



Susunan Redaksi:

Penanggung Jawab
 Dede Djuhana, Ph.D.

Pemimpin Redaksi
 Dr. Dipo Aldila

Penulis & Editor
 Arum Dwi Rahmi
 Yustin Sinta Dewi
 Aprilia Inggri Astuti

Desain & Tata Letak
 Fariz HR

Foto-Foto
 Dokumentasi FMIPA UI



FAKULTAS
**MATEMATIKA
 DAN ILMU
 PENGETAHUAN
 ALAM**

Alamat Redaksi

Gedung Dekanat FMIPA UI
 Kampus Depok 16424 Indonesia

T. : +62.21.7863436, 7863437

Fax. : +62.21.7270012

Email :
rpm@sci.ui.ac.id

Website :
www.sci.ui.ac.id

SCIFFO

Buletin Info Kegiatan PPM FMIPA UI

Berkolaborasi Untuk Negeri

Prof. Dr. Wibowo Mangunwardoyo, M.Sc.



Prof. Dr. Wibowo Mangunwardoyo, M.Sc., adalah seorang Guru Besar Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Beliau lahir di Klaten, 1 Januari 1954. Awal ketertarikan beliau di bidang biologi, terutama mikrobiologi karena bidang ini dapat berkaitan dengan berbagai bidang yang lain, seperti kedokteran, pertanian, kehutanan, perikanan, gizi, molekuler (DNA), dsb. Awal karier beliau dimulai di Pusat Penelitian Gizi yang berlokasi di Bogor, di bawah Departemen Kesehatan. Di sanalah beliau mengenal **Prof. Dr. Indrawati Gandjar**, yang memperkenalkan dunia jasad renik (mikrobiologi) kepada Prof. Wibowo. Prof. Gandjar pula yang mengajak untuk bergabung di Departemen Biologi, FMIPA UI.

Ketertarikan Prof. Wibowo pada dunia mikrobiologi semakin dalam saat menjadi peserta *International Post-graduate University Course in Microbiology* pada tahun 1981-1982 di Osaka, Jepang. Kegiatan yang disponsori oleh Pemerintah Jepang, *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)*, dan *International Cell Research Organization (ICRO)* bertujuan untuk meningkatkan keterampilan teknis peserta pelatihan yang mengarah pada inovasi teknologi di bidang mikrobiologi dasar dan industri. Saat mengikuti *course* ini-lah Prof. Wibowo menjadi lebih tertarik dengan bidang bioteknologi.

Tahun 1990, Prof. Wibowo kembali mendapatkan kesempatan memperdalam ilmu mengenai bioteknologi di University of New South Wales (UNSW), Australia, sebagai peserta *Exchange Scientist Scheme of Regional Network for Microbiology*. Selama 3 bulan tinggal di Sidney, Prof. Wibowo menjadi tamu dari **Prof. Dr. Peter Gray**, seorang pakar bioteknologi yang juga merupakan kepala Departemen Bioteknologi di UNSW. Disana Prof. Wibowo mempelajari tentang fermentasi menggunakan skala fermentor 5 liter, menggunakan bakteri *Bacillus sphaericus* untuk memproduksi spora dengan memvariasikan oksigen murni. Spora yang dihasilkan digunakan untuk menghambat pertumbuhan larva pada tanaman. Apabila spora tersebut dimakan oleh larva, akan menghasilkan toksin yang dapat menyebabkan kematian pada larva dengan cara merusak sistem pencernaan.

Lahir dalam sebuah keluarga besar yang juga menekuni dunia pendidikan (isteri, bapak, mertua, paman, pakde, kakak ipar, maupun keponakan), membuat Prof. Wibowo merasa nyaman dan mencintai dunia pendidikan dan penelitian. Sebagai seorang dosen, beliau merasa tidak terikat, cukup sejahtera, dan memiliki kemerdekaan terhadap diri sendiri. Selain itu, setiap tahun selalu bertemu dengan mahasiswa baru yang potensial

dan memiliki keunikannya masing-masing, sehingga membuat intensitas pekerjaan di kampus tidak terlalu terasa membebani.

