



**BRIN**  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL



**77** PULIH  
LEBIH CEPAT  
BANGKIT  
LEBIH KUAT



# PENGHARGAAN HABIBIE PRIZE 2022



# PENGHARGAAN HABIBIE PRIZE 2022

Diterbitkan pertama pada 2022 oleh Penerbit BRIN

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



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution Non-commercial Share Alike 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/>



---

# PENGHARGAAN HABIBIE PRIZE 2022

Penerbit BRIN



© 2022 Badan Riset dan Inovasi Nasional  
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Penghargaan Habiebie Prize 2022. Jakarta: Penerbit BRIN, 2022.  
xxxii + 106 hlm.; 14,8 x 21 cm

1. Inovasi

2. Habiebie Prize




608.7598

*Copy editor* : Emsa Ayudia Putri  
*Proofreader* : Sonny Heru Kusuma  
Penata Isi : Dhevi E.I.R. Mahelingga & Hilda Yunita  
Desainer Sampul : Dhevi E.I.R. Mahelingga

Cetakan : November 2022



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](mailto:penerbit@brin.go.id)  
*Website*: [lipipress.lipi.go.id](http://lipipress.lipi.go.id)

 PenerbitBRIN  
 @penerbit\_BRIN  
 @penerbit\_brin

## DAFTAR ISI

Sambutan Kepala Badan Riset Dan Inovasi Nasional pada Penganugerahan Habibie Prize 2022 .....	vii
Sambutan Ketua Pengurus Yayasan SDM-IPTEK pada Penganugerahan Habibie Prize 2022.....	xi
Sekilas tentang Yayasan SDM-Iptek .....	xv
Habibie Prize 2022 .....	xvii
Struktur Organisasi Yayasan SDM-Iptek Periode 2017–2022 .....	xviii
Susunan Panitia Seleksi Penghargaan Habibie 2022 .....	xix
Penerima Penghargaan Habibie Tahun 1999–2022 .....	xxi
<b>Profil Penerima Penghargaan Habibie 2022.....</b>	<b>1</b>
Ocky Karna Radjasa.....	3
Ika Dewi Ana.....	9
Riri Fitri Sari .....	13
Naufan Noordyanto.....	19
<b>Naskah Presentasi Penerima Habibie Prize 2022 .....</b>	<b>29</b>
Bioprospeksi Laut Dalam Indonesia Berbasis Genom .....	30
Ocky Karna Radjasa	
Rekayasa Jaringan: Harapan Terapi Regeneratif Biomedis Masa Depan .....	50
Ika Dewi Ana	
Teknologi IoT dan Blockchain sebagai Pemungkin Pencapaian SDGs .....	66
Riri Fitri Sari	
Intervensi Seni: Mengonstruksi Realitas.....	78
Naufan Noordyanto	





## **SAMBUTAN KEPALA BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL PADA PENGANUGERAHAN HABIBIE PRIZE 2022**

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*  
Salam sejahtera bagi kita semua,

Yang saya hormati,

- Presiden Republik Indonesia, Bapak Joko Widodo;
- Menteri Kabinet Indonesia Maju;
- Ketua dan Para Wakil Ketua Majelis Permusyawaratan Rakyat;
- Ketua Dewan Perwakilan Rakyat;
- Ketua dan Para Wakil Ketua serta Anggota Komisi Dewan Perwakilan Rakyat;
- Ketua dan Para Wakil Ketua Dewan Perwakilan Daerah;
- Kepala Lembaga Pemerintah Non Kementerian;
- Dewan Pengarah Badan Riset dan Inovasi Nasional;
- Keluarga Besar Bapak Bacharuddin Jusuf Habibie;
- Dewan Pembina, Pengurus, dan Pengawas Yayasan SDM- Iptek; dan The Habibie Center;
- Para Pejabat Eselon I dan II di BRIN;
- Para Penerima Habibie Prize;
- Ketua dan Anggota Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia (AIP);
- Para Rektor, Ilmuwan, dan Budayawan;
- Para Pakar dan Tokoh Iptek;
- Para Hadirin dan Tamu Undangan yang Berbahagia.

Pertama-tama marilah kita panjatkan segala puji syukur ke hadirat Allah Swt., Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat

dan karunia-Nya sehingga kita semua dapat menghadiri acara “Penganugerahan Habibie Prize” yang diberikan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional bekerja sama dengan Yayasan SDM-Iptek.


Penganugerahan Habibie Prize merupakan salah satu upaya untuk melanjutkan harapan dan cita-cita Habibie membangun SDM Indonesia unggul dan berdaya saing, yang sejalan dengan visi kenegaraan Presiden Joko Widodo dalam hal pengembangan SDM. Pembangunan SDM unggul akan sangat mendukung kemajuan Indonesia dan menjadi salah kunci utama peningkatan daya saing di percaturan global. Hal yang harus disadari bahwa kemajuan suatu bangsa tidak cukup hanya dengan tersedianya sumber daya alam yang melimpah dan pembangunan infrastruktur yang masif, tetapi juga harus didukung dengan peningkatan kualitas SDM; SDM Indonesia yang mampu berinovasi untuk membangun bangsa.

Habibie menunjukkan kepada bangsa Indonesia akan kemampuan Indonesia untuk berinovasi dan memanfaatkan iptek untuk kemajuan dan kedaulatan bangsa. Indonesia maju dan berdaulat dapat digapai jika kita mempersiapkan secara sungguh-sungguh dan bersinergi dalam pembangunan SDM agar dapat bergerak cepat memenangkan persaingan global.

Saya mengucapkan selamat kepada empat penerima Habibie Prize Tahun 2022, semoga karya-karya dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) dapat terus dihasilkan di masa mendatang. Semoga penerima Habibie Prize, sebagai putra-putri bangsa terbaik dalam bidang iptek dapat menjadi inspirasi dan pemimpin bangsa Indonesia dalam kemajuan iptek di tengah perkembangan global. Penghargaan ini merupakan momentum dan dorongan untuk kita semua berupaya menghasilkan lebih banyak lagi prestasi-prestasi lainnya.

Hadirin yang terhormat,

Semoga Habibie Prize menjadi motivasi dan inspirasi bagi para peneliti, ilmuwan, dan masyarakat untuk terus berkarya dan berkontribusi di berbagai bidang, khususnya bidang iptek, guna mendorong kemajuan dan kesejahteraan bangsa Indonesia. Bagi



para penerima Habibie Prize diharapkan agar tetap terus produktif dan meningkatkan kontribusinya di bidang masing-masing serta melakukan yang terbaik untuk bangsa ini.

Kami sampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada keluarga Bapak Bacharuddin Jusuf Habibie atas segala dukungan yang diberikan bagi penyelenggaraan acara ini. Selanjutnya, kami mengucapkan apresiasi kepada segenap jajaran pengelola Yayasan SDM-Iptek, Dewan Juri Habibie Prize, tim BRIN, panitia pelaksana acara, dan semua pihak yang terlibat dan berpartisipasi langsung atas suksesnya penyelenggaraan Habibie Prize Tahun 2022.

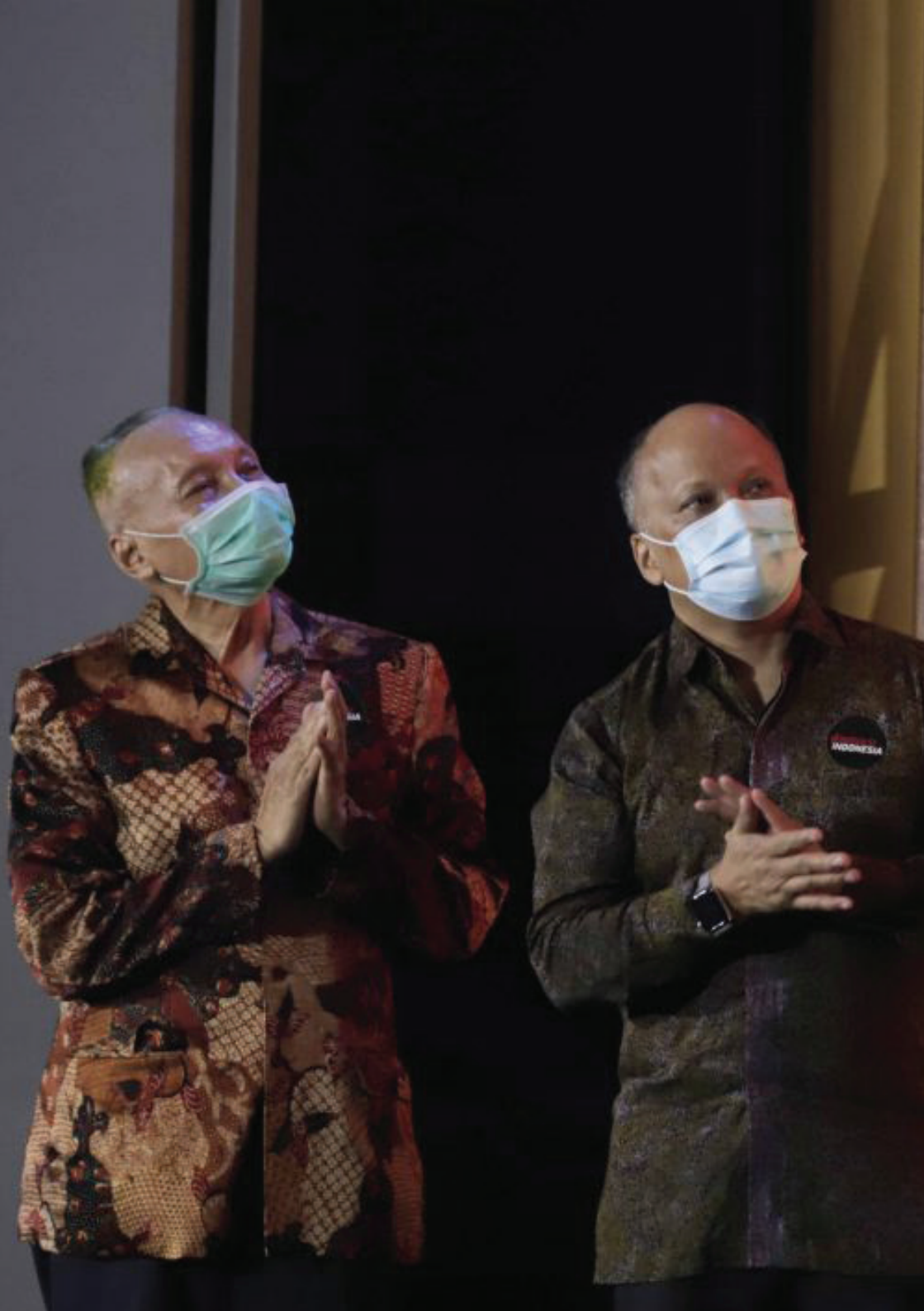
Terima kasih atas perhatiannya.

*Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional

Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc.





# SAMBUTAN KETUA PENGURUS YAYASAN SDM-IPTEK PADA PENGANUGERAHAN HABIBIE PRIZE 2022

Jakarta, 10 November 2022

Yang terhormat:

- Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc., Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional;
- Keluarga Besar Bapak Bacharuddin Jusuf Habibie;
- Dewan Pembina, Pengurus, dan Pengawas Yayasan SDM IPTEK dan The Habibie Center;
- Para Penerima Habibie Prize;
- Ketua dan Anggota AIPI;
- Para Rektor, Ilmuwan, dan Budayawan;
- Para Tokoh dan Pakar Science & Teknologi Indonesia;
- Para Undangan, Bapak dan Ibu yang kami hormati.

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

Salam sejahtera untuk kita semua,

Pertama-tama, marilah kita bersama-sama mengucapkan puji syukur kehadirat Tuhan YME, karena atas perkenanNYA kita semua berada dalam keadaan sehat wal-afiat dan dapat menghadiri Acara Penganugerahan Penerima "Habibie Prize".

Sebagaimana Bapak dan Ibu ketahui, bahwa Habibie Award sejak tahun 2020 sudah dirubah namanya menjadi Habibie Prize, dan telah dimulai pemberian penghargaan pertama kali dengan nama Habibie Prize sejak periode 2021.

Pemberian Penghargaan Habibie Prize periode 2022 dilaksanakan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).



Kami keluarga Besar Almarhum Bapak B.J. Habibie, Yayasan The Habibie Center dan Yayasan SDM IPTEK sangat menghargai, merasa senang dan bersukacita atas pengambilalihan pemberian penghargaan tersebut dengan skala yang lebih bersifat Nasional untuk penghargaan kepada Bapak Presiden ke 3 RI, yang sekaligus merupakan Bapak Teknologi Nasional.

Kami juga bersyukur, dimana selanjutnya pada masa mendatang Pihak BRIN akan tetap melanjutkan pemberian Habibie Prize dengan nilai dan kriteria yang sama, serta ditentukan secara independen seperti yang telah dilaksanakan lebih dari 24 tahun.

Bapak dan Ibu Yang terhormat,


Hari ini Pemberian Penganugerahan Habibie Prize kepada keempat orang Penerima Habibie Prize adalah Periode ke XXIV Tahun 2022, yaitu:

- 1) Prof. Dr. Ocky Karna Radjasa, M.Sc. – bidang Ilmu Dasar
- 2) Drg. Ika Dewi Ana, M.Kes., Ph.D. – bidang Ilmu Kedokteran dan Bioteknologi
- 3) Prof. Dr. Ir. Riri Fitri Sari, M.M., M.Sc. – bidang Ilmu Rekayasa
- 4) Naufan Noordyanto, S.Sn., M.Sn. – bidang Ilmu Kebudayaan

Kepada para Penerima Habibie Prize, saya mengucapkan selamat dan semoga Bapak dapat terus berkarya dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi.

Kami mengucapkan terimakasih khususnya kepada Keluarga Besar almarhum Bapak B.J. Habibie (Ketua Pembina Yayasan SDM IPTEK) atas segala dukungan yang diberikan selama ini, serta terselenggaranya Penganugerahan Habibie Prize ini dari sejak berdiri sampai dengan sekarang, dan dengan harapan visi dan misi dibentuknya Yayasan SDM IPTEK ini tetap berlanjut di masa yang akan datang.

Selanjutnya, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan seluruh jajaran BRIN yang telah menjalin kerjasama dan berkontribusi dalam Acara Penganugerahan Habibie Prize. Dan ditahun yang akan datang, penganugerahan Habibie Prize ini akan diselenggarakan secara bersama-sama dengan BRIN.



Kepada segenap Jajaran Pengurus Yayasan, dan Panitia Pelaksana Acara Penganugerahan Habibie Prize ke XXIV, yang telah banyak membantu terlaksananya acara ini, Pengurus Yayasan dengan ini menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Semoga Tuhan yang Maha Esa memberkahi kita semua. Amin.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Prof. Dr. -Ing. Wardiman Djojonegoro



## SEKILAS TENTANG YAYASAN SDM-IPTEK

Yayasan Sumber Daya Manusia dalam Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (disingkat Yayasan SDM-Iptek) 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 saat pendirian, yayasan ini semula bernama Yayasan Pembinaan Pengembangan Sumber Daya Manusia dalam Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Yanbinbang SDM-Iptek) namun telah berganti nama dalam rangka penyesuaian Undang-Undang Yayasan Nomor 16 Tahun 2001.

Dalam struktur organisasi Yayasan, jabatan ketua dipimpin oleh:

- 1) Ketua Pembina: Dipl.-Ing. Thareq Kemal Habibie, menggantikan almarhum Prof. Dr.-ing. Dr.Sc.(H.C.) Bacharuddin Jusuf Habibie
- 2) Ketua Pengurus: Prof. Dr.-ing. Wardiman Djojonegoro
- 3) Ketua Pengawas: Prof. Hj. Dewi Fortuna Anwar, M.A., Ph.D.

Yayasan SDM-Iptek bertujuan mewujudkan sumber daya manusia Indonesia yang unggul, memiliki kualitas iman dan takwa yang tinggi, sekaligus mampu menguasai, mengembangkan dan mengendalikan ilmu pengetahuan dan teknologi secara mandiri untuk kejayaan bangsa dan rakyat Indonesia secara keseluruhan.

Guna mencapai tujuan tersebut di atas, Yayasan SDM-Iptek melakukan kegiatan yaitu:

- 1) Memberikan beasiswa program S3 atau bantuan riset pasca-S3.
- 2) Memberikan penghargaan dan hadiah kepada perorangan atau Badan yang telah berjasa dalam melakukan karya terobosan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek).
- 3) Mengembangkan sumber daya manusia dalam ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek).
- 4) Membentuk atau membantu berdirinya Pusat Peragaan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.

Yayasan SDM-Iptek memiliki 2 (dua) program utama, yaitu pemberian beasiswa dalam negeri dan luar negeri, dan pemberian penghargaan B.J. Habibie (Habibie Award), namun sejak tahun 2011 Yayasan SDM-Iptek memfokuskan program utama Habibie Award.

Penghargaan Habibie merupakan salah satu program utama Yayasan SDM-Iptek yang telah diselenggarakan sejak 1999 sampai dengan 2019. Setiap tahunnya Yayasan SDM-Iptek menganugerahkan Penghargaan Habibie kepada para tokoh Indonesia yang telah membuat terobosan dalam bidang Iptek.

Pengusulan atau nominasi dapat dilakukan oleh Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia (AIPI), Dewan Riset Nasional (DRN), perguruan tinggi negeri atau swasta, lembaga ilmu pengetahuan atau riset, organisasi profesi dan cendekiawan, Kamar Dagang dan Industri dan Perwakilan/Kedutaan Besar RI di Luar Negeri atau perseorangan.

Nominasi dilakukan dengan cara mengajukan nama calon kepada Pengurus Yayasan paling lambat tanggal 5 Juli setiap tahunnya, dengan melampirkan riwayat hidup dan mengisi formulir khusus yang disediakan untuk menerangkan mengenai prestasi dan jasa-jasa yang bersangkutan di bidang Iptek.

Para calon Penerima Penghargaan Habibie diseleksi oleh para pakar dari berbagai disiplin ilmu yang tergabung dalam Panitia Seleksi Habibie Award. Penganugerahan ini diharapkan dapat mendorong insan anak bangsa untuk menghasilkan karya-karya terbaiknya yang bermanfaat bagi bangsa dan negara Indonesia.

