurnal Ners*, 7, 1413–1426. <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/ners>
47. Prayitno, L., **Pane, M.** (2024). Analisa Kejadian Diare dan Disentri di Kabupaten Sigi Yang Terdampak Gempa Bumi. *Pita Indonesia*, 15, 4–6.

## Prosiding Internasional

48. **Pane, M.**, & Prayitno, L. (2020). Indonesian Nursing Workforce on the Era of ASEAN Economic Community. *Springer Nature, Atlantis Press*. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.200215.003>
49. **Pane, M.**, Sulasmi, S., Sariwati, E., Kong, F., & Rahman, A. (2022). Diphtheria Outbreaks in Indonesia 2017 Prevention for Asian Games and Asian Para Games Events. *Springer Nature, Atlantis Press*. [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-112-8\\_62](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-112-8_62)

## Hak Cipta

50. Pane, M., Suratri, MA., Sulasmri.S., Bismantoko, S., et al : Program Preprocessing Data COVID-19, No. 000649822, permohonan EC00202474474 tanggal 30 Juli 2024.
51. Maksuk, **Pane, M.**, : Rancangan Naskah Akademik Kurikulum Diploma Tiga Pengawasan Epidemiologi, No. 000332451 Permohonan EC00202217086, 11 Maret 2022
52. Maksuk, **Pane, M.**, : Pedoman Kurikulum Diploma Tiga Pengawasan Epidemiologi, No. 000355880 Permohonan EC00202240238, 28 Juni 2022
53. **Pane, M.** Windyaningsih, C : Containment of COVID-19 Spread And Transmission In Indonesia, Indonesia Epidemiological Association, Nomor. 000191163 Permohonan EC00202018862, 19 Juni 2020
54. **Pane, M.** Windyaningsih, C., : Pedoman Teknis Surveilans Epidemiologi Di Puskesmas Dan Dinas Kesehatan Dalam Pengendalian Pandemi COVID-19, Nomor. 000208303 Permohonan EC00202039862 tanggal 14 Oktober 2020
55. **Pane, M.**, Putri., MNY., Tenrisau, D., Rahman,A et al., : Prediksi COVID-19 Di Indonesia oleh Tim PAEI-CDC, Nomor. 000189460, Permohonan EC00202017308, tanggal 8 Juni 2020
56. **Pane, M.** Windyaningsih,C : Pengendalian Pandemi COVID-19 Di Indonesia, Nomor. 000199155, Permohonan EC00202027924, 14 Agustus 2020



## DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

1. Windyaningsih, C., **Pane, M.**, Ginting, A., & Kusmedi, P. (2020). *Laporan Pelaksanaan Contact tracing, Sub bid Tracing, Satgas Nasional Penanganan COVID-19 tahun 2020*.
2. **Pane, M.** (2016). *Kemandirian Bio-Diversity Sumber Daya Genetik Biomedik dalam Mendukung Sistem Pertahanan Negara*. Thesis, Universitas Pertahanan.
3. **Pane, M.** (2018). Capacity of Peripheral Health Units (PHU) to Manage Ebola and Other Infectious Diseases in District Of Kambia, Sierra Leone, March-April 2015. *13th IEA SEA Meeting and ICPH-SDev*, 13.
4. **Pane, M.**, Windyaningsih, C., Ginting, A., Prihartono, K., (2022). *Laporan Pelaksanaan Contact tracing, Sub bid Tracing, Satgas Nasional Penanganan COVID-19 tahun 2022*.
5. Maksuk, **Pane, M.**, : Rancangan Naskah Akademik Kurikulum Diploma Tiga Pengawasan Epidemiologi.
6. Kong, Y., & **Pane, M.** (2016). *Mass vaccination and additional health measures in 2009: a preliminary analysis of the effects on Indonesian Hajj pilgrims*. In ECCMID (Ed.), *European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases 2016 (ECCMID)*. ECCMID.
7. **Pane, M.**, & YMF Kong. (2016b). MERS corona virus screening in returning Indonesian Umrah pilgrims 2014-2015. In European Congress of Clinical Microbiology (Ed.), *European Congress of Clinical Microbiology*. European Congress of Clinical Microbiology.
8. YMF Kong, & **Pane, M.** (2016). The Indonesian Hajj surveillance system: development and use. *Regional Conference on Hajj Best Practices*.



## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

### **A. Data Pribadi**

Nama	:	Dr. Masdalina Pane,SKM,M. Kes
Tempat / Tgl. Lahir	:	Palembang/13 Agustus 1972
Anak ke	:	1 dari 4 bersaudara
Jenis Kelamin	:	Perempuan
Nama Ayah Kandung	:	H. Pardamean Pane (alm)
Nama Ibu Kandung	:	Hj. Farida Silalahi
Nama Suami	:	Ir. Ary Dwi Wahyudi,MT, ASEAN-Eng
Jumlah Anak	:	3 orang
Nama Anak	:	M. Aulia Rahman,SE, SKM, MKM 2. Alifa Anindya, S.Tr (Stat) 3. Nr. Sarah Humaira, S.Kep.
Nama Unit	:	PR Kesehatan Masyarakat dan Gizi
Nama Organisasi	:	Organisasi Riset Kesehatan
Nama Instansi	:	Badan Riset dan Inovasi Nasional
Judul Orasi	:	<i>Contact tracing</i> untuk Penanggulangan Penyakit pada Kedaruratan Kesehatan.
Ilmu	:	Kesehatan Masyarakat
Bidang	:	Epidemiologi dan Biostatistik
Kepakaran	:	Kedaruratan Kesehatan Masyarakat
No. SK Pangkat	:	Keppres RI No. 7/K tahun 2025, tanggal 23 Mei 2025
Terakhir	:	
No. SK Peneliti Ahli Utama	:	Keppres RI Nomor 28/M Tahun 2024, tanggal 29 April 2024
Tautan Scopus	:	<a href="http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55831164800">www.scopus.com/authid/detail. uri?authorId=55831164800</a>
Tautan Google Scholar	:	<a href="https://scholar.google.co.id/citations?user=S4diHfAAAAAJ&amp;hl=id">https://scholar.google.co.id/ citations?user=S4diHfAAAAAJ&amp;hl=id</a>

## B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/ PT/Universitas	Tempat/Kota/ Negara	Tahun Lulus
1.	SD	SD Negeri 84	Palembang	1984
2.	SMP	SMP Negeri 4	Palembang	1987
3.	SMA	SMA Negeri 5	Palembang	1990
4.	D3	Akper Depkes	Palembang	1993
5.	S1	UNDIP	Semarang	1998
6.	S2	UI	Depok	2002
7.	S2	UNHAN	Sentul, Bogor	2016
8.	S3	UI	Depok	2008

## C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1.	Akta IV	IAIN Syarif Hidayatullah	1999
2.	Program Applied Approach (AA)	Universitas Negeri Padang	2002
3.	Diklat Jafung Epidemiolog Kesehatan	BBLK Ciloto	2005
4.	Epidemiological Methods Traing	IEA, Jaipur, India	2008
5.	Training of KAP Study	Asean+3, Laos	2009
6.	Diklat PIM IV	BBLK Ciloto	2010
7.	<i>Master of Training-MOT</i>	Pusdik Aparatur	2011
8.	<i>International Course on Epidemiology</i>	Edinburgh - Univ Scotland	2011
9.	Sertifikasi <i>Good Clinical Practice</i>	Komnas Etik Penelitian Kes.	2012
10.	Diklat Jafung Peneliti Tingkat Pertama	Pusdiklat LIPI Cibinong	2013