Penelitian yang Prof. Wibowo lakukan saat ini difokuskan pada enzimologi dengan memfokuskan enzim hidrolase seperti amilase, protease, ataupun selulase dari *indigenous microorganism* asli dari Indonesia. Hal ini dilatarbelakangi alasan bahwa Indonesia kaya akan biodiversitas mikroorganisme, dan diharapkan enzim-enzim tersebut akan dapat bermanfaat bagi masyarakat. Selain itu, Universitas Indonesia memiliki koleksi mikroorganisme yang merupakan autentik dari Indonesia yang tersimpan di *Universitas Indonesia Culture Collection* (UICC). Berbagai koleksi bakteri, khamir, dan kapang di isolasi dan dipertahankan kehidupannya dengan baik di UICC. Koleksi ini dapat dieksplorasi enzimatik dan senyawa metaboliknya sehingga biakan-biakan tersebut dapat dimanfaatkan dan memiliki nilai komersial dalam bidang industri, seperti industri farmasi dan detergen. Kedepannya, Prof. Wibowo mengarahkan sebagian topik penelitiannya terkait dengan *bioprospecting*, yaitu meneliti prospek enzim atau senyawa metabolik melalui proses fermentasi, skrining, uji aktivitas, dan berbagai metode lainnya memanfaatkan koleksi mikroorganisme yang ada di UICC.

Dalam melakukan penelitian, Prof. Wibowo tidak selalu menemukan jalan yang mulus tanpa rintangan, mulai dari dana penelitian yang makin kompetitif untuk didapatkan, hingga administrasi penelitian yang tidak jarang memakan waktu. Untuk menjaga keberlangsungan penelitian agar sesuai target yang dijanjikan, Prof. Wibowo sering kali harus menggunakan dana pribadi. Tantangan lain yang sering dialami, khususnya pada penelitian yang melibatkan laboratorium, adalah ketersediaan bahan penelitian yang sering kali sulit didapatkan. Hambatan lain juga ditemukan ketika produk hasil penelitian akan dipublikasikan,

khususnya ketika luaran penelitiannya berupa paten. Sudah menjadi rahasia umum bahwa pengurusan paten di Indonesia membutuhkan waktu yang tidak sebentar. Meskipun menghadapi berbagai rintangan seperti ini, tidak menyurutkan semangat Prof. Wibowo untuk tetap berkontribusi dalam ilmu pengetahuan melalui penelitian beliau di bidang mikrobiologi.

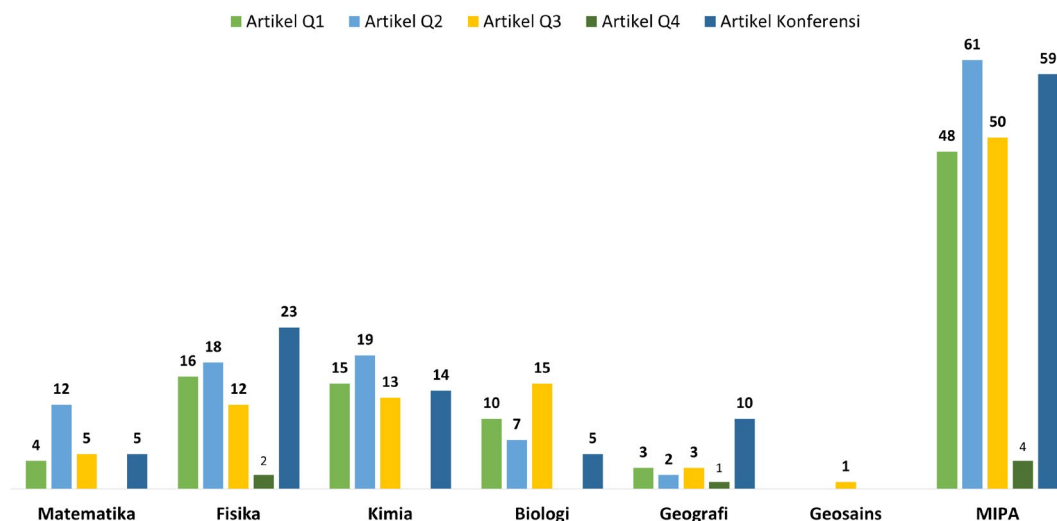
Saran Prof. Wibowo kepada mahasiswa/peneliti muda adalah prinsip "Riset adalah Riset", yang artinya penelitian tidak mengenal kata puas agar inovasi dapat terus digali. Prof. Wibowo meyakini bahwa tidak ada penelitian yang gagal, sehingga peneliti harus selalu optimis dalam mengejar hasil penelitian. Penelitian harus komprehensif dan selalu terbuka untuk melibatkan berbagai bidang disiplin ilmu lainnya. Kolaborasi dengan berbagai bidang/instansi, industri, pemerintah, merupakan salah satu jalan terbaik untuk menghilirisasi hasil penelitian agar ketermanfaatannya dapat dirasakan langsung oleh masyarakat.

