



PENGHARGAAN HABIBIE PRIZE 2024



PENGHARGAAN
HABIBIE PRIZE
2024

Diterbitkan pertama pada 2024 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution NonCommercial ShareAlike 4.0 International license (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/>



lembaga pengelola dana pendidikan



PENGHARGAAN HABIBIE PRIZE 2024

Penerbit BRIN

© 2024 Badan Riset dan Inovasi Nasional
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Penghargaan Habiebie Prize 2024. Jakarta: Penerbit BRIN, 2024.
v + 107 hlm.; 14,8 x 21 cm

1. Inovasi

2. Habiebie Prize

608.7598

Copy editor : Martinus Helmiawan
Penata Isi : Dhevi E.I.R. Mahelingga
Desainer Sampul : Dhevi E.I.R. Mahelingga

Cetakan : Oktober 2024

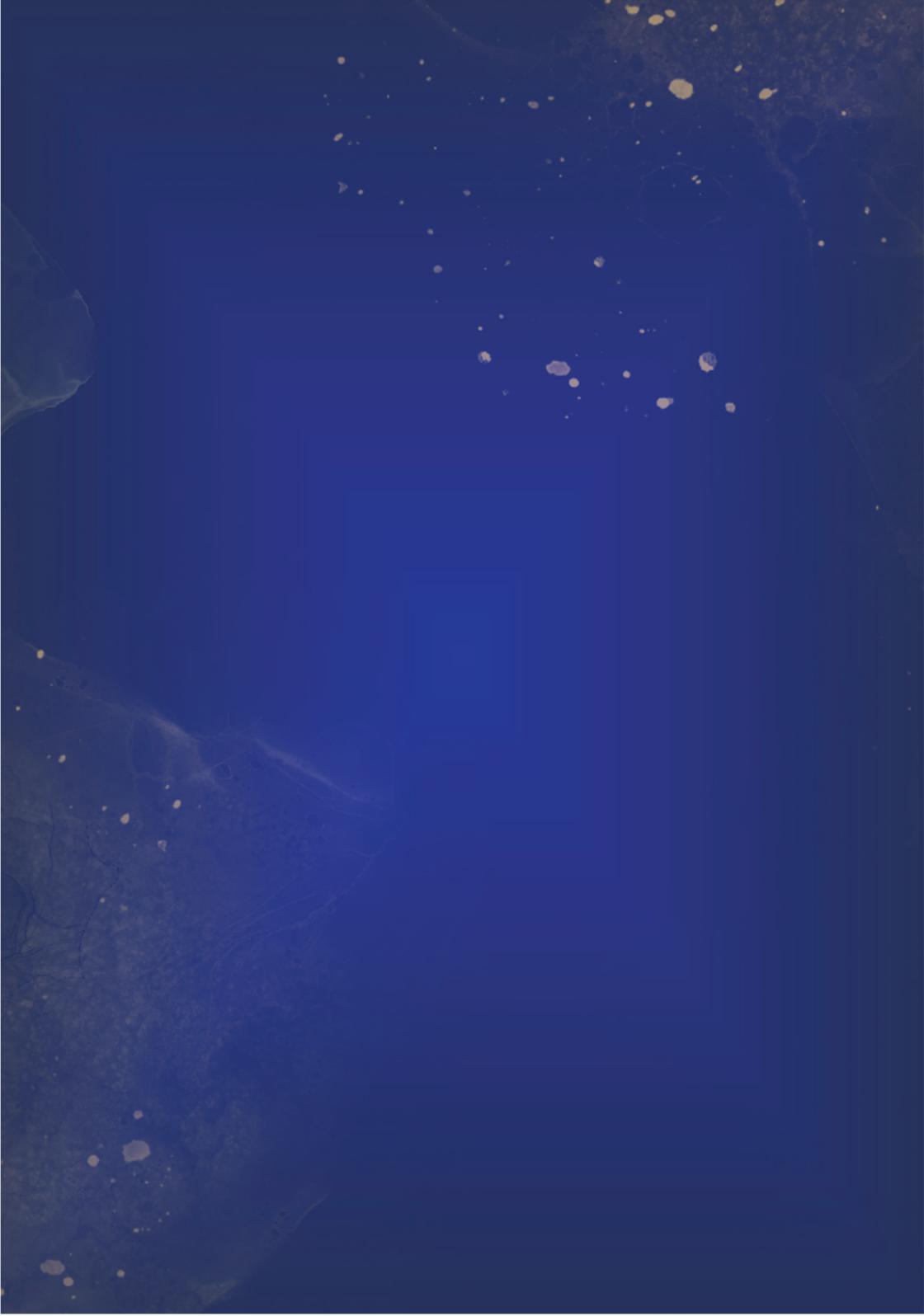


Diterbitkan oleh:
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habiebie, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: 0811-8612-369
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id

 PenerbitBRIN
 @penerbit_BRIN
 @penerbit_brin

DAFTAR ISI

Sambutan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional.....	1
Pendahuluan	5
Habibie Prize 2024.....	7
Penerima Penghargaan Habibie Tahun 1999–2024	9
<i>Rundown Tentative</i>	24
Naskah ilmiah Presentasi Penerima Habibie Prize 2024 ..	25
Pemanfaatan Biomassa an Tanah Liat Untuk Remediasi Lingkungan Air	27
Felycia Edi Soetaredjo	
Tantangan Menuju Kemandirian dalam Diagnosis Penyakit Infeksi di Indonesia.....	51
Bachti Alisjahbana	
Rekayasa Nanomaterial Berpori untuk Aplikasi Sensor dan Energi.....	67
Brian Yulianto	
Transformasi Pendidikan dalam Lensa Ilmu Pengetahuan: Evaluasi dan Implikasi.....	77
Anita Lie	
Agama, Filsafat, dan Budaya.....	99
Muhammad Amin Abdullah	





SAMBUTAN KEPALA BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL

Bismillahirrahmanirrahim,

Assalamualaikum wr. wb.,

Salam Sejahtera, Om Swastiastu, Namu Buddhaya, Salam Kebajikan.

Yang saya hormati,

Para Dewan Pengarah Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN);

Para Pejabat Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP);

Keluarga Besar Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie;

Prof. Dr. Wardiman Djojonegoro dan Tim Yayasan SDMI;

Pejabat Eselon I di BRIN;

Para Penerima Habibie Prize;

Ketua dan Anggota Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia (APII);

Para Rektor, Ilmuwan, dan Budayawan;

Para Pakar dan Tokoh Iptek;

Para Hadirin dan Tamu Undangan Sekalian.

Pertama-tama, marilah kita bersama-sama memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan segala rahmat, berkah, serta berbagai karunia nikmat dan sehat kepada kita semua, sehingga kita dapat bersama-sama menghadiri acara Habibie Prize Tahun 2024 yang merupakan kerja sama BRIN dengan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) serta Yayasan SDM-Iptek.

Hadirin sekalian para tamu undangan,

Ilmu pengetahuan, teknologi, dan inovasi merupakan aspek utama dalam membangun bangsa. Suatu bangsa dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya yang dimilikinya secara efektif serta efisien bila mampu menguasai iptek dan inovasi serta dapat mengimplementasikannya ke dalam masyarakat. Dengan demikian, optimalisasi iptek dan inovasi dalam pemanfaatan sumber daya yang dimiliki akan mampu memberikan kontribusi yang sangat signifikan terhadap perekonomian secara efektif dan efisien.

Habibie Prize merupakan anugerah yang sebelumnya dikenal sebagai Habibie Award. Habibie Award diselenggarakan oleh Yayasan Sumber Daya Manusia dalam Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Yanbinbang SDM Iptek) sejak tahun 1999. Yayasan Pembinaan, Pengembangan Sumber Daya Manusia dalam Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Yayasan SDM Iptek) ini didirikan pada tanggal 12 Mei 1997 oleh Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie, Dr. Hj. Hasri Ainun Habibie, Dr. Ing. Ilham Akbar Habibie, dan Dipl. Ing. Thareq Kemal Habibie.

Pada tanggal 6 November 2020, Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional menandatangani kesepakatan terkait penyelenggaraan pemberian Habibie Award secara bersama-sama pada tahun 2020, dengan perubahan nama menjadi Habibie Prize. Sehubungan dengan hal tersebut, Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional (Kemenristek/BRIN) bekerja sama dengan Yayasan Sumber Daya Manusia Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Yayasan SDM-IPTEK) menyelenggarakan Habibie Prize tahun 2021 sebagai rangkaian peringatan Hari Kebangkitan Teknologi Nasional (HAKTEKNAS).

Pada tahun 2024, Habibie Prize diselenggarakan pada tanggal 11 November bersamaan dengan Hari Pahlawan untuk menunjukkan bahwa para penerima Habibie Prize juga merupakan pahlawan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi serta bermanfaat telah berkontribusi secara signifikan bagi peningkatan kesejahteraan, keadilan, dan perdamaian.

Hadirin yang berbahagia,

- 1) Mewujudkan sumber daya manusia Indonesia yang unggul, memiliki kualitas iman dan takwa tinggi, sekaligus mampu menguasai, mengembangkan, dan mengendalikan ilmu pengetahuan dan teknologi secara mandiri untuk kejayaan bangsa dan rakyat Indonesia.
- 2) Membangun iklim kondusif penguatan dan pengembangan inovasi sebagai penciptaan nilai tambah komersial, ekonomi dan/atau sosial budaya secara berkelanjutan.
- 3) Memberikan dorongan kepada para SDM inovatif (lembaga litbangjirap, perguruan tinggi, perusahaan, serta masyarakat ilmiah) agar dapat terpacu dalam mewujudkan ide kreatif dalam penciptaan nilai tambah baik sebagai individu maupun melalui kemitraan dan kerja sama antarunsur inovasi

Adapun seleksi untuk bidang keilmuan yang diberikan penghargaan meliputi lima bidang iptek dan inovasi, yaitu:

- 1) Ilmu Dasar,
- 2) Ilmu Kedokteran dan Bioteknologi,
- 3) Ilmu Rekayasa,
- 4) Ilmu Sosial, Ekonomi, Politik, dan Hukum, dan
- 5) Ilmu Filsafat, Agama, dan Kebudayaan.

Melalui metode seleksi penilaian yang ketat dari para dewan juri dan berasal dari para tokoh dan ilmuwan yang handal di bidangnya maka tercapailah keputusan dalam menentukan pemenang Habibie Prize Tahun 2024.

Hadirin sekalian,

Kegiatan Habibie Prize merupakan kegiatan yang termasuk dalam skala prioritas nasional untuk membangun ekosistem kondusif bagi berkembangnya iptek dan inovasi di masyarakat, serta mendorong anak bangsa agar menghasilkan karya terbaiknya yang bermanfaat bagi bangsa. Habibie Prize merupakan salah satu program utama BRIN bekerja sama dengan Yayasan SDM Iptek yang telah diselenggarakan setiap tahun sejak tahun 1999.

Pada tahun 2020, Habibie Award berganti menjadi Habibie Prize yang diselenggarakan bersama dengan Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional. Penerima Habibie Prize dipilih melalui proses seleksi Panitia Habibie Prize. Hingga tahun 2024, terdapat 84 orang terpilih menjadi penerima Habibie Prize.

Harapan dari pemberian penghargaan ini adalah untuk membangun ekosistem yang kondusif bagi berkembangnya iptek dan inovasi di masyarakat serta mendorong anak bangsa menghasilkan karya terbaiknya yang bermanfaat bagi bangsa Indonesia maka diberikan penghargaan kepada individu yang sangat berjasa dalam penemuan, pengembangan, dan penyebarluasan berbagai kegiatan iptek dan inovasi serta berkontribusi bagi bangsa dan masyarakat.

Demikian yang dapat saya sampaikan.

Terima kasih.

Wabillaahi taufiq wal hidayah,

Wassalamualaikum wr. wb.

Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional

Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc.

PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) serta inovasi merupakan aspek utama dalam membangun suatu bangsa. Dengan penguasaan dan penerapan IPTEK dan inovasi, suatu bangsa dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya yang dimiliki secara efektif dan efisien, serta memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian. Pada era ekonomi berbasis inovasi (*innovation-based economy*) seperti saat ini, kita dituntut untuk mampu membangun daya saing nasional yang kuat, dan salah satu kunci penting dalam peningkatan daya saing bangsa adalah melalui penguasaan dan pemanfaatan IPTEK dan inovasi.

Dalam rangka membangun ekosistem yang kondusif bagi berkembangnya IPTEK dan inovasi di masyarakat serta mendorong insan anak bangsa untuk menghasilkan karya-karya terbaiknya yang bermanfaat bagi bangsa dan negara Indonesia, perlu diberikan penghargaan kepada individu yang sangat berjasa dalam penemuan, pengembangan, dan penyebarluasan berbagai kegiatan IPTEK dan inovasi serta berkontribusi bagi masyarakat dan bangsa. Sehubungan dengan hal tersebut, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) bekerjasama dengan Yayasan Sumber Daya Manusia Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Yayasan SDM-IPTEK) dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) menyelenggarakan Habibie Prize Tahun 2024, yang sebelumnya dikenal dengan nama Habibie Award.

Penganugerahan Habibie Prize merupakan acara yang sangat penting dan bergengsi di Indonesia. Sejak tahun 1999 sampai 2020, Yayasan SDM-IPTEK sudah secara konsisten menyelenggarakan Penganugerahan Habibie Prize untuk memberikan penghargaan kepada perseorangan sangat aktif dan berjasa besar di bidang IPTEK dan inovasi. Berdasarkan Piagam Serah Terima Habibie Award dari Yayasan SDM-IPTEK kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional yang ditandatangani pada tanggal 6 November 2020, sejak tahun 2021 telah disepakati penyelenggaraan pemberian Habibie Award dilakukan secara bersama-sama antara Yayasan



SDM-IPTEK dengan Kemenristek/BRIN, dengan perubahan nama menjadi Habibie Prize.

Sejak tahun 2022 penyelenggaraan penganugerahan Habibie Prize diselenggarakan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional. Selain itu, pada tahun 2024 Badan Riset dan Inovasi Nasional memandang perlu diberikannya BJ. Habibie Memorial Lecture kepada para tokoh yang telah memberikan kontribusi, penyebarluasan, dan pengembangan dalam dunia ilmu pengetahuan dan teknologi.

HABIBIE PRIZE 2024

Pada hari ini, 11 November 2024, Badan Riset dan Inovasi Nasional menyelenggarakan pemberian penghargaan atas prestasi yang dicapai dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi untuk yang ke-25 kalinya sejak tahun 1999. Penghargaan bernama Penghargaan Bacharuddin Jusuf Habibie (Habibie Award, untuk selanjutnya disebut Habibie Prize) ini dianugerahkan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional bekerjasama dengan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan Republik Indonesia dan Yayasan SDM IPTEK.

Habibie Prize diberikan dalam bentuk:

- 1) Medali
- 2) Sertifikat
- 3) Uang sebesar Rp400.000.000,- (dipotong pajak sesuai ketentuan perundang-undangan yang berlaku)

PENERIMA HABIBIE PRIZE TAHUN 2024

Setelah melalui sistem seleksi yang ketat, Badan Riset dan Inovasi Nasional menetapkan 5 (lima) orang penerima penghargaan Habibie Prize dari 5 (lima) bidang ilmu, yaitu:

- 1) Bidang Ilmu Dasar: Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T., M.Phil, Ph.D., IPM, ASEAN.Eng
- 2) Bidang Ilmu Kedokteran dan Bioteknologi: Prof. Bacht Alisjahbana, dr.,SpPD-KPTI, PhD
- 3) Bidang Ilmu Rekayasa: Prof. Brian Yulianto, ST., M.Eng., Ph.D
- 4) Bidang Ilmu Sosial, Ekonomi, Politik, dan Hukum: Prof. Anita Lie, MA., Ed.D
- 5) Bidang Ilmu Filsafat, Agama, dan Kebudayaan: Prof. Dr. Muhammad Amin Abdullah



PENERIMA PENGHARGAAN HABIBIE TAHUN 1999-2024

Penerima Penghargaan Habibie 1999

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Moehammad Barmawi	Guru Besar ITB	ITB
2.	Ilmu Rekayasa	Dr. Ir. Dicky Rezady Munaf, MS, MSCE	Dosen Jurusan Teknik Sipil - ITB	ITB

Penerima Penghargaan Habibie 2000

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Kedokteran & Bioteknologi	Prof. Dr. dr. Mulyanto Prof. Dr. dr. Soewignjo Soemohardjo, Sp.PD-KGEH	Rektor Universitas Mataram Kepala Unit Riset Biomedik RSU Mataram	Universitas Mataram RSU Mataram & Universitas Udayana
2.	Ilmu Rekayasa	Dr. Ir. I Gede Wenten, MSc.	Dosen Jurusan Teknik Kimia ITB	ITB
3.	Ilmu Hukum	Prof. Dr. Mochtar Kusumaatmadja, SH., LL.M.	Guru Besar Fakultas Hukum Universitas Padjajaran	Unpad
4.	Ilmu Kebudayaan	W.S. Rendra	Budayawan	ISI Yogyakarta

Penerima Penghargaan Habibie 2001

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Dr. Terry Mart	Dosen Departemen Fisika FMIPA Universitas Indonesia	FMIPA UI

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
2.	Ilmu Rekayasa	Prof. Dr. Ir. AryadiSoewono	Guru Besar ITB	Lembaga Penelitian ITB
3.	Ilmu Sosial Politik	Prof. Dr. Taufik Abdullah, APU	Ketua Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia	L I P I
4.	Ilmu Kebudayaan	Prof. Dr. H. Edi Sedyawati	Guru Besar Universitas Indonesia	Fak. Sastra UI

Penerima Penghargaan Habibie 2002

Untuk tahun 2002, berdasarkan keputusan Tim Penyeleksi Penghargaan B.J. Habibie 2002, calon-calon yang dinominasikan tidak ada yang memenuhi kriteria sesuai yang telah ditentukan.

Penerima Penghargaan Habibie 2003

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Bambang Hidayat	Observatorium Bosscha Bandung	ITB
2.	Ilmu Kedokteran & Bioteknologi	Prof. dr. Sangkot Marzuki, M.Sc., Ph.D.,D.Sc.	Direktur Yayasan Eijkman	Yayasan Eijkman
3.	Ilmu Filsafat, Agama dan Kebudayaan	Prof. Dr. I Made Bandem, M.A.	Rektor Institut Senirupa Indonesia, Yogyakarta	Institut Senirupa Indonesia, Yogyakarta

Penerima Penghargaan Habibie 2004

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Dr. Laksana Tri Handoko	Dosen Luar Biasa FMIPA UI	LIPI Jakarta
2.	Ilmu Rekayasa	Dr. Wilson Walery Wenas	Dosen ITB	Dr. Wilson WaleryWenas

Penerima Penghargaan Habibie 2005

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Djoko Tjahjono Iskandar	Guru Besar ITB	ITB
2.	Ilmu Kedokteran & Bioteknologi	Prof. Sjamsul Arifin Achmad, B.Sc., Ph.D., D.Sc.	Guru Besar ITB	LIPI Jakarta

Penerima Penghargaan Habibie 2006

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Freddy Permana Zen, M.Sc., M.S., D.Sc.	Dosen ITB	Prof. M.T. Zen
2.	Ilmu Kedokteran & Bioteknologi	Prof. Dr. dr. Askandar Tjokroprawiro	Guru Besar Universitas Airlangga	Fakultas Kedokteran Unair
3.	Ilmu Ekonomi	Dr. Thee Kian Wie	Staf Ahli LIPI	LIPI Jakarta

Penerima Penghargaan Habibie 2007

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Sri Widiyantoro	Dosen ITB	FIKTM ITB
2.	Ilmu Kedokteran & Bioteknologi	Prof. Dr. Elin Yulinah Sukandar, Apt.	Dosen Departemen Farmasi ITB	Sekolah Farmasi ITB
3.	Ilmu Sosial	Dr.(H.C.) Rosihan Anwar	Anggota Dewan Film Nasional	Institut Pengembangan Media Lokal
4.	Ilmu Kebudayaan	Dr.(H.C.) Taufiq Ismail	Redaktur Senior Majalah Horison	Majalah Sastra Horison

Penerima Penghargaan Habibie 2008

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Drs. Jatna Supriatna, M.Sc., Ph.D.	<i>Regional Vice President,</i> Conservation International Indonesia	AIPI
2.	Ilmu Kedokteran & Bioteknologi	Dr. Herawati Sudoyo, M.S., Ph.D.	Wakil Direktur Lembaga Eijkman	Lembaga Eijkman
3.	Ilmu Rekayasa	Dr. Bambang Widiyatmoko, M.Eng.	Peneliti LIPI	LIPI
4.	Ilmu Kebudayaan	Prof. Sardono W. Kusumo	Rektor Institut Kesenian Jakarta	Prof. Dr. I MadeBandem

Penerima Penghargaan Habibie 2009

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Edi Tri Baskoro	Dosen FMIPA ITB	Dr. Akhmaloka (Dekan FMIPA ITB)
2.	Ilmu Rekayasa	Dr. Nurul Taufiqu Rochman M.Eng.	Peneliti LIPI	Prof. Dr. Anung Kusnowo, M.Tech.
3.	Ilmu Kebudayaan	Ajip Rosidi*	Penulis	Rektor Universitas Padjajaran

Penerima Penghargaan Habibie 2010

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Rekayasa	Dr.-Eng. Eniya ListianiDewi, B.Eng., M.Eng.	Peneliti BPPT	BPPT
2.	Ilmu Kebudayaan	Prof. Dr. Adrian BernardLapian	Guru Besar FakultasSastra UI	LIPI

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
3.	Harmonisasi Kehidupan Beragama	Prof. Dr. Ahmad Syafii Maarif	Anggota Dewan Penasehat PP Muhammadiyah	Prof. Dr.-Ing. Bacharuddin Jusuf Habibie
4.	Harmonisasi Kehidupan Beragama	Prof. Dr. Frans Magnis Suseno, SJ	Pastur	Prof. Dr.-Ing. Bacharuddin Jusuf Habibie

Penerima Penghargaan Habibie 2011

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Soekarja Somadikarta	Guru Besar FMIPA Universitas Indonesia	Prof. Dr. der. Soz. Gumilar Rusliwa Somantri (Rektor UI)
2.	Ilmu Sosial	Prof. Dr. Ir. Sajogyo	Anggota Kehormatan Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia	Dr. Arif Satria (Dekan Fakultas Ekologi IPB)

Penerima Penghargaan Habibie 2012

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. H. Effendy, M.Pd., Ph.D	Dosen FMIPA Universitas Negeri Malang	Dr. I. Wayan Dasna, M.Si. M. Ed. (Wakil Rektor Bidang Perencanaan, Kerja Sama, dan Komunikasi UNM)
2.	Ilmu Kedokteran	Prof. Dr. dr. Teguh Santoso Sukamto	Guru Besar Fakultas Kedokteran UI	Dr. Susilawati B., MHA (Direktur RS. Medistra)

Penerima Penghargaan Habibie 2013

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Dr. Anto Sulaksono, M.Si.	Peneliti Departemen Fisika FMIPA Universitas Indonesia	Dr. Anto Sulaksono, M.Si.
2.	Ilmu Kedokteran & Bioteknologi	Prof. Dr. Ir. Irwandijaswir, M.Sc.	Director, Marine Product Research Centre, Surya Institute	Prof. Yohanes Surya (Chairman Surya Institute)
3.	Ilmu Rekayasa	Prof. Dr. Ir. Mohammad Nasikin, M.Eng.	Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Indonesia	Bachtiar Alam, Ph.D. (Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat UI)
4.	Ilmu Kebudayaan	Prof. Dr. Abdul Hadi WijiMuthari	Guru Besar Universitas Paramadina	Toto Amin Soefijanto, Ed. (Deputi Akademik, Riset dan Kemahasiswaan Universitas Paramadina)

Penerima Penghargaan Habibie 2014

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Dr. Eng. Ferry Iskandar	Lektor Jurusan Fisika, ITB	Prof. Dr. Umar Fauzi (Dekan FMIPA ITB)
2.	Ilmu Rekayasa	Ahmad Agus Setiawan, S.T., M.Sc. Ph.D.	Dosen Fakultas Teknik UGM	Prof. Ir. Panut Mulyono, M. Eng., D. Eng. (Dekan FT UGM)

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
3.	Ilmu Sosial dan Politik	Prof. Dr. Drs. Salim Said, MA, MAIA	Mantan Duta Besar, Dosen di Universitas Pertahanan Indonesia	Prof. Dr. Taufik Abdullah (Akademi Jakarta)
4.	Ilmu Kebudayaan	Norbertus Riantiarno	Aktor, Sutradara, Penulis	Norbertus Riantiarno

Penerima Penghargaan Habibie 2015

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang mencalonkan
1.	Ilmu Rekayasa	Dr. Eng. Wisnu Jatmiko, S.T., M.Kom.	Dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia	Mirna Adriani, Ph.D. (Dekan Fasilkom UI)
2.	Ilmu Sosial	Prof. Dr. Hj. Nina Herlina, M.S.	Guru Besar Ilmu Sejarah Universitas Padjadjaran	Dr. H. Mumuh Muhsin Z., M.Hum. (Wakil Dekan Fakultas Ilmu Budaya Unpad)
3.	Ilmu Kebudayaan	Prof. Emr. Drs. AbdulDjalil Pirous	Guru Besar Emeritus bidang Seni Rupa Fakultas Seni Rupa & Desain ITB	Prof. Dr. Ahmad Syafii Maarif