Penghargaan diberikan kepada perseorangan 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. Sampai tahun lalu terdapat 66 orang penerima Penghargaan Habibie yang telah terpilih sehingga menjadi 70 orang pada tahun ini.

## **HABIBIE PRIZE 2022**

Pada hari ini, 10 November 2022, Yayasan SDM-Iptek menyelenggarakan pemberian penghargaan atas prestasi yang dicapai dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi untuk yang ke-23 kalinya sejak tahun 1999. Penghargaan bernama Penghargaan Bacharuddin Jusuf Habibie (Habibie Award, untuk selanjutnya disebut Habibie Prize) ini dianugerahkan oleh Ketua Pengurus Yayasan SDM-Iptek.

Habibie Prize diberikan dalam bentuk:

- 1) Medali
- 2) Sertifikat
- 3) Uang sebesar US\$ 25,000

### **PENERIMA PENGHARGAAN HABIBIE PRIZE 2022**

Setelah melalui sistem seleksi yang ketat, Yayasan SDM-Iptek menetapkan empat orang penerima penghargaan Habibie Prize, yaitu:

1. Prof. Dr. Ocky Karna Radjasa, M.Sc.
2. Drg. Ika Dewi Ana, M.Kes., Ph.D.
3. Prof. Dr. Riri Fitri Sari, M.M., M.Sc.
4. Naufan Noordyanto, S.Sn., M.Sn.

**Formulir Habibie Prize dapat diunduh  
di [www.habibiecenter.or.id](http://www.habibiecenter.or.id)**

## **STRUKTUR ORGANISASI YAYASAN SDM-IPTEK PERIODE 2017–2022**

- Ketua Pembina : Dipl.Ing. Thareq Kemal Habibie
- Anggota Pembina : Dr.-Ing. Ilham Akbar Habibie, M.B.A.  
Prof. Dr. H. Muladi, S.H.  
Prof. Dr. Sofian Effendi  
Ir. Suyatim Abdurrahman Habibie  
Prof. Dr. Jimly Asshiddiqie, S.H.
- Ketua Pengurus : Prof. Dr.-Ing. Wardiman Djojonegoro
- Wakil Ketua : Dr. Ir. Fuadi Rasjid
- Sekretaris : Dra. Trulyanti Sutrasno
- Wakil Sekretaris : Ir. Hadi Kuntjara M.Eng.Sc., Ph.D.
- Bendahara : Dr. Didit Hidayat Agripinanto
- Ketua Pengawas : Prof. Dr. Hj. Dewi Fortuna Anwar, M.A.
- Anggota Pengawas : Ir. Umar Juoro, M.A., M.A.P.E.  
Prof. Dr. Indria Samego  
Drs. Andi Makmur Makka, M.A.

## **SUSUNAN PANITIA SELEKSI PENGHARGAAN HABIBIE 2022**

Ketua : Prof. Dr. -Ing. Wardiman Djojonegoro

Wakil Ketua : Dr. Ir. Fuadi Rasyid, M.Sc.

Anggota : 1. Dra. Trulyanti Sutrasno, M. Psi.  
2. Dr. Ir. Didit H.A. Ratam, MBA.  
3. Anggun Inggriani, S.H., M.Kn.

Tim Peninjau/

Sekretariat Pelaksana : 1. Anita Widiastuti

2. Nia Malanda

3. Citra Arisiswanti

4. Prima Andriani

5. Arie Rakhman Hakim

6. Albertus Nur Cahya Nugraha

7. Affan

8. Latifah Dwifi Rahayu





## PENERIMA PENGHARGAAN HABIBIE TAHUN 1999-2022

### 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
2.	Ilmu Rekayasa	Prof. Dr. Ir. Aryadi Soewono	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 TjahjonoIskandar	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 DewanFilm 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	APII
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 Taufiq 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
3.	Harmonisasi Kehidupan Beragama	Prof. Dr. Ahmad SyafiiMaarif	Anggota Dewan Penasehat PP Muhammadiyah	Prof. Dr.-Ing. Bacharuddin JusufHabibie
4.	Harmonisasi Kehidupan Beragama	Prof. Dr. Frans MagnisSuseno, SJ	Pastur	Prof. Dr.-Ing. Bacharuddin JusufHabibie

### **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 NegeriMalang	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)
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 Fasikom UI)
2.	Ilmu Sosial	Prof. Dr. Hj. NinaHerlina, 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 HolisotaHakim	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 Murdiyarsa	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)
3.	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 Noverber)



A photograph of an award ceremony for the Habibie Prize 2020. Four individuals are on a stage. The background features a large graphic of a sailboat with a portrait of Habibie and the text 'HABIBIE PRIZE 2020'. A podium in the center has a logo with a stylized '5' and a red ribbon, and the text 'PRIN' and 'HABIBIE'. The individuals are holding framed certificates or awards. The scene is lit with warm stage lights.

HABIBIE PRIZE  
2020

HA

PRIN

HABIBIE

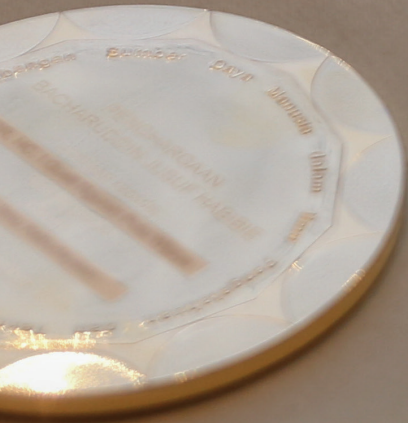
BKKBK



# ABIBIE PRIZE







**PROFIL PENERIMA  
PENGHARGAAN HABIBIE 2022**

**PROF. DR. OCKY KARNA RADJASA, M.SC.**







**PROFIL PENERIMA HABIBIE PRIZE 2022**  
**BIDANG ILMU DASAR**

*Ocky Karna Radjasa*

**Prof. Dr. Ocky Karna Radjasa, M.Sc.** lahir di Banyumas pada tanggal 29 Oktober 1965. Menyelesaikan studi bidang biologi untuk tingkat sarjana dan master di Universitas Soedirman, Purwokerto, dan McMaster University, Hamilton, Ontario, Kanada. Ocky Karna Radjasa telah mendalami kepakaran di bidang mikrobiologi laut dalam (Deepsea Mikrobiologi) sejak menempuh studi S3 pada tahun 1997 di Dept. Aquatic Biosciences, University of Tokyo, dan Ocean Research Institute (ORI), Tokyo, Jepang. Sebagai salah satu bukti kompetensi pada bidang tersebut adalah terbitnya Surat Pernyataan Kepakaran Peneliti LIPI Nomor: B-988/II/KP.04.01/3/2021.

Ocky Karna Radjasa aktif dan sangat konsisten melakukan penelitian. Hal ini dibuktikan dengan rekam jejak publikasi, dana penelitian, paten, *scholarship*, dan *fellowship* serta pengakuan atas karya, inovasi, dan invensi yang dihasilkan baik sebagai

*keynote speaker* maupun penerima penghargaan dari dalam dan luar negeri. Ocky Karna Radjasa memiliki H index Scopus 15, H index Google Scholar 23, dan 6 paten di bidang mikrobiologi laut. Pencapaian di bidang penelitian diakui pula di tingkat internasional dibuktikan dengan penghargaan internasional bergengsi yang diterima, antara lain:

- 1) Biovision Catalyzer Award on Biodiversity, Climate change and Agronomy. Biovision the World Life Science Forum, Lyon, France, tahun 2013;
- 2) Collaborative Development Award (CDA). British Higher Commission Singapore, British Council, tahun 2013;
- 3) Equipment Award from German Ministry of Economic and International Cooperation, Germany, tahun 2014.

Selain itu, Ocky Karna Radjasa memperoleh kepercayaan sebagai *project leader* pada penelitian berskala internasional, antara lain:

- 1) Indonesian project leader. USAID-funded University California-Indonesia partnership in Marine Biotechnology. 2011-2014. US\$700.000;
- 2) Indonesian Lead Partner. EU-consortium project on Marine fungi for the treatment of cancer. 2011-2014. EU contribution Euro 2.999.898 of the total 3.850.906,59;
- 3) Project Leader. PEER Science Grant on Enhancing Research Capacity Through a Biotechnology-driven Investigation of Novel Gram-Negative Bacteria from Indonesian Sponges. USAID 2017-2020. US\$225,000.


Selain aktif melakukan penelitian, Ocky Karna Radjasa juga memperoleh kepercayaan untuk mengemban tugas menjadi Direktur DRPM Ristek Dikti (2015-2020), Deputy IPK LIPI (2020-2021), dan saat ini sebagai Kepala Organisasi Riset Kebumihan dan Maritim BRIN (2022-sekarang). Meskipun menjabat sebagai Kepala OR Kebumihan dan Maritim, Ocky Karna Radjasa tetap aktif sebagai Peneliti. Saat ini, Ocky Karna Radjasa aktif dalam penelitian laut dalam khususnya pemanfaatan bioteknologi molekuler seperti

*Whole Genome Sequencing* (WGS) dalam rangka pengembangan bioproduk dari laut dalam.