Atas besarnya dedikasi Prof. Wibowo dalam bidang mikrobioteknologi, Rektor Universitas Indonesia memberikan beberapa penghargaan kepada beliau, yaitu Penghargaan Periset UI Produktif dalam Publikasi di Jurnal Internasional pada Tahun 2012, dan Penghargaan Ilmiah bagi Dosen/Peneliti UI di Tahun 2013. Saat pandemi COVID-19, beliau menyumbangkan tulisan dalam buku "**Mendadak Serentak Online**" yang menceritakan tentang pengalaman para Guru Besar di Universitas Indonesia selama pandemi COVID-19. Selain itu, tulisan dengan judul "**Bersama Jasad Renik Menuju Guru Besar**" yang menceritakan perjalanan beliau menjadi Guru Besar UI disumbangkan dalam buku "**Meretas Batas Ilmu - Perjalanan Intelektual Guru Besar Sains Teknologi Jilid 1**".

Jurnal Ilmiah FMIPA UI

*Data Oktober 2022

Jumlah Publikasi FMIPA UI Tahun 2022





Pusat Penelitian Geografi Terapan (PPGT) FMIPA UI

Pusat Penelitian Geografi Terapan (PPGT) dibentuk pada 11 April 1995 berdasarkan SK Dekan FMIPA UI No.052/PT02.H4.FMIPA/C/1989 tentang Susunan dan Bagan Organisasi FMIPA UI. PPGT adalah lembaga dibawah UKK LST FMIPA UI yang berfungsi sebagai wadah bagi civitas akademika **Departemen Geografi**, baik dosen maupun mahasiswa untuk menghilirisasi keilmuan mereka dalam bentuk riset dan pengabdian masyarakat.

PPGT menjalankan 4 prinsip yang diterapkan sebagai misi dalam pelaksanaan kegiatannya, yaitu mengembangkan terapan baru disiplin ilmu geografi untuk kepentingan analisis regional guna mendukung perencanaan pembangunan dan manajemen lingkungan; menyediakan kelompok pakar dalam bidang ilmu keruangan, pengembangan penggunaan dan pertukaran informasi keruangan dan teknologi terkait; menyediakan ahli keruangan untuk mendukung efektifitas kegiatan penelitian dan pembangunan yang memiliki perspektif keruangan; dan menghubungkan ilmu geografi dan teknologinya dengan kebutuhan pasar.

Sebagai bagian dari lembaga yang berorientasi penelitian dan pelayanan, PPGT menyediakan pelayanan jasa sebagai berikut:

- Pelayanan dalam pengumpulan data, pembangunan data dasar (database), dan penyajian peta;
- Pendidikan dalam bidang geografi dan ilmu keruangan/regional, pelatihan dalam teknik keruangan termasuk penginderaan jauh, proses citra digital, interpretasi citra dan analisisnya, Sistem Informasi Geografis (SIG), pemetaan *Global Positioning System* (GPS), dan pengumpulan data lapangan;
- Konsultan dalam analisis keruangan dan penelitian untuk perencanaan pembangunan dan manajemen lingkungan.

Semenjak pertama kali dibentuk pada tahun 1995, kegiatan pertama yang dilaksanakan oleh PPGT ialah pembuatan sistem informasi geografis yang berkolaborasi dengan BPPT dan Bakosurtanal dalam Proyek MREP, salah satu capaiannya yaitu dengan diperolehnya lisensi perangkat lunak **GIS (Geographics Information System)** atau Sistem Informasi Geografis (SIG) ESRI. Seiring dengan diperolehnya lisensi GIS/SIG, kualitas pendidikan dan pengajaran di Departemen Geografi, FMIPA UI juga mengalami peningkatan. Pada kegiatan tersebut, PPGT melakukan pemetaan serta kajian-kajian yang bersifat keruangan terutama terkait

dengan kajian pesisir dan laut. Semenjak saat itu, PPGT banyak memberikan layanan terkait pemetaan-pemetaan yang bersifat tematik. Sebagai contoh, beberapa tahun belakangan ini, PPGT mulai melakukan kolaborasi bersama beberapa pemerintah daerah kabupaten untuk melakukan pemetaan tentang pajak bumi dan bangunan (PBB-P2), di antaranya kerja sama dengan Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Kabupaten Kerinci, Kabupaten Ogan Komering Ulu, dan Kota Balikpapan.