Penerima Penghargaan Habibie 2016

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang Mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Hendra Gunawan, Ph.D.	Dosen Matematika FMIPA ITB	Prof. Dr. Edy Tri Baskoro, M.Sc. (Dekan FMIPA ITB)
2.	Ilmu Kedokteran & Bioteknologi	Raymond R. Tjandrawinata, Ph.D.,MS.MBA.	Director of Corporate Development PT Dexa Medica	Dr. Siswa Setyahadi (Wakil Ketua Konsorsium Bioteknologi Indonesia)
3.	Ilmu Rekayasa	Prof. Ir. Tommy Firman, M.Sc., Ph.D.	Dosen Teknik Planologi Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan ITB	Prof. Dr.-ing. Ir. Widjaja Martokusumo (Dekan SAPPK ITB)
4.	Ilmu Kebudayaan	Prof. Dr. Sapardi Djoko Damono	Ketua Senat Akademik Institut Kesenian Jakarta	Prof. Dr. A. Malik Fadjar

Penerima Penghargaan Habibie 2017

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang Mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Eng. Khairurrijal	Guru Besar Bidang Fisika Material dan Instrumentasi, FMIPA ITB	Prof. Dr. Edy Tri Baskoro, M.Sc. (Dekan FMIPA ITB)
2.	Ilmu Rekayasa	Ir. Suryadi Ismadji, MT, Ph.D.	Dosen Unika Widya Mandala	Ir. Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D. (Wakil Dekan I Fakultas Teknik UnikaWidya Mandala Surabaya)
3.	Ilmu Hukum	Prof. Dr. Bagir Manan, S.H., MCL	Guru Besar Fakultas Hukum Universitas Padjajaran	Prof. Dr. An-An Chandrawulan (FH Unpad)

Penerima Penghargaan Habibie 2018

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang Mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Eng. Mikrajuddin Abdullah	Guru Besar Bidang Fisika Nanomaterial FMIPA ITB	Prof. Dr. Edy Tri Baskoro, M.Sc. (Dekan FMIPA ITB)
2.	Ilmu Kedokteran	Prof. Rovina, dr., Sp.PD, Ph.D.	Kepala Dept. Ilmu Kedokteran Dasar Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran	Dr. Med. Setiawan, dr., AIFM (FK Unpad)
3.	Ilmu Rekayasa	Prof. Dr. Edvin Aldrian, B.Eng., M.Sc.	Peneliti Meteorologi dan Klimatologi BPPT	Dr. Bambang Setiadi (Ketua Dewan Riset Nasional)

Penerima Penghargaan Habibie 2019

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang Mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Ivandini Tribidasari Anggraningrum, S.Si., M.Si.	Guru Besar Kimia FMIPA Universitas Indonesia	Prof. Dr. Ivandini Tribidasari Anggraningrum
2.	Ilmu Kedokteran & Bioteknologi	Prof. dr. Adi Utarini, M.Sc., MPH, Ph.D.	Dosen Fakultas Kedokteran Universitas GadjahMada	Prof. dr. Ova Emilia, M.Med, Ph.D. Sp. OGCK (Dekan FK UGM)
3.	Ilmu Rekayasa	Prof. Dr. Ir. Tati Latifah Erawati Rajab Mengko	Guru Besar Sekolah Teknik Elektro & Informatika Institut Teknologi Bandung	Ir. Yani Panigoro, MM (Komisaris Ketua MWA ITB)

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang Mencalonkan
4.	Ilmu Sosial dan Politik	Prof. Dr.rer. publ. Eko Prasajo, Mag. rer.publ	Dekan Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Indonesia	Prof. Dr. Ir. Muhammad Anis, M.Met (Rektor UI)
5.	Ilmu Kebudayaan	Dr.(H.C.) I Gusti NgurahPutu Wijaya, S.H.	Budayawan	Dewi Pramunawati (Teater Mandiri)

Penerima Penghargaan Habibie 2020

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang Mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Dr. Suharyo Sumowidagdo	Peneliti Fisika LIPI	Dr. Laksana Tri Handoko (Kepala LIPI)
2.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Euis HolisotanHakim	Guru Besar Kimia FMIPA ITB	Wahyu Srigutomo, S.Si., M.Si., Ph.D. (Dekan FMIPA ITB)
	Ilmu Bioteknologi	Dr. Puspita Lisdiyanti, M.Agr.Chem.	Kepala Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI	Dr. Laksana Tri Handoko (Kepala LIPI)
3.	Ilmu Rekayasa	Prof. Dr. Ir. Daniel Murdiyarso	Guru Besar Ilmu Atmosfer Departemen Geofisika & Meteorologi IPB	Prof. Jatna Supriatna, M.Sc., Ph.D. (Ketua Pusat Riset Perubahan Iklim Universitas Indonesia)

Penerima Penghargaan Habibie 2021

No.	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang Mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Muhammad Hanafi, M.Sc.	Peneliti Pusat Riset Kimia BRIN	Dr. Eng. Agus Haryono (Plt. Kepala LIPI)
2.	Ilmu Kedokteran dan Bioteknologi	Assoc. Prof. dr. Nicolaas C. Budhiparama, Ph.D, Sp.OT(K), FICS	1. Dosen Universitas Airlangga 2. Leiden University Medical Center, The Netherlands	1. Prof. Dr. M.Nasih, S.E., M.T., Ak., CMA. (Rektor Universitas Airlangga) 2. Prof. dr. Abdul Muthalib Sp.PD - KHOM . (Wakil Ketua Dokter Kepresidenan RI)
3.	Ilmu Rekayasa	Prof. Dr. Ir. Subagio, DEA	Dosen Institut Teknologi Bandung	Prof. Reini Wirahadikusumah, Ph.D. (Rektor ITB)
4.	Ilmu Kebudayaan	Dr. (HC) Nyoman Nuarta	Seniman	Arcana Foundation

Penerima Penghargaan Habibie 2022

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang Mencalonkan
1.	Ilmu Dasar	Prof. Dr. Ocky Karna Radjasa, M.Sc.	Plt. Kepala Organisasi Riset Kebumihan dan Maritim BRIN	Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc (BRIN)
2.	Ilmu Kedokteran dan Bioteknologi	Drg. Ika Dewi Ana, M.Kes., Ph.D.	Dosen	Prof. Dr. Apt. Mustofa, M.Kes. (Universitas Gadjah Mada)
3.	Ilmu Rekayasa	Prof. Dr. Riri Fitri Sari, M.M., M.Sc.	Dosen	Prof. Dr. Ir. Heri Hermansyah, ST., M.Eng., IPU (Fakultas Teknik UI)
4.	Ilmu Filsafat, Agama, dan Kebudayaan	Naufan Noordyanto, S.Sn., M.Sn.	Dosen	Imam Baihaqi, ST, M.Sc., Ph.D. (Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital Institut Teknologi Sepuluh November)

Penerima Penghargaan Habibie 2023

No	Bidang Keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga yang Mencalonkan
1.	Ilmu Filsafat, Agama, dan Kebudayaan	Prof. Dr. Oman Fathurahman, M.Hum.	Guru Besar Filologi FAH dan Peneliti PPIM UIN Syarif Hidayatullah Jakarta	Pusat Pengkajian Islam dan Masyarakat (PPIM) UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Penerima Penghargaan Habibie 2024

No	Bidang keilmuan	Nama Penerima	Pekerjaan	Lembaga
1	Ilmu Dasar	Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T., M.Phil, Ph.D., IPM, ASEAN.Eng	Guru Besar Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya	Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
2	Ilmu Kedokteran dan Bioteknologi	Prof. Bacht Alisjahbana, dr.,SpPD-KPTI, PhD	Guru Besar Universitas Padjajaran dan Dokter Pendidik Klinis Ahli Utama Rumah Sakit Hasan Sadikin	Universitas Padjajaran dan Rumah Sakit Hasan Sadikin
3	Ilmu Rekayasa	Prof. Brian Yulianto, ST., M.Eng., Ph.D	Guru Besar Institut Teknologi Bandung	Institut Teknologi Bandung
4	Bidang Ilmu Sosial, Ekonomi, Politik, dan Hukum	Prof. Anita Lie, MA., Ed.D.	Guru Besar Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya	Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
5	Ilmu Filsafat, Agama, dan Kebudayaan	Prof. Dr. Muhammad Amin Abdullah	Guru Besar Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta	Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Tujuan

Tujuan diselenggarakannya kegiatan penganugerahan Habibie Prize adalah untuk:

- 1) Mewujudkan sumber daya manusia Indonesia yang unggul, memiliki kualitas iman dan takwa tinggi, dan sekaligus mampu menguasai, mengembangkan dan mengendalikan ilmu pengetahuan dan teknologi secara mandiri untuk kejayaan bangsa dan rakyat Indonesia.
- 2) Membangun iklim kondusif penguatan dan pengembangan inovasi sebagai penciptaan nilai tambah komersial, ekonomi dan/atau sosial-budaya secara berkelanjutan.
- 3) Memberikan dorongan kepada para SDM inovatif (lembaga litbangjirap, perguruan tinggi, perusahaan, serta masyarakat ilmiah) agar dapat terpacu dalam mewujudkan ide kreatif dalam penciptaan nilai tambah, baik sebagai individu maupun melalui kemitraan dan kerjasama antar unsur inovasi.

Penerima Manfaat

Penerima manfaat Habibie Prize adalah perorangan warga negara Indonesia yang aktif dan sangat berjasa dalam penemuan, pengembangan, dan penyebarluasan berbagai kegiatan ilmu pengetahuan dan teknologi yang baru (inovatif) serta bermanfaat secara berarti (signifikan) bagi peningkatan kesejahteraan, keadilan, dan perdamaian.

Waktu dan Tempat

Kegiatan Habibie Prize Tahun 2024 diselenggarakan pada:

Hari/Tanggal : Senin, 11 November 2024

Waktu : 09.00 – 12.00 WIB

Bertempat : Auditorium Sumitro Djohadikusumo
Gedung B.J. Habibie, Lantai 3
Jalan M.H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat

Kriteria Pemilihan

Kriteria Pemilihan Habibie Prize yaitu sebagai berikut:

- 1) Memiliki integritas yang tinggi kepada Negara Kesatuan Republik Indonesia;
- 2) Memberikan kontribusi yang berpengaruh signifikan terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi;
- 3) Aktif memberikan sosialisasi dan motivasi yang tinggi kepada masyarakat untuk menekuni bidang ilmu pengetahuan dan teknologi yang dikembangkannya;
- 4) Tokoh yang memberikan inspirasi dalam penyebarluasan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta memiliki kontribusi bagi masyarakat dan bangsa Indonesia.

RUNDOWN TENTATIVE ANUGERAH TALENTA UNGGUL HABIBIE PRIZE 2024 DAN BINCANG EKOSISTEM RISET INOVASI INDONESIA JAKARTA, 11 NOVEMBER 2024

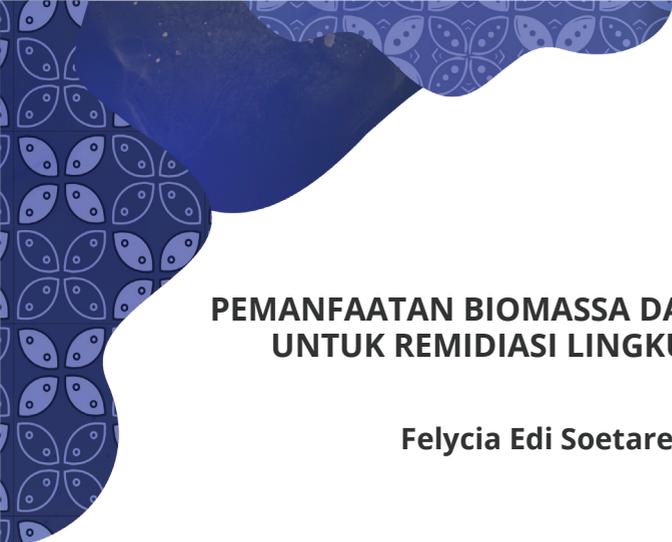
Waktu	Agenda
08.00–09.00	Registrasi Peserta
09.00–09.20	Pembukaan Acara Menyanyikan lagu Indonesia Raya Doa pembukaan
09.20–09.25	Penayangan Video Profil Habibie Prize
09.25–10.00	Pembacaan dan Penayangan Rekam Jejak Riset Penerima Habibie Prize Bidang Ilmu Dasar Pembacaan dan Penayangan Rekam Jejak Riset Penerima Habibie Prize Bidang Ilmu Kedokteran dan Bioteknologi Pembacaan dan Penayangan Rekam Jejak Riset Penerima Habibie Prize Bidang Ilmu Rekayasa Pembacaan dan Penayangan Rekam Jejak Riset Penerima Habibie Prize Bidang Ilmu Sosial, Ekonomi, Politik, dan Hukum Pembacaan dan Penayangan Rekam Jejak Riset Penerima Habibie Prize Bidang Ilmu Filsafat, Agama, dan Kebudayaan
10.00–10.05	Sambutan Kepala BRIN
10.05–10.20	Penyerahan Medali, dan Sertifikat kepada Para Penerima Habibie Prize
10.20–10.35	Pemberian Selamat dan Foto Bersama
10.35–10.45	<i>Door Stop</i>
10.45–11.45	Bincang Ekosistem Riset Inovasi Indonesia Deputi Bidang Fasilitas Riset dan Inovasi: Peluang Pendanaan Riset dan Inovasi Deputi Bidang Infrastruktur Riset dan Inovasi: Akses Terbuka Infrastruktur Riset dan Inovasi Deputi Bidang Pemanfaatan Riset dan Inovasi: Strategi Hilirisasi Riset dan Inovasi Deputi Bidang SDM Iptek: Peluang Mobilitas SDM Periset
11.45–12.00	<i>Policy Remarks Kepala BRIN</i> SDM Unggul untuk Indonesia Maju
12.00–13.00	Penutup dan Ishoma



**NASKAH ILMIAH PRESENTASI
PENERIMA HABIBIE PRIZE 2024**



PENERIMA
HABIBIE PRIZE BIDANG ILMU
DASAR TAHUN 2024
FELYCIA EDI SOETAREDJO



PEMANFAATAN BIOMASSA DAN TANAH LIAT UNTUK REMEDIASI LINGKUNGAN AIR

Felycia Edi Soetaredjo

PENDAHULUAN

Berbagai permasalahan lingkungan telah menjadi perhatian seluruh dunia karena dampak yang menyertainya dirasakan seluruh lapisan masyarakat. Beberapa permasalahan terbesar yang menimpa dunia adalah pencemaran air, pencemaran udara, pemanasan global, limbah berbahaya, penipisan ozon, hujan asam, perusakan hutan hujan, dan juga kelebihan penduduk. Pencemaran air disebabkan oleh aktivitas manusia dan menjadi isu besar dalam konteks global. Sumber utama pencemaran air adalah limbah cair dari berbagai jenis industri, kilang, pabrik pengolahan limbah, dan lain-lain. Limbah cair dengan kualitas berbeda-beda tersebut dialirkan ke sungai yang merupakan sumber air perkotaan. Dampak pencemaran air bermacam-macam, mulai dari penurunan kualitas air dan menjadi beracun sehingga menyebabkan penyakit dan kematian, hingga ekosistem sungai dan danau yang tidak seimbang sehingga tidak dapat lagi mendukung keanekaragaman hayati secara penuh.

Limbah cair yang dihasilkan dari berbagai macam industri khususnya yang menggunakan bahan-bahan kimia dan operasi

pertambangan mengandung berbagai jenis zat berbahaya yang beberapa di antaranya bersifat *non-biodegradable* dan dapat digolongkan sebagai polutan prioritas toksik. Beberapa air limbah banyak mengandung bahan organik dan anorganik yang bersifat polutan, seperti senyawa fenolik, logam berat, dan pewarna. Pewarna banyak digunakan dalam industri tekstil, kulit, percetakan, makanan, plastik, penyamakan kulit, kertas, karet, dan cat. Mereka dianggap sebagai salah satu polutan prioritas dalam air limbah karena berbahaya bagi organisme bahkan pada konsentrasi rendah.

Berbagai metode remediasi untuk menghilangkan zat berbahaya dari air dan air limbah saat ini telah tersedia; metode ini meliputi koagulasi-flokulasi, pertukaran ion, pencernaan aerobik dan anaerobik, filtrasi membran, pengendapan kimia, oksidasi kimia, oksidasi lanjutan, dan adsorpsi. Beberapa metode memberikan efisiensi penghilangan yang tinggi untuk polutan dengan konsentrasi tinggi, sementara metode lainnya memiliki kinerja yang baik pada konsentrasi rendah hingga sedang. Sebagian besar metode yang disebutkan sebelumnya, memiliki investasi dan biaya operasional yang tinggi kecuali proses adsorpsi (Zheng dkk., 2015).

Proses adsorpsi merupakan langkah mendasar dan krusial dalam pengolahan fisikokimia air dan air limbah industri serta perkotaan. Meskipun proses adsorpsinya sangat sederhana dan relatif murah, namun dapat memenuhi persyaratan standar limbah yang tinggi. Proses ini terbukti efektif menghilangkan berbagai macam polutan berbahaya bahkan dalam konsentrasi yang sangat rendah. Kunci keberhasilan proses tergantung pada jenis adsorben yang digunakan untuk pengolahan. Saat ini, adsorben industri utama untuk penjernihan air dan pengolahan air limbah adalah karbon aktif. Karbon aktif telah terbukti sebagai adsorben yang sangat efektif; secara konsisten menghasilkan efisiensi penyisihan yang tinggi dan memiliki stabilitas yang tinggi dalam proses regenerasi. Namun permasalahan utama yang terkait dengan penggunaan karbon aktif sebagai adsorben untuk pengolahan air limbah adalah harga. Harga karbon aktif komersial mahal, oleh karena itu penggunaan karbon aktif untuk tujuan

pengolahan air limbah dianggap sebagai proses yang mahal. Untuk menurunkan biaya adsorben, maka perlu dicari bahan yang murah sebagai adsorben alternatif dalam proses pengolahan air limbah.

Berbagai bahan berbiaya rendah telah dipelajari sebagai adsorben alternatif untuk menghilangkan berbagai zat berbahaya dari larutan air. Bahan berbiaya rendah ini termasuk limbah pertanian dan bentuk modifikasinya (Febrianto dkk., 2009; Arief dkk., 2008; Soetaredjo dkk., 2014), dan mineral tanah liat (Putra dkk., 2009; Kurniawan dkk., 2011a; Candra dkk., 2013), komposit (Zeng dkk., 2015; Ismadji dkk., 2016;; Alipour dkk., 2016;; Malana dkk., 2011; Zhou dkk., 2012). Meskipun beberapa bahan berbiaya rendah tersebut telah terbukti berpotensi sebagai adsorben pada aplikasi skala laboratorium, terdapat beberapa kelemahan jika diterapkan pada skala industri terutama untuk adsorben berbahan dasar alami. Limbah pertanian telah dieksplorasi potensi penerapannya sebagai adsorben dalam pengolahan air limbah selama hampir tiga dekade. Sampai saat ini, pemanfaatan adsorben berbiaya rendah untuk pengolahan air limbah industri masih jauh dari kenyataan.

Untuk proses skala besar, adsorben alternatif harus memenuhi kriteria berikut (dkk., 2009; Lesmana dkk., 2009):

- 1) Memiliki kapasitas adsorpsi yang sebanding atau lebih tinggi dibandingkan adsorben yang tersedia secara komersial.
- 2) Tersedia dalam jumlah besar dan karakteristik adsorpsi stabil.
- 3) Nilai ekonomi rendah.
- 4) Dapat diregenerasi dengan mudah tanpa kehilangan kemampuan adsorpsinya.
- 5) Secara konsisten menghasilkan efisiensi penghilangan yang tinggi.
- 6) Ramah lingkungan.

Sangat sulit untuk memenuhi semua kriteria adsorben berbahan dasar alami. Keuntungan utama penggunaan bahan baku alam khususnya hasil samping pertanian dan polimer alam

sebagai alternatif adsorben adalah tersedia dalam jumlah banyak, bernilai ekonomi rendah, dan ramah lingkungan.

BIOMASSA SEBAGAI ADSORBEN

Biomassa dari limbah pertanian merupakan bahan lignoselulosa, dan merupakan bahan terbarukan yang paling banyak tersedia di bumi yang dapat digunakan sebagai bahan mentah untuk berbagai jenis aplikasi. Komposisi utamanya adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Limbah pertanian dianggap sebagai bahan yang berbiaya rendah karena ketersediaannya yang melimpah dan bahan terbarukan. Berdasarkan konsep pengolahan limbah, saat ini ribuan penelitian telah dilakukan untuk mencari potensi penerapan bahan berbiaya rendah ini sebagai adsorben untuk air dan air limbah. Namun, kendala utama penggunaan langsung bahan-bahan tersebut sebagai adsorben adalah kapasitas adsorpsinya yang rendah terhadap sebagian besar kontaminan berbahaya. Oleh karena itu, diperlukan proses perlakuan atau modifikasi lebih lanjut untuk meningkatkan kapasitas adsorpsinya.

Secara umum, proses modifikasi limbah pertanian yang ada saat ini untuk meningkatkan kemampuan adsorpsinya dapat diklasifikasikan menjadi perlakuan fisik, kimia, termal atau kombinasi ketiganya. Perlakuan fisik bertujuan untuk memecah kristalinitas biomassa dengan cara mengecilnya ukuran. Pengurangan ukuran meningkatkan luas permukaan spesifik biomassa dan mengurangi derajat polimerisasi. Perlakuan termal adalah cara paling efektif untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi biomassa; tetapi kelemahan metode ini adalah biaya prosesnya karena dilakukan pada suhu tinggi. Tergantung pada bahan kimia yang digunakan, modifikasi kimia juga sangat efektif untuk meningkatkan kinerja adsorpsi adsorben. Masalah utama yang terkait dengan metode ini adalah menimbulkan masalah lain terhadap lingkungan, karena kelebihan bahan kimia yang digunakan dalam proses juga akan berakhir sebagai limbah berbahaya.

Perlakuan fisik merupakan metode ramah lingkungan untuk modifikasi limbah pertanian sebagai adsorben. Namun,

keberhasilan pengolahan ini bergantung pada karakteristik limbah pertanian seperti kadar air, komposisi lignin, dan lain-lain. Ukuran partikel yang sesuai tentunya akan berdampak pada kapasitas adsorpsi biomassa. Energi yang dibutuhkan untuk pengurangan ukuran tergantung pada ukuran masukan dan keluaran serta karakteristik kimia biomassa. Biasanya *pre-treatment* fisik dilakukan sebagai langkah awal untuk proses selanjutnya. Penggunaan berbagai biomassa sebagai penyerap logam berat telah dibahas oleh Lesmana dkk. (2009). Kurniawan dkk. (2011b) mempelajari penggunaan kulit singkong untuk menyerap Ni(II) dari limbah cair dan penggunaan kulit durian untuk menyerap Cr(VI) (Kurniawan dkk., 2011c).

Proses yang terkenal untuk pengolahan limbah pertanian secara termal untuk meningkatkan kemampuan adsorpsinya adalah karbonisasi dan pirolisis. Pada proses karbonisasi, limbah pertanian direaksikan dengan oksigen atau uap dalam jumlah terkendali pada suhu tinggi tanpa melalui proses pembakaran. Pada proses karbonisasi ini, struktur lignin, hemiselulosa dan selulosa akan dipecah menjadi karbon monoksida, karbon hidroksida dan hidrogen. Karbon yang tidak bereaksi bersama dengan bahan anorganik akan tetap menjadi residu padat yang disebut biochar. Biochar ini memiliki struktur berpori; dengan adanya mikropori dan mesopori pada struktur ini akan meningkatkan kemampuan adsorpsi padatan.

Pirolisis adalah dekomposisi termal bahan organik tanpa adanya oksigen dan gas pengoksidasi lainnya. Pada pirolisis limbah pertanian, selulosa, hemiselulosa dan lignin akan diuraikan menjadi senyawa organik dengan molekul lebih kecil dan gas, dan residu padat dari proses ini berupa padatan berpori yang disebut biochar. Biochar ini memiliki kapasitas adsorpsi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan limbah pertanian aslinya, namun untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi lebih tinggi dilakukan proses aktivasi menggunakan bahan kimia dan gas. Hasil dari proses aktivasi ini adalah karbon padat berpori yang disebut karbon aktif. Peningkatan kemampuan adsorpsi produk yang dihasilkan dari perlakuan panas limbah pertanian terutama disebabkan oleh pelepasan bahan mudah menguap dan pengembangan pori-pori

dalam bahan padat. Perlakuan termal dapat meningkatkan luas permukaan BET produk yang dihasilkan secara signifikan, ratusan atau bahkan ribuan kali lebih besar dibandingkan BET awal residu pertanian (Koseoglu & Akmil-Basar, 2015; Li dkk., 2016).

Pengolahan kimia dilakukan untuk meningkatkan aksesibilitas limbah pertanian. Selama proses adsorpsi, adsorbat harus mampu menembus ke dalam struktur internal adsorben untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi. Sebagian besar lignin akan bertindak sebagai penghalang untuk mencegah penetrasi molekul adsorbat ke dalam struktur selulosa dan hemiselulosa. Proses pretreatment kimia akan menghilangkan sebagian lignin dan hemiselulosa dari struktur limbah pertanian. Lignin secara kimia terhubung ke hemiselulosa melalui ikatan kovalen. Oleh karena itu, penghilangan lignin juga akan menghilangkan sebagian hemiselulosa (Putro dkk., 2016). Bahan kimia yang digunakan untuk pretreatment kimia limbah pertanian dapat diklasifikasikan menjadi basa, asam encer, pelarut organik, cairan ionik, dan surfaktan.