Jejaring kerja sama internasional dalam melakukan penelitian antara lain konsorsium Marine Fungi-PP7 Program Uni Eropa (2011–2014), yang merupakan konsorsium yang terdiri dari negara Uni Eropa dan dua negara non-Uni Eropa yaitu Chile dan Indonesia yang diwakili oleh Universitas Diponegoro. Konsorsium ini bersifat multidisiplin yang melibatkan universitas, lembaga penelitian, dan pihak industri sebagai berikut: GEOMAR Helmholtz Center for Ocean Research Kiel, Germany; Hypha Discovery Ltd., United Kingdom; VTT Technical Research Centre of Finland, Finland; Aalborg University, Denmark; Christian-Albrechts University Kiel, Germany; Diponegoro University, Indonesia; Universidad de Antofagasta, Chile; European Screening Port GmbH, Germany; University of Oslo, Norway; dan University of Southern Denmark, Denmark.

Sejak tahun 2019, terlibat pula pada studi genom biodiversitas laut dalam Indonesia serta hilirisasi bioproduknya dari hasil ekspedisi laut dalam Transport/Throughflow Indonesian Seas, Upwelling, and Mixing Physics (TRIUMPH ) yang diinisiasi oleh LIPI/BRIN bersama tim Marine Genome dari Institut Teknologi Bandung. Lokasi titik sampling khususnya untuk studi mikroorganisme pada ekspedisi TRIUMPH ini adalah di salah satu area bagian dari *Java Trench* dan Selat Makassar. Tim yang menjadi mitra dalam negeri dan luar negeri, yaitu: First Institute of Oceanography, China; University of Maryland, USA, serta PT. EBM Saintifik dan Teknologi untuk hilirisasi produk.

Ocky Karna Radjasa menjadi pionir dalam pengembangan bidang mikrobiologi laut dalam Indonesia. Hal ini terbukti bersama timnya berhasil mengembangkan *cutting edge technology* sehingga dapat menghasilkan antara lain data *whole genome* mikroba laut dalam Indonesia, *Priestia flexa*, dari *Java Trench* yang belum pernah dilaporkan sebelumnya. Mikroorganisme ini memiliki potensi untuk dikembangkan dan bernilai ekonomis karena memiliki senyawa novel, yaitu *lycopene* dan *lasso peptide*. Hal ini tentunya menjadi terobosan bagi bioprospeksi laut dalam Indonesia karena



dengan pendekatan *genome mining* tidak hanya berpotensi menghasilkan bioproduk untuk hilirisasi dengan menggunakan metode konvensional yaitu *culturable microbe* namun juga dengan metode *unculturable microbe* melalui pendekatan sintetik biologi.

Saat ini, kegiatan penelitian bioprospeksi laut dalam berbasis genom yang sedang berjalan, antara lain:


- 1) Pembuatan *database* genom laut dalam (*deep sea*) untuk eksplorasi bio-parts dalam perakitan plasmid rekombinan menggunakan *synthetic biology*, ITB Innovation Research, sejak 2021;
- 2) Studi Genomik Laut Dalam Indonesia untuk Eksplorasi Bioproduk, Pembimbing Penelitian Disertasi Doktor, Kemendikbud, sejak 2021;
- 3) *JAVA Trench* Metagenomics Data Analysis, ITB International Research, 2021;
- 4) Eksplorasi Biodiversitas Mikroorganisme Laut Dalam Indonesia Menggunakan Teknologi Omics. BRIN RP1WBS2-037, sejak 2022;
- 5) Marine-based genome data utilization in ectoine synthesis for future bio-industry application, ITB Innovation Research, sejak 2022;
- 6) Bioprospeksi Laut Indonesia Berbasis Genom. Riset Unggulan Pusat & Pusat Penelitian (RU3P) ITB, sejak 2022.





**DRG. IKA DEWI ANA, M.KES.**





**PROFIL PENERIMA HABIBIE PRIZE 2022  
BIDANG ILMU KEDOKTERAN DAN BIOTEKNOLOGI**

*Ika Dewi Ana*


**Drg. Ika Dewi Ana, M.Kes., Ph.D.** adalah seorang dokter gigi lulusan Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta, Indonesia, dan saat ini menjabat sebagai dosen di Departemen Ilmu Biomedika Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, UGM. Sebelum menjadi dosen, Dr. Ika sempat berpraktik di RS Polri Yogyakarta (1993–1995). Kemudian ia melanjutkan studi Epidemiologi Klinis di UGM dan mendapatkan gelar PhD. di bidang Ilmu Kedokteran Gigi Regeneratif dari Kyushu University, Jepang pada tahun 2004. Bidang yang diminatinya adalah biokeramik, rekayasa jaringan, dan terapi biomedis regeneratif.

Setelah menyelesaikan program doktornya, ia menjadi penerima program penelitian JSPS (Japan Society for The Promotion of Science) pada tahun 2005–2007. Ika juga pernah memperoleh dana sebagai peneliti *post-doctoral* dari KNAW (The Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences) untuk menjalankan

kolaborasi penelitian *post-doctoral* dengan bergabung dalam kelompok penelitian rekayasa jaringan di Radboud Universiteit Nijmegen Medical Center, Belanda pada tahun 2007–2009, dan peneliti tamu di Institute for Frontier Life and Medical Sciences, Kyoto University, Jepang untuk mempelajari pengembangan hidrogel sebagai perancah dan sistem penghantaran biomolekul.

Dua karya penelitiannya, yaitu CHA Bone Graft dan CHA-based Hemostatic Sponge, telah terdaftar dan dipasarkan di Indonesia oleh sebuah perusahaan induk universitas dan perusahaan farmasi milik negara di Indonesia. Dua karya lainnya sedang dalam proses translasi, salah satunya membran untuk operasi dentokraniofasial. Pada tahun 2014, JICA-ASEAN University Network for Southeast Asian Engineering Education Development (JICA-AUN/SEED-Net) memilih proyeknya sebagai Penelitian Collaborative Research with Industry (CRI) yang berhasil ditranslasikan ke klinik dan disebarluaskan sebagai model untuk negara-negara ASEAN di bawah JICA-AUN/SEED-Net. Pada 16 Desember 2014, ia menerima penghargaan “Anugerah Kekayaan Intelektual Luar Biasa” dari Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia. Ia pernah memimpin The International Society for Ceramics in Medicine (ISCM) sebagai Presiden ke-27. Ika menerima penghargaan dari SRB (Romanian Society for Biomaterials) untuk SRB Excellence Award di Konstanta, Rumania pada tahun 2016 dan juga memperoleh Excellence Award dari ISCM (International Society for Ceramics in Medicine) di Charlotte, Amerika Serikat pada tahun 2016.

Untuk skema kerja sama internasional, ia terlibat dalam penelitian Marie Skłodowska Curie Action–Research and Innovation Staff Exchange (MSCA-RISE) Horizon 2020 yang didanai oleh Uni Eropa yang bertujuan untuk mengembangkan bahan multifungsi yang inovatif untuk menghasilkan generasi baru implan medis dengan potensi sel instruktif dan antibakteri. Akronim proyek tersebut adalah BioTUNE (<https://biotune.upc.edu/en>). Ia juga merupakan ketua peneliti Southeast Asia (SEA) untuk proyek “MicroLung” yang didanai oleh skema Joint Science Funding SEA-Europe. Proyek “MicroLung” adalah penelitian yang bertujuan untuk mempersiapkan model rekayasa jaringan dari



sawar darah-udara paru dan sistem mikofluida eksperimental "*lung on a chip*" untuk studi terkait mekanisme serangan Covid-19 pada manusia, yang kemudian menggunakan "nanopartikel yang meniru SARS-CoV-2 virus" (*virus like nanoparticles*) untuk menguji kemampuan virus menembus sawar darah-udara. Selanjutnya berdasarkan pemodelan tersebut, Ika dan tim tengah menguji kemampuan nanopartikel CHA dan berlian sebagai "pemblokir virus dan pembawa obat" untuk memberikan dasar rute pemberian obat baru serta menguji model rekayasa jaringan yang akan digunakan untuk skrining obat secara cepat. Saat ini, Ika bersama Rahmi Anggraeni (yang pernah ia bimbing saat menjadi mahasiswa doktor) dan Gumilang Almas Pratama Satria sedang mengembangkan *CHA-Nanopartikel* sebagai adjuvan vaksin, *CHA-Hemostatic Sponge* untuk bedah umum, dan *CHA-Mesh-Membrane* untuk bedah dentokraniofasial.

Saat ini, ia juga memimpin Pusat Kolaborasi Riset Perancah Biomedis yang telah ditetapkan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) bekerja sama dengan Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, Pusat Riset Metalurgi dan Nanomaterial, serta Pusat Riset Teknologi Polimer di BRIN.

**PROF. DR. RIRI FITRI SARI, M.M., M.SC.**







**PROFIL PENERIMA HABIBIE PRIZE 2022**  
**BIDANG ILMU REKAYASA**

*Riri Fitri Sari*

**Prof. Dr. Riri Fitri Sari, M.M., M.Sc.** (lahir 7 Juli 1970) adalah seorang ilmuwan teknologi informasi dan pengajar Indonesia. Ia merupakan guru besar teknologi informasi atau komputer di Universitas Indonesia (UI), Jakarta. Sejak tahun 2010, Riri Fitri Sari menjabat sebagai Ketua UI Green Metric World University Rankings. Selama tahun 2006–2014, Riri Fitri Sari menjabat sebagai Direktur/ Kepala Pengembangan dan Pelayanan Sistem Informasi UI.