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
11.	Sertifikasi <i>Clinical Trial Methodology</i>	FK UI, Jakarta	2013
12.	<i>Advanced Health Ethics Training</i>	MERETI, Mesir	2013
13.	<i>Certification of Ethical Research</i>	University of Maryland, USA	2013
14.	<i>Advance Epidemiological Methods Traing</i>	IEA, Hangzhou, China	2013
15.	<i>Outbreak Investigation Training Program</i>	WHO, Timor Leste	2013
16.	<i>ILI Surveillance, ASEAN Regional Training</i>	Pasteur Institute, Vietnam	2014
17.	<i>Pre-deployment Training for Ebola Response</i>	WHO-HQ, Geneve, Swiss	2015
18.	<i>Australian Perspective on Security Issues in Indo-Pacific</i>	ANU-Australia	2016
19.	Pelatihan Reviewer Penelitian	Kemenristek Dikti, Jakarta	2017
20.	Diklat Jafung Peneliti Tingkat Lanjut	Pusdiklat LIPI Cibinong	2018
21.	<i>Systematic Literature Review and Meta-Analysis</i>	Griffith University Australia	2019
22.	<i>Leadership Program, Engineering Approaches to Disaster Risk Reduction and Management Towards Sustainability Development in the Asia Pacific Region”</i>	University of Philipine - UP Diliman, Philipina	2019.
23.	Pelatihan <i>Disaster Risk Reduction (DRR)</i>	Tohoku - Univ Sendai, Jepang	2019
24	GOARN Tier 3 Outbreak Response Leadership Program	Bangkok, Thailand	2025

## D. Jabatan Struktural

No.	Jabatan/Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
1.	Kasubid Peningkatan Kesehatan.	Pusat Kesehatan Haji, Kemenkes RI	2009–2012
2.	Kasie Analisis Immunologi dan Faktor Risiko	RSPI Prof. Dr. Sulianti Saroso, Kemenkes RI	2012–2015

## E. Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Epidemiolog Ahli Muda	2005
2.	Epidemiolog Ahli Madya	2009
3.	Peneliti Ahli Muda	2016
4.	Peneliti Ahli Madya	2019
5.	Peneliti Ahli Utama	2024

## F. Penugasan Khusus Nasional/Internasional

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1.	Peneliti Kesehatan Haji	Kemenkes RI	2007–2010
2.	Kabid Sanitasi dan Surveilans, PPIH Arab Saudi	Kementerian Agama RI	2011
3.	Epi Expert, International Consultant in West Africa	WHO-HQ	2015
4.	Subbid Tracing, Bidang Penanganan Kesehatan	BNPB	2020–2021
5.	Kasub Bid Penanganan Darurat Kesehatan.	BNPB	2022–2023
6.	<i>WHO-GOARN Primary Focal Point untuk Indonesia</i>	GOARN-WHO	2019–sekarang
7.	<i>EMT Type II, Humanitarian Mission for Turkiye</i>	BNPB	2023

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
8.	<i>Technical Working Group for Research in Emergency</i>	GOARN-WHO	2024–2026
9.	<i>Guideline Development Group, Expert for Contact tracing</i>	WHO-HQ	2023– 2025
10.	Direktur Eksekutif ASEAN-COSTI ( <i>Committee on Science, Technology and Innovation</i> ) untuk Indonesia	BRIN	2025

## G. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1.	<i>World Congress on Epidemiology 2024, Capetown University</i>	Pemakalah	Afrika Selatan	2024
2.	Pandemic Conference, UK	Pemakalah	Pandemic Science Institute, University of Oxford, Inggris	2024
3.	WHO-GDG for Contact tracing Workshop	<i>Epi-Expert</i>	WHO-HQ, Berlin, Jerman	2023
4.	Visiting Researcher	Periset	IFI dan IHU Marseille, Perancis	2023
5.	GOARN Global Meeting for Emergency Research	Expert	WHO-GOARN, Amman, Jordan	2023
6.	Global Outbreak Alert and Response Network, country partner meeting	Primary Focal Point	WHO-SEARO, Kathmandu, Nepal	2023