Pemahaman sifat kimia dan fisik limbah pertanian sangat penting untuk memahami mekanisme adsorpsi adsorpsi bahan pencemar berbahaya pada biomassa. Karakterisasi limbah pertanian dan modifikasi bentuk-bentuknya sebagai adsorben biasanya dilakukan dengan menggunakan serapan nitrogen, spektroskopi Fourier Transform Infra-Red (FTIR), Scanning Electron Microscopy (SEM), X-ray Photo Electron Spectroscopy (XPS), Energy Dispersive X- spektrofotometri fluoresensi sinar (EDX), Difraksi Sinar-X, Analisis Gravimetri Termal (TGA), dll. Untuk mengumpulkan informasi lengkap tentang sifat fisik dan kimia limbah pertanian, metode-metode ini biasanya digunakan bersama-sama.

TANAH LIAT SEBAGAI ADSORBEN

Tanah liat telah diterima sebagai salah satu adsorben berbiaya rendah yang tepat untuk menghilangkan pewarna dari air limbah karena sifat fisiknya seperti luas permukaan yang besar, stabilitas kimia dan mekanik yang tinggi, dan kapasitas pertukaran kation yang tinggi (Bulut dkk., 2008). Berbagai jenis bahan tanah liat seperti

sepiolit, kaolinit, montmorillonit, smektit, dan bentonit sedang dipertimbangkan sebagai alternatif adsorben berbiaya rendah untuk menghilangkan pewarna dari air limbah. Penggunaan tanah liat dan bentuk modifikasinya untuk penyerapan senyawa organik telah dipelajari oleh berbagai peneliti dan beberapa di antaranya baru-baru ini dirangkum dan ditinjau (Dubey dkk., 2009; Gupta & Suhas, 2009; Liu & Zhang, 2007; Zhu dkk., 2009). Dubey dkk. (2009) memfokuskan tinjauan mereka pada pemanfaatan berbagai adsorben termasuk mineral tanah liat untuk pemurnian air minum dari berbagai polutan kimia, dan baru-baru ini Gupta dan Suhas (2009) merangkum penggunaan adsorben berbiaya rendah yang termasuk bentonit untuk menghilangkan pewarna dari air dan air limbah. Sedangkan Zhu dkk. (2009) menekankan tinjauan mereka pada pembentukan *organo-clays* setelah penyerapan polutan organik. Sifat adsorpsi tanah liat mentah, tanah liat teraktivasi dengan perlakuan asam atau kalsinasi, tanah liat termodifikasi organik dengan molekul kecil atau polimer untuk adsorpsi dan penghilangan pewarna organik dari larutan berair telah ditinjau oleh Liu dan Zhang (2007).

Mineral lempung dan lempung berperan penting dalam perlindungan dan remediasi lingkungan karena kemampuan adsorpsinya. Kombinasi antara mineral lempung dan bahan lain seringkali dapat meningkatkan sifat adsorpsinya. Tabel 1 mencantumkan beberapa mineral tanah liat dan polimer alami, yang banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan nanokomposit polimer untuk menghilangkan polutan berbahaya dari air atau air limbah.

Tabel 1 Mineral Lempung dan Polimer Alam yang Banyak Digunakan untuk Polimer Nanokomposit dan Aplikasinya sebagai Adsorben

Mineral Tanah Liat	Polimer Alam	Senyawa Berbahaya Terserap	Pustaka
Rectorite	Chitosan	Cd(II), Cu(II) and Ni(II)	(Zeng dkk., 2015)
Montmorillonite	Chitosan	Rhodamine 6G	(Vanamudan dkk., 2014)
Montmorillonite	Chitosan	Cu(II)	(Pereira dkk., 2013)
Montmorillonite	Pectin	Basic Yellow 28	(Nesic dkk., 2014)
Montmorillonite	Chitosan	Co(II)	(Wang dkk., 2014)

Montmorillonite	Chitosan	herbicide clopyralid	(Celis dkk., 2012)
Hydrotalcite	Sodium alginate	Orange II and fluoride ion	(Mandal dkk., 2012)
Palygorskite	Chitosan	Pb(II)	(Alcântara dkk., 2014)
Palygorskite	Starch	Pb(II)	(Alcântara dkk., 2014)
Palygorskite	Alginate	Pb(II)	(Alcântara dkk., 2014)
Sepiolite	Chitosan	Pb(II)	(Alcântara dkk., 2014)
Sepiolite	Starch	Pb(II)	(Alcântara dkk., 2014)
Sepiolite	Alginate	Pb(II)	(Alcântara dkk., 2014)
Montmorillonite (bentonite)	Chitosan	Malachite green and methyl violet	(Bhattacharyya dkk., 2014)
Montmorillonite	Chitosan	Cu(II)	(Azzam dkk., 2016)
Montmorillonite	Chitosan	Congo red	(Wang & Wang, 2007)

Montmorillonit merupakan salah satu mineral lempung penting dalam kelompok smektit yang termasuk dalam famili filosilikat 2:1. Struktur dasar montmorillonit merupakan lapisan yang terdiri dari dua lembar tetrahedral dengan lembaran oktahedral alumina ditengahnya. Secara umum, montmorillonit secara alami bersifat hidrofilik, oleh karena itu, sebelum pembuatan nanokomposit polimer; modifikasi permukaan montmorillonit diperlukan agar permukaannya menjadi organofilik atau hidrofobik. Kation organik yang banyak digunakan sebagai pengubah permukaan adalah garam amonium kuartener (Yesi dkk., 2010; Gunawan dkk., 2010; Anggraeni dkk., 2014) dan silan (Huskić dkk., 2013). Selama proses modifikasi, terjadi pertukaran antara kation anorganik pada interlayer montmorillonit dengan kation amonium kuartener, dan fenomena ini menyebabkan perluasan interlayer montmorillonit. Perluasan jarak antar lapisan karena adanya rantai alkil panjang kation amonium kuartener meningkatkan hidrofobisitas montmorillonit (Azeez dkk., 2016; Kotal dkk., 2015). Panjang rantai alkil garam amonium kuartener dapat mengatur jarak antar lapisan (*basal spacing*) montmorillonit. Kehadiran kation amonium kuartener pada lapisan montmorillonit dapat mengurangi gaya elektrostatis antar lapisan silikat. Penurunan gaya elektrostatis pada interlayer montmorillonit meningkatkan kemungkinan molekul polimer menembus struktur internal montmorillonit

(Azeez dkk., 2013). Seperti terlihat pada Tabel 1, mineral lempung lain yang telah digunakan sebagai pengisi nano-anorganik untuk nanokomposit polimer adalah rectorite, palygorskite, sepiolite, dan hydrotalcite.

PENGUNAAN DALAM REMIDIASI LINGKUNGAN TERHADAP LOGAM BERAT

Banyak penelitian telah dilakukan untuk menghilangkan senyawa berbahaya dari air dengan menggunakan biomassa termasuk didalamnya limbah pertanian, dan tanah liat. Dalam beberapa kasus, kapasitas adsorpsi biomassa dan tanah liat terhadap beberapa senyawa berbahaya rendah, namun banyak ilmuwan yang masih mencoba mengeksplorasi potensi penerapan biomassa dan tanah liat sebagai adsorben alternatif, karena ketersediaannya melimpah dan sumber daya terbarukan.

Penghilangan alami logam berat dari lingkungan sangat sulit karena sifat logam berat yang persisten. Oleh karena itu, penghilangan logam berat (As(V), Cd(II), Cr(III), Cr(VI), Cu(II), Hg(II), Mn(II), Ni(II), Pb(II), and Zn(II)) dari air limbah sangat penting untuk melindungi lingkungan dan kesehatan manusia (Ghasemi dkk., 2014). Salah satu metode paling efektif untuk menghilangkan logam berat dari air dan air limbah adalah proses adsorpsi. Ribuan penelitian untuk menghilangkan logam berat dari larutan air menggunakan berbagai jenis adsorben telah dilakukan dalam 30 tahun terakhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah pertanian merupakan adsorben potensial untuk menghilangkan logam berat dari limbah cair (Kurniawan dkk., 2011b; Kurniawan dkk., 2011c; Pehlivan dkk., 2012; Xu dkk., 2013; Ding dkk., 2014; Ronda dkk., 2015; Yargic dkk., 2015; Bhatti dkk., 2016; Djemmoe dkk., 2016; Mosa dkk., 2016; Romero-Cano dkk., 2016; Zhao & Zhou, 2016).

Adsorpsi logam berat pada limbah pertanian sangat dipengaruhi oleh pH larutan. Kurniawan dkk. (2011b) mempelajari pengaruh pH terhadap serapan Ni(II) pada kulit singkong. Mereka menemukan bahwa jumlah serapan Ni(II) oleh kulit singkong meningkat seiring dengan peningkatan pH dan mencapai

maksimum pada pH 4,5. Pengaruh pH terhadap adsorpsi Pb(II) pada daun *Solanum melongena* telah dipelajari oleh Yuvaraja dkk. (2014). Pada pH lebih tinggi dari 5, terjadi pembentukan Pb(OH)₂ dari Pb(II), dan mekanisme penghilangan Pb(II) adalah adsorpsi dan presipitasi. Pengaruh pH terhadap adsorpsi logam berat pada limbah pertanian juga dapat dijelaskan dengan istilah pH_{pzc} (pH pada titik nol muatan) (Kurniawan dkk., 2011c; Soetaredjo dkk., 2013; Yuvaraja dkk., 2014). Nilai pH_{pzc} merupakan salah satu karakteristik penting dari adsorben, khususnya untuk limbah pertanian. Jika pH larutan berada di bawah pH_{pzc} adsorben, terjadi protonasi beberapa gugus fungsi pada permukaan adsorben sehingga mengakibatkan muatan positif pada permukaan adsorben, gaya tolak menolak lebih dominan dibandingkan gaya tarik menarik; oleh karena itu, lebih sedikit ion logam yang teradsorpsi. Jika pH larutan lebih tinggi dari pH_{pzc}, muatan permukaan adsorben menjadi negatif dan lebih banyak ion logam dalam larutan yang tertarik ke permukaan limbah pertanian (Yuvaraja dkk., 2014).

Suhu juga merupakan salah satu parameter proses yang penting dalam adsorpsi logam berat ke dalam limbah pertanian (Blázquez dkk., 2011; Kurniawan dkk., 2011b; Soetaredjo dkk., 2013). Suhu mempunyai pengaruh yang cukup nyata terhadap kapasitas adsorpsi limbah pertanian. Jika adsorpsi fisik mengontrol mekanisme adsorpsi, maka suhu mempunyai efek negatif terhadap serapan logam berat (Bhatti dkk., 2016; Lam dkk., 2016). Dalam hal kemisorpsi merupakan mekanismenya, serapan logam berat meningkat seiring dengan peningkatan suhu (Kurniawan dkk., 2011b; Kurniawan dkk., 2011c; Soetaredjo dkk., 2013; Yuvaraja dkk., 2014; Srivastava dkk., 2015; Kumar dkk., 2016; Zhao dkk., 2016).

PENGUNAAN DALAM REMEDIASI LINGKUNGAN TERHADAP ZAT WARNA

Beberapa pewarna sintesis bersifat sangat beracun dan bersifat karsinogenik, dan pembuangan langsung air limbah yang mengandung pewarna tersebut ke lingkungan perairan akan merusak ekosistem dan kehidupan perairan. Sekalipun dalam

jumlah kecil, keberadaan zat warna pada lingkungan perairan dapat mengganggu proses fotosintesis karena terhambatnya penetrasi sinar matahari ke dalam air (Safa & Bhatti, 2011; Qi dkk., 2011; Ay dkk., 2012 ; Fontana dkk., 2016; Lee dkk., 2016; Deniz & Kepecki, 2016; Pathania dkk., 2016). Sebagian besar pewarna sintesis dirancang agar stabil secara kimia atau fotolitik, oleh karena itu, jika dilepaskan ke lingkungan, pewarna tersebut akan menjadi polutan dalam waktu lama. Bioakumulasi zat warna pada biota perairan mempunyai potensi bahaya bagi manusia. Melalui rantai makanan, zat tersebut akan berpindah ke tubuh manusia sehingga menimbulkan gangguan kesehatan seperti reaksi alergi, kerusakan parah pada ginjal, sistem saraf pusat, sistem reproduksi, dan hati.

Untuk air tercemar dengan konsentrasi pewarna yang tinggi, teknologi penghilangan yang paling sesuai adalah oksidasi kimia, pemisahan membran, koagulasi, serta degradasi mikroba aerobik dan anaerobik. Untuk pewarna dengan konsentrasi sedang hingga rendah, proses adsorpsi menggunakan berbagai jenis adsorben adalah yang terbaik. pilihan untuk pengolahan air atau air limbah. Sejumlah studi adsorpsi untuk menghilangkan pewarna dari larutan air telah dilakukan untuk menemukan adsorben dengan kapasitas adsorpsi tinggi dan biaya produksi yang murah. Limbah pertanian diyakini merupakan kandidat terbaik sebagai adsorben untuk menghilangkan zat warna dari air atau air limbah. Mirip dengan adsorpsi logam berat, faktor yang mempengaruhi penghilangan zat warna oleh limbah pertanian adalah pH larutan, suhu, dan konsentrasi awal. (Safa & Bhatti, 2011; Qi dkk., 2011; Ay dkk., 2012; Fontana dkk., 2016; Lee dkk., 2016). Safa dan Bhatti (2011) mempelajari pewarna Everdirect Orange-3GL dan Direct Blue-67 dari larutan air pada sekam padi. Eliminasi maksimum Everdirect Orange-3GL sebesar 27,72 mg/g diperoleh pada pH 1, sedangkan Direct N Blue-106 sebesar 54,39 mg/g pada pH 3.

PENGUNAAN DALAM REMEDIASI LINGKUNGAN TERHADAP BIOSIDA DAN KONTAMINAN ORGANIK LAINNYA

Biosida didefinisikan sebagai zat kimia atau mikroorganisme untuk mengendalikan atau menghambat pertumbuhan atau

untuk mencegah aktivitas bakteri yang berbahaya. Biosida banyak digunakan dalam pengobatan, budidaya perairan, pertanian, makanan, dan berbagai jenis industri. Beberapa biosida memiliki spektrum aktivitas antimikroba yang luas (Ong dkk., 2014). Akibat masifnya penggunaan biosida, pembuangan limbah atau air limbah yang mengandung zat tersebut tidak dapat dihindari. Karena tujuan penggunaan biosida adalah untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri atau mikroorganisme hidup, keberadaan zat-zat tersebut di lingkungan dapat menyebabkan kerusakan serius pada ekosistem khususnya ekosistem perairan.

Hingga saat ini, adsorpsi telah terbukti merupakan salah satu metode terbaik untuk menghilangkan biosida dari air dan air limbah. Ouyang dkk. (2016) mempelajari sifat penyerapan biosida ini ke dalam biochar yang berasal dari empat limbah pertanian (tongkol jagung, batang jagung, jerami kedelai, dan batang jagung yang dilumpuhkan dengan 5% amonium dihidrogen fosfat). Untuk studi adsorpsi, mereka mencampurkan biochar dengan tanah yang mengandung bahan organik tinggi. Hasil percobaan mereka menunjukkan bahwa tanah yang diubah dengan biochar jerami padi dan batang jagung memiliki tingkat penghilangan terbesar. Tanah yang diubah dengan biochar merupakan cara efektif untuk mencegah kebocoran herbisida yang menyebar. Dalam beberapa kasus, limbah pertanian memiliki kinerja adsorpsi yang lebih baik dibandingkan tanah dalam menghilangkan pestisida dari lingkungan air (Rojas dkk., 2014). Dalam studi mereka, atrazin, alaklor, endosulfan sulfat dan trifluralin digunakan sebagai adsorbat untuk percobaan adsorpsi. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang biji bunga matahari, sekam padi, lumpur limbah kompos dan tanah. Kelarutan pestisida memberikan pengaruh yang cukup nyata terhadap serapan pestisida oleh adsorben. Semakin larut pestisida dalam air maka semakin sulit untuk teradsorpsi ke dalam adsorben (Rojas dkk., 2014).

KESIMPULAN

Ribuan studi adsorpsi telah dilakukan dalam tiga puluh tahun terakhir untuk mencari adsorben terbarukan dan berbiaya rendah

untuk menghilangkan polutan berbahaya dari air dan air limbah. Sebagian besar tanah liat dan limbah pertanian yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kemampuan menghilangkan polutan dari air dengan efisiensi penghilangan yang tinggi. Meskipun penelitian intensif telah dilakukan, namun hingga saat ini belum ada fasilitas pengolahan air limbah komersial atau industri yang menggunakan limbah pertanian sebagai adsorben untuk proses adsorpsinya, dan kemungkinan masih jauh dari penerapan skala industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Alcântara, A. C. S., Darder, M., Aranda, P., & Ruiz-Hitzky, E. (2014). Polysaccharide–fibrous clay bionanocomposites. *Applied Clay Science*, *96*, 2-8.
- Alipour, D., Keshtkar, A. R., & Moosavian, M. A. (2016). Adsorption of thorium(IV) from simulated radioactive solutions using a novel electrospun PVA/TiO₂/ZnO nanofiber adsorbent functionalized with mercapto groups: Study in single and multi-component systems. *Applied Surface Science*, *366*, 19-29.
- Anggraeni, A., Kurniawan, A., Ong, L. K., Martin, M. M., Liu, J. C., Soetaredjo, F. E., Indraswati, N., & Ismadji, S. (2014). Antibiotic detoxification from synthetic and real effluents using a novel MTAB surfactant montmorillonite (organoclay) sorbent. *RSC Advances*, *4*, 16298-16311.
- Arief, V. O., Trilestari, K., Sunarso, J., Indraswati, N., & Ismadji, S. (2008). Recent progress on biosorption of heavy metals from liquids using low-cost biosorbents: Characterization, biosorption parameters, and mechanism studies. *Clean*, *36*, 937-962.
- Ay, C. O., Oscan, A. S., Erdogan, Y., & Ozcan, A. (2012). Characterization of *Punica granatum* L. peels and quantitatively determination of its biosorption behavior towards lead(II) ions and Acid Blue 40. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, *100*, 197-204.
- Azeez, A. A., Rhee, K. Y., Park, S. J., & Hui, D. (2013). Epoxy clay nanocomposites – Processing, properties, and applications: A review. *Composite: B*, *45*, 308-320.

- Azzam, E. M. S., Eshaq, G., Rabie, A. M., Bakr, A. A., Abd-Elaal, A. A., El Metwally, A. E., & Tawfik, S. M. (2016). Preparation and characterization of chitosan-clay nanocomposites for the removal of Cu(II) from aqueous solution. *International Journal of Biological Macromolecules*, *89*, 507-517.
- Bhattacharyya, R., & Ray, S. K. (2014). Micro- and nano-sized bentonite filled composite superabsorbents of chitosan and acrylic copolymer for removal of synthetic dyes from water. *Applied Clay Science*, *101*, 510-520.
- Bhatti, H. N., Zaman, Q., Kausar, A., Noreen, S., & Iqbal, M. (2016). Efficient remediation of Zr(IV) using citrus peel waste biomass: Kinetic, equilibrium, and thermodynamic studies. *Ecological Engineering*, *95*, 216-228.
- Blazquez, G., Martin-Lara, M. A., Tenorio, G., & Calero, M. (2011). Batch biosorption of lead(II) from aqueous solutions by olive tree pruning waste: Equilibrium, kinetics, and thermodynamic study. *Chemical Engineering Journal*, *168*, 170-177.
- Bulut, E., Ozacar, M., & Sengil, I. A. (2008). Equilibrium and kinetic data and process design for adsorption of Congo Red onto bentonite. *Journal of Hazardous Materials*, *154*, 613-622.
- Celis, R., Adelino, M. A., Hermosin, M. C., & Cornejo, J. (2012). Montmorillonite-chitosan bionanocomposites as adsorbents of the herbicide clopyralid in aqueous solution and soil/water suspensions. *Journal of Hazardous Materials*, *209-210*, 67-76.
- Chandra, I. K., Ju, Y. H., Ayucitra, A., & Ismadji, S. (2013). Evans blue removal from wastewater by rarasaponin-bentonite. *International Journal of Environmental Science and Technology*, *10*, 359-370.
- Deniz, F., & Kepecki, R. A. (2016). Dye biosorption onto pistachio by-product: A green environmental engineering approach. *Journal of Molecular Liquids*, *219*, 194-200.
- Ding, Z., Hu, X., Zimmerman, A. R., & Gao, B. (2014). Sorption and cosorption of lead (II) and methylene blue on chemically modified biomass. *Bioresource Technology*, *167*, 569-573.

- Djemmoé, L. G., Njanja, T. E., Deussi, M. C. N., & Tonle, K. I. (2016). Assessment of copper(II) biosorption from aqueous solution by agricultural and industrial residues. *Comptes Rendus Chimie*, 19, 841-849.
- Dubey, S. P., Gopal, K., & Bersillon, J. L. (2009). Utility of adsorbents in the purification of drinking water: A review of characterization efficiency and safety evaluation of various adsorbents. *Journal of Environmental Biology*, 30, 327-332.
- Febrianto, J., Kosasih, A. N., Sunarso, J., & others. (2009). Equilibrium and kinetic studies in adsorption of heavy metals using biosorbent: A summary of recent studies. *Journal of Hazardous Materials*, 162, 616-645.
- Fontana, K. B., Chaves, E. S., Sanchez, J. D. S., & others. (2016). Textile dye removal from aqueous solutions by malt bagasse: Isotherm, kinetic, and thermodynamic studies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 124, 329-336.
- Ghasemi, M., Naushad, N., Ghasemi, Y., & Khosravi-fard, Y. (2014). A novel agricultural waste-based adsorbent for the removal of Pb(II) from aqueous solution: Kinetics, equilibrium, and thermodynamic studies. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20, 454-461.
- Gunawan, N. S., Indraswati, N., Ju, Y. H., Soetaredjo, F. E., Ayucitra, A., & Ismadji, S. (2010). Bentonites modified with anionic and cationic surfactants for bleaching of crude palm oil. *Applied Clay Science*, 47, 462-464.
- Gupta, V. K., & Suhas. (2009). Application of low-cost adsorbents for dye removal: A review. *Journal of Environmental Management*, 90, 2313-2342.
- Huskić, M., Žigon, M., & Ivanković, M. (2013). Comparison of the properties of clay polymer nanocomposites prepared by montmorillonite modified by silane and by quaternary ammonium salts. *Applied Clay Science*, 85, 109-115.

- Ismadji, S., Tong, D. S., Soetaredjo, F. E., Ayucitra, A., Yu, W. H., & Zhou, C. H. (2016). Bentonite hydrochar composite for removal of ammonium from koi fish tank. *Applied Clay Science*, *119*, 146-154.
- Kotal, M., & Bhowmick, A. K. (2015). Polymer nanocomposites from modified clays: Recent advances and challenges. *Progress in Polymer Science*, *51*, 127-187.
- Koseoglu, E., & Akmil-Basar, C. (2015). Preparation, structural evaluation, and adsorptive properties of activated carbon from agricultural waste biomass. *Advanced Powder Technology*, *26*, 811-818.
- Kumar, B. K., Smita, E., Sanchez, C., Stael, E., & Cumbal, L. (2016). Andean Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) shell biomass as new biosorbents for Pb²⁺ and Cu²⁺ ions. *Ecological Engineering*, *93*, 152-158.
- Kurniawan, A., Sutiono, H., Ju, Y. H., Soetaredjo, F. E., Ayucitra, A., Yudha, A., & Ismadji, S. (2011). Utilization of rarasaponin natural surfactant for organo-bentonite preparation: Application for methylene blue removal from aqueous effluent. *Microporous and Mesoporous Materials*, *142*, 184-193.
- Kurniawan, A., Kosasih, A. N., Febrianto, J., Ju, Y. H., Sunarso, J., Indraswati, N., & Ismadji, S. (2011a). Evaluation of cassava peel waste as low-cost biosorbent for Ni-sorption: Equilibrium, kinetics, thermodynamics, and mechanism. *Chemical Engineering Journal*, *172*, 158-166.
- Kurniawan, A., Sisnandy, V. O. A., Trilestari, K., Sunarso, J., Indraswati, N., & Ismadji, S. (2011b). Performance of durian shell waste as high-capacity biosorbent for Cr(VI) removal from synthetic wastewater. *Ecological Engineering*, *37*, 940-947.
- Lam, Y. F., Lee, L. Y., Chua, S. J., Lim, S. S., & Gan, S. (2016). Insights into the equilibrium, kinetic, and thermodynamics of nickel removal by environmentally friendly *Lansium domesticum* peel biosorbent. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *127*, 61-70.

- Lee, L. Y., Gan, S., Tan, M. S. Y., Lim, S. S., Lee, X. J., & Lam, Y. F. (2016). Effective removal of Acid Blue 113 dye using overripe *Cucumis sativus* peel as an eco-friendly biosorbent from agricultural residue. *Journal of Cleaner Production*, *113*, 194-203.
- Lesmana, S. O., Febriana, N., Soetaredjo, F. E., Sunarso, J., & Ismadji, S. (2009). Studies on potential applications of biomass for the separation of heavy metals from water and wastewater. *Biochemical Engineering Journal*, *44*, 19-41.
- Li, H., Sun, Z., Zhang, L., et al. (2016). A cost-effective porous carbon derived from pomelo peel for the removal of methyl orange from aqueous solution. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, *489*, 191-199.
- Liu, P., & Zhang, L. (2007). Adsorption of dyes from aqueous solutions or suspensions with clay nano-adsorbents. *Separation and Purification Technology*, *58*, 32-39.
- Malana, M. A., Qureshi, R. B., & Ashiq, M. N. (2011). Adsorption studies of arsenic on nano aluminium doped manganese copper ferrite polymer (MA, VA, AA) composite: Kinetics and mechanism. *Chemical Engineering Journal*, *172*, 721-727.
- Mandal, S., Patil, V. S., & Mayadevi, S. (2012). Alginate and hydrotalcite-like anionic clay composite systems: Synthesis, characterization, and application studies. *Microporous and Mesoporous Materials*, *158*, 241-246.
- Mosa, A., El-Ghamry, A., Truby, P., et al. (2016). Chemo-mechanical modification of cottonwood for Pb^{2+} removal from aqueous solutions: Sorption mechanisms and potential application as biofilter in drip-irrigation. *Chemosphere*, *161*, 1-9.
- Nesic, A. R., Velickovic, S. J., & Antonovic, D. G. (2014). Novel composite films based on amidated pectin for cationic dye adsorption. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, *116*, 620-626.
- Ong, L. K., Soetaredjo, F. E., Kurniawan, A., Ayucitra, A., Liu, J. C., & Ismadji, S. (2014). Investigation on the montmorillonite adsorption of biocidal compounds incorporating thermodynamical based multicomponent adsorption isotherm. *Chemical Engineering Journal*, *241*, 9-18.