Pada tahun 2022 kegiatan yang saat ini sedang berjalan cukup banyak, salah satunya adalah bekerja sama dengan Pemda DKI dalam melakukan kajian pemetaan eskalasi UMKM (untuk melihat capaian kinerja UMKM-pemetaan geografi-ekonomi UMKM DKI). Selain dengan Pemda DKI, kerja sama pemetaan PBB-P2 dan pemetaan tata ruang juga banyak dilakukan dengan berbagai Pemda di Indonesia. Kerja sama yang dilakukan oleh PPGT tidak hanya dengan Pemda di Indonesia, namun juga dengan perusahaan atau industri, seperti BATAN, *Green Peace*, PT. Daya Makara UI, PT. Angkasa Pura 1, PT. Pelayaran Bahtera Adhiguna, *International Institute for Environment and Development* (IIED), Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), PT. Izzisens, *Humanitarian OpenStreetMap Team* (HOT), *TIFA Foundation*, *Australia-Indonesia Facility for Disaster Reduction* (AIFDR), dan masih banyak lagi.



Fasilitasi proses diskusi pelibatan pemangku kepentingan dalam Kajian Eskalasi UMKM di DKI Jakarta

Di samping pelayanan jasa seperti tersebut di atas, PPGT juga menyediakan layanan pelatihan, berupa pelatihan Sistem Informasi Geografis tingkat dasar/operator; pelatihan Sistem

Informasi Geografis tingkat lanjutan/analisis; pelatihan KLHS; survei sosial (kualitatif dan kuantitatif); survei terestris; dan pengolahan data kuesioner (< 1.000 responden), serta pelatihan pemetaan menggunakan pesawat nir-awak (*drone*).

Berbagai capaian yang telah diraih oleh PPGT selama 27 tahun berkarya tentu menjadi sebuah pencapaian yang membanggakan. Meskipun begitu, PPGT akan terus berkomitmen untuk semakin maju di masa yang akan datang. Selain akan terus menjaga hubungan baik dengan para kolega yang sudah terjalin selama ini, PPGT juga berharap dapat membuat program riset unggulan sebagai langkah awal untuk mencapai tujuan agar PPGT memiliki jurnal ilmiahnya sendiri, ujar **Bapak Dwi Nurcahyadi, S.Si.** selaku sekretaris PPGT.



Fasilitasi proses pendataan PBB P2 di Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi



Pimpinan PPGT LST FMIPA UI melakukan kunjungan ke Kementerian ATR/BPN dalam rangka Penyusunan Road Map dan Proses Bisnis Balai Layanan Jasa Badan Informasi Geospasial



Pimpinan PPGT LST FMIPA UI menerima rombongan Dispenda Kabupaten Kampar, Provinsi Riau dalam rangka Rencana Kerjasama Pendataan PBB P2

Sains Kit untuk Edukasi Pengenalan Mikroorganisme Berbasis Inkuiri untuk Siswa Kelas Dasar dan Menengah

Tahun 2022, dalam rangka *Pekan Pematapan Materi Pembelajaran Biologi SMA*, Tim Dosen Departemen Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, yang terdiri dari 9 orang dosen melakukan sebuah proyek bekerja sama dengan *Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Biologi SMA Kota Depok*. Kegiatan ini mendukung tridharma pendidikan khususnya pengabdian kepada masyarakat yang diwujudkan dalam kegiatan *webinar* dan *workshop*.

Kegiatan *webinar* dan *workshop* ini didasari pada permintaan secara langsung oleh ketua MGMP Biologi Kota Depok, Ibu R. Sinta Dewi Sekarwati, S.Pd., M.T., untuk meningkatkan pemahaman guru terhadap materi tentang mikroorganisme. Selain itu, diharapkan bahwa melalui kegiatan ini metode pembelajaran terkait mikroorganisme dapat lebih menarik dan inovatif.