Riri mendapat gelar Sarjana Teknik Elektro dari UI dan Magister Sumber Daya Manusia dari Universitas Atmajaya Jakarta. Tahun 1997, ia mendapat gelar M.Sc di bidang Software System and Parallel Processing dari Department Computer Science, University of Sheffield, Inggris dengan Chevening Award dari British Council. Ia berhasil mempertahankan disertasi dengan riset di bidang Protokol Penanganan Kemacetan berbasis Jaringan Aktif, dan mendapatkan gelar PhD. dari School of Computing, University of Leeds, Inggris.

Riri Fitri Sari dikukuhkan menjadi Profesor di bidang Teknik Komputer sejak 1 Mei 2009 di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Gelar yang diraihinya pada umur 39 tahun ini menjadikannya sebagai pemegang rekor guru besar perempuan termuda di Universitas Indonesia.

Saat ini, Riri Fitri Sari aktif mengajar dan meneliti di bidang *Computer Network, Cloud Computing, Internet of Things (IoT), Blockchain*, dan implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi. Berbagai publikasi ilmiah berupa jurnal internasional dan presentasi di berbagai konferensi teknik elektro dan komputer di berbagai negara dan pencapaian dibidang penerapan teknologi informasi Riri Fitri Sari dipilih menjadi Senior Member dari Institute of Electronics and Electrical Engineers (IEEE). Saat ini hanya 8% insinyur teknik elektro di dunia yang mendapat penghargaan tersebut.

Riri Fitri Sari merupakan Dosen Berprestasi Utama Universitas Indonesia tahun 2009. Setelah melalui seleksi dan kompetisi ketat, ia terpilih menjadi Juara 3 Dosen Berprestasi Nasional yang dilakukan oleh Dikti-Depdiknas dalam rangka peringatan hari Kemerdekaan RI yang ke-64. Ia juga adalah penerima IEEE Region 10 WIE Most Inspiring Engineer Award yang diserahkan di Kalkuta, India, pada bulan Maret 2012.

Riri Fitri Sari adalah *reviewer* dari berbagai hibah kompetitif Dikti, Riset Dewan Riset Nasional, Depkominfo, dan Adminduk Depdagri, *Reviewer* Beasiswa Pendidikan Indonesia LPDP-Kemenkeu, dan *Reviewer* Penelitian Rispro LPDP-Kemenkeu. Riri Fitri Sari pernah mengunjungi Microsoft Research di Redmond, Amerika Serikat, Huawei Tech di Shenzhen, Tiongkok, Wipro di Bangalore, Samsung di Korea, dan Eurecom di Sophia Antipolis, Prancis. Ia telah menerima Distinguished Toastmaster (DTM) Certificate dari Toastmaster International, serta pernah menjadi President UI Toastmaster Club dan Area I5 Governor.

Riri Fitri Sari mampu menghidupkan penelitian-penelitian di laboratoriumnya dengan jumlah mahasiswa S2 dan S3 yang termasuk terbanyak di Fakultas Teknik Universitas Indonesia (FTUI). Telah banyak lulusan S3 dari grup riset yang mempresentasikan

karyanya di luar negeri dan selalu diuji pada sidang terbuka oleh penguji eksternal dari luar negeri (Prancis, Australia, Portugal, Taiwan, Malaysia, Inggris, dan Jepang) yang merupakan peneliti yang berkolaborasi dengan grup riset yang dipimpinnya. Berbagai sumber dana penelitian internal dan eksternal sering di peroleh group risetnya secara berkelanjutan dan menghasilkan publikasi dengan *peer review* dan jurnal bereputasi. Pada penyerahan Anugerah Riset Publikasi Bereputasi Q1 yang diberikan oleh Menristek Prof. Bambang Brodjonegoro tahun 2020, Prof. Riri adalah salah seorang wakil yang menerima penghargaan langsung. Ia juga berhasil berkontribusi pada penyelenggaraan konferensi berskala nasional dan internasional dengan keterlibatannya di IEEE sebagai sekretaris untuk Indonesia *section* dan Ketua WIE Affinity Group yang mengupayakan keterlibatan lebih banyak generasi muda terlebih para remaja perempuan di bidang Science Technology , Engineering dan Mathematic (STEM).

Sejak tahun 2006 hingga 2014, selain mengajar dan meneliti dan terpilih sebagai Dosen Berprestasi Terbaik di Universitas Indonesia dan Juara III Nasional, Riri Fitri Sari membantu Rektor Universitas Indonesia sebagai Direktur Teknologi Informasi (Chief Information Officer-CIO), yang mengharuskannya memimpin pengembangan infrastruktur dan sistem menuju transformasi digital universitas. Riri Fitri Sari memimpin tim Universitas Indonesia untuk memenangkan UI sebagai universitas terbaik pada Indonesia Telkom Smart Campus Award dan tersertifikasi ISO. Riri Fitri Sari juga memimpin implementasi laboratorium komunikasi CDMA EVDO 2001 dari Huawei Technologies yang mendonasikan sistem berskala besar untuk keperluan pelatihan pada tahun 2007.

Riri Fitri Sari menjadi anggota Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) pada tahun 1994 dan telah aktif berkontribusi sebagai relawan IEEE. Sejak tahun 2011 Riri Fitri Sari menjabat sebagai Koordinator Women in Engineering (WIE) Affinity Group Indonesia. Pada Pertemuan IEEE Region 10 2012 di Kalkuta, India, Riri Fitri Sari ia terpilih untuk penghargaan insinyur paling inspiratif WIE R10. Pada tahun 2020, WIE Affinity Group IEEE Indonesia Section yang dipimpinnya memenangkan Global



Humanitarian Technology Grant IEEE dan keberhasilan programnya dimuat di Majalah *IEEE Spectrum*. Kegiatan yang melibatkan kemitraan strategis dengan beberapa asosiasi perempuan anti disruptive information (Women Against Disruptive Information [WADI]) ini mengkampanyekan dan melakukan Training of Trainers untuk “Memerangi Misinformasi”.

Pengalaman Riri Fitri Sari menjadi relawan untuk mendorong generasi muda tertarik dengan bidang Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) juga sejalan dengan posisinya sebagai Presiden Indonesia Science Project Olympiad (ISPO) sejak tahun 2012. Ia mengetuai dewan juri ISPO dan OPSI (Olimpiade Penelitian Siswa Indonesia) untuk mendorong siswa sekolah menengah untuk mencintai STEM melalui proyek sains dan mempresentasikan pekerjaan mereka di pameran sains. Ia juga menjabat sebagai juri di berbagai kompetisi TIK dan penghargaan nasional seperti CIO terbaik Indonesia, organisasi pembelajaran (*the best learning organization*) di Indonesia, serta seleksi beasiswa luar negeri dan hibah penelitian. Kegiatan-kegiatan tersebut saling selaras sehingga memungkinkannya mengantisipasi adopsi teknologi baru yang sesuai dengan kondisi riil masyarakat saat ini dan memajukan indikator STEM, seperti pada penjurian yang biasa dilakukannya untuk KoPSI (Kompetisi Penelitian Siswa Indonesia).

Salah satu inisiatif besar yang diakui di seluruh dunia yang dipimpin oleh Riri Fitri Sari adalah UI GreenMetric World University Rankings. Sistem yang menyimpan Big Data di bidang keberlanjutan untuk 956 universitas di seluruh dunia dari 80 negara ini, merupakan inisiatif *flagship* Universitas Indonesia yang dimulai pada tahun 2010 untuk memberikan hasil survei daring mengenai kondisi terkini dan kebijakan terkait *green campus* serta keberlanjutan di universitas seluruh dunia.

Selama pandemi Covid-19, Riri Fitri Sari terus berbagi menyebarkan ilmu-ilmu yang telah ditekuninya dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, di antaranya dengan membangun komunitas Poetry Reading Society of Indonesia (<https://puisi.art>) yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk membangun komunitas preservasi budaya literasi berbasis teknologi.



Selain Poetry Reading Society of Indonesia, Riri Fitri Sari memimpin UI GreenMetric dalam menggagas dan menjalankan kuliah global daring pertama di dunia bernama UI GreenMetric Online Course on Sustainability yang selaras dengan strategi UI GreenMetric tentang keberlanjutan. Kuliah global daring pertama di dunia ini ditawarkan oleh universitas terkemuka di empat benua dan tujuh negara kepada anggota UI GreenMetric World University Rankings Network.

Berbagai hal yang terus dilakukan seperti komunitas “History of Computing in Indonesia” terus digalakkan untuk berkarya tanpa lelah dalam mewujudkan cita-cita melihat penelitian Indonesia dan *knowledge based society* di Indonesia. Cita-cita itu Riri wujudkan dengan menyelenggarakan beragam pelatihan, seperti pelatihan penulisan artikel ilmiah, pelatihan Information and Communication Technology (ICT) untuk para guru, murid, dan masyarakat umum. Pengabdian masyarakat lain dalam kerangka UI BlueMetric juga telah dilakukannya untuk menggalakkan terwujudnya pesisir pantai Indonesia yang bersih dengan evaluasi indeks BlueMetric.