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
7.	<i>Leadership Program, “Engineering Approaches to Disaster Risk Reduction and Management Towards sustainability Development in the Asia Pacific Region”</i>	Peserta Awardee	University of Philipine, (UP-Diliman), Quezon, Filipina	2019
9.	World Bosai Forum, International Disaster Risk Reduction Conference	Pemakalah	Tohoku University, Jepang	2019
10.	The 4th International Symposium of Public Health (ISOPH), 2019	Pemakalah	Griffith University, Australia	2019
11.	27th ECCMID (European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases)	Pemakalah	ESCMID, Vienna Austria	2017
12.	ESCAIDE (European Scientific Conference on Applied Infectious Diseases Epidemiology)	Pemakalah	ESCAIDE Stockholm, Sweden	2016
13.	26th ECCMID (European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases)	Pemakalah	ESCMID, Amsterdam, Netherland.	2016

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
14.	12th International Epidemiological Association - South East Asia Regional Conference	Pemakalah	IEA-SEA, Bangkok, Thailand	2015
15.	Outbreak Investigation Training Program, Ministrio de Saude, Timor Leste	Narasumber Utama	Ministrerio de Saude, Timor Leste, Dilli-TL	2015
16.	International Meeting in Emerging Diseases and Surveillance, International Society for Infectious Diseases	Pemakalah	IMED, Vienna-Austria	2013
17.	12 <sup>th</sup> Int'l Meeting on Health Research Ethics; Development Ethnicity and Ethical Health Research,	Peserta	FERCAP, Colombo, Srilanka	2012
18.	International Epidemiological Association Congress	Pemakalah	Edinburgh-Uni Scotland, Inggris	2011
19.	Asean+3 Meeting for KAP Study	Pemakalah	Luang Prabang, Lao-PDR	2009
20.	Emerging Disease in ASEAN Countries	Peserta	ASEAN+3, Vientiene, Lao PDR	2009

## H. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah

No	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1.	Plos One	Plos One	Reviewer	2014– sekarang
2.	BMC Public Health	BMC	Reviewer	2017– sekarang
3.	Buletin Penelitian Sistem Kesehatan	Balitbangkes	Dewan Redaksi	2021–2022
4.	Epidemiological Journal of Indonesia	PAEI	Chief Editor.	2021– sekarang
5.	BALABA	PAEI	Chief Editor.	2022– sekarang

## I. CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI

### 1. Karya Tulis Ilmiah

#### a. Kualifikasi Karya

No	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Buku Internasional	2
2.	Buku Nasional	4
3.	Bagian dari Buku Internasional	-
4.	Bagian dari Buku Nasional	2
5.	Jurnal Internasional	18
6.	Jurnal Nasional	21
7.	Prosiding Internasional	2
8.	Prosiding Nasional	-
9.	Paten Internasional Terdaftar	-
	Tersertifikasi	-
10.	Paten Nasional Terdaftar	-

No	Kualifikasi Karya	Jumlah
	Tersertifikasi	2
11.	Perlindungan Varietas Tanaman (PVT)	-
12.	Rumpun atau Galur Hewan/Ikan/Benih Unggul Tanaman Hutan	-
13.	Hak Cipta	7
14.	Desain Industri	-
15.	Desain dan Tata Letak Sirkuit Terpadu	-
16.	Transaksi Lisensi	-

### b. Kualifikasi Penulis

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	-
2.	Bersama Penulis Lainnya	57
	Total	57

### c. Kualifikasi Bahasa

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	24
2.	Bahasa Inggris	33
	Total	57

## 2. Kekayaan Intelektual

No	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Paten Internasional	-
	Terdaftar	-
	Tersertifikasi	-
2.	Paten Nasional	-
	Terdaftar	-
	Tersertifikasi	-
3.	Perlindungan Varietas Tanaman (PVT)	-

No	Kualifikasi Karya	Jumlah
4.	Rumpun atau Galur Hewan/Ikan/Benih Unggul Tanaman Hutan	-
5.	Hak Cipta	7 buah
6.	Desain Industri	-
7.	Desain dan Tata Letak Sirkuit Terpadu	-

### 3. Kerjasama bersama Mitra

No	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Transaksi Lisensi	-

### J. Pembinaan Kader Ilmiah

#### Pejabat Fungsional Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Mugi Wahidin	BRIN	Membimbing Peneliti Muda	2022
2.	Prima Sari Syam	Balitbang Kemenkes	Membimbing Peneliti Pertama	2019- 2021
3.	Arief Priyo N	Balitbang Kemenkes	Membimbing Peneliti Pertama	2019- 2021