Rangkaian kegiatan *Pekan Pematapan Materi Pembelajaran Biologi SMA* ini dibuka oleh Ketua Departemen Biologi FMIPA UI, **Anom Bowolaksono, Ph.D.**, dan melibatkan staf pengajar FMIPA UI dari tiga kelompok bidang ilmu (KBI) yang ada di Departemen Biologi, yaitu Botani, Mikrobiologi, dan Zoologi.

Demi menunjang pelaksanaan kegiatan ini, Tim Dosen Departemen Biologi, FMIPA UI yang diketuai oleh **Dr. Fitrianingih**, dan beranggotakan **Prof. Dr. Wibowo Mangunwardoyo, Wellyzar Sjamsuridzal, Ph.D., Dr. Nining Betawati Prihantini, Dr. Noverita Dian Takarina, Dr. Dian Hendrayanti, Dr. Riani Widiarti, Iman Santoso, M.Phil., dan Sitaesmi, M.Sc.**, memperkenalkan *Sains Kit* sebagai alat bantu untuk edukasi pengenalan mikroorganisme berbasis inkuiri untuk siswa kelas dasar dan menengah di Kota Depok.

Sains kit yang dinamakan "**Kit Edukasi Mikrobiologi Prof. Microbes**" diharapkan dapat menunjang penerapan

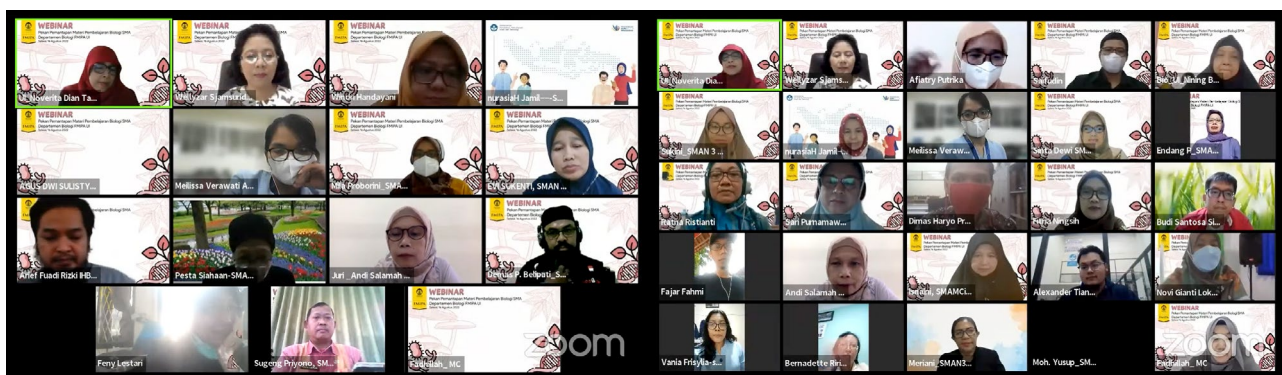


Kit Edukasi Mikrobiologi Prof. Microbes

kurikulum prototipe pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*). Dalam setiap kotak kit Prof. Microbes ini, terdapat modul, medium pertumbuhan mikroorganisme, *sterile cotton buds*, *parafilm*, lembar kerja siswa, *color chart*, kaca pembesar, masker, dan sarung tangan medis.

Kegiatan *webinar* berjudul "**Peningkatan Literasi Biologi Guru SMA dengan Metode Sederhana dan Inovatif**" dilaksanakan pada hari Selasa, 16 Agustus 2022 menggunakan *platform Zoom*. Pemaparan materi pengenalan mikroorganisme dan *sains kit* dengan judul "Eksplorasi Mikroorganisme di Lingkungan Sekolah" disampaikan oleh Ibu Wellyzar Sjamsuridzal, Ph.D., sebagai narasumber. Dilanjutkan pemaparan topik biologi molekuler berjudul "Prinsip Dasar dan Aplikasi Isolasi DNA" oleh Dr. Andi Salamah, dan topik berjudul "Teknik Dasar Kultur Jaringan Tumbuhan" oleh Dr. Windri Handayani.