Riri Fitri Sari melalui UI GreenMetric sebagai pemeringkatan universitas di bidang keberlanjutan melakukan suatu inovasi serta penyesuaian indikator agar penilaian terkait dengan keberlanjutan juga dapat dilakukan bagi kabupaten/kota di Indonesia melalui UI GreenCityMetric. UI GreenCityMetric merupakan pemeringkatan bagi kabupaten/kota di Indonesia di bidang keberlanjutan dan pertama kali diluncurkan pada tahun 2022. UI GreenCityMetric terdiri atas enam kategori penilaian, antara lain Penataan Ruang dan Infrastruktur (SI), Energi dan Perubahan Iklim (EC), Tata Kelola Sampah dan Limbah (WS), Tata Kelola Air (WR), Akses dan Mobilitas (TR) serta Tata Pamong/Governance (GV). Dengan Pemeringkatan UI GreenCityMetric kabupaten/kota di Indonesia diharapkan dapat bertransformasi menjadi kota dan kabupaten yang berkelanjutan. Pada tahun 2022, sebanyak 34 kabupaten/kota berpartisipasi dalam pemeringkatan ini.

**NAUFAN NOORDYANTO, S.SN., M.SN.**





**PROFIL PENERIMA HABIBIE PRIZE 2022  
BIDANG ILMU FILSAFAT, AGAMA, DAN KEBUDAYAAN**

*Naufan Noordyanto*

**Naufan Noordyanto, S.Sn., M.Sn.** lahir pada 5 April 1990, di Pamekasan, Madura, Jawa Timur. Sehari-hari, Naufan mengajar di Departemen Desain Komunikasi Visual (DKV), Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital (F-DKBD), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

Naufan juga bekerja sebagai desainer grafis independen yang telah meraih berbagai penghargaan, diundang dan dipilih (lolos seleksi) di lebih dari 200+ festival (*events*), kompetisi, pameran, atau publikasi seni/desain internasional, serta tidak kurang dari 20 acara (*events*) dan festival seni/desain nasional. Hingga 2022, karya-karyanya pernah dipamerkan atau disajikan di 45 negara, yaitu Indonesia, Amerika Serikat, Argentina, Azerbaijan, Belanda, Belgia, Siprus, Denmark, Ekuador, Estonia, Hungaria, India, Inggris Raya, Iran, Italia, Jamaika, Jepang, Jerman, Korea Selatan,



Makedonia Utara (Skopje), Meksiko, Mesir, Prancis, Peru, Polandia, Portugal, Republik Ceko, Republik Rakyat Tiongkok, Rumania, Rusia, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spanyol, Swiss, Taiwan, Thailand, Tunisia, Turki, Ukraina, Uni Emirat Arab, Uruguay, dan Yunani. Selain itu, Naufan juga turut berkontribusi dalam pameran karya desain poster di galeri virtual, seperti di laman ShowUsYourType.com dan Blankposter.com.

Karya-karya Naufan pernah dievaluasi dan dipamerkan bersama dengan karya para tokoh-tokoh desain legendaris dan populer (dalam sejarah dan dunia desain), seperti David Carson, Niklaus Troxler, Milton Glaser, Ivan Chermayeff, Armando Milani, Reza Abedini, Mirko Ilic, dan Felipe Apeloig.

Sejak kecil, hobi menggambar Naufan didukung oleh keluarganya. Almarhum ayahnya yang merupakan guru sekolah dasar (SD) rajin meminjamkan buku subsidi pemerintah di perpustakaan sekolah untuknya. Buku kegemarannya seperti ensiklopedia makhluk hidup berbasis visual, serta cerita rakyat dan tokoh. Ketika liburan, tante atau biasa disebut *Bu Lik*-nya di Mojokerto sesekali mengajaknya ke perpustakaan sekolah menengah pertama (SMP) untuk mencari dan membaca buku “bergambar”. Di kemudian hari, dari buku-buku ini, sejak duduk di bangku SD, Naufan sering belajar menggambar ulang secara autodidak dari gambar yang disajikan.

Salah satu buku visual (cerita bergambar penuh warna/*full color*, namun sayang ia lupa judul, penulis, dan penerbitnya), yang dibawa ayahnya dan masih diingatnya adalah kisah tentang almarhum B.J. Habibie. Buku ini menyajikan kisah Habibie semasa kanak-kanak hingga dewasa sampai menciptakan pesawat N250, dengan nama Gatot Kaca, yang dikenalkan pertama kali dan disaksikan oleh Presiden Soeharto dan Ibu Tien. Sajian narasi visual buku yang menarik dan bagus serta motivasi Habibie yang digerakkan oleh semangat dan daya imajinasi tinggi (untuk membuat model pesawat kayu yang kelak diwujudkan dalam pesawat asli) membuat Naufan tertarik untuk lanjut berdiskusi (ala anak kecil) pada ayahnya. Darinya, Naufan yang kala itu seorang anak usia sekolah dasar, sedikit banyak dapat mengetahui siapakah

sosok Habibie. Karena lebih menaruh perhatian pada kreativitas, dari informasi-informasi ini, kelak Naufan berpandangan bahwa imajinasi adalah teman perencanaan, motivasi, dan perjuangan, seperti halnya kerja-kerja kreatif Habibie.

Kondisi ekonomi keluarga yang pas-pasan membuat ayah Naufan harus mencari kerja sampingan. Ayahnya kerap menerima kerjaan membuat *sticker* huruf (*lettering*) yang disketsa, diguntingnya, dan ditempelnya satu-satu secara manual untuk judul papan pengumuman, jadwal piket, maupun spanduk. Ayahnya juga menerima jasa kaligrafi nama ijazah dari berbagai mitra sekolah kenalannya. Melihat ayahnya bekerja demikian, Naufan belajar dan latihan *lettering* pada ayahnya untuk membuat stiker dan kaligrafi. Berikutnya, Naufan membantu ayahnya melakoni pekerjaan tersebut, terutama menulis nama di ijazah SD secara kaligrafis. Kenangan intim bersama ayahnya ini sedikit banyak mengantarkan Naufan untuk mengajar mata kuliah tipografi dan menekuni penciptaan karya desain grafis dengan basis tipografi.

Di samping itu, Naufan juga belajar fotografi (khususnya pasfoto) menggunakan kamera SLR manual dari ayahnya. Jasa foto ini telah digeluti ayahnya sejak SMP (1960-an) dari belajar kepada orang tua angkatnya yang merupakan keturunan Tionghoa (ayah Naufan adalah yatim piatu). Dengan demikian, Naufan menjadi generasi ketiga yang menggeluti jasa pasfoto meski kebanyakan pelanggannya adalah warga desa sekitar dan sekolah kenalan ayahnya. Usaha ini diakhirinya sejak sepeninggal ayahnya dan Naufan memutuskan lanjut studi S2 di Yogyakarta.


Pada 2005, Naufan berkenalan dengan desain digital, terutama mengedit foto digital yang berlanjut pada percobaan mendesain elemen grafis sederhana berbasis bitmap dengan perangkat lunak dari perangkat komputer yang dibeli ayahnya dari jerih payah menabung dan meminjam uang. Singkatnya, kekaguman pada seni rupa dan perangkat digital kemudian meneguhkan pilihannya untuk studi program Studi Desain Komunikasi Visual (DKV) di Fakultas Seni Rupa, Institut Seni Indonesia Yogyakarta (ISI Yogyakarta) pada 2009. Keberangkatan ke Yogyakarta sempat tidak

diizinkan sebab ibunya khawatir karena di antara keluarganya tidak ada yang bersekolah jauh keluar kota, dan yang membuat sedih adalah karena keterbatasan ekonomi pada anggota keluarganya sedikit yang mengenyam studi S1.

Di ISI Yogyakarta, Naufan dibimbing oleh dosen-dosen yang juga masih aktif berkarya cipta dan berprestasi, yang sebagian di antaranya adalah alumnus Sekolah Tinggi Seni Rupa Indonesia - Akademi Seni Rupa Indonesia Yogyakarta (STSRI-ASRI, sebelum 1984) atau ISI Yogyakarta generasi awal (1984–1990) dan generasi 90-an, yang dikenal dengan keahlian menggambarnya yang luar biasa. Iklim berkarya dengan intensif di tahun awal, cukup membuat Naufan mengalami gear budaya. Namun, yang masih diingat dari ekosistem kampusnya dan diterapkannya hari ini, pada diri dan saat ia mengajar adalah pembiasaan berkarya yang intens serta fleksibilitas berkarya di manapun, di samping pembiasaan “berkarya banyak (kuantitas) dan bagus (berkualitas)”. Kendati demikian, kuatnya pengaruh seni rupa murni (*fine art*) di fakultas yang sama sempat membuat penolakan pada diri Naufan, karena kerja desain teman-teman sekitarnya dan proyek mahasiswa cenderung guna menunaikan hasrat ekspresi seni daripada terapan seni fungsional (yang konon diidentikkan dengan prosedur desain). Pemikiran semacam ini membuat ia lebih dekat dengan lingkungan (*circle*) mahasiswa atau praktisi yang cenderung menekuni periklanan dan media promosi (termasuk di antaranya adalah poster) dan identitas jenama (*brand*) yang cenderung bekerja terstruktur daripada kerja yang cenderung ekspresif, seperti ilustrasi murni, *drawing*, dan lain sebagainya.