- Ouyang, W., Zhao, X., Tysklind, M., & Hao, F. (2016). Typical agricultural diffuse herbicide sorption with agricultural waste derived biochars amended soil of high organic matter content. *Water Research*, 92, 156-163.
- Pathania, D., Sharma, A., & Siddiqi, Z. M. (2016). Removal of congo red dye from aqueous system using *Phoenix dactylifera* seeds. *Journal of Molecular Liquids*, 219, 359-367.
- Pehlivan, E., Altun, T., & Parlayici, S. (2012). Modified barley straw as a potential biosorbent for removal of copper ions from aqueous solution. *Food Chemistry*, 135, 2229-2234.
- Pereira, F. A. R., Sousa, K. S., Cavalcanti, G. R. S., Fonseca, M. G., de Souza, A. G., & Alves, A. M. P. (2013). Chitosan-montmorillonite biocomposite as an adsorbent for copper (II) cations from aqueous solutions. *International Journal of Biological Macromolecules*, 61, 471-478.
- Putro, J. N., Soetaredjo, F. E., Lin, S. Y., Ju, Y. H., & Ismadji, S. (2016). Pretreatment and conversion of lignocellulose biomass into valuable chemicals. *RSC Advances*, 6, 46834-46852.
- Qi, Z., Wenqi, G., Chuanxin, X., et al. (2011). Removal of Neutral Red from aqueous solution by adsorption on spent cottonseed hull substrate. *Journal of Hazardous Materials*, 185, 502-506.
- Rojas, R., Vanderlinden, E., Morillo, J., Usero, J., & El Bakouri, H. (2014). Characterization of sorption processes for the development of low-cost pesticide decontamination techniques. *Science of the Total Environment*, 488-489, 124-135.
- Romero-Cano, L. A., Gonzalez-Gutierrez, L. V., & Baldenegro-Perez, L. A. (2016). Biosorbents prepared from orange peels using Instant Controlled Pressure Drop for Cu(II) and phenol removal. *Industrial Crops and Products*, 84, 344-349.
- Ronda, A., Martin-Lara, M. A., Calero, M., & Blazquez, G. (2015). Complete use of an agricultural waste: Application of untreated and chemically treated olive stone as biosorbent of lead ions and reuse as fuel. *Chemical Engineering Research and Design*, 104, 740-751.

- Safa, Y., & Bhatti, H. N. (2011). Adsorptive removal of direct textile dyes by low-cost agricultural waste: Application of factorial design analysis. *Chemical Engineering Journal*, 167, 35-41.
- Soetaredjo, F. E., Kurniawan, A., Ong, L. K., & Ismadji, S. (2013). Incorporation of selectivity factor in modeling binary component adsorption isotherms for heavy metals-biomass system. *Chemical Engineering Journal*, 219, 137-148.
- Soetaredjo, F. E., Kurniawan, A., Ong, L. K., Widagdyo, D. R., & Ismadji, S. (2014). Investigation of the continuous flow sorption of heavy metals in a biomass-packed column: Revisiting the Thomas design model for correlation of binary component systems. *RSC Advances*, 4, 52856-52870.
- Srivastava, S., Agrawal, S. B., & Mondal, M. K. (2015). Biosorption isotherms and kinetics on removal of Cr(VI) using native and chemically modified *Lagerstroemia speciosa* bark.
- Vanamudan, A., Bandwala, K., & Pamidimukkala, P. (2014). Adsorption property of Rhodamine 6G onto chitosan-g-(N-vinylpyrrolidone)/montmorillonite composite. *International Journal of Biological Macromolecules*, 69, 506-513.
- Wang, A., & Wang, A. Q. (2007). Removal of Congo red from aqueous solution using a chitosan/organo-montmorillonite nanocomposite. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 82, 711-720.
- Wang, H., Tang, H., Liu, Z., Zhang, X., Hao, Z., & Liu, Z. (2014). Removal of cobalt(II) ion from aqueous solution by chitosan-montmorillonite. *Journal of Environmental Sciences*, 26, 1879-1884.
- Xu, M., Yin, P., Liu, X., et al. (2013). Utilization of rice husks modified by organomultiphosponic acids as low-cost biosorbents for enhanced adsorption of heavy metal ions. *Bioresource Technology*, 149, 420-424.
- Yargic, A. S., Sahin, R. Z. Y., Ozbay, N., & Onal, E. (2015). Assessment of toxic copper(II) biosorption from aqueous solution by chemically-treated tomato waste. *Journal of Cleaner Production*, 88, 152-159.

- Yesi, Sisnandy, F. P., Ju, Y. H., Soetaredjo, F. E., & Ismadji, S. (2010). Adsorption of acid blue 129 from aqueous solutions onto raw and surfactant-modified bentonite: Application of temperature dependent forms of adsorption isotherms. *Adsorption Science & Technology*, 28, 847-868.
- Yuvaraja, G., Krishnaiah, N., Subbaiah, M. V., & Krishnaiah, A. (2014). Biosorption of Pb(II) from aqueous solution by *Solanum melongena* leaf powder as a low-cost biosorbent prepared from agricultural waste. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 114, 75-81.
- Zeng, L., Chen, Y., Zhang, Q., Guo, X., Peng, Y., Xiao, H., Chen, X., & Luo, J. (2015). Adsorption of Cd(II), Cu(II) and Ni(II) ions by cross-linking chitosan/rectorite nano-hybrid composite microspheres. *Carbohydrate Polymers*, 130, 333-343.
- Zhao, S., & Zhou, T. (2016). Biosorption of methylene blue from wastewater by an extraction residue of *Salvia miltiorrhiza* Bge. *Bioresource Technology*, 219, 330-337.
- Zhou, C. H., Zhang, D., Tong, D. S., Wu, L. M., Yu, W. H., & Ismadji, S. (2012). Paper-like composites of cellulose acetate-organomontmorillonite for removal of hazardous anionic dye in water. *Chemical Engineering Journal*, 209, 223-234.
- Zhu, R., Zhu, J., Ge, F., & Yuan, P. (2009). Regeneration of spent organoclays after the sorption of organic pollutants: A review. *Journal of Environmental Management*, 90, 3212-3216.



PROFIL PENERIMA HABIBIE PRIZE 2024 BIDANG ILMU DASAR

Felycia Edi Soetaredjo

Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T., M.Phil., Ph.D., IPU, ASEAN Eng. dikenal dengan panggilan Fely, lahir di kota Surabaya pada tanggal 2 April 1977. Fely menempuh pendidikan dari Taman Kanak-kanak sampai dengan lulus program Sarjana Program Studi Teknik Kimia, di Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya (UKWMS) di kota Surabaya. Keinginan untuk belajar lebih dalam dan melihat dunia yang lebih luas memberikan motivasi untuk melamar beasiswa program studi magister ke luar negeri. Beasiswa Australia Development Scholarship (ADS) didapatkan pada tahun 2021 untuk program master by research di Department of Chemical Engineering, The University of Queensland Australia. Beasiswa ADS ini diawali dengan pendidikan Bahasa Inggris yang dilaksanakan di IALF Bali. Perjalanan studi di negeri Kangguru dimulai pada awal tahun 2022. Studi lanjut untuk program doktor dimulai pada tahun 2010 di National Taiwan University of Science and Technology Taiwan dibawah pembimbingan Prof. Yi-Hsu Ju.

Perjalanan karier dimulai dengan menjadi asisten dosen pada tahun 1999 pada saat lulus dari program Sarjana Teknik Kimia, UKWMS, dan dilanjutkan terus setelah kembali dari studi lanjut. Rasa ingin tahu lebih dalam menjadi alasan untuk mencintai penelitian. Pada saat studi lanjut S2 di UQ, kemampuan untuk melakukan penelitian berkembang dengan pesat didukung dengan fasilitas yang memadai. Dukungan promotor dan co-promotor yang baik mampu mengembangkan kemampuan untuk mulai menulis. Bekal kemampuan meneliti dan menulis ini dikembangkan lebih lanjut pada saat kembali ke UKWMS, meskipun dukungan fasilitas yang ada terbatas. Keterbatasan yang ada memicu untuk mencari jalan keluar, dan dengan mengembangkan jejaring yang seluas-luasnya mampu untuk mengatasi rintangan yang ada.

Penelitian dibidang lingkungan khususnya di pengolahan limbah cair dan pemanfaatan biomassa diawali dari impian bahwa Indonesia pasti bisa mempunyai lingkungan yang bersih dan nyaman seperti di negara maju. Penelitian yang dilakukan pada umumnya berkisar pada penelitian dasar yang berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut ke hilirisasi. Dukungan pelaksanaan penelitian ini didapatkan dari berbagai lembaga internasional, nasional, dan lokal serta industri. Hibah penelitian internasional yang berhasil diraih adalah dari International Foundation of Science dan The World Academy of Science. Hibah penelitian dari DIKTI didapatkan dari berbagai skema penelitian termasuk world class research. Dana penelitian yang didapatkan dari Industri antara lain PT. Hartono Istana Teknologi, PT. Sampoerna, PT. Unilever, dll. Diseminasi hasil penelitian dilakukan melalui publikasi internasional/nasional, seminar internasional/nasional, narasumber di berbagai acara, dan kuliah tamu. Dari hasil ini F. E. Soetaredjo saat ini meraih h-index 34 (scopus), jumlah dokumen yang dipublikasikan 155, dan jumlah sitasi adalah 5.617 (diakses pada 10 September 2024). Hasil penelitian yang mempunyai potensi untuk dikembangkan ke tahap hilirisasi dilindungi dengan paten/paten sederhana (7 paten yang telah *granted*)

Berbagai award telah berhasil diraih oleh F.E. Soetaredjo yang merupakan hasil dari penelitian dan pengembangan diri yang berkelanjutan, antara lain pada tahun 2012 terpilih sebagai finalis the *Australian Alumni Award 2010 for Research and Innovation*. F.E. Soetaredjo memenangkan beberapa kali Dosen Berprestasi Tingkat LLDIKTI VII, yaitu dua kali juara 2 (2010 dan 2014) dan pada tahun 2016 memenangkan juara 1. Di pertengahan tahun 2016, F.E. Soetaredjo terpilih menjadi perwakilan dari Indonesia dalam *Global Young Academy (The World Academy of Science for Young Researcher)*. Di tahun yang sama juga, F.E. Soetaredjo terpilih menjadi salah satu anggota Akademi Ilmuwan Muda Indonesia. F.E. Soetaredjo juga mendapatkan penghargaan *2017 Elsevier Foundation Award for Early Career Women Scientists*. Di tahun 2018, F.E. Soetaredjo terpilih dalam profile *100 Asian Scientists 2018*, serta meraih penghargaan APTIK award bidang penelitian dan publikasi. Penghargaan lain diraih di tahun 2019 *Taiwan Tech Outstanding Alumni Award 2019* (dari *National Taiwan University of Science and Technology*), dan *Distinguished Taiwan Alumni Award 2020 (Ministry of Education, Taiwan)*. Di tahun 2019 ini pula gelar Guru Besar (Profesor) didapatkan oleh F.E. Soetaredjo. Saat ini, Professor Felycia adalah anggota dari AIPI-AIR (Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia – Akademi Ilmu Rekayasa).

Suatu bentuk pengabdian kepada institusi juga dilaksanakan dengan memangku posisi tertentu, antara lain Ketua Program Studi (2009-2010), Wakil Dekan 1 (2017-2022, dan saat ini menjabat sebagai Dekan Fakultas Teknik UKWMS. Pengembangan institusi melalui pengembangan jejaring juga telah dilakukan dengan pendirian Taiwan-Indonesia Science and Technology Innovation Center (kerjasama antara Taiwan Tech – UKWMS – ITS) dimana Profesor Felycia menjabat sebagai wakil direktur; dan Pusat Kolaborasi Riset Nir Limbah Berkelanjutan (kerjasama antara UKWMS – BRIN – ITS – UKP), dengan menjabat sebagai Ketua PKR.



PENERIMA
HABIBIE PRIZE BIDANG ILMU
KEDOKTERAN DAN
BIOTEKNOLOGI TAHUN 2024
BACHTI ALISJAHBANA



TANTANGAN MENUJU KEMANDIRIAN DALAM DIAGNOSIS PENYAKIT INFEKSI DI INDONESIA

Bachti Alisjahbana

PENDAHULUAN

Sebagai negara beriklim tropis, Indonesia memiliki kekayaan flora dan fauna yang besar. Namun, situasi ini juga kondusif untuk berkembangnya berbagai penyakit infeksi baik yang ditularkan antar manusia, melalui binatang (zoonosis) dan vektor tertentu. Buruknya kualitas hunian dan kepadatan penduduk di sudut-sudut kota juga berkontribusi pada tingginya tingkat transmisi penyakit infeksi antar manusia.

Sebagai contoh penyakit tuberkulosis. Indonesia adalah negara dengan jumlah kasus tuberkulosis terbanyak kedua di dunia setelah India, dengan angka kejadian (insidensi) 3,5 kasus/1.000 penduduk (WHO, 2023). Penyakit dengue yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes* di duga memiliki insidensi 17 kasus/1.000 penduduk (Kosasih et al., 2016). Insidensi penyakit demam tifoid yang sering menjadi kambing hitam penyebab demam akut di Indonesia, tidak mengalahkan tuberkulosis dengan insidensi 3–8 kasus/1.000 penduduk (Simanjuntak et al., 1991; Velema et al., 1997).

Di samping ketiga contoh tadi, masih banyak penyakit infeksi lain yang belum diperhatikan dan bahkan belum bisa kita deteksi secara rutin, baik yang disebabkan oleh bakteri, virus maupun parasit (WHO, 2020).

Dengan sedemikian besarnya potensi penyakit infeksi, seyogyanya fasilitas kesehatan kita baik klinik, rumah sakit maupun puskesmas, siap untuk mendiagnosis dengan cepat. Untuk tuberkulosis, dengan besarnya komitmen pemerintah dan

dukungan donor asing, pada tahun 2023 kita sudah membukukan perbaikan, lewat catatan 74% kasus dari target 1 juta kasus dapat dilaporkan dan diobati (Kementerian Kesehatan, t.t.a).

Namun untuk penyakit dengue, catatan Kementerian Kesehatan hanya menunjukkan sejumlah 114 ribu kasus (0,4/1.000 penduduk) yang dilaporkan (Kementerian Kesehatan, t.t.b), masih jauh dari perkiraan >10 kasus/1.000 penduduk yang seharusnya ada (Kosasih et al., 2016). Sementara itu, untuk penyakit tifoid dan demam akut akibat patogen lain belum ada catatan yang cukup sistematis karena alat diagnosis yang terstandar belum tersedia di Indonesia.

Dari data tersebut, tampak betapa lemahnya sistem kesehatan kita dalam mendeteksi penyakit infeksi. Padahal, kemampuan mendiagnosis penyakit infeksi adalah kunci untuk pengelolaan yang tepat dan memitigasi wabah. Tulisan ini memaparkan beberapa tantangan yang kita hadapi dalam upaya memiliki kemandirian dalam upaya diagnostik di Indonesia. Tulisan ini terbatas pada penyakit demam akut yang mempunyai tingkat fatalitas cukup tinggi, berpotensi wabah, dan dalam konteks pusat layanan primer di komunitas.

KETERBATASAN ALAT DIAGNOSTIK DASAR DI PUSAT LAYANAN PRIMER

Dalam ilmu kedokteran, penyakit infeksi sering menjadi kasus klinis yang menarik, baik di Indonesia maupun di luar negeri. Pasien yang datang dengan demam akut selalu membuat dokter harus memutar kepala memikirkan beberapa kuman, virus, atau parasit yang dapat menjadi penyebabnya. Wawancara yang mendalam dan pemeriksaan fisik dilakukan untuk mencari petunjuk arah etiologi yang mungkin, yang kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan laboratorium. Semuanya ini menjadi *jigsaw puzzle* yang bila lengkap akan mengerucutkan opsi pada beberapa kemungkinan patogen yang mungkin menjadi penyebab. Dengan demikian, dapat ditentukan cara pengelolaan yang tepat termasuk keputusan untuk memberikan atau menunda antibiotika.

Rangkaian pemeriksaan tersebut rutin dilakukan oleh semua dokter dan petugas kesehatan. Namun, kapasitas yang paling lemah terdapat pada dukungan laboratorium. Untuk mendiagnosis sakit demam akut, kita seyogianya memiliki alat pemeriksaan hematologi rutin (*hematology analyzer*) untuk mengetahui kadar hemoglobin, leukosit, dan trombosit (Prodjosoewojo et al., 2019). Akan lebih baik lagi bila kita juga siap dengan alat uji cepat (*rapid test*) yang menyerupai tes antigen COVID-19, tetapi ditujukan untuk penyakit dengue, tifoid dan beberapa penyakit penyebab demam yang lain yang sering.

Namun sayangnya, fasilitas kesehatan di Indonesia masih sangat kekurangan alat diagnosis ini. Penelitian kami pada pasien dengue yang mencari pertolongan, pemeriksaan hematologi hanya dilakukan pada 10% di kunjungan ke klinik pratama dan 60% pada kunjungan rumah sakit rujukan tingkat pertama (Krisnian et al., 2017). Alasan tidak diperiksa sebagian besar adalah karena alat tersebut tidak tersedia di klinik atau rumah sakit tersebut.

Pemeriksaan uji cepat yang khusus untuk mendeteksi patogen penyebab juga sangat terbatas. Saat ini, alat pendeteksi penyebab penyakit demam akut yang tersedia masih terbatas untuk malaria, dengue (Ns1, IgG-IgM), tifoid (igM) dan leptospirosis (IgM). Belum ada untuk penyakit demam akut lain. Walaupun ada di pasaran, pengadaan alat uji cepat ini belum rutin tersedia di semua Puskesmas. Alat uji cepat yang diadakan secara masif di Puskesmas baru untuk beberapa penyakit prioritas seperti malaria, HIV, HBsAg sifilis, dan tuberkulosis.

PERLUNYA PENELITIAN EPIDEMIOLOGI DAN SURVEILANS YANG KOMPREHENSIF

Bila berhadapan dengan pasien demam akut, penyakit dengue, tifoid, dan infeksi saluran nafas atas hampir selalu terbersit dalam pikiran dokter atau petugas kesehatan. Pemeriksaan yang ditujukan pada ketiga penyakit ini pasti diupayakan oleh dokter-dokter di Indonesia. Namun apakah hanya ini penyebab sakit demam akut di Indonesia?

Penelitian kami bersama kelompok kerja INA-RESPOND memeriksa lebih dari 1.000 pasien demam akut di tujuh rumah sakit di Indonesia. Penelitian ini menemukan lebih dari 11 penyebab demam akut. Enam penyakit terbanyak sesuai urutannya adalah dengue, tifoid, rickettsia, influenza, chikungunya, dan leptospira. Tuberkulosis hanya masuk peringkat ke-9 dari semua penyakit, dan masih ada sekitar 30% yang tidak terdiagnosis (Krisnian et al., 2017).

Penelitian ini juga menemukan beberapa penyakit yang tidak pernah dilaporkan secara rutin. Penyakit ini antara lain adalah rickettsia (*Murine typhus*) dengan angka kekerapan dan gejala yang sama dengan tifoid (Gasem et al., 2020). Pada saat itu, penyakit ini tidak terpikirkan oleh para klinisi sehingga tidak terkelola dengan antibiotika yang khusus serta berbeda dengan obat untuk tifoid (Lokida et al., 2020).

Temuan ini menunjukkan betapa pentingnya penelitian survei penyakit infeksi yang didukung oleh pemeriksaan laboratorium yang lengkap. Laporan yang kami hasilkan baru di tingkat Rumah Sakit Rujukan. Untuk mengetahui pola patogen penyebab demam lebih komprehensif, perlu dilakukan penelitian yang mirip tetapi di tingkat pusat layanan primer serta komunitas.

LEMAHNYA SUMBER DAYA UNTUK PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN ALAT DIAGNOSTIK BARU

Menyadari kelemahan dalam kemampuan kita mendiagnosis penyebab demam akut, para dokter dan peneliti sebenarnya sangat semangat untuk melakukan pengembangan dalam bidang ini. Dirjen Dikti, BPPT dan BRIN selalu menggelontorkan dana hibah untuk pengembangan penelitian dasar hingga terapan untuk pengembangan alat diagnostik. Namun ada satu kelemahan, yaitu jumlah dana hibah nasional yang di siapkan umumnya tidak mencukupi untuk mendukung seluruh tahapan kegiatan penelitian. Sistem birokrasi serta pertanggungjawaban keuangan yang kaku juga banyak mempersulit para peneliti.

Lain halnya dengan negara maju. Bagi peneliti dan institusi asing, penelitian infeksi dianggap sangat seksi. Kita bisa lihat

betapa besar dana kolaborasi internasional untuk penelitian dalam bidang penyakit tropik dan infeksi yang masuk ke Indonesia. Jauh melampaui bidang penyakit lain. Besarnya ketertarikan internasional dalam bidang ini adalah karena penyakit infeksi dianggap berpotensi menyebar ke seluruh dunia. Terlebih lagi dengan adanya *global warming* saat ini, semua peneliti sepakat bahwa penyebaran penyakit dengue sebentar lagi tidak hanya akan terbatas pada daerah tropis.

Peneliti dan donor asing bersedia menggelontorkan dana yang besar dan tidak ragu untuk mendukung penelitian dengan analisis yang canggih seperti dalam bidang biologi molekuler, *multiplex assays*, *proteomic*, *metabolomic*, dan lain-lain. Semuanya bertujuan untuk memperkaya pengetahuan mengenai penyakit tersebut. Oleh karena itu, bila diperlukan atau ketika ada wabah, mereka akan siap untuk membuat alat diagnostik, vaksin atau obat yang sesuai.

Peneliti-peneliti Indonesia yang bekerja sama dengan institusi asing tentunya sangat diuntungkan dengan kolaborasi dengan institusi asing yang memberikan lebih banyak kebebasan finansial. Namun di lain sisi, peneliti Indonesia masih terbebani dengan birokrasi penelitian dan kesulitan importasi alat dan reagen laboratorium. Kesulitan lain adalah kita sering terikat dengan agenda penelitian yang dibawa oleh donor, sehingga kita tidak selalu bisa bebas untuk berkarya pada topik yang kita inginkan, seperti misalnya ingin membuat alat diagnostik sendiri.

KESULITAN PENGADAAN BAHAN BAKU UNTUK PRODUKSI ALAT DIAGNOSTIK

Kebanyakan peneliti Indonesia bersemangat untuk mendedikasikan ilmu dan waktunya untuk pengembangan alat diagnostik agar bisa dimanfaatkan untuk orang banyak. Pemerintah juga telah memberikan dukungan kebijakan yang besar untuk ini dengan mencanangkan keharusan menggunakan alat diagnostik produk dalam negeri (Instruksi Presiden No. 2, 2022). Namun, kegiatan penelitian dan pengembangan masih terhambat oleh beberapa kelemahan yang ada di Indonesia.

Untuk bisa mengembangkan alat diagnostik yang mutakhir, seharusnya kita menguasai pengadaan bahan baku mentah yang diperlukan. Sebagai contoh, untuk membuat alat uji cepat akan membutuhkan bahan baku antigen dan antibodi yang spesifik untuk penyakit yang akan di deteksi. Sampai saat ini di Indonesia, belum ada industri hulu yang membuat antigen dan antibodi ini. Semua bahan baku untuk alat uji cepat yang di produksi di Indonesia masih harus didatangkan dari luar negeri.

Alat diagnosis berbasis deteksi molekuler, seperti tes PCR COVID-19, mengandalkan reaksi multiplikasi asam nukleat (DNA/ RNA). Dengan teknologi ini, negara-negara maju sudah membuat berbagai alat tes panel yang tidak hanya mendiagnosis satu virus, tetapi bisa sekaligus 20–30 virus/patogen (Bard & McElvania, 2020). Sementara itu bagi peneliti dan pengembang alat diagnostik di Indonesia, kami masih mengalami masalah dalam pengadaan semua bahan baku dan peralatan yang diperlukan untuk pengembangannya. Hal ini merupakan permasalahan nyata yang menghambat Indonesia untuk dapat mandiri menguasai industri alat diagnostik dengan teknologi ini.

Kita sulit untuk berharap pengusaha swasta berinvestasi dalam pengadaan bahan baku di hulu ini, karena pasarnya belum ada. Jumlah produsen alat diagnostik yang akan membeli dari industri seperti ini masih sedikit di Indonesia. Sebagian besar produsen alat diagnostik masih mengandalkan sumber daya dari perusahaan induknya atau membeli dari luar negeri. Dengan demikian, pengadaan industri bahan baku ini perlu di adakan dengan dukungan aktif dari Pemerintah.