### Mahasiswa

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	July Veronika	USM Medan	Pembimbing 1	2018
2.	Intan Lubis	USM Medan	Pembimbing 1	2018
3.	Azran	USM Medan	Pembimbing 1	2018
4.	Nia Zulmi	USM Medan	Pembimbing 1	2018
5.	Nabila Agustin	UNHAN	Pembimbing 2	2019
6.	Fatih Imara	UNHAN	Pembimbing 2	2019
7.	Zendrato	USM Medan	Pembimbing 1	2019
8.	Purwana	USM Medan	Pembimbing 2	2019

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
9.	M.L Tobing	USM Medan	Pembimbing 1	2020
10.	Ambarita	USM Medan	Pembimbing 1	2020
11.	C. Aquino	USM Medan	Pembimbing 1	2021
12.	Putra Jaya H	USM Medan	Pembimbing 1	2021
13.	Miftahul QMZ	USM Medan	Pembimbing 1	2022
14.	Fransisca	USM Medan	Pembimbing 1	2022
15.	GS Gulo	USM Medan	Pembimbing 1	2023
16.	R Andayani	USM Medan	Pembimbing 1	2023
17.	Ibnu W	Urindo	Pembimbing 1	2023
18.	M Aditya MD	Urindo	Pembimbing 1	2023
19.	Dini Ferizke	Urindo	Pembimbing 1	2023
20.	Billy Sandi	Urindo	Pembimbing 2	2023
21.	Dexy A	Urindo	Pembimbing 2	2023
22.	Muammar M	UI	Co-promotor	2023
23.	TH Nasution	USM Medan	Pembimbing 1	2024
24.	Nadiah F I	Urindo	Pembimbing 1	2024
25.	Astrisia D	Urindo	Pembimbing 1	2024
26.	Rizky W	Urindo	Pembimbing 1	2024

## K. Organisasi Profesi Ilmiah

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Ketua Bidang Penelitian	Perhimpunan Ahli Epidemiologi Indonesia	2009–2017
2.	Ketua Bidang Pengembangan Profesi	Perhimpunan Ahli Epidemiologi Indonesia	2017–sekarang
3.	Ketua Kolegium	Kolegium Epidemiologi Indonesia	2022–2024
4.	Anggota	<i>International Epidemiological Organization (IEA),</i>	2008–sekarang

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
5.	Anggota	IEA-SEA (International Epidemiological Association-South East Asia)	2012– sekarang
6.	Anggota	<i>International Society for Infectious Diseases (ISID) dan Immunity and Emerging Diseases (IMED)</i>	2014– sekarang
7.	Anggota	Perhimpunan Periset Indonesia	2022– sekarang

## L. Tanda Penghargaan

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Satya Lencana Karya Satya X tahun	Presiden RI	2015
2	Bakti Karya Husada Dwi Windu	Menteri Kesehatan RI	2021
3	Satya Lencana Karya Satya XX tahun	Presiden RI	2023
4.	Penghargaan sebagai <i>Emergency Medical Team</i> Indonesia (INA-EMT) dalam penanganan bencana gempa bumi di Turki tanggal 13 Februari–3 Maret 2023	Menteri Kesehatan RI dan Kepala BNPB	2023

Upaya Penanggulangan Penyakit tidak boleh dilakukan berlebihan, karena akan berdampak pada Ekonomi, Politik dan Kehidupan Sosial. *Contact Tracing* merupakan salah satu upaya penanggulangan penyakit yang saintifik dan efektif untuk memutus rantai penularan dan mencegah penyebaran penyakit. Algoritma pengendalian penyakit menjadi dasar menentukan kriteria *Contact Tracing*, meliputi kriteria teknis dan manajerial. Model multihelix melibatkan Pemerintah, Akademisi, Pelaku Usaha, Komunitas Media dan seluruh Masyarakat menjadi faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan *Contact Tracing*.