Di samping bekerja mandiri-profesional (*hard selling*) dengan *brief* sejak mahasiswa pada 2010, Naufan juga mulai mengikuti berbagai kompetisi (*event*) desain sebagai upaya membiasakan belajar memecahkan *brief* desain, penerapan pengetahuan dan kompetensinya, sekaligus membutuhkan pundi-pundi uang untuk menyokong studinya. Minatnya pada kompetisi juga terinspirasi dari capaian prestasi dosen-dosennya serta kakak tingkatnya yang seringkali meraih juara, dan masih ia teruskan hingga kini. Di kemudian hari, ia pun menyadari, pada gilirannya keikutsertaan kompetisi ini turut berdampak pada hilirisasi dan






penerapan karyanya yang dapat dimanfaatkan penyelenggara untuk kebutuhan tertentu dan positif. Lima desain maskot pemilihan kepala daerah (Pilkada) di Kota Serang, Kabupaten Belitung, Lumajang, Sampang, dan Pamekasan yang didesain dan dimenangkan Naufan melalui sayembara, dipakai Komisi Pemilihan Umum (KPU) untuk menyosialisasikan, meningkatkan partisipasi pemilih serta kesadaran politik, berdemokrasi, dan bernegara.

Naufan lanjut studi S2 di Program Magister Seni, dengan minat studi Pengkajian DKV, di Pascasarjana ISI Yogyakarta pada 2015. Selama kurang lebih satu tahun sebelumnya Naufan vakum berkarya akibat masih dirundung kesedihan sepeninggal ayahnya. Di kampus pascasarjana, derasnya iklim diskusi interdisiplin di mana DKV cenderung didekati dengan filsafat, sosial, dan budaya, secara perlahan memperkaya perspektif Naufan untuk semakin kritis pada persoalan kemanusiaan dan perubahan sosial. Orientasi giat desainnya yang cenderung fungsional dan komersial (industrial, dengan sistem kontrol pelanggan) kemudian diimbangi dengan pemahaman dan praktik desain yang organik sebagai kerja sosial-budaya yang kompromis. Selanjutnya, *nguri-uri* kebudayaan menarik minatnya guna eksplorasi ide penciptaan karyanya. Apalagi ketika ia sering bergabung dengan giat seni kebudayaan seniman dan budayawan lokal di Madura.

Pengajaran guru besar Fakultas Seni Rupa juga Fakultas Seni Pertunjukan di kelas yang turut membicarakan soal rasa dan kemandirian berpikir dalam penciptaan karya memantik kembali kegelisahannya soal unsur subjektif rasa dalam karya desain. Berikutnya, ia membukadankembali dalam referensi-referensi lama mengenai sejarah desain dan teori-teori desain. Pandangan Bryan Lawson soal tiada desainer yang memproduksi sesuatu murni fungsional karena adanya keterbatasan atau perbedaan pengalaman, pemikiran, keperibadian, atau keterbatasannya, sedikit banyak mencerahkan Naufan. Paradigma ini kemudian dipegangnya dan diterapkannya dalam mengembangkan bahasa visual/desainnya dalam karya-karyanya di hari-hari berikutnya.



Naufan mulai mempelajari ulang pelbagai gaya desain, salah satunya terinspirasi dari karya-karya salah satu idolanya, yaitu Milton Glaser (Amerika Serikat) dan menurutnya ini adalah bentuk selebrasi pada kekuatan ungkapan, dan gaya visual yang kaya dari kerja-kerja Glaser yang ekletik dan eksentrik, antara mengompromikan kehendak klien dengan gagasan dan visi pribadi desainer. Dua tahun sebelum Glaser meninggal, karya-karya *poster art* Naufan sudah pernah dipamerkan bersama dengan karya Glaser di 2nd Posterfest (2018), Budapest, Hungaria dan beberapa pameran lainnya. Di kemudian hari, keterlibatannya dalam pameran poster internasional banyak memengaruhinya dalam mencipta karakter grafis pada poster yang cenderung eksperimentatif, dinamis, ekspresif, *playful*, mengedepankan tata artistik seperti melebur antara batasan desain dan seni murni.

Di tahun 2016, Naufan memulai debut keterlibatannya dalam penyelenggaraan *event/festival* internasional dengan memamerkan karya poster tipografis “Berlin” yang diselenggarakan oleh ShowUsYourType.com di Kota Berlin, Jerman. Keterlibatan pada *event-event* berikutnya yang dilakoninya hingga saat ini, Naufan menjumpai karya profesor-profesor, dosen, dan praktisi dari pelbagai negara yang kerap membawa corak budaya visualnya sendiri dan sebagian di antaranya ekspresif, yang melegitimasi kerja subversif desain: alternatif berekspresi melalui desain. Pengamatannya pada karya-karya beraliran *new wave typography/swiss punk typography* yang diusung Wolfgang Weingart (1941–2021), *grunge typography* dari David Carson, atau karya-karya April Greiman, karya-karya peserta pameran dari Asia (Tiongkok, Jepang, atau Arab), dan Polish Poster, serta poster-poster (perkembangan) terkini yang menjadi *trending*, banyak menguatkan hatinya untuk mengembangkan karya-karya dengan prinsip deliberasi desain yang subversif. Guna menyokong praktiknya ini, Naufan terus banyak berdiskusi dan belajar mencipta grafis abstrak dan ekspresif pada sahabat-sahabat, seniman seni rupa murni. Karena itu, Naufan yang semula membangun jenama personalnya sebagai desainer grafis yang generik, kemudian direkognisi spesifik oleh publik sebagai desainer yang menekuni poster (desain grafis) dan tipografi, terutama dalam prinsip eksperimental.

Secara khusus, Naufan memutuskan jatuh cinta pada poster dan tipografi karena menganggap bahwa giat ini adalah alternatif jalan berekspresi seni namun masih dalam lingkup desain. Praktik ini mengakomodasi hasrat ekspresi seni, kebebasan berpikir, dan daya komunikasinya pada publik, di samping memikirkan siapa target komunikasinya, atau proses desain yang struktural. Bahkan poster yang sudah dipakai di arena komersialnya bisa dipindahtempatkan di area atau galeri pameran sebagai artefak koleksi dan komoditas (yang diperjualbelikan). Kegemarannya pada penciptaan poster beserta pamerannya membuatnya lebih menghargai kemajemukan preferensi gaya dan preferensi visual, bahwa perspektif sedari sederhana hingga rumit ornamentik, seperti halnya karya kerajinan tangan, adalah sama-sama harus diapresiasi. Dari sini pula, upaya memetakan desain grafis Indonesia di mata dunia bisa dikatakan berhasil (dan masih terus berlangsung), serta karya-karya Naufan direkognisi baik (sebagian viral) oleh komunitas, asosiasi, dan perguruan tinggi, maupun di kalangan juri, maupun kurator yang tidak jarang adalah profesor, dosen, atau tokoh-tokoh kenamaan dalam dunia desain sehingga dapat memperluas relasi internasionalnya. Naufan kerap menerima undangan untuk berpameran bersama di perguruan tinggi ternama di dunia atau galeri-galeri di mancanegara yang dengannya pemikiran desain dan pengetahuannya, dapat dilihat dan dimaknai publik. Berdasarkan informasi dari teman-teman pengajar, beberapa karyanya acapkali menjadi materi ajar (distribusi pengetahuan) di kelas-kelas desain di perguruan tinggi di mancanegara. Pun sebagian karya Naufan pernah diulas singkat oleh penulis desain kenamaan, Steven Heller, dalam laman yang dikelolanya.

Keterlibatan Naufan dalam *event/festival* memberikan efek riak yang luas, terutama distribusi pengetahuan desain maupun kegiatan kampanye perubahan sosial melalui cara-cara seni budaya terhadap isu-isu urgen yang terjadi di dunia. Karya Naufan dengan Hak Cipta terdaftar *Trees vs Industrial Carbon Emission* (2018) diantaranya diterbitkan sebagai kampanye lingkungan melalui buku *Posters for the Planet* (Princeton Architectural Press, Amerika Serikat, tahun 2022). Poster yang sama juga terpilih di

*event* TED Countdown, Amerika Serikat, dan pernah dipamerkan sebagai media pencerdasan dan kampanye dalam TED Countdown Summit di Skotlandia (2021), dan direncanakan akan dipajang dalam pameran tur di berbagai negara dalam rangkaian acara People's Promise for Climate Impact. Begitu pula selama pandemi Covid-19, Naufan menjadi kontributor visual dalam penyusunan buku visual *Miradas de Pandemia* pada tahun 2020 di Peru. Lebih dari itu, setidaknya melalui karya visualnya, Naufan telah menjadi kontributor di lebih 30 buku.

Giat ini pada akhirnya dapat memperluas jejaring (*national networking*) dengan banyaknya kenalan dosen dan praktisi di Indonesia yang turut mengaku terinspirasi dan lantas mengikuti jejak Naufan untuk terlibat di *event* internasional. Beberapa dampak lainnya, Naufan sering diundang menjadi pembicara atau dosen tamu di pelbagai perguruan tinggi di Indonesia untuk berbagi soal pengetahuan dan pengalamannya, atau justru menjuri di berbagai kompetisi seni dan desain dengan skala kabupaten, provinsi, nasional, hingga internasional.