UPAYA MENDORONG PERUSAHAAN *START-UP* DAN KEBERPIHAKAN KEPADANYA

Di masa wabah COVID-19, tampak jelas besarnya kebutuhan kita pada alat diagnostik. Terasa juga betapa kita bergantung pada berbagai perusahaan multinasional besar. Dengan lemahnya ketahanan industri alat kesehatan kita, pemerintah secara aktif mendorong pengembangan perusahaan alat diagnostik dalam negeri (Undang-Undang Republik Indonesia No.17, 2023).

Beberapa proses penyetaraan dan regulasi diadakan oleh pemerintah, seperti penggunaan e-catalog, penilaian TKDN dan perbaikan pada berbagai aturan usaha dalam bidang ini.

Kebijakan ini baik dan sangat di terima positif oleh berbagai pelaku industri. Namun dalam pelaksanaannya, terdapat banyak kesulitan. Semenjak aturan-aturan ini diberlakukan terlepas dari masa COVID, telah bermunculan perusahaan besar yang memiliki modal besar dan relasi yang menguntungkan. Perusahaan-perusahaan ini memiliki banyak kelebihan untuk menjadi yang paling berhasil dalam mendapatkan tender dan berulang.

Sebenarnya proyek pengadaan alat kesehatan pemerintah ini adalah sarana yang memiliki daya ungkit besar untuk bisa menyuburkan tumbuhnya perusahaan *start-up* dalam alat diagnostik. Secara komplementer, bila dana inovasi dari BRIN atau Dikti dapat mendanai inovasi, maka dana pengadaan ini dapat membantu hilirisasinya bila dialokasikan secara strategis.

Sayangnya, dana tender yang besar ini umumnya hanya dimenangkan oleh perusahaan besar yang berada dalam posisi yang baik. Perusahaan *start-up* yang berkembang dari idealisme peneliti umumnya memiliki modal dan volume produksi yang terbatas sehingga kalah dalam kompetisi seperti ini. Kami mengamati dengan miris, karena sebenarnya perusahaan-perusahaan *start-up* ini banyak yang memiliki kemampuan yang unik dan perlu dipertahankan kehadirannya.

Sebenarnya untuk mempertahankan berkembangnya industri *start-up* yang baru ini, pemerintah hanya perlu sedikit fleksibilitas dalam memberikan porsi alokasi dari tender yang ada. Seharusnya kita bisa membuat arena kompetisi yang setingkat (*level playing field*) bagi perusahaan-perusahaan kecil yang punya potensi dan keahlian yang unik ini untuk memperkuat ketahanan industri kesehatan kita.

KESIMPULAN

Dalam upaya kita meningkatkan kapasitas dan ketahanan Indonesia dalam layanan diagnostik penyakit infeksi, kita perlu kerja sama dalam di berbagai bidang.

Para petugas kesehatan dan dokter sebaiknya selalu terinformasikan mengenai berbagai penyakit infeksi yang berpotensi terjadi di Indonesia. Pusat layanan kesehatan primer di lini terdepan harus siap untuk melayani dengan standar layanan yang baik dan didukung dengan alat laboratorium yang sesuai dan tepat guna di tingkatnya.

Para pengelola program surveilans, peneliti epidemiologi dan ahli infeksi perlu waspada dengan berbagai penyakit infeksi baru atau perubahan pola endemisitas dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Kewaspadaan diperlukan dalam pengendalian penyakit dan untuk memitigasi kemungkinan wabah yang bisa terjadi.

Para peneliti bioteknologi dan laboratorium diharapkan dapat berkontribusi dengan pengembangan alat diagnostik yang diperlukan serta tepat guna untuk dimanfaatkan di fasilitas kesehatan. Institusi donor, diharapkan dapat mendukung upaya penelitian dan pengembangan ini dengan dana yang cukup dan sistem administrasi yang fleksibel.

Seyogyanya para peneliti dan perusahaan *start-up* yang ingin mengembangkan produk alat diagnostik baru mendapatkan kemudahan dalam izin impor dan pengurangan pajak masuk untuk pengadaan bahan baku alat diagnostik. Pemerintah sebaiknya juga memberikan dukungan khusus untuk berdirinya industri bioteknologi untuk mengadakan bahan baku alat diagnostik di Indonesia.

Pemerintah terutama kementerian kesehatan sebagai *user* dari alat diagnostik dalam skala besar sebaiknya memiliki kebijakan yang mendukung perusahaan yang berupaya melengkapi jajaran alat diagnostik baru. Menyadari bahwa dana pengadaan alat diagnostik sebenarnya dapat menumbuhkan perusahaan-

perusahaan baru dalam negeri yang beragam untuk memperkuat ketahanan industri alat diagnostik kita.

Demikianlah paparan saya mengenai upaya peningkatan kapasitas diagnostik di Indoensia. Banyak hal yang perlu kita kembangkan bersama, untuk meningkatkan ketahanan Indonesia untuk mengendalikan sekian banyak penyakit infeksi dan memitigasi kemungkinan wabah yang mungkin terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

Bard, J. D., & McElvania, E. (2020). Panels and syndromic testing in clinical microbiology. *Clinics in Laboratory Medicine*, 40(4), 393-420. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2020.08.001>

Gasem, M. H., Kosasih, H., Tjitra, E., Alisjahbana, B., Karyana, M., et al. (2020). An observational prospective cohort study of the epidemiology of hospitalized patients with acute febrile illness in Indonesia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(1), e0007927. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007927>

Instruksi Presiden no 2 tahun 2022, tentang Percepatan Peningkatan Penggunaan Produk Dalam Negeri Dan Produk Usaha Mikro, Usaha Kecil, Dan Koperasi Dalam Rangka Menyukkseskan Gerakan Nasional Bangga Buatan Indonesia Pada Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah. Diunduh tanggal 13 Oktober 2024, dari <https://peraturan.bpk.go.id/Details/204320/inpres-no-2-tahun-2022>

Kementerian Kesehatan (t.t.a). *Laporan "National TB Inventory Study 2023-2024"*.

Kementerian Kesehatan (t.t.b). *Membuka lembaran baru, laporan tahunan 2022 Demam Berdarah Dengue*. Diunduh pada tanggal 6 Oktober 2024, dari http://p2p.kemkes.go.id/wp-content/uploads/2023/06/FINAL_6072023_Layout_DBD-1.pdf

Kosasih, H., Alisjahbana, B., Nurhayati, Mast, Q., et al. (2016). The epidemiology, virology, and clinical findings of dengue virus infections in a cohort of Indonesian adults in Western Java. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(2), e0004390. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004390>

- Krisnian, T., Alisjahbana, B., & Afirandi, I. (2017). Treatment seeking patterns among dengue fever patients: A qualitative study. *Althea Medical Journal*, 4(3), 369-374.
- Lokida, D., Hadi, U., Lau, C. Y., Kosasih, H., Liang, C. J., Rusli, M., et al. for INA-RESPOND. (2020). Underdiagnoses of Rickettsia in patients hospitalized with acute fever in Indonesia: Observational study results. *BMC Infectious Diseases*, 20(1), 364. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05057-9>
- Prodjosoewojo, S., Riswari, S. F., Djauhari, H., Kosasih, H., van Pelt, L. J., et al. (2019). A novel diagnostic algorithm equipped on an automated hematology analyzer to differentiate between common causes of febrile illness in Southeast Asia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 13(3), e0007183. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007183>
- Simanjuntak, C. H., Totosudirjo, H., Haryanto, P., Suprijanto, E., Pa-leologo, F. P., Punjabi, N. H., et al. (1991). Oral immunisation against typhoid fever in Indonesia with Ty21a vaccine. *The Lancet*, 338(8774), 1055-1059.
- Undang-Undang Republik Indonesia. Nomor 17 Tahun 2023. Tentang Kesehatan. Diunduh tanggal 13 Oktober 2024, dari <https://peraturan.go.id/id/uu-no-17-tahun-2023>
- Velema, J. P., Van Wijnen, G., Bult, P., Van Naerssen, T., & Jota, S. (1997). Typhoid fever in Ujung Pandang, Indonesia – High-risk groups and high-risk behaviours. *Tropical Medicine & International Health*, 2(11), 1088-1094.
- World Health Organization. (2020). *Ending the neglect to attain the Sustainable Development Goals: A road map for neglected tropical diseases 2021–2030*. Geneva: World Health Organization. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- World Health Organization. (2023). *Global tuberculosis report 2023*. Geneva: World Health Organization. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.



PROFIL PENERIMA HABIBIE PRIZE 2024 BIDANG ILMU KEDOKTERAN DAN BIOTEKNOLOGI

Bachti Alisjahbana

Prof. Bachti Alisjahbana, dr.,SpPD-KPTI, Ph.D. lahir di Bandung tanggal 6 Desember 1963, adalah putra bungsu dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Prof. Dr. Ing. Iskandar Alisjahbana (alm.) dan Ibu Prof. Dr. Anna Alisjahbana, dr., Sp.A(K), PhD. Menikah dengan Dewi Hawani Alisjahbana, dr.,Sp.A(K) dan dikaruniai dua orang putri, yaitu Kara Dinissa Alisjahbana dan Kania Alisjahbana. Putri pertama, Kara adalah lulusan Seni Rupa Institut Teknologi Bandung yang saat ini sedang menyelesaikan pendidikan S3-nya di Graduate School of Comprehensive Human Sciences, Degree Program in Design, Tsukuba University, Japan. Sedangkan Kania putri kedua, adalah lulusan dari Nanyang Academy of Fine Arts, Singapore dan Master in Music Business, Berklee College of Music, USA.

Bachti Alisjahbana menamatkan Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama dan Atas di sekolah Taruna Bakti Bandung;

pada tahun 1975, 1979 dan 1982 secara berturut-turut. Mengikuti program pertukaran pelajar American Field Service (AFS) pada tahun 1982 di Lawrence High School, New Jersey Amerika Serikat. Ia memperoleh gelar Sarjana Kedokteran dari Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia pada tahun 1990, gelar Spesialis Penyakit Dalam dari Universitas Padjadjaran tahun 1999; Konsultan Penyakit Tropik dan Infeksi diperoleh pada tahun 2006 dari Kolegium Ilmu Penyakit Dalam Indonesia.

Gelar Philosophical Degree diperoleh dari Radboud University Medical Centre Nijmegen, Belanda pada tahun 2007 dengan thesis berjudul Tuberculosis, host response and patient care dibawah bimbingan Prof. Jos van Der Meer dan Prof R.H.H. Nelwan (FKUI) dan Prof Reinout van Crevel melalui Scientific Programme Indonesia-Netherlands - Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (SPIN-KNAW).

Dalam pekerjaan, ia mulai meniti karirnya sebagai dokter umum Kepala Puskesmas Bokondini di Pegunungan Jayawijaya, Papua pada tahun 1990-1993. Selepas pendidikan dokter Penyakit Dalam tahun 2000 ybs. masuk menjadi dosen pengajar di Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran- Rumah Sakit dr Hasan Sadikin Bandung, hingga saat ini.

Sejak lulus S3 ia aktif mengepalai berbagai penelitian multi disiplin mengenai Tuberculosis, HIV, Dengue dan COVID-19 di UNPAD. Diantaranya adalah penelitian Integrated Management for Prevention And Care for HIV (IMPACT) pada tahun 2007-2011. Kemudian penelitian Tuberculosis dan Diabetes Melitus (TANDEM) dan penelitian eksplorasi mengenai peran swasta dalam pengendalian penyakit tuberkulosis (INSTEP) yang banyak bekerjasama dengan Dinas Kesehatan Kota Bandung. Pengembangan dari kegiatan penelitian itu membawa Bacht dan Tim peneliti nya dipercaya untuk memimpin penelitian yang disebut EVIDENT, yaitu suatu penelitian yang akan menguji coba dan berupaya mempercepat implementasi berbagai alat diagnostik TB baru di tingkat layanan primer. Penelitian ini akan di implementasikan di daerah yang lebih luas mencakup Kota

dan Kabupaten Bandung dengan potensi untuk menjadi studi multisenter.

Kegiatan penelitian tersebut dapat berkembang pesat karena kerjasama yang telah dimulai dan dibinanya dengan Radboud University Medical Center, Netherland, Otago University New Zealand, KNCV, US-Naval Research Medical Center, US National Institute of Health, US-AID, McGill University dan Harvard University hingga saat ini Dalam berbagai kegiatan penelitian tersebut Ia telah memfasilitasi dan membimbing peneliti-peneliti muda yang terlibat di dalamnya untuk mencapai jenjang S3 atau PhD dan mendapatkan pengakuan internasional.

Dengan keaktifannya dalam membina penelitian, Ia mendapatkan amanah sebagai ketua Pusat studi TB dan HIV pada tahun 2014 dari FK-UNPAD yang kemudian memperluas cakupan koordinasinya menjadi Pusat Studi Infeksi Klinis pada tahun 2016. Pada tahun 2020, bersama kelompok peneliti yang dipimpinnya, Ia mendapatkan kepercayaan untuk meningkatkan status organisasi tersebut menjadi Pusat Riset RC3ID (Research Center for Care and Control of Infectious Disease) langsung di bawah naungan Rektor UNPAD. Dilihat dari capaian publikasi internasional yang di hasilkan, Pusat riset yang dipimpinnya hingga sekarang ini merupakan Tim peneliti yang paling aktif melakukan penelitian Tuberkulosis di Indonesia.

Di samping itu, di tingkat Nasional, Bachtu juga aktif sebagai anggota TB operational research group (TORG), Kementerian Kesehatan RI sejak tahun 2004 dan menjadi pimpinannya pada tahun 2010 - 2016. Sejak tahun 2016 ia terlibat aktif sebagai Sekretaris Komite Ahli Tuberkulosis Nasional, Kementerian Kesehatan RI hingga sekarang. Di samping itu iya juga terlibat aktif sebagai Steering Committee Indonesian Research Network On Infectious Diseases (INA RESPOND), suatu organisasi koordinasi penelitian nasional di bawah kendali Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan. Dengan keaktifan berkontribusi di tingkat nasional. Ybs. diangkat menjadi Anggota Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia pada tanggal

25 Juni 2021 dengan Surat Keputusan Presiden tertanggal 31/M tahun 2021.

Selain dalam posisi sebagai dosen dan koordinator penelitian, Bacthi juga aktif dalam kegiatan sosial. Ia terlibat sebagai pengurus Yayasan Frontier For Health yang mengedepankan implementasi teknologi tepat guna dalam peningkatan kesehatan masyarakat yang berketerbatasan. Yayasan Suryakanti yang aktif dalam mengelola anak yang berkebutuhan khusus. Ia juga aktif dalam manajemen Yayasan Mitra Tanaya yang mengelola klinik, pendidikan anak usia dini, TK serta tempat penitipan anak yang mengimplementasikan konsep ilmu perkembangan anak terkini. Ia dan Dr Sukwan Handali mendirikan perusahaan produsen alat uji cepat untuk diagnostik penyakit infeksi PT Pakar Biomedika Indonesia pada tahun 2007, yang merupakan salah satu perusahaan pertama yang memproduksi rapid test dalam negeri.

Organisasi profesi yang diikuti adalah Ikatan Dokter Indonesia, Perkumpulan Dokter Ahli Penyakit Dalam Indonesia, Perhimpunan Kedokteran Tropis dan Penyakit Infeksi Indonesia (PETRI).

Selama dalam kegiatannya ybs menghasilkan lebih dari 221 publikasi ilmiah terindeks scopus, memiliki 7 hak kekayaan intelektual dan menerbitkan sebanyak 5 buah buku. Ybs Mempunyai citation index dan h-index 10.903 dan 52 di Google Scholar, serta 6.008 dan 41 di SCOPUS.

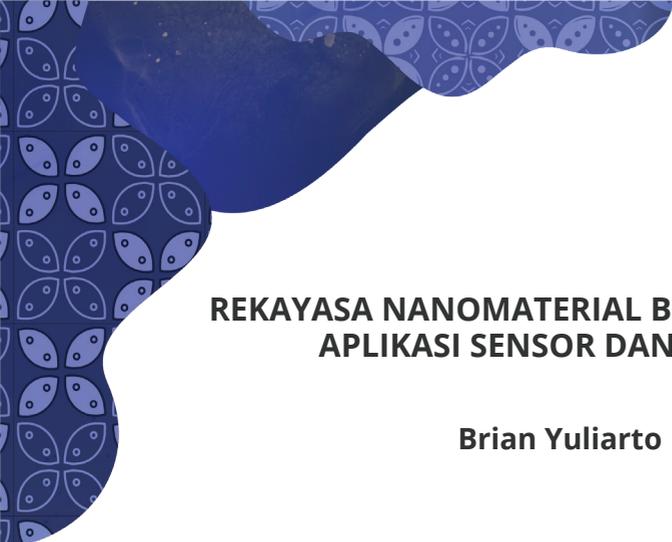
Penghargaan yang pernah diterimanya antara lain adalah: Mahasiswa teladan ke 2 di FKUI tahun 1987. Pemenang MEDIKA Award 1995, dalam penulisan Laporan dari Lapangan tentang penggunaan Komputer dan Radio Komunikasi di daerah terpencil. Menerima penghargaan sebagai Peneliti terbaik berdasarkan Science and Technology Index (SINTA) dari Universitas Padjajaran pada tahun 2019 dan 2020. Penulis makalah ilmiah terbanyak Universitas Padjadjaran tahun 2016, 2018 dan 2020. Best Poster Presentation dari Perkumpulan Peneliti Tropik-Infeksi Indonesia pada tahun 2011.

Tim peneliti HIV-AIDS yang dipimpinnya mendapatkan penghargaan Millenium Developmental Goals -Award untuk

pengembangan HEBAT, suatu materi Pendidikan HIV pada anak & remaja. Tim peneliti Tuberkulosis yang di pimpinnya 29 mendapatkan Penghargaan dari Pemda Kota Bandung beberapa kali untuk kontribusinya pada pengendalian penyakit Tuberkulosis di kota Bandung.



PENERIMA
HABIBIE PRIZE BIDANG ILMU
REKAYASA TAHUN 2024
BRIAN YULIARTO



REKAYASA NANOMATERIAL BERPORI UNTUK APLIKASI SENSOR DAN ENERGI

Brian Yulianto

Brian Yulianto bersama para kolega, peneliti, dan mahasiswa di Laboratorium Material Fungsional Maju (MFM) mengembangkan penelitian dengan bidang fokus pada rekayasa nanomaterial berpori untuk diaplikasikan dalam bidang lingkungan, kesehatan, dan energi. Dalam bidang lingkungan, tingginya polusi udara yang terjadi di kota-kota besar di Indonesia serta efeknya yang sangat merugikan masyarakat Indonesia menjadi motivasi bagi para peneliti MFM untuk berkontribusi dalam penyelesaian masalah tersebut. Brian bersama peneliti lainnya berusaha untuk menghasilkan material sensor yang memiliki kriteria sensitivitas tinggi, selektivitas tinggi dan temperatur kerja yang rendah. Penelitian ini telah berhasil mengembangkan nanomaterial berpori dengan berbagai macam struktur berbasis oksida logam seperti *zinc oxide* (ZnO) (Septiani, Kaneti, Yulianto, et al., 2018; Septiani, Saputro, Kaneti, et al., 2020) dan *wolfram oxide* (WO_3) (Septiani, Shukri, Saputro, et al., 2022) untuk diaplikasikan sebagai sensor gas berbahaya. Sebagai contoh, dua jenis struktur ZnO—yaitu struktur menyerupai bola rajut dan bola berongga—dimanfaatkan sebagai material sensitif untuk mendeteksi gas sulfur dioksida. Walaupun keduanya memiliki temperatur kerja

optimal yang sama, yaitu 350°C, ZnO dengan struktur bola rajut memiliki sensitivitas dua kali lipat dari ZnO dengan struktur bola berongga. Hal ini disebabkan oleh porositas yang melimpah sehingga reaksi permukaan yang terjadi semakin banyak. Selain itu dengan menambahkan *multiwalled carbon nanotube* (MWCNT), diketahui bahwa temperatur kerja optimal dapat diturunkan hingga 300°C dengan respon yang tinggi yaitu 210. Fenomena ini juga dialami oleh WO₃ berstruktur tiga dimensi (3D) berpori dimana WO₃ memiliki respon (~1.000), 10 kali lebih besar terhadap gas NO₂ dibandingkan dengan WO₃ dengan struktur bola.

Selain bidang lingkungan, rekayasa nanomaterial berpori juga dilakukan untuk mengembangkan biosensor untuk mendeteksi penyakit-penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus dan bakteri, serta penyakit kanker. Material-material berpori yang berhasil dikembangkan untuk biosensor adalah beberapa *metal organic framework*, karbon berstruktur nano, dan fosfat logam. Sebagai contoh, rekayasa material MOF jenis HKUST-1 dilakukan dengan mengubah derajat kristalinitas untuk memperoleh kondisi optimal dalam mendeteksi virus dengue. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa HKUST-1 dengan kristalinitas tinggi memiliki deteksi limit (LoD) lebih rendah yaitu 0,93 pg mL⁻¹ dibandingkan dengan HKUST-1 dengan struktur amorf yaitu 1,64 pg mL⁻¹ (Dewi, Septiani, Nugraha, et al., 2022; Dewi, Septiani, Wustoni, et al., 2024). MOF jenis lainnya yaitu Cu-MOF yang termodifikasi gugus amina telah berhasil dikembangkan untuk mendeteksi virus Hepatitis B (Rezki et al., 2021). Material tersebut dapat mendeteksi virus dengan baik dalam rentang konsentrasi 1-500 ng mL⁻¹ dengan LoD 730 pg mL⁻¹. Selain itu MOF lain seperti UiO-66 dan UiO-66-NH₂ masing-masing telah berhasil dimanfaatkan untuk mendeteksi virus Covid-19 dan penanda kanker payudara (HER2) dengan LoD 10,085 × 10⁵ virus mL⁻¹ dan 0,46 ng mL⁻¹ (Rahmidar et al., 2024; Gumilar et al., 2023). Hingga saat ini target-target patogen atau penanda penyakit lain yang berhasil dideteksi adalah -coli, salmonela, dan penanda kanker prostat.

Brian bersama para peneliti di MFM juga memiliki fokus penelitian di bidang energi, khususnya untuk konversi energi, seperti sel surya dan penyimpan energi seperti superkapasitor.

Dalam aplikasi sel surya, sel surya berbasis *dye sensitized solar cell* (DSSC) difokuskan pada pemanfaatan pewarna yang berasal dari bahan-bahan alami asli Indonesia, seperti rumput, ekstrak kulit manggis, kulit jeruk, beras hitam, dan lain-lain. Salah satu penelitian DSSC adalah pemanfaatan ekstrak rumput sebagai pewarna. Pewarna alami tersebut menghasilkan efisiensi sebesar 0,69% (Cahaya & Brian, 2014). Selain itu ekstrak graminoid dari rumput juga dimanfaatkan sebagai pewarna DSSC, dimana dengan pewarna tersebut efisiensi yang dihasilkan adalah 2,36% (Widia, et al., 2014). Selanjutnya, penelitian lain yang dilakukan adalah mengembangkan sel surya berbasis perovskite (PSC) yang difokuskan pada peningkatan efisiensi dan stabilitas, sekaligus menurunkan kompleksitas proses manufaktur. PSC tanpa hole transport layer (HTL) berhasil dikembangkan dengan memanfaatkan carbon yang berfungsi sebagai elektroda dan HTL sekaligus. Strategi ini bermanfaat untuk menurunkan kompleksitas dan menekan produksi dari PSC. Efisiensi yang diperoleh dari penelitian ini adalah 7,74% (Sova et al., 2024). Fokus penelitian perovskite saat ini juga memperoleh teknik dan parameter yang tepat dalam mengembangkan material perovskite di lingkungan non-vakum. Pada bidang superkapasitor, tujuan utama penelitian adalah mendapatkan modul superkapasitor yang memiliki densitas energi dan densitas daya yang tinggi. Tujuan tersebut direalisasikan dengan mengembangkan nanomaterial berpori dengan luas permukaan tinggi dan situs aktif yang melimpah. Brian bersama para peneliti di Lab MFM berhasil mengembangkan *nickel phosphate* berstruktur dua dimensi dengan porositas tinggi dimana luas permukaan mencapai $164 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ (Septiani, Kaneti, Fathoni, et al., 2020). Material tersebut menghasilkan densitas energi 50 Wh kg^{-1} pada densitas daya 362 W kg^{-1} . Fosfat logam lainnya yang dilaporkan adalah *nickel-cobalt phosphate* yang diturunkan dari MOF untuk memperoleh luas permukaan tinggi dan porositas melimpah. Namun, dengan strategi ini densitas energi yang dicapai adalah 22 Wh Kg^{-1} pada densitas data 363 W Kg^{-1} (Raissa et al., 2024). Beberapa material lain yang juga sedang dikembangkan hingga saat ini adalah MOF, selenida logam, dan oksida logam.

Dengan beberapa penelitian yang telah dipaparkan tersebut, telah dihasilkan paper dan prosiding pada jurnal internasional terindeks Scopus sebanyak 322, dengan jumlah sitasi dengan sitasi sebanyak 5.399 dan h-index 38. Selain itu, hingga saat ini Brian telah memiliki patent HKI sebanyak 13 dokumen, dimana 4 diantaranya telah berstatus granted.

REFERENSI

Cahya, E., & Brian, P. (2014). Pages 4603-4611.