Cara pemanfaatan *Kit Edukasi Mikrobiologi Prof. Microbes* dipraktekkan oleh para tim dosen kepada para peserta guru dalam kegiatan *workshop* bertemakan "**Penggunaan Teknik Dasar Mikrobiologi, Biologi Molekuler, dan Kultur Jaringan dalam Pembelajaran Berbasis Inkuiri**" yang dilaksanakan pada



Webinar berjudul "**Peningkatan Literasi Biologi Guru SMA dengan Metode Sederhana dan Inovatif**"

Sabtu, 20 Agustus 2022 di Laboratorium Center of Excellence for Indigenous Biological Resources-Genome Studies (CoE IBR-GS) FMIPA UI. Kegiatan ini menghadirkan 3 narasumber, yaitu Ibu Sitaresmi M.Sc., Bapak Andi Eko Maryanto M.Si., dan Ibu Dr. Windri Handayani. Peserta *workshop* terdiri dari para guru Biologi SMA sebanyak 15 orang, yang dipilih oleh MGMP Biologi SMA kota Depok. Pada akhir kegiatan *workshop*, para peserta dibekali dengan jas laboratorium, alat tulis, dan dua buah

box kit Prof. Microbes untuk digunakan oleh para guru ketika mengajarkan materi mikroorganisme di sekolah masing-masing.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini merupakan salah satu kontribusi nyata dosen-dosen di FMIPA UI dalam meningkatkan literasi keilmuan di instansi pendidikan menengah. Diharapkan kegiatan serupa dapat diteruskan di masa depan dan melibatkan peserta yang lebih beragam.



Pendekatan Matematika Epidemiologi dalam Memahami Penyebaran COVID-19 dan Efektivitas Penanggulangannya

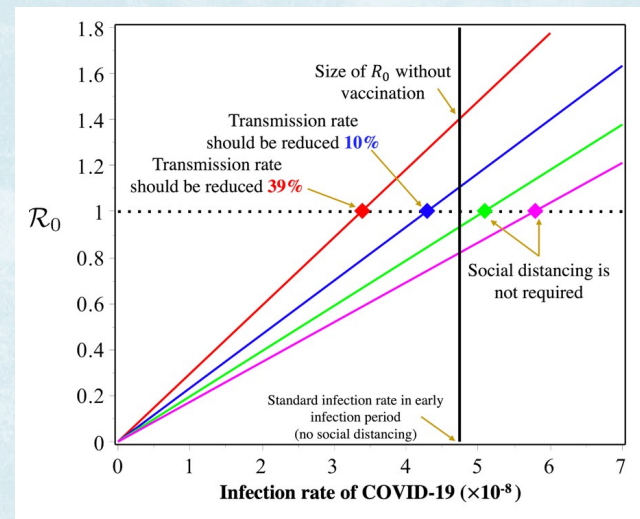
Corona Virus 2019 (COVID-19) merupakan suatu penyakit menular yang disebabkan oleh virus SARS-CoV-2. Tidak seperti penyakit demam berdarah atau malaria yang membutuhkan hewan perantara dalam penularannya, COVID-19 dapat ditularkan secara langsung antar manusia baik itu melalui kontak langsung maupun melalui *droplet* yang dihasilkan orang terinfeksi saat batuk, berbicara, ataupun bernafas. Sudah hampir 7 juta kasus positif COVID-19 terkonfirmasi di Indonesia sejak awal 2020, dengan lebih dari 160 ribu kematian. Sebagai perbandingan, total kasus COVID-19 di dunia mencapai 651 juta kasus, dengan lebih dari 6,6 juta kematian. Artinya, Indonesia berkontribusi hampir 2% dari total kematian karena COVID-19 di seluruh dunia.

Sejak awal tahun 2020, berbagai peneliti dari beragam bidang keilmuan berusaha untuk memberikan kontribusi dalam upaya untuk memahami bagaimana COVID-19 menyebar, ataupun upaya penanggulangannya. Salah satu dosen di **Departemen Matematika FMIPA UI, Dr. Dipo Aldila** melakukan penelitian terkait analisis kebijakan penanggulangan COVID-19 di Jakarta menggunakan model Matematika. Salah satu hasil penelitiannya diterbitkan pada jurnal internasional berjudul "*Impact of early detection and vaccination strategy in COVID-19 eradication program in Jakarta, Indonesia*" yang diterbitkan di BMC Research Notes pada tahun 2021 (DOI 10.1186/s13104-021-05540-9). Penelitian ini difokuskan untuk memberikan *scientific backup* terhadap upaya vaksinasi yang akan diterapkan oleh pemerintah pada waktu itu.