Di lingkungan kerjanya, di Departemen DKV, ITS Surabaya, pengalaman praktik dan penciptaan Naufan kerap dibagikan ke mahasiswanya. Naufan juga banyak mengoordinasi dan memperbantukan penyelenggaraan kegiatan pameran yang diinisiasi kampus (lingkup internasional hingga mahasiswa), sekaligus kerap membimbing dan membina ajang talenta dari kalangan mahasiswa untuk meraih prestasi-prestasi seni. Penelitiannya acapkali disusun guna berusaha memecahkan permasalahan masyarakat lokal, seperti penciptaan tipografi (desain *typeface/font* komputer) bertajuk identitas budaya Madura, Maduranesia (terinspirasi ragam hias ukir Madura) dan "Lancor" (senjata tradisional); penciptaan desain kemasan untuk meningkatkan pemasaran pelaku Usaha Kecil Menengah (UKM); maupun edukasi kesehatan dengan pendekatan kebudayaan lokal, seperti penciptaan/produksi dan distribusi stiker Whatsapp Anti-Covid-19, maupun penciptaan media edukasi gizi seimbang di lingkungan penutur bahasa Madura.

Sebagai kontribusi di daerah kelahiran di lingkup lokal Madura, sejak studi S1 Naufan juga terlibat sebagai anggota komunitas seniman di Pamekasan, Madura. Naufan aktif bekerja dalam proyek sosial dengan skala lokal untuk membantu seniman dan pelajar/mahasiswa lokal untuk mengembangkan kemampuan dan pengetahuan seninya, seperti melalui dialog dan diskusi, pembinaan dan lokakarya seniman lokal, visitasi seniman dan tempat produksinya, serta dalam kepentingan pembinaan lomba-lomba seni. Bersama Dewan Kesenian Pamekasan (DKP), tempat Naufan adalah salah satu pengurusnya (2022–2025), Naufan kerap menjadi penggerak kegiatan seni sekaligus konsultan kesenian (khususnya DKV) bagi pemangku kebijakan/pemerintah maupun mitra swasta. Baginya ini adalah bentuk usaha *ajhung-rojhung arabât lombhung dhibi'* (gotong royong merawat rumah sendiri).



**NASKAH ILMIAH PRESENTASI  
PENERIMA HABIBIE PRIZE 2022**





# **BIOPROSPEKSI LAUT DALAM INDONESIA BERBASIS GENOM**

**Prof. Ocky Karna Radjasa**



# BIOPROSPEKSI LAUT DALAM INDONESIA BERBASIS GENOM

Prof. Ocky Karna Radjasa

## ABSTRAK

Indonesia adalah negara maritim dengan luas perairan yang lebih besar dibandingkan luas daratannya. Pengaruh kondisi lingkungan laut yang lebih bervariasi dibanding dengan lingkungan darat menjadikannya sebagai sumber penting untuk *natural products* dengan karakteristik biokimia yang unik dan memiliki prospek untuk dikembangkan di bio industri. Namun, sebagian besar keanekaragaman hayati laut, terutama laut dalam Indonesia, masih belum tergali. Oleh karena itu, bioprospeksi laut dalam Indonesia baik dari organisme yang dapat maupun tidak dapat ditumbuhkan dengan pendekatan berbasis genom melalui akselerasi penelitian dari hulu ke hilir untuk dapat menghasilkan *natural products* sangat penting dilakukan. Kegiatan penelitian yang kami lakukan difokuskan untuk eksplorasi potensi biodiversitas laut dalam Indonesia, terutama melalui data genom mikroba yang berpotensi menghasilkan *natural products*. Saat ini, kami telah menghasilkan data *Whole Genome Sequence* pertama dari bakteri laut dalam Indonesia, yaitu *Priestia flexa* yang berhasil diisolasi dari sampel air laut dalam (1.000 m) di wilayah perairan *Java Trench*. Hasil penelitian

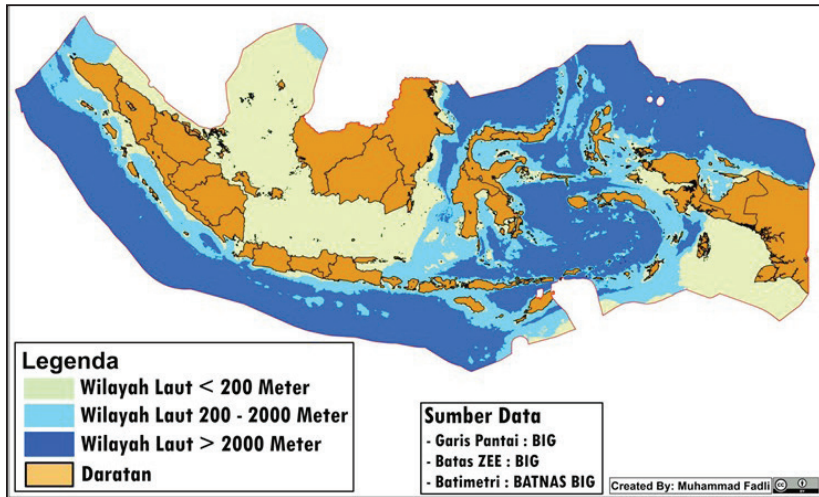
ini menjadi dasar untuk menemukan potensi pengembangan dua *natural products* dengan nilai ekonomis tinggi, yaitu *lycopene* dan *lasso peptide* (paeninodin). Kegiatan penelitian ini merupakan kerjasama terintegrasi berupa penelitian multidisiplin yang terkait studi biodiversitas dan lingkungan laut dalam Indonesia, bioinformatika dan *big data* genom, bioprospeksi *natural products* berbasis genom, biosintesis, serta optimasi biosintesis senyawa dari mikroorganisme laut dalam serta bioutilisasi *natural products*. Secara keseluruhan, penelitian yang kami lakukan diharapkan akan mendukung kemandirian Indonesia dalam menghasilkan *natural products* dengan nilai ekonomis yang tinggi.

Kata kunci: bioprospeksi, laut dalam Indonesia, data genom, *natural products*

## 1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki luas daerah perairan sekitar 77% dari luas total wilayahnya. Total 6,4 juta km<sup>2</sup> luas lautan Indonesia dapat dibagi menjadi dua, yaitu perairan laut dalam seluas 4,4 juta km<sup>2</sup> (68%) dan perairan laut dangkal dengan luas 2 juta km<sup>2</sup> (32%) (Gambar 1). Perairan dangkal Indonesia dengan kedalaman kurang dari 200 meter memiliki karakteristik mendapat cahaya matahari hampir sepanjang tahun dan merupakan ekosistem yang sangat subur dengan tanaman mangrove dan padang lamun di pesisir serta biodiversitas terumbu karang yang sangat banyak. Sebagian besar perairan laut dangkal berada di wilayah Paparan Sunda di bagian barat dan Paparan Sahul di perairan Indonesia timur. Sementara itu, laut dalam merupakan ekosistem ekstrem yang memiliki kondisi yang gelap tanpa penetrasi sinar matahari, suhu laut yang dingin dan dipengaruhi oleh aktivitas hidrotermal bawah laut dan dinamika kolom air (*water column*) yang mendukung kehidupan biota laut. Secara umum, laut dalam berada di perairan kawasan timur Indonesia (Laut Sulawesi, Laut Flores, Laut Arafura, Laut Sawu, Laut Timor, Laut Banda, dan Laut Seram), Samudra Hindia (barat Sumatra dan selatan Jawa), dan Samudra Pasifik (utara Papua). Laut terdalam di Indonesia adalah Laut Banda, dengan titik

terdalam berada di Palung Weber dengan kedalaman mencapai 7.440 meter (Brown dkk., 2011; Harris, 2011).



**Gambar 1** Peta Sebaran Laut Dalam (Kedalaman > 200 m) dan Laut Dangkal

Perairan Indonesia yang sangat luas tersebut menyimpan biodiversitas dan potensi yang masih belum sepenuhnya diteliti dan dikembangkan secara menyeluruh. Sejauh ini, penelitian terkait perairan di Indonesia kebanyakan masih terbatas pada eksplorasi perikanan yang berkaitan erat dengan peningkatan ekonomi dan berfokus pada organisme seperti *crustaceae*, *mollusca*, dan *cephalopoda* padahal potensi dari perairan Indonesia juga tersimpan pada laut dalam, terutama mikroorganisme yang hidup di area tersebut. Di samping itu, Radjasa dkk. <sup>(1)</sup> berpendapat bahwa mikroorganisme memiliki peran yang penting pada proses biogeokimia di laut dalam sehingga kedepannya dapat ditemukan potensi mikroorganisme laut dalam untuk produksi *natural products*. Mikroorganisme laut seperti bakteri yang bersimbiosis dengan biota laut lainnya dapat dijadikan sumber untuk memperoleh senyawa baru karena memiliki aktivitas farmakologis yang potensial (Kjer dkk., 2010). Pengaruh kondisi lingkungan laut yang lebih bervariasi dibandingkan lingkungan

darat menjadikannya memiliki karakteristik biokimia yang unik. Meskipun begitu, penelitian tentang mikroorganisme laut terutama laut dalam di Indonesia masih belum banyak dieksplorasi. Mikroorganisme laut dalam