Dewi, K. K., Septiani, N. L. W., Nugraha, N., Natalia, D., & Yulianto, B. (2022). *Journal of The Electrochemical Society*, 169(9), 97506. <https://doi.org/10.1149/1945-7111/ac915c>

Dewi, K. K., Septiani, N. L. W., Wustoni, S., Nugraha, S. N. A. Jenie, R. V., Manurung, B. Y. (2024). *ACS Omega*, 9, 1454-1462. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c07856>

Gumilar, G., Septiani, N. L. W., Wustoni, S., Tohari, T. R., Widayat, W., Yusuf, M., Wiraswati, H. L., Faridah, L., Ekawardhani, S., Anshori, I., & Yulianto, B. (2023). *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 127, 467-475. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1226086X23004574>

Rahmidar, L., Gumilar, G., Septiani, N. L. W., Wulandari, C., Iqbal, M., Nugraha, S., Wustoni, B. Y. (2024). *Microchemical Journal*, 199, 109963. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026265X24000754>

Raissa, Septiani, N. L. W., Wustoni, S., Failamani, F., Wehbe, N., Egu-chi, M., Nara, H., Inal, S., Suendo, V., & Yulianto, B. (2024). *Journal of Power Sources*, 603, 234423. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2024.234423>

Rezki, M., Septiani, N. L. W., Iqbal, M., Harimurti, S., Sambegoro, P., Adhika, D. R., & Yulianto, B. (2021). *Journal of Materials Chemistry B*, 9, 5711-5721. <https://doi.org/10.1039/D1TB00222H>

- Septiani, N. L. W., Kaneti, Y. V., Fathoni, K. B., Wang, J., Ide, Y., Yulianto, B., Nugraha, H. K., Dipojono, H. K., Nanjundan, A. K., Golberg, D., Bando, Y., & Yamauchi, Y. (2020). *Nano Energy*, 67, 104270. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2019.104270>
- Septiani, N. L. W., Kaneti, Y. V., Yulianto, B., Nugraha, H. K., Dipojono, H. K., Takei, T., You, J., & Yamauchi, Y. (2018). *Sensors and Actuators B: Chemical*, 261. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.12.045>
- Septiani, N. L. W., Saputro, A. G., Kaneti, Y. V., Maulana, A. L., Fathurrahman, F., Lim, H., Yulianto, B., Nugraha, H. K., Dipojono, H. K., Golberg, D., & Yamauchi, Y. (2020). *ACS Applied Nano Materials*. <https://doi.org/10.1021/acsnm.0c00000>
- Septiani, N. L. W., Shukri, G., Saputro, A. G., Nugraha, M. R., Karim, F., Al-Mubaddel, F., Hardiansyah, A., Yamauchi, Y., Kaneti, Y. V., & Yulianto, B. (2022). *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.2c03315>
- Sova, R. R., Shobih, Budiawan, W., Septina, W., Yuliantini, L., Firdaus, Y., Almuqoddas, E., Yulianto, B., & Nursam, N. M. (2024). *Synthesis and Metals*, 306, 117646. <https://doi.org/10.1016/j.synthmet.2024.117646>
- Widia, G., Adhyaksa, P., Prima, E. C., Lee, D. K., Ock, I., & Yatman, S. (2014). Pages 1-8.



PROFIL PENERIMA HABIBIE PRIZE 2024 BIDANG ILMU REKAYASA

Brian Yulianto

Prof. Brian Yulianto, ST., M.Eng., Ph.D. lahir di Jakarta pada tanggal 27 Juli 1975 dari pasangan Mochammad Baedowi dan Sri Purwaningsih. Sebagai anak ke 3 dari 4 bersaudara, Brian memulai Pendidikan di TK dan SD Putra 1 Kalimalang Jakarta Timur. Selanjutnya Brian menempuh Pendidikan di SMP Negeri 80 dan SMA Negeri 14 keduanya di Jakarta Timur. Kesenangannya pada hobi membaca buku dan belajar membuatnya selalu menduduki rangking satu di kelas sejak SD hingga SMA. Brian selanjutnya menempuh kuliah di Departemen Teknik Fisika Institut Teknologi Bandung pada tahun 1994. Brian menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi pada bidang ilmu rekayasa material untuk aplikasi sensor gas, suatu bidang yang selanjutnya ditekuni pada kuliah di S2 dan S3 nya bahkan hingga saat ini. Setelah meraih gelar Sarjana Teknik, Brian mendapatkan beasiswa Magister dari Pemerintah Jepang untuk berkuliah S2 di Departemen Quantum

Engineering and Systems Science , The University of Tokyo Jepang. Keinginan yang tinggi untuk melanjutkan Pendidikan Doktor membuat Brian melanjutkan kuliah S3 di The University of Tokyo meskipun harus sambil bekerja paruh waktu karena belum menandatangani beasiswa untuk Doktor. Barulah pada tahun kedua Brian mendapatkan beasiswa dari Epson dan AIST Jepang. Selama masa kuliah S3, Brian mendapatkan kesempatan untuk melakukan penelitian di lembaga ternama yaitu National Institute of Advanced Industrial Science and Technology Jepang (AIST) di Tsukuba. Judul riset yang diteliti adalah "Pengembangan Material Berpori Nano MCM 41 dengan Modifikasi Sebagai Sensor Gas". Setelah berhasil mempublikasikan 4 paper pada jurnal bereputasi tinggi, Brian mendapatkan gelar Doktor pada tahun 2005. Brian sempat melakukan program Posdoktoral di AIST selama satu tahun sebelum bergabung menjadi dosen di Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, ITB pada tahun 2006.

Kecintaannya pada riset bidang nano material dan keinginan melakukan penelitian seperti yang pernah dirasakannya selama 6 tahun di Jepang, membuat Brian secara gigih membangun Laboratorium yang diberi nama Material Fungsional Maju (MFM). Laboratorium ini memfokuskan pada penelitian dan pengembangan material nano untuk aplikasi sensor dan energi. Seperti yang juga dirasakan oleh banyak dosen/ peneliti yang kembali ke Indonesia, melakukan penelitian di Indonesia tidaklah mudah. Dana riset yang tidak besar, atmosfer riset yang belum terbangun dan peralatan yang terbatas tidak menyurutkan langkah Brian untuk membangun lab MFM bersama kolega dosen di Teknik Fisika ITB. Beruntung lingkungan ITB sangat kondusif untuk mewujudkan mimpi membangun penelitian berkelas dunia dan memberikan kontribusi nyata bagi bangsa. Setelah melalui masa-masa awal yang sulit, Brian bersama dosen dan peneliti di lab nya secara perlahan namun pasti dapat memperoleh kepercayaan dari berbagai pemberi dana riset dan mitra kerja sama di luar negeri maupun dalam negeri untuk berkolaborasi. Kualitas hasil riset yang berkelas dunia membuat Brian bersama kolega di Lab MFM senantiasa mendapatkan kepercayaan dari berbagai dana penelitian dalam dan luar negeri. Berbagai penelitian tersebut telah

berhasil mengembangkan material struktur nano berbasis porous material maupun Metal Organic Framework (MOF) sebagai material sensitive untuk gas sensor maupun biosensor deteksi berbagai penyakit. Material berstruktur nano juga telah diujicoba sebagai supercapacitor dengan performansi yang tinggi. Pengembangan lainnya adalah aplikasi material nano pada solar cell generasi ke 4 yaitu tipe DSSC dan Perovskite material. Produktifitas yang tinggi pada publikasi membuat Brian mendapatkan gelar Guru Besar di tahun 2018 di usia yang relative muda yaitu 43 tahun atau setelah 12 tahun berkarir sebagai dosen di ITB.

Berbagai kerja sama dengan Professor berkelas dunia telah dilakukan antara lain dengan Prof Omar Yaghi (UC Berkeley USA), Prof Inkyu Park (KAIST Korea), Prof Yusuke Yamauchi (University of Queensland dan Nagoya University), Prof Sahika Inal (KAUST), Prof Joe Henzie (NIMS Jepang). Berbagai kerja sama dengan peneliti papan atas di bidang nano material dari kampus top dunia tersebut membuat Brian menjadi pembicara kunci pada banyak seminar internasional, serta sebagai Dosen tamu di Tsukuba University Jepang, dan UKM Malaysia. Hingga saat ini Brian telah mempublikasikan paper dan proceeding pada journal internasional terindeks scopus sebanyak 322 dengan sitasi sebanyak 5369 dan h indeks 38. Beberapa journal berimpact tinggi juga pernah dipublikasikan antara lain pada Journal Chemical Review dengan Impact Factor IF 51, Coordination Chemistry Reviews dengan Impact Factor IF 34, dan Advanced Materials dengan IF 29. Pengembangan sistem monitoring sensor udara dan air telah berhasil di patent kan bahkan telah mendapatkan royalty dari pengguna HKI ini yaitu PT Sensor Teknologi Indonesia. Pengembangan biosensor untuk deteksi berbagai penyakit tropis dengan menggunakan teknik elektrokimia dan surface plasmon resonance saat ini juga tengah dilakukan bersama industri yang siap melakukan komersialisasinya. Selain itu teknik rapid test berbasis nano partikel metal juga sedang dalam proses pendaftaran HKI dan telah dikerjasamakan oleh industri yang siap melakukan komersialisasi. Hingga saat ini Brian telah memiliki patent HKI sebanyak 13 dokumen, dimana 4 diantaranya telah berstatus granted. Berbagai pengembangan ini dilakukan tidak

hanya oleh peneliti di ITB tapi juga bersama beberapa peneliti di dalam negeri seperti dari BRIN, UPI, Universitas Riau, UGM, IPB, UNIMED dll. Brian senantiasa berprinsip sangat banyak masalah yang harus dipecahkan saat ini, dan akan mudah jika dilakukan secara bersama-sama. Berbagai hasil kerja keras dan prestasinya ini telah membuat Brian mendapatkan beberapa penghargaan seperti "Akademisi Berprestasi" dari ITB pada tahun 2017, dan "Peneliti Terbaik" dari ITB pada tahun 2021. Selain itu Brian juga merupakan "The World's Top 2% Scientist" di tahun 2022 dan 2023 dan "Top 1 Researcher bidang Nanoscience dan Nanoteknologi di Indonesia". Brian juga memiliki keinginan bahwa dari lab nya akan lahir peneliti-peneliti handal berkekelas dunia, yang membuatnya tekun dan dekat dengan mahasiswa peneliti terutama para mahasiswa paska sarjana. Para lulusan program paska sarjana dari Lab AFM ITB telah sukses mempublikasikan paper-paper pada jurnal yang bereputasi dengan impact factor tinggi.



PENERIMA
HABIBIE PRIZE BIDANG ILMU
SOSIAL, EKONOMI, POLITIK, DAN
HUKUM TAHUN 2024

ANITA LIE



TRANSFORMASI PENDIDIKAN DALAM LENSА ILMU PENGETAHUAN: EVALUASI DAN IMPLIKASI

Anita Lie

Pendidikan memainkan peran yang sangat penting dalam pengembangan individu, masyarakat, dan peradaban. Bagi individu, pendidikan membuka jalan menuju pencapaian pribadi dan profesional, membentuk karakter, dan meningkatkan kesejahteraan. Bagi masyarakat, pendidikan memperkuat dan memperluas keterhubungan sosial, meningkatkan kualitas hidup, dan mendukung pembangunan ekonomi. Bagi peradaban, pendidikan berfungsi sebagai sarana pewarisan budaya, kemajuan ilmiah, inovasi sosial, dan kebaikan bersama umat manusia. Dengan kata lain, pendidikan adalah kunci untuk kemajuan dan keberlanjutan di semua tingkat. Artikel ini mengevaluasi pendidikan sebagai disiplin ilmu untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana pendidikan berfungsi sebagai bidang ilmu dan bagaimana pendidikan bisa bertransformasi dan memainkan perannya dengan lebih efektif.

Sebagai salah satu sektor strategis yang mendasari perkembangan individu dan masyarakat, pendidikan telah lama menjadi area fokus bagi peneliti, pendidik, dan pembuat kebijakan. Para peneliti pendidikan tersebar dalam berbagai

kajian mulai dari paradigma dan konsep dasar, kurikulum dan muatan pembelajaran, metode dan teknik, asesmen dan evaluasi, sampai kebijakan pendidikan. Para pendidik menggunakan teori-teori pendidikan dalam praktik mereka di ruang-ruang pembelajaran dan sebaliknya juga mempertanyakan, menguji, dan memperbaharui teori-teori berdasarkan praktik-praktik mereka. Pembuat kebijakan—sebagian besar malah bukan berasal dari latar belakang studi pendidikan—seringkali menelaah isu-isu pendidikan dari perspektif ekonomi dan kebijakan publik sebelum menghasilkan produk kebijakan.

Pendidikan, sebagai salah satu pilar utama dalam pembangunan individu dan masyarakat, seringkali dipandang dari perspektif praktis dan kebijakan. Namun, pendidikan juga perlu ditinjau melalui lensa ilmiah agar bisa dikaji secara kritis dan sistematis. Artikel ini terdiri dari tiga bagian: tinjauan pendidikan melalui lensa ilmu pengetahuan, evaluasi pendidikan sebagai ilmu pengetahuan, dan implikasi transformasi peran pendidikan.

TINJAUAN PENDIDIKAN MELALUI LENSA ILMU PENGETAHUAN

Ada dua pendekatan untuk meninjau pendidikan sebagai ilmu pengetahuan: dimensi utama pengetahuan dan perspektif paradigma. Kedua pendekatan ini membantu pemikir dan peneliti untuk menggali pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana pendidikan berfungsi sebagai bidang ilmu dan bagaimana ia berkembang seiring waktu. Pemahaman ini diperlukan untuk mengeksplorasi transformasi pendidikan sebagai suatu disiplin ilmu dan menganalisis implikasinya terhadap dampak pendidikan pada kehidupan individu, masyarakat, dan peradaban.

Pendidikan dalam Dimensi Ilmu Pengetahuan

Pendidikan merupakan suatu bidang kompleks yang senantiasa berkembang dan berkelindan dengan bidang-bidang disiplin lain. Bahkan dalam praktiknya, pendidikan seringkali berpadu dengan ilmu pengetahuan lain sebagai muatan. Misalnya, pendidikan matematika, pendidikan fisika, dan sebagainya. Seiring dengan perpaduan ini, fakultas keguruan dan ilmu pendidikan biasanya

terdiri dari program-program studi pendidikan yang terkait dengan bidang ilmu pengetahuan.

Misalnya, Program Studi Pendidikan Bahasa/Geografi/Ekonomi/Biologi, dan sebagainya. Apakah pendidikan *an sich* memenuhi syarat sebagai ilmu pengetahuan? Dalam pengisian data profil akademis di sistem terpadu pendidikan tinggi Kemdikbud, pohon ilmu pendidikan masuk dalam rumpun ilmu terapan. Pertanyaan apakah pendidikan bisa disebut sebagai ilmu pengetahuan secara mandiri perlu ditinjau secara ontologis, epistemologis, dan aksiologis.

1) **Ontologi Pendidikan.**

Ontologi adalah cabang filsafat yang membahas tentang hakikat keberadaan, eksistensi, dan realitas. Ontologi membahas pertanyaan tentang apa yang ada, hakikat dari keberadaan tersebut, dan bagaimana mereka saling berhubungan. Dalam konteks sains, ontologi berkaitan dengan klasifikasi entitas dalam domain ilmiah tertentu, seperti objek, fenomena, dan proses. Dalam ilmu sosial, ontologi berkaitan dengan hakikat fenomena dan konstruksi sosial.

Pendidikan menyajikan fenomena fundamental dalam kehidupan manusia, karena di mana ada kehidupan manusia, pasti ada pendidikan. Hampir setiap warga dewasa masyarakat modern pernah mengalami masa pendidikan. Pendidikan tidak hanya terbatas pada proses formal di sekolah, tetapi juga meliputi pendidikan informal, nonformal dan alternatif yang berfungsi mengembangkan potensi peserta didik secara menyeluruh, termasuk pengetahuan, ketrampilan, dan sikap. Singkat kata, pendidikan merupakan upaya konstruksi sosial untuk memperbaiki kehidupan pribadi, masyarakat, dan peradaban.

2) **Epistemologi Pendidikan.**

Epistemologi adalah cabang filsafat yang mempelajari hakikat, asal usul, dan ruang lingkup pengetahuan. Epistemologi menjelajah bagaimana pengetahuan diperoleh, divalidasi, dan ditafsirkan. Dalam penelitian ilmiah, epistemologi

meneliti metode dan validitas klaim pengetahuan, termasuk hubungan antara teori dan metode verifikasi dan falsifikasi.

Dalam pendidikan, epistemologi dapat memengaruhi bagaimana proses belajar dan mengajar dikonseptualisasikan. Ilmu pendidikan merupakan ilmu yang membicarakan masalah-masalah umum pendidikan secara menyeluruh dan abstrak. Ia juga menawarkan pemikiran ilmiah yang kritis, metodis, dan sistematis tentang suatu permasalahan. Pendidikan sebagai ilmu bersifat empiris, intuitif, normatif, historis, teoritis, dan praktis. Metode penelitian dalam ilmu pendidikan mencakup pengumpulan data melalui eksperimen, observasi, tes, interview, angket, dan metode-metode lain serta analisis data menggunakan statistik maupun non-statistik.

3) Aksiologi Pendidikan.

Aksiologi adalah cabang filsafat yang membahas nilai-nilai, termasuk etika dan estetika. Ia menyelidiki apa yang dianggap berharga, diinginkan, atau penting. Pertanyaan-pertanyaan dalam aksiologi menyangkut etika dan estetika. Apa hakikat dan kriteria nilai? Apa hakikat penilaian etika dan estetika? Bagaimana nilai memengaruhi perilaku dan pengambilan keputusan? Dalam penelitian dan pendidikan, aksiologi menyangkut nilai-nilai yang mendasari praktik penelitian, pertimbangan etika, dan tujuan kegiatan pendidikan. Ini mencakup pertanyaan tentang apa yang harus dinilai dalam hasil dan praktik pendidikan.

Pengakuan bahwa pendidikan sebagai ilmu membawa implikasi pada praktek pendidikan. Secara ontologis, epistemologis, dan aksiologis, pendidikan atau pedagogi bisa dianggap sebagai ilmu pengetahuan jika memenuhi persyaratan berikut ini:

- 1) Paradigma dan pergeseran paradigma demi kemajuan ilmu pengetahuan
- 2) Sistematika uraian atau penjelasan
- 3) Falsifikasi melalui pendekatan dan metodologi yang berterima
- 4) Bertujuan untuk kebaikan bersama dan kesejahteraan umat manusia

Memahami secara benar dan konseptual tentang pendidikan sebagai ilmu dapat membantu upaya pengembangan ilmu pendidikan secara lebih fungsional dan relevan. Hal ini memungkinkan ilmuwan pendidikan untuk mengembangkan sistem pendidikan yang terpadu, tidak hanya mengajarkan ilmu-ilmu rasional, intelektual, dan filsafat melainkan juga ilmu-ilmu sosial dan budaya.

Pendidikan yang dianggap sebagai ilmu pengetahuan memiliki peran penting dalam kehidupan. Pendidikan tidak hanya memberikan pengetahuan akademis, tetapi juga menggabungkan aspek sosial, moral, dan etika. Dengan demikian, pendidikan dapat memberdayakan peserta didik untuk menyerap, mengembangkan, dan mengaplikasikan sains dan teknologi dalam berbagai bidang kehidupan secara bijaksana. Bahkan pendidikan juga dapat mengembangkan otonomi peserta didik untuk merencanakan proses pembelajaran mereka sendiri (Jacobs & Lie, 2022). Pada sisi yang lain, pendidikan juga memberdayakan para pendidik untuk bisa mengolah ilmu pengetahuan dan memfasilitasi peserta didik untuk menyerap, mengembangkan, dan menggunakan ilmu pengetahuan demi kebaikan bersama umat manusia (Lie, dkk, 2023).

Sebagai kesimpulan dalam bagian ini, pendidikan sebagai ilmu pengetahuan memiliki landasan dalam ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Dengan demikian, pendidikan dapat dianggap sebagai suatu ilmu yang kompleks dan multidisiplin yang berperan penting dalam kehidupan manusia. Sebagai ilmu pengetahuan, pendidikan juga semestinya terbuka terhadap kritik dan perubahan.

Transformasi Paradigma Pendidikan

Pendekatan lain untuk meninjau pendidikan sebagai ilmu pengetahuan menggunakan kerangka teori paradigmatis. Thomas Kuhn, dalam karya seminalnya *The Structure of Scientific Revolutions* (1962), memperkenalkan konsep paradigma untuk menggambarkan kerangka pemikiran yang diterima secara luas dalam ilmu pengetahuan. Paradigma ini mencakup teori, metode, dan standar yang membentuk dasar bagi penelitian dan praktik

dalam suatu bidang. Dalam konteks pendidikan, paradigma ini mencakup berbagai teori pendidikan, pendekatan pedagogis, dan metodologi penelitian yang diakui dalam komunitas pendidikan.

Dalam pengertian Kuhn, *normal science* adalah penelitian yang didasarkan pada pencapaian-pencapaian ilmiah sebelumnya, yang oleh suatu komunitas ilmuwan dipandang memberikan dasar bagi penelitian lebih lanjut (Kuhn, 1996, 10). Tujuan praktik dalam *normal science* adalah melakukan penelitian bidang ilmu yang sudah didefinisikan dalam paradigma dengan menerapkan teori yang sudah diterima dalam paradigma, dan mencari pemecahan atas masalah-masalah yang didefinisikan dalam paradigma, yaitu pemecahan yang belum tercapai, tetapi dimungkinkan dalam paradigma yang dianut. Menurut Kuhn, dalam periode *normal science*, peneliti dan praktisi pendidikan beroperasi di dalam kerangka paradigma yang ada. Mereka menyelesaikan *puzzle* dalam konteks teori dan metode yang sudah berterima. Misalnya, paradigma dalam pendidikan seperti teori konstruktivisme yang dipelopori oleh Jean Piaget dan Lev Vygotsky menekankan peran aktif siswa dalam membangun pengetahuan mereka. Dalam paradigma konstruktivisme ini, penelitian mungkin berfokus pada bagaimana merancang lingkungan belajar yang mendorong penjelajahan aktif dan kolaborasi antara siswa (Jacobs, Lie, & Tamah, 2022). Paradigma lain, misalnya, behaviorisme, berfokus pada pengaruh lingkungan terhadap perilaku dan pembelajaran siswa.

Penelitian dan praktik dilakukan dengan mengikuti metodologi yang diterima untuk meningkatkan hasil pendidikan sesuai dengan paradigma masing-masing. Setiap paradigma memberikan panduan berbeda mengenai bagaimana proses belajar mengajar harus dilakukan dan dinilai.

Masalah penelitian yang bisa dipecahkan, tetapi belum dipecahkan dalam suatu penelitian dinamakan *outstanding problems*. Di sini dapat muncul pertanyaan: jika penelitian dalam *normal science* tidak dapat menghasilkan teori baru, apa manfaatnya melakukan penelitian seperti itu? Menurut Kuhn, penelitian *normal science* bertugas memperluas penerapan

teori yang diterima, khususnya dengan melakukan *puzzle solving* terhadap *outstanding problems*, dan meningkatkan presisi konsep-konsep yang diturunkan dari teori yang diterapkan (Kuhn, 1996, 52). Kalau kita boleh menggunakan konsep-konsep dalam metodologi penelitian ilmu sosial dan humaniora, penelitian dalam *normal science* bertujuan memperluas semesta sebuah teori dan mempertajam instrumen analisis suatu bidang penelitian.

Seiring berjalannya waktu, *anomali*—atau fenomena yang tidak dapat dijelaskan dengan baik oleh paradigma yang ada—mulai muncul. Dalam pendidikan, anomali ini bisa berupa hasil yang tidak sesuai dengan ekspektasi teori yang ada. Misalnya, implementasi metode pembelajaran berbasis proyek mungkin menunjukkan hasil yang bervariasi di berbagai konteks, atau data menunjukkan bahwa suatu metode pembelajaran yang sudah sangat diakui efektif di banyak negara ternyata tidak selalu meningkatkan hasil belajar sebagaimana yang diharapkan di suatu wilayah yang berbeda.

Krisis terjadi ketika anomali ini menumpuk dan menunjukkan bahwa paradigma yang ada mungkin tidak memadai untuk menjelaskan atau mengatasi masalah yang ada. Krisis dalam pendidikan dapat muncul dalam bentuk penurunan kualitas pendidikan secara umum, kesenjangan hasil belajar, atau ketidakmampuan sistem pendidikan untuk memenuhi kebutuhan beragam siswa. Ketika paradigma lama tidak lagi mampu menangani anomali, paradigma baru sering kali muncul. Transformasi ini dapat menghasilkan perubahan signifikan dalam cara pendidikan dipraktikkan dan dipahami. Misalnya, kemunculan pembelajaran berbasis teknologi dan pendekatan personalisasi dalam pendidikan dapat dilihat sebagai respons terhadap krisis dalam paradigma pendidikan tradisional.

Paradigma baru dalam pendidikan, seperti pembelajaran adaptif yang menggunakan data untuk menyesuaikan pengalaman belajar dengan kebutuhan individu siswa, dapat menawarkan solusi untuk masalah yang dihadapi dalam sistem pendidikan lama (Lie et al., 2023). Integrasi teknologi pendidikan dan metodologi berbasis data ini menggantikan metode yang lebih statis dengan

pendekatan yang lebih dinamis dan responsif. Paradigma baru pun diterjemahkan ke dalam praktik pendidikan sampai anomali baru muncul.