Pada artikel ini, Dr. Dipo menggunakan pendekatan sistem persamaan differensial untuk menganalisis efek dari deteksi awal COVID-19 dan vaksinasi terhadap upaya penanggulangan COVID-19 di Indonesia, khususnya di Kota Jakarta. Analisis terkait efek jangka panjang dari implementasi vaksin dan deteksi kasus dilakukan menggunakan konsep bilangan reproduksi dasar (*basic reproduction number, R_0*). Bilangan reproduksi dasar ini merupakan suatu ambang batas yang digunakan di bidang epidemiologi untuk menentukan apakah suatu penyakit akan hilang atau tetap ada di tengah masyarakat. Dalam konteks COVID-19, penyakit COVID-19 akan berpeluang hilang dari masyarakat jika bilangan reproduksi dasar ini lebih kecil dari satu, dan pasti akan mewabah jika bilangan reproduksi dasarnya lebih dari satu.

Parameter dalam model diestimasi menggunakan metode *Least Square* dengan tujuan memprediksi besaran bilangan reproduksi dasar di Kota Jakarta sebelum implementasi vaksin dilakukan. Dari kajian yang dilakukan oleh Dr. Dipo dan timnya yang terdiri atas beberapa mahasiswa dan kolega internasional, mereka menemukan bahwa bilangan reproduksi dasar di Kota Jakarta sebelum vaksinasi diterapkan masih lebih dari satu, yang artinya COVID-19 dipastikan akan tetap mewabah jika tidak ada intervensi yang segera dilakukan. Berdasarkan kajian analisis sensitivitas terhadap model seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, ditemukan bahwa diperlukan suatu kombinasi

yang tepat antara intervensi pembatasan sosial dan vaksinasi untuk dapat menjamin hilangnya COVID-19 dari tengah masyarakat. Lebih jauh, disimpulkan bahwa intervensi vaksinasi dapat memperlonggar ketatnya pembatasan sosial hingga pada level tertentu. Tidak terlalu ketatnya level pembatasan sosial yang diterapkan karena efek vaksinasi sebagai intervensi pendamping tentu dapat memberikan efek yang lebih baik kepada masyarakat, karena aktivitas sosial dan roda ekonomi dapat berjalan lebih baik dari sebelumnya.



Gambar 1. Pengaruh vaksinasi terhadap tingkat minimal pembatasan sosial terhadap bilangan reproduksi dasar di Jakarta. Grafik berwarna merah adalah saat vaksinasi tidak diberikan, warna biru saat vaksinasi diberikan dengan intensitas rendah, dan warna hijau serta ungu saat intensitas vaksinasi yang diberikan cukup tinggi.

Hingga tahun 2022, masih cukup banyak tantangan yang dihadapi untuk menekan laju penyebaran COVID-19 di berbagai belahan dunia. Upaya vaksinasi menjadi ujung tombak intervensi pemerintah dunia namun dengan tetap mengkampanyekan penggunaan masker sebagai upaya pencegahan penularan yang lebih masif. Dr. Dipo bersama tim peneliti dari Departemen Matematika FMIPA UI dan luar negeri tetap berusaha berkontribusi dalam upaya melawan COVID-19. Di tahun 2021, Dr. Dipo dan kawan-kawan menerbitkan artikel di Jurnal *Scientific Report* (DOI 10.1038/s41598-021-90873-5) untuk menunjukkan bahwa ada kaitan yang erat antara peningkatan kasus COVID-19 dengan rata-rata temperatur dan kelembapan lingkungan. Di tahun 2022, Dr. Dipo dan kawan-kawan juga menggunakan pendekatan *spatio-temporal modeling* untuk melihat efek dari lokasi awal intervensi terhadap kecepatan penyebaran COVID-19. Hasil ini diterbitkan di jurnal *Nonlinear Dynamics* pada tahun 2022 (DOI 10.1007/s11071-021-07111-w).