Menerapkan kerangka paradigma Thomas Kuhn untuk menelaah pendidikan menawarkan wawasan yang berharga tentang bagaimana bidang ini berkembang dan bagaimana inovasi muncul. Pendidikan, seperti ilmu pengetahuan lainnya, beroperasi dalam kerangka paradigma yang memandu praktik dan penelitian. Ketika paradigma ini diuji oleh anomali dan krisis, inovasi baru dapat muncul, membawa perubahan yang signifikan bagaimana pendidikan dikaji dan dipahami sebagai ilmu pengetahuan, diformulasikan sebagai kebijakan, dan dipraktikkan dalam model pembelajaran dan sebagai metode pengajaran yang lebih efektif dan responsif terhadap kebutuhan jaman. Melalui pemahaman pendidikan dalam kerangka paradigma ini, para pendidik dan peneliti dapat mengevaluasi perkembangan terbaru dalam bidang ini, mempromosikan praktik berbasis bukti, dan mengatasi tantangan yang ada. Paradigma baru dalam pendidikan tidak hanya menawarkan solusi untuk masalah yang ada tetapi juga membuka jalan bagi transformasi yang lebih mendalam dalam mendidik dan belajar.

Menurut Thomas Kuhn, pergeseran paradigma oleh para intelektual ke suatu teori baru tidak selalu merupakan peristiwa yang didasarkan pada alasan rasional. Selain itu, pentingnya kesepakatan di antara para ilmuwan menunjukkan bahwa pergeseran paradigma didorong oleh faktor psikologis dan bukan oleh pertimbangan yang semata-mata rasional sifatnya. Kesimpulan ini dikritik oleh Karl Popper (1978) yang berpendapat penerapan metode verifikasi dalam ilmu pengetahuan harus ditolak sebagai metode pembuktian dalam ilmu pengetahuan karena secara psikologis tiap orang lebih cenderung membenarkan diri dan sangat sulit mempersalahkan dirinya. Popper menegaskan bahwa satu-satunya metode pembuktian yang valid adalah falsifikasi.

Pengetahuan menjadi maju bukan karena teori itu dibuktikan benar, tetapi karena ditemukan kesalahan dalam teori tersebut (1980). Popper (1978) berpandangan, pengetahuan ilmiah selalu

dimulai dengan *conjectures*, yaitu dugaan dalam bentuk hipotesis atau teori. Hipotesis atau teori harus dikonfrontasikan dengan kenyataan empiris dalam bentuk data pengamatan atau data eksperimen.

EVALUASI PENDIDIKAN SEBAGAI ILMU PENGETAHUAN

Pertanyaan fundamental untuk mengevaluasi pendidikan sebagai ilmu pengetahuan adalah *Does a field make progress because it is a science, or is it a science because it makes progress?* Apakah suatu ilmu pengetahuan mengalami kemajuan karena dia sains, atau apakah dia disebut sains karena mengalami kemajuan? (Kuhn 1996, 162). Dalam prolog di buku *Paradigma Ilmu Pengetahuan dan Penelitian Ilmu-ilmu Sosial dan Humaniora di Indonesia*, Ignas Kleden (2017) mengajukan dua pertanyaan terkait dengan paradigma. Pertama, apakah paradigma dalam pengertian Kuhn mendapat tanggapan dari para ahli ilmu sosial dan humaniora Indonesia? Kedua, apakah dalam penelitian-penelitian ilmu-ilmu sosial dan humaniora di Indonesia dapat ditemukan paradigma tertentu, atau kecenderungan kepada paradigma tersebut? Kleden mengulik kedua pertanyaan ini dengan menganalisis artikel tiga ilmuwan sosial Indonesia yang terbit dalam buku tersebut, yaitu Tjondronegoro, Heddy Shri Ahimsa-Putra, dan Gunawan Wiradi (2017).

Berbeda dengan peneliti di beberapa bidang ilmu-ilmu alam dasar yang bisa bekerja relatif mandiri, para peneliti dalam bidang ilmu-ilmu sosial termasuk ilmu pendidikan selalu ditanya perkembangannya dan ditunggu hasilnya oleh anggota masyarakat bukan ilmuwan. Ini menyebabkan bahwa ukuran kemajuan ilmu-ilmu sosial harus bersaing dengan kecepatan memenuhi harapan masyarakat tentang berhasil atau gagalnya suatu penelitian yang sedang dilaksanakan. Yang mendorong penelitian dalam bidang-bidang tersebut bukan hanya pentingnya penelitian untuk kemajuan ilmu, tetapi juga kebutuhan masyarakat yang perlu dilayani oleh penelitian yang diselenggarakan.

Di balik berbagai kemajuan dan capaian pembangunan pendidikan, selalu ada kritik terhadap sistem pendidikan. Salah

satu kritik tajam terhadap sistem pendidikan diungkapkan oleh pakar inovasi disruptif Clayton Christensen. Dalam bukunya *Disrupting Class: How Disruptive Innovation Will Change the Way the World Learns*, berdasarkan teori inovasi disruptif Christensen (2008) mengkritik tajam sistem pendidikan. Kritik Christensen beranjak dari ketidakmampuan sistem pendidikan dalam mengadopsi inovasi disruptif berupa teknologi atau metode baru secara efektif. Meskipun teknologi berpotensi mengubah pendidikan dengan menyediakan alat-alat baru untuk mengajar dan belajar, adopsi tersebut tidak merata dan sering kali terbatas pada penggunaan tambahan daripada perubahan mendasar dalam cara pendidikan disampaikan. Akibatnya, ide dan metode inovatif sering kali sulit diterima dalam sistem pendidikan tradisional. Secara ringkas, ada tiga sebab utama dari kelambanan sistem pendidikan, yakni model tradisional yang kaku, ketidaksesuaian dengan kebutuhan siswa, dan ketidakefisienan ekonomi.

Christensen menunjukkan bahwa lembaga pendidikan tradisional sering kali kaku dan menolak perubahan. Lembaga-lembaga ini biasanya berpegang pada metode dan kurikulum pengajaran konvensional, bahkan ketika teknologi atau pendekatan pedagogis baru dapat menawarkan hasil yang lebih baik. Kekakuan ini membatasi potensi peningkatan dan adaptasi terhadap kebutuhan dan konteks pendidikan baru. Selanjutnya, dia mengkritik sistem pendidikan tradisional karena tidak secara memadai menangani berbagai kebutuhan dan gaya belajar siswa. Pendekatan yang seragam sering kali gagal memenuhi perbedaan individu dalam preferensi dan kecepatan belajar, yang dapat mengakibatkan pengalaman pendidikan yang kurang optimal bagi banyak siswa. Terakhir, Christensen menyoroti ketidakefisienan ekonomi dalam sistem pendidikan. Model pendidikan tradisional mahal dan mungkin tidak selalu memberikan hasil investasi terbaik bagi siswa dan masyarakat. Ia berpendapat bahwa inovasi seharusnya dapat membantu mengurangi biaya dan membuat pendidikan berkualitas tinggi lebih mudah diakses. Karena kegagalan atau kelambanan dalam berinovasi, anggaran pendidikan yang besar pun menjadi kurang berdampak pada peningkatan mutu pendidikan.

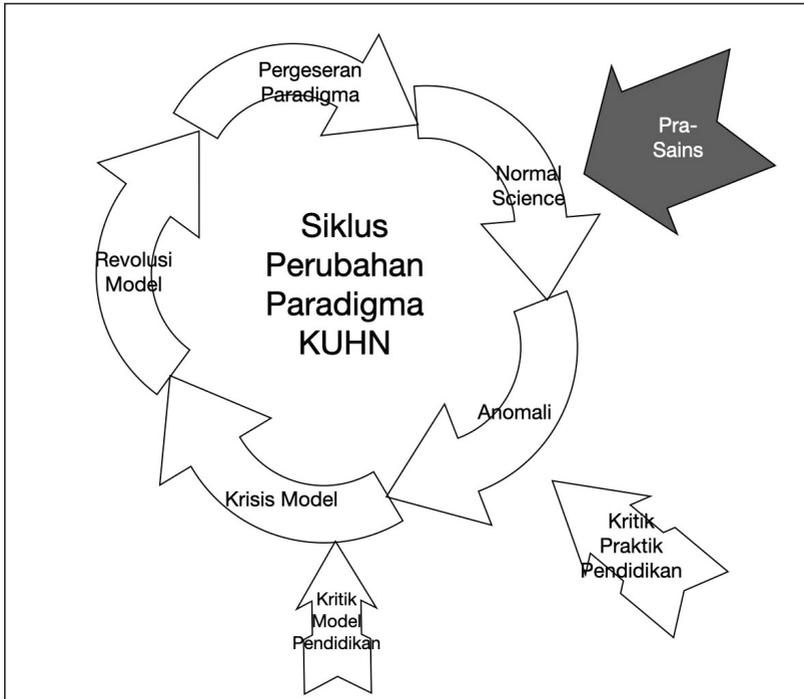
Singkatnya, kritik Clayton Christensen terhadap penolakan sistem pendidikan terhadap inovasi disruptif berkisar pada ketidakfleksibelan, ketidaksesuaian dengan kebutuhan siswa yang beragam, inefisiensi ekonomi. Salah satu akibatnya adalah adopsi teknologi yang lambat dan kegagalan mengelola tantangan dalam menerapkan praktik inovatif. Karyanya mendorong eksplorasi model dan pendekatan baru yang dapat memenuhi kebutuhan siswa dengan lebih baik dan meningkatkan hasil pendidikan.

Kritik Christensen dan banyak kritik lainnya pada umumnya menyoroti isu-isu dan fenomena dalam praktik dan regulasi pendidikan, bukan pada pendidikan sebagai ilmu pengetahuan.

Pertanyaannya, apakah pendidikan bisa menggunakan berbagai kapasitasnya sebagai ilmu pengetahuan untuk memperbaiki diri?

IMPLIKASI TRANSFORMASI PERAN PENDIDIKAN

Menjawab pertanyaan di atas, pertama-tama tentunya perlu kajian terhadap skala permasalahan pendidikan yang menjadi sasaran kritik. Fenomena yang tidak dapat dijelaskan dengan baik oleh paradigma yang ada memunculkan anomasi berupa hasil yang tidak sesuai dengan ekspektasi teori yang ada. Misalnya, walaupun bersifat wajib, pembelajaran bahasa Inggris ditanggapi secara beragam baik oleh guru maupun siswa di berbagai wilayah yang berbeda (Lie et al., 2024). Perlu ada kajian terhadap berbagai variabel yang tidak sama antar daerah dan kesediaan untuk meninjau ulang penyeragaman suatu tindakan intervensi. Solusi yang diambil tentunya disesuaikan dengan skala permasalahan.



Gambar 1. Siklus Perubahan Paradigma Kuhn

Seperti terlihat dalam Gambar, ketika beberapa anomali menumpuk dan kemudian menyebar, krisis model akan muncul ke permukaan. Krisis dalam pendidikan dapat muncul dalam bentuk penurunan kualitas pendidikan secara umum, kesenjangan hasil belajar, ketidakmampuan sistem pendidikan untuk memenuhi kebutuhan beragam siswa, atau ketidak-sinambungan antara kebijakan pemerintah pusat dengan implementasi di daerah. Krisis Model yang berkepanjangan akan mengarah pada Revolusi Model. Akhirnya, ketika paradigma lama tidak lagi mampu menangani anomali, sudah waktunya untuk menjelajahi dan menemukan paradigma baru. Perpindahan paradigma terjadi sebagai proses sosiologis dan psikologis, tanpa ada falsifikasi terhadap suatu paradigma lama sebagaimana dianjurkan oleh Popper (1980). Popper selanjutnya mengingatkan bahwa sekalipun

proses psikologis itu merupakan hal yang sering terjadi dalam pergantian paradigma, proses psikologis itu tetap harus dikontrol oleh pengujian secara metodologis. Sebab tanpa pengujian secara metodologis, ilmu pengetahuan dapat berkembang ke arah yang irasional.

Transformasi paradigmatik dalam pendidikan memiliki implikasi luas bagi praktik dan penelitian pendidikan. Kebijakan pendidikan mungkin perlu disesuaikan untuk mencerminkan pemahaman baru dan pendekatan yang lebih inovatif. Kurikulum dan metode pengajaran juga mungkin perlu diperbarui untuk mencerminkan paradigma baru, dengan fokus pada adaptasi teknologi dan pembelajaran yang lebih personal atau bahkan mungkin sebaliknya (Lie et al., 2023). Transformasi ini dapat menghasilkan perubahan signifikan dalam memahami dan mempraktikkan pendidikan. Misalnya, pada awal Abad ke 21, kemunculan pembelajaran berbasis teknologi dapat dilihat sebagai respons terhadap krisis dalam paradigma pendidikan tradisional dan upaya menyiapkan peserta didik menghadapi era digital (Lie et al., 2023). Namun, beberapa tahun belakangan ini, fenomena baru bermunculan terkait dengan merebaknya ketergantungan kepada gawai dan internet. Meningkatnya anomali dalam penyimpangan perilaku yang mengganggu proses pendidikan sudah dianggap sampai pada titik krisis. Finlandia, negara yang selama ini dikenal dengan mutu pendidikan tinggi, mencermati fenomena baru ini dan justru mengambil kebijakan yang berkebalikan. Pergeseran paradigma ini justru berbalik arah ketika Finlandia meminta para murid kembali menggunakan buku cetak dan meninggalkan gawai pada awal September 2024. Beberapa guru dan murid melaporkan proses pembelajaran menjadi lebih baik karena mereka lebih bisa berkonsentrasi tanpa gangguan gawai (Luoma & Kauranen, 2024)

Penelitian pendidikan harus terus mengeksplorasi dan mengevaluasi paradigma baru untuk memastikan bahwa praktik yang diterapkan berdasarkan paradigma baru ini efektif dan berbasis bukti. Proses evaluasi ini harus melibatkan analisis kritis terhadap hasil implementasi metode baru dan penyesuaian terus-menerus untuk meningkatkan efektivitas pendidikan. Melihat pendidikan melalui lensa ilmu pengetahuan dan kerangka

paradigma Thomas Kuhn memberikan wawasan berharga tentang bagaimana pendidikan dapat berkembang sebagai disiplin ilmu. Dengan memahami pendidikan sebagai bidang yang mengalami transformasi paradigma, para pendidik dan peneliti dapat lebih baik mengevaluasi inovasi, memahami dinamika perubahan, dan mengidentifikasi cara-cara untuk memperbaiki praktik dan kebijakan pendidikan. Transformasi ini tidak hanya memberikan solusi untuk masalah yang ada tetapi juga membuka jalan bagi pemahaman yang lebih dalam dan holistik tentang cara terbaik untuk mendidik dan mempersiapkan generasi masa depan.

Makalah ini kembali kepada pertanyaan Kuhn tentang ilmu pengetahuan. *Does a field make progress because it is a science, or is it a science because it makes progress?* Apakah suatu ilmu pengetahuan mengalami kemajuan karena dia sains, atau apakah dia disebut sains karena mengalami kemajuan? Kuhn tidak menganggap ilmu pengetahuan maju dengan jalan kumulatif, tetapi melalui revolusi ilmu pengetahuan, setelah para ilmuwan dalam suatu komunitas ilmiah merasakan adanya krisis, karena muncul semakin banyak anomali, ketika sebuah teori tidak menolong pemecahan masalah penelitian. Kleden (2017) mencatat ada perbedaan fundamental antara Kuhn dan Popper mengenai krisis. Menurut Kuhn, krisis yang terjadi dalam *normal science* disebabkan oleh kurangnya kecakapan dan kurangnya pengalaman seorang ilmuwan dalam menerapkan teori dalam penelitiannya. Menurut Popper, kebiasaan mempersalahkan ilmuwan dan bukannya mempersalahkan teori yang diterapkan adalah praktik yang berbahaya karena akan mengakibatkan suatu teori terlindungi dan kebal terhadap falsifikasi, dan dapat menggiring orang kepada sikap dogmatis terhadap teori. "Revolusi ilmu pengetahuan terjadi bukan karena ilmuwan mengalami krisis, tetapi karena suatu teori mengalami krisis" (44).

Sebagai kesimpulan, makalah ini menekankan pentingnya transformasi paradigma dalam pendidikan sebagai respons terhadap krisis yang muncul akibat anomali dalam praktik dan teori pendidikan yang ada demi kemajuan pendidikan sebagai ilmu pengetahuan. Sebagai contoh, fenomena seperti ketergantungan pada teknologi digital dan respons negara seperti

Finlandia yang kembali menggunakan buku cetak menunjukkan perlunya penyesuaian terus-menerus terhadap kebijakan dan metode pendidikan. Proses transformasi paradigma, seperti yang dijelaskan oleh Kuhn dan Popper, menggarisbawahi bahwa kemajuan ilmu pengetahuan—termasuk pendidikan—terjadi bukan hanya karena adopsi metode baru, tetapi juga melalui evaluasi kritis dan penyesuaian berkelanjutan berdasarkan bukti empiris. Oleh karena itu, untuk memastikan keberhasilan inovasi dalam pendidikan, penting untuk secara metodologis menguji dan menilai praktik baru serta terus memperbarui pendekatan agar sesuai dengan perkembangan kebutuhan dan tantangan yang muncul.

DAFTAR PUSTAKA

- Christensen, C., Horn, M., & Curtis, J. (2008). *Disrupting Class: How disruptive innovation will change the way the world learns*. McGraw-Hill.
- Fuller, S. (2006). *Kuhn vs. Popper: The struggle for the soul of science*, NSW, 2065. Crows Nest.
- Granovetter, M. (1992). Economic action and social structure: The problem of embeddedness.
- Dalam Mark Granovetter & Richard Swedberg (eds.), *The sociology of economic life*. Boulder- San Francisco-Oxford: Westview Press.
- Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures*. New York: Basic Books. Geertz, C. (1983). *Local knowledge*. New York: Basic Books.
- Habermas, J. (1989). Gegen einen positivistic halbierten Rationalismus. Dalam Theodor W. Adorno (ed.), *Der Positivismusstreit in der deutschen Soziologie*. Frankfurt: Luchterhand Literaturverlag.
- Habermas, J. (1969). Erkenntnis und Interesse. Dalam Juergen Habermas, *Technik und Wissenschaft als "Ideologie"*. Frankfurt a.M: Suhrkamp Verlag.

- Jacobs, G., Lie, A., & Tamah, S.M. (2022). *Cooperative learning through a reflective lens*. University of Toronto.
- Jacobs, G. & Lie, A. (2022). Toward student-centered teacher education programs. *Journal of International and Comparative Education (JICE)*, 11(2), 93-105. <https://doi.org/10.14425/jice.2022.11.2.1205>
- Kleden, I. (1988). *Sikap ilmiah dan kritik kebudayaan*. Jakarta: LP3ES.
- Kleden, I. (1995). Social science in Indonesia: action and reflection in the Southeast Asian perspective. Dalam Nico Schulte Nordholt & Leontine Visser (Eds.), *Social science in Southeast Asia: From particularism to universalism*. Amsterdam: VU University Press.
- Kleden, I. & Abdullah, T. (2017). *Paradigma ilmu pengetahuan dan penelitian ilmu-ilmu sosial dan humaniora di Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Pusat Penelitian Kependudukan
- Kroeber, A.L., & Kluckhohn, C. (1952). *Culture: A critical review of concepts and definitions*. New York: Vintage Books.
- Kuhn, T. S. (1996). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Kuhn, T. S. (1974). Logic of discovery or psychology of research?. Dalam Paul Arthur Schilpp (Ed.), *The philosophy of Karl Popper*, seri The Library of Living Philosophers, Book II. La Salle, Illinois: Open Court.
- Lakatos, I. (1974), Popper on demarcation and induction. Dalam P.A. Schilpp (Ed.), *The philosophy of Karl Popper*, seri The library of living philosophers, Book I., La Salle, Illinois: Open Court.
- Lie, A., Jacobs, G.M., Chau, M.H., Zhu, C., & Winarlim, H.S. (2024). Measuring meritocracy: a study of Indonesian English teachers' views on the role of effort in their own and their students' success, *Educational Studies*, 17 May, 1-16. DOI:10.1080/03055698.2024.2351823

- Lie, A., Tamah, S.M., & Gozali, I. (2023). Appropriating TPACK in preparation for hybrid learning: Innovations in teaching practices. *MEXTESOL Journal*, 47(3), [https:// www.mextesol.net/journal/index.php](https://www.mextesol.net/journal/index.php) ISSN: 2395-9908
- Luoma, E. & Kauranen, A. (2024). Books in, screens out: some Finnish pupils go back to paper after tech push. *Reuters*, 11 September. <https://www.reuters.com/world/europe/books-screens-out-some-finnish-pupils-go-back-paper-after-tech-push-2024-09-10/>
- Merton, R.K. (1961). *Social theory and social structure*. Glencoe: The Free Press. Mills, W.C. (1971). *The sociological imagination*. Harmondsworth: Penguin Books.
- Morris, C. (1962). Foundations of the theory of signs. Dalam Otto Neurath, dkk., *International encyclopaedia of unified science*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Parsons, T. (1964). *The social system*. New York & London: The Free Press & Collier Macmillan Limited.
- Peirce, C. S. (1955). *Philosophical writings of Peirce* (selected, edited with an introduction by Justus Buchler). New York: Dover Publications, Inc.
- Polanyi, K. (1944). *The great transformation*. Boston: Beacon Press.
- Popper, K.R. (1964). *The poverty of historicism*. New York: Harper Torchbook, Harper & Row.
- Popper, K.R. (1978). *Conjectures and refutations*. London & Hanley: Routledge & Kegan Paul. Popper, K.R. (1980). *The logic of scientific discovery*. London: Hutchinson.
- Putnam, H. (1974). 'Corroboration' of theories. Dalam P. A. Schilpp (Ed.), *The Philosophy of Karl Popper* seri The Library of Living Philosophers, Book I. La Salle, Illinois: Open Court.



PROFIL PENERIMA HABIBIE PRIZE 2024 BIDANG ILMU SOSIAL, EKONOMI, POLITIK, DAN HUKUM

Anita Lie

Prof. Anita Lie, MA., Ed.D. tumbuh di sebuah kampung, di lingkungan dengan orang-orang dari berbagai ras dan latar belakang sosio-ekonomi. Banyak teman masa kecil saya adalah anak-anak pengemudi becak dan pekerja berpenghasilan rendah. Sangat sulit bagi mereka untuk memutus lingkaran setan kemiskinan. Para tahun 1970-an, saya bersekolah di sekolah dasar negeri di kawasan kampung itu. Itu adalah sekolah miskin; kami bahkan tidak memiliki halaman sekolah dan harus berjalan 3 km untuk berolah-raga di lapangan di sebelah rel kereta api. Saya diberkati ketika ayah saya mendaftarkan saya di kursus bahasa Inggris setelah sekolah. Pada saat itu, bahasa Inggris tidak diajarkan pada jenjang sekolah dasar sehingga merupakan kemewahan bahwa saya mengenal bahasa Inggris lebih awal daripada kebanyakan teman sebaya saya. Saat itu muncul keinginan untuk menjadi guru

untuk bisa membagikan kemewahan yang sama bagi lebih banyak orang

Ketika saya menyelesaikan kelas 6, salah seorang teman ayah saya menyarankan agar saya masuk ke sekolah yang “lebih baik”. Jadi, saya masuk ke SMP swasta dengan teman-teman sekolah yang berbeda, standar akademik yang lebih tinggi, dan harapan masa depan yang berbeda. Itu benar-benar titik balik dalam hidup saya. Melihat ke belakang, saya merasakan gelombang empati terhadap teman-teman masa kecil saya yang tidak menerima kesempatan yang sama seperti saya. Banyak dari mereka berakhir dalam siklus kemiskinan yang sama seperti yang dialami orang tua mereka. Keinginan menjadi guru semakin lebih besar karena saya percayasaat itu dan masih percaya bahwa pendidikan adalah alat yang ampuh untuk memutus rantai kemiskinan antargenerasi.

Saya mulai mengajar saat saya duduk di kelas 8. Pelajaran bahasa Inggris dari kursus memungkinkan saya untuk mengajar anak-anak di lingkungan sekitar yang beberapa di antaranya usia saya atau bahkan lebih tua dari saya. Kelompok murid pertama saya adalah empat orang kakak beradik. Lambat laun, murid saya semakin banyak dan waktu siang/malam saya terisi penuh. Saya mengenakan biaya yang sangat kecil dan bahkan membebaskan biaya untuk banyakanak tetangga saya yang miskin. Saya mengajar di ruang tamu keluarga saya. Pengalaman mengajar di rumah tersebut menandai awal dari 10.000+ jam kerja keras dan praktik mengajar saya (Gladwell, 2008).

Singkat cerita, saya meniti karir sebagai akademisi. Saya mengajar, meneliti, menulis, dan berkegiatan di masyarakat. Kami, para guru, berupaya untuk membawa dampak melalui hasil pengajaran kami, dengan harapan bahwa murid kami menggunakan pengetahuan, keterampilan, dan nilai yang kami ajarkan untuk membuat perbedaan bagi keluarga mereka dan orang lain dalam kehidupan mereka. Meskipun saya sangat antusias dengan panggilan sebagai guru, selama bertahun-tahun saya mempertanyakan efektivitas saya dalam membawa perubahan.

Misalnya, saya selalu berupaya memperlakukan semua mahasiswa saya dengan adil dan memberikan kesempatan yang sama kepada semua mahasiswa saya untuk belajar dan berkembang. Namun, saya melihat bahwa pendampingan saya memiliki dampak yang berbeda pada setiap mahasiswa. Setelah bertahun-tahun, beberapa mantan mahasiswa mengunjungi saya dan berbagi cerita kehidupan dan berbagai prestasi mereka. Hal ini, tentu saja, membuat saya gembira dan membuat saya berpikir bahwa apa yang saya lakukan bermanfaat. Namun, sebagian besar mahasiswa lainnya hanya “menghilang”. Melalui media sosial, terkadang saya mengetahui bahwa beberapa mantan mahasiswa bahkan sedang berjuang dengan kehidupan mereka—gagal dalam bisnis atau membuat pilihan karir dan hidup yang salah. Tentu saja, saya tidak menganggap diri saya bertanggung jawab penuh atas keberhasilan dan kegagalan setiap mahasiswa. Namun, jalan yang berbeda dari setiap mahasiswa membuat saya mempertanyakan peran berbagai variabel dalam rekayasa sosial untuk menggunakan sekolah/ perguruan tinggi guna membawa kemajuan dalam peradaban manusia.

Sebagian besar variabel berada di luar kendali guru mana pun. Satu variabel penting adalah bahwa masing-masing mahasiswa tidak memulai dari titik awal yang sama. Beberapa mahasiswa beruntung karena mendapat dukungan dari keluarga, teman, dan sumber lain, sementara yang lain tidak mendapatkan dukungan tersebut. Isu ketimpangan sosial, keterbatasan akses pendidikan bermutu dan layanan sosial menjadi faktor penting kesuksesan mahasiswa yang bisa dijawab dengan kebijakan publik. Selain itu, kebijakan memainkan peran strategis dalam mengubah variabel lainnya seperti mendorong nilai dan norma budaya, kekuatan sosial dan politik

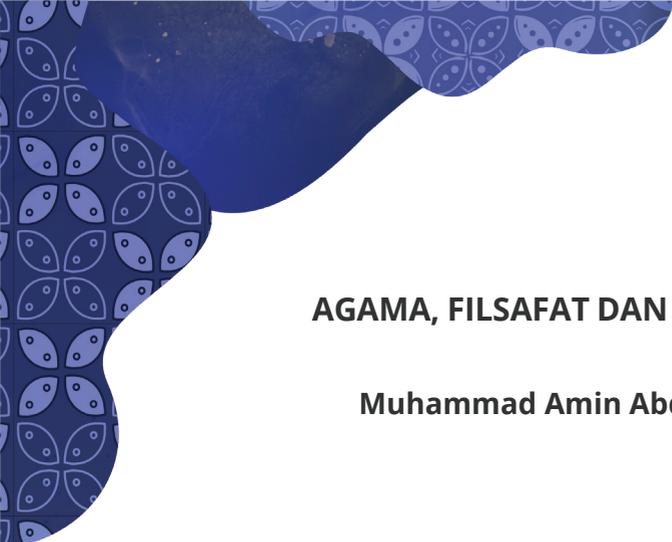
Selama bertahun-tahun, saya telah berupaya memainkan peran sebagai pendidik yang bisamenembus dinding ruang kelas dengan mengubah kebijakan pemerintah. Saya telah melakukan ini dengan menulis artikel tentang pendidikan untuk media dan berpartisipasi memenuhi undangan dari lembaga pemerintah dalam penyusunan kebijakan pendidikan. Dengan cara ini, saya

berusaha untuk memberikan pengaruh saya sebagai warga negara sekaligus pendidik yang terlibat.

Sebagian narasi sudah dipublikasi dalam Bab 2 “Tackling Poverty” dalam buku *Becoming Community-Engaged Educators: Engaging Students within and beyond the Classroom Walls* (hal. 7-16) bisa diakses di https://drive.google.com/file/d/1B8_48MK0jD6luiR5Xm_HjRddAg9txSVF/view?usp=sharing



PENERIMA
HABIBIE PRIZE BIDANG ILMU
FILSAFAT, AGAMA, DAN
KEBUDAYAAN TAHUN 2024
MUHAMMAD AMIN ABDULLAH



AGAMA, FILSAFAT DAN BUDAYA

Muhammad Amin Abdullah

PENGANTAR

Ian G. Barbour dalam karyanya *Issues in Science and Religion* (1966) dan juga *When Science Meets Religion: Enemies, Strangers, or Partners?* (2000) meneorikan bahwa ada empat corak hubungan antara agama dan ilmu pengetahuan, yaitu Konflik, Independen, Dialog dan Integrasi. Teori ini sangat bermanfaat sehingga penting untuk dipahami dan dianalisis bagaimana hubungan antara keduanya dalam kehidupan masyarakat dalam praktik budaya. Permasalahan hubungan agama dan ilmu pengetahuan di abad tengah adalah kasus Galileo Galilei (1564–1642) tentang heliosentrisme yang berseberangan dengan paham gereja saat itu; agama dan negara di era modern; agama dan gender pasca-keberhasilan sistem pendidikan *coeducation*; agama dan hak asasi manusia pasca-berdirinya Perserikatan Bangsa-Bangsa; agama dan perdamaian; agama dan lingkungan hidup; dan begitu seterusnya.

Buku *Issues in Science and Religion* saya peroleh dari hadiah guru besar tamu dari Amerika Serikat, kelahiran Jerman, Prof. Wolfgang Gazo, ketika saya melanjutkan studi program S3 di Department

of Philosophy, Faculty of Art and Sciences, Middle East Technical University, Ankara, Turki, tahun 1988-an. Bukannya kebetulan, dua tahun kemudian, saya menerima surat jawaban Prof. Dr. Mukti Ali terhadap surat yang saya kirim sebelumnya. Saya kutip sebagai berikut:

“Saya gembira sekali atas kemajuan yang Saudara peroleh. Apalagi saya gembira sekali, karena yang Saudara tekuni adalah filsafat, yang sedikit sekali orang yang tertarik. Pelajaran yang Saudara kejar sangat sedikit diminati oleh orang-orang Islam. Di Indonesia orang-orang Katolik dan Protestan itulah yang menaruh perhatian terhadap filsafat, karena mereka memahami pentingnya filsafat. Sekolah Tinggi Filsafat Driyarkara adalah salah satu bukti bahwa mereka sangat menaruh perhatian terhadap filsafat. Kita masih terus menekankan kepada fikih. Filsafat masih dianggap ‘makruh’ kalau bukan ‘haram’. Tugas Saudara sekembali dari Turki untuk meluruskan pandangan umat Islam yang kurang benar itu. Siapkanlah segala sesuatu untuk menghadapi tugas-tugas yang berat itu di Indonesia, baik dalam bidang Perbandingan Agama maupun Filsafat.” (2013).

Untuk memperkenalkan dan memajukan studi filsafat dalam hubungannya dengan agama dan budaya di tanah air memerlukan momentum yang tepat sehingga daya gerak dan dampaknya lebih cepat terasa dan sistematis.

MOMENTUM PERTAMA

Sekitar tahun 1996–1997, tersebar informasi di lingkungan kampus bahwa IAIN sebagai institut akan diubah kelembagaannya menjadi universitas. Perubahan itu direncanakan terhadap IAIN Jakarta dan IAIN Yogyakarta, yang akan dilakukan bersama-sama. Namun dengan berbagai pertimbangan, akhirnya Jakarta lebih dahulu dari pada Yogyakarta. Tahun 1997–1998, saya ambil program posdoktoral di McGill, Montreal, Kanada. Selama 6 bulan mengambil program posdoktoral, saya fokus merancang

bangunan epistemologi baru ketika nantinya institut agama Islam berubah menjadi Universitas (*al-Jami'ah*, 1998). Akhir tahun 2001, saya terpilih menjadi rektor IAIN Yogyakarta. Rapat senat pertama yang saya pimpin, awal tahun 2002, memberi mandat untuk melakukan transformasi kelembagaan dan keilmuan sekaligus, dari Institut Agama Islam menjadi Universitas Islam Negeri.

Disini bermula saya memperkenalkan pendekatan integrasi dan interkoneksi keilmuan setelah sepuluh tahun lebih melakukan telaah literatur, riset kepustakaan, perkuliahan magister dan doktor tentang agama dan filsafat. Tahun 2006 menerbitkan buku *Islamic Studies di Perguruan Tinggi: Pendekatan Integratif-Interkonektif*. Secara akademik saya harus berdiri diatas dua kaki fondasi keilmuan secara seimbang, yaitu tradisi keilmuan agama dan tradisi keilmuan filsafat. *Fondasi pertama* saya tempuh dengan cara mempopulerkan tiga pola berpikir dan budaya manusia, yaitu agama, ilmu pengetahuan dan filsafat. Paradigma ini meniscayakan adanya hubungan trialektis antara *religion* (*hadharah al-nash*; budaya agama berbasis teks), *science* (*hadharah al-'ilm*; ; budaya ilmu pengetahuan) dan *philosophy* (*hadharah falsafah*; budaya logis-kritis; tidak dogmatik). Budaya keberagamaan Islam adalah budaya berpikir dan berperilaku keagamaan berdasarkan *nash-nash* atau teks-teks keagamaan (al-Qur'an dan al-Hadis), bahkan seringkali melebar ke tradisi manuskrip kitab-kitab fikih dan *Kalam* klasik-abad pertengahan. Corak, model dan budaya beragama ini perlu diperjumpakan, berdialog dan bahkan dikawinkan dengan budaya ilmu pengetahuan (cara kerja ilmu pengetahuan alam, sosial, humaniora dengan tradisi riset yang mendalam) karena kehidupan dan peradaban manusia sangat dinamis dan penuh dengan perubahan. Ketika pemahaman dan penafsiran keagamaan berbasis *nash* atau teks dan ilmu pengetahuan bertemu, berdialog, maka budaya *falsafah*, yaitu cara berpikir logis-kritis-rekonstruktif- transformatif akan dengan sendirinya terbawa serta disitu. Dengan cara dan model pendekatan seperti itu, transformasi kelembagaan dan keilmuan IAIN menjadi UIN berjalan lancar tanpa kendala yang berarti.

Paradigma keilmuan baru menandai hadirnya universitas, dan sekaligus transformasi epistemologi keilmuan di lingkungan

Kementrian Agama yang saya tawarkan tahun 2002–2003 menginspirasi seluruh IAIN yang ingin berubah ke UIN di tanah air saat itu. Bahkan akhirnya Kementrian Agama Republik Indonesia, melalui Direktorat Pendidikan Tinggi Keagamaan Islam, Direktorat Jenderal Pendidikan Islam, dua windu atau 16 tahun kemudian, akhirnya secara resmi meng-*adopt* dan meng-*adapt* paradigma integrasi ilmu dengan menerbitkan buku *Pedoman Implementasi Integrasi Ilmu di Perguruan Tinggi Keagamaan Islam*, 2019, dengan melibatkan cerdik cendekiawan Muslim di lingkungan Kementrian Agama. Setidaknya, penerbitan buku pedoman itu menandai cara kerja dan epistemologi kajian keagamaan dan keilmuan baru di tanah air seiring dan seirama dengan perubahan paradigma pembelajaran dan perkuliahan agama dalam hubungannya dengan ilmu-ilmu semesta dalam dunia akademik pada level perguruan tinggi.

MOMENTUM KEDUA

Fondasi kedua. Untuk memantapkan dan memperkuat paradigma integrasi-interkoneksi ilmu saya mengenalkan metode dan pendekatan dengan menggunakan istilah filsafat kelimuan yang lebih kental, yaitu *Multidisiplin, Interdisiplin, & Transdisiplin. Metode Studi Agama dan Studi Islam di Era Kontemporer*. Buku yang terbit 2020 mendapat sambutan luas ditandai dengan dibedahnya di berbagai perguruan tinggi negeri maupun swasta dan lembaga-lembaga studi masyarakat sipil tidak kurang dari 30 kali. Multidisiplin adalah berkumpulnya ilmuwan dari berbagai disiplin ilmu, bekerjasama, tapi masing- masing menjelaskan persoalan lewat disiplin ilmunya masing-masing. Interdisiplin terkait dengan lebih dari satu cabang ilmu pengetahuan. Menyatukan-mengintegrasikan ilmu dan metode dari berbagai disiplin ilmu yang berbeda dengan menggunakan pendekatan sintesis yang sebenarnya. Sedangkan transdisiplin mengeksplorasi konsep, isu, atau masalah yang relevan dengan cara mengintegrasikan perspektif berbagai disiplin untuk menemukan pengetahuan baru dan pemahaman yang lebih mendasar dengan pengalaman hidup yang sebenarnya.

Pada era kehidupan yang sangat kompleks di era digital seperti saat sekarang ini, para pecinta ilmu diingatkan bahwa monodisiplin atau jalur tunggal disiplin ilmu yang berakibat pada terjadinya kompartementalisasi ilmu pengetahuan tidak lagi relevan dan bahkan tidak mampu menyelesaikan persoalan kehidupan yang kompleks, saling kait-mengait. Kompleksitas menanggulangi pandemi Covid-19, perubahan iklim, kerusakan lingkungan, kemiskinan, persoalan pluralitas agama dan kepercayaan, radikalisme dan terorisme, kenakalan remaja, korupsi, kolusi dan nepotisme, oligarki, *mental health* tidak dapat diselesaikan dengan monodisiplin, dengan jalur tunggal disiplin ilmu, tetapi diperlukan adonan dasar dan racikan disiplin ilmu pengetahuan yang saling kait-mengait, terintegrasi-terinterkoneksi. Infusi nilai-nilai etis dan spiritualitas, misalnya, perlu dilakukan untuk seluruh mata pembelajaran di sekolah dan mata perkuliahan di perguruan tinggi secara terintegratif.

PENUTUP

Tulisan singkat ini saya tutup dengan keheranan, keluhan, sekaligus masukan Prof. Dr. Franz Magnis-Suseno untuk pendidikan di Indonesia (2022). Bahwa filsafat begitu diabaikan dalam pendidikan akademik Indonesia pantas disesalkan. Kenyataan ini memperlihatkan dengan jelas betapa sempit wawasan perguruan-perguruan tinggi kita ini. Yang ditawarkan adalah prodi- prodi yang “berguna”, siap pakai. Kita masih ingat semboyan *match and link*, seruan Mendikbud 30 tahun lalu, agar pendidikan tinggi menghasilkan *output* yang bisa langsung *link* dengan keahlian yang dibutuhkan dalam masyarakat. Menjelang masa industri 4.0 salah paham itu semoga sudah ditinggalkan. Kalau betul yang ditulis Noah Yuval Harari, bahwa industri 4.0 akan menuntut agar orang mampu untuk setiap lima tahun mengembangkan kemampuan-kemampuan baru, universitas kita jangan mengajarkan hal-hal yang waktu mahasiswa lulus S1 sudah kadaluwarsa, melainkan perlu mengantar mereka ke perkembangan wawasan, keterbukaan, ketajaman intelektual dan sikap kritis yang diperlukan untuk terus mengarah ke yang baru.



Kaitannya dengan budaya agama, Prof. Magnis meneruskan bahwa filsafat sekarang tidak lagi diharapkan menjadi pandu ke kehidupan yang bijaksana. Karena itu fakta bahwa kebanyakan manusia non-sekuler menemukan arahan kebijaksanaan bagi hidupnya dalam agama justru tidak bermasalah. Asal saja agama, lebih tepat, manusia-manusia yang mengklaim bisa mengatasnamakan agama, penafsiran dan pandangan agama tidak mengimunisasikan diri dan umat mereka terhadap kritik. Seperti yang selalu terjadi. Di situ lantas filsafat mengkritik segala kebohongan, kepalsuan, manipulasi dan kejumudan sebagian tafsir dan pandangan agama. Filsafat mempertanyakan tafsir agama dan tafsir agama wajib membuka diri terhadap pertanyaan kritis filsafat.

Oleh karenanya, demi integritas intelektualnya, Indonesia memerlukan filsafat. Bahkan filsafat, agama dan budaya dalam satu paket yang terintegrasi. Karena itu filsafat perlu diberi dukungan agar mendapat tempat yang semestinya di alam akademis Indonesia.

Yogyakarta, 27 September 2024



**PROFIL PENERIMA HABIBIE PRIZE 2024
BIDANG ILMU FILSAFAT, AGAMA, DAN KEBUDAYAAN**

Muhammad Amin Abdullah

Prof. Dr. Muhammad Amin Abdullah lahir di Pati, Jawa Tengah, 28 Juli 1953. Menyelesaikan Ph.D pada Department of Philosophy, Middle East Technical University (METU), Faculty of Art and Sciences, Ankara, Turki (1984-1990). Post- Doktoral, di McGill, Montreal, Canada, 1997/1998. Guru Besar Filsafat dan Studi Islam di Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga, Yogyakarta, 1999. Rektor IAIN-UIN Sunan Kalijaga tahun 2002-2006 dan 2006-2010. Staf Ahli Menteri Agama, Bidang Pendidikan, 2012-2013. Ketua Komisi Kebudayaan (KK), Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia (AIPI), 2014 sampai sekarang, Anggota Majelis Pendidikan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, 2016-2020. Anggota Parampara Praja, Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta, 2016 – 2021 dan 2021 sd 2026. Anggota Dewan Pengarah Badan Pembinaan Ideologi Pancasila (BPIP), 2022-2027.

Ketika memimpin IAIN-UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta, 2002-2006 dan 2006-2010, sebelumnya menjadi Pembantu Raktor 1 dan Direktur Pascasarjana, mentransformasikan IAIN ke UIN secara kelembagaan dan keilmuan. Paradigma keilmuan baru menandai transformasi IAIN ke UIN dikenal sekarang sebagai Integrasi-Interkoneksi keilmuan agama dan keilmuan semesta. Kementerian Agama Republik Indonesia menyebarluaskan gagasan tersebut dengan menerbitkan buku *Pedoman Implementasi Integrasi Ilmu* di Perguruan Tinggi Keagamaan Islam (PTKI), Direktorat Pendidikan Tinggi Keagamaan Islam, Direktorat Jenderal Pendidikan Islam, Kementerian Agama, 2019. UIN Sunan Kalijaga dikenal sebagai pionir di perguruan tinggi yang ramah difable. Pusat Studi dan Layanan Difable (PSLD) mendahului perguruan tinggi keagamaan Islam yang lain. Teori Integrasi Ilmu kemudian dikembangkan dan diperkokoh dengan metode dan pendekatan Multidisiplin, Interdisiplin dan Transdisiplin dalam Studi Agama dan Studi Islam, tahun 2020. Buku ini dibedah sampai 30 kali di berbagai kota di tanah air.

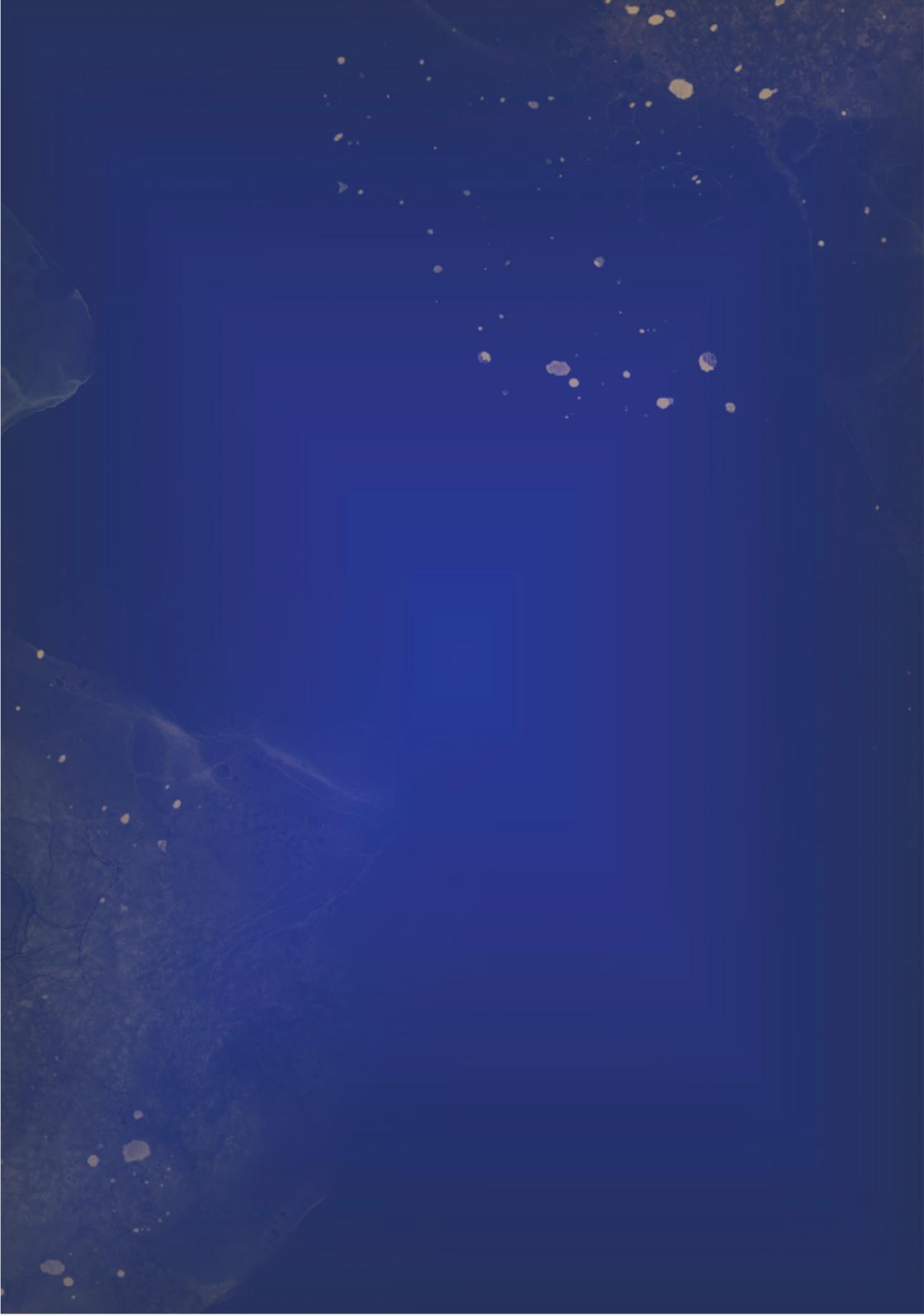
Dalam organisasi masyarakat sipil, sebagai Ketua Majelis Tarjih dan Pengembangan Pemikiran Islam, Pimpinan Pusat Muhammadiyah tahun 1995-2000. Wakil Ketua Pimpinan Pusat Muhammadiyah tahun 2000-2005. Metode ketarjihhan dan pengembangan pemikiran keagamaan Islam di Muhammadiyah dikenal dengan *Bayani*, *Burhani* dan *'Irfani* serta buku *Tafsir Tematik Al-Qur'an tentang Hubungan Sosial Antarumat Beragama*, 2000, muncul saat memimpin Majelis Tarjih dan Pengembangan Pemikiran Islam. Di BPIP, dalam rangka refleksi kemerdekaan RI ke- 79 diamanati untuk pimpin *Focus Group Discussion* (FGD) tentang "Kerapuhan Etika Penyelenggara Negara dalam Berbangsa dan Bernegara" di 7 kota di tanah air, Jakarta, Malang, Makassar, Ambon, Pontianak, Kupang dan Medan dari bulan Agustus sampai dengan akhir Oktober 2024.

Buku terakhir yang diterbitkan *Multidisiplin, Interdisiplin, Transdisiplin: Metode Studi Agama dan Studi Islam di Era Kontemporer*, 2020 (Cetakan ke-4, Februari 2021). Akan segera terbit tahun 2025, *IslamiKasi Indonesia. Filsafat Ilmu Memahami Pancasila*. Tiga artikel terakhir dalam buku Bunga Rampai, pertama, "Integritas Penegak

Hukum dan Hakim dalam Perspektif Agama: Keteranyaman Etika Skriptural dan Etika Kritis”, dalam Festy Rahma Hidayati (Ed.), *Penegakan dan Penguatan Integritas Peradilan*, Jakarta, Sekretariat Jenderal Komisi Yudisial Republik Indonesia, 2023, h.1-12; kedua, “Soekarno, Ende dan Pancasila. Telaah Hermeneutis”, dalam Aris Heru Utomo dkk. (Ed.), *Tafsir Karya-karya Sukarno. Telaah Hermeneutis atas Surat dan Tonil di Ende*, Jakarta, BPIP, h. xxvii-xlii, *forthcoming*, 2024, dan ketiga, “Dari Dialog ke Commitment. Menyambut Kunjungan Paus Fransiskus September 2024.”, dalam Willem L. Turpijn & Ismatu Ropi (Ed.), *Tokoh Muslim Indonesia dan Kunjungan Apostolik Paus Fransiskus*, Jakarta, 2024.

Dua artikel terakhir di jurnal, pertama, “The Manhaj of Muhammadiyah Progressive Islam: Theological, Philosophical, Ethical Perspectives” dalam <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/progresiva/article/view/33887>, Universitas Muhammadiyah Malang, 2024; kedua, “From Dialog to Engagement. The Experience of Civil Society Organizations in Religious Literacy Programs for Multicultural Education Curriculum in Indonesia,” *JPAI*, 22 (2), 1-17. <https://ejournal.uin.suka.ac.id/tarbiyah/index.php/jpai/index>, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta, *forthcoming*, Desember 2024.

Usia 60 tahun (2013) terbit 2 buku *fetschrift*. Pertama, Waryani Fajar Riyanto, *Integrasi-Interkoneksi Keilmuan: Biografi Intellektual M. Amin Abdullah. Person, Knowledge, Institution*, 2 jilid, Sukapress, Yogyakarta, 2013. Kedua, Moch Nur Ichwan & Ahmad Muttaqin (Eds.), *Islam, Agama-agama dan Nilai Kemanusiaan*, Yogyakarta, CISForm, 2013. Memasuki purna tugas, 70 tahun (2023) terbit 2 buku *fetschrift*. Pertama, Ustadi Hamzah dan Adib Sofia (Eds.), *Filsuf Membumi dan Mencerahkan. Menyemai dan Menuai Legasi Pemikiran M. Amin Abdullah*, Yogyakarta, Suara Muhammadiyah, 2023, dan kedua, Waryani Fajar Riyanto dkk. (Ed.), *70 Tahun M. Amin Abdullah. Pemikir, Guru, Pemimpin*, Yogyakarta, Laksbang Akademika, 2023.





PENGHARGAAN HABIBIE PRIZE 2024



Ditributkan oleh:
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B| Habibie, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: 0811-8612-369
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id

DOI: 10.55981/brin.1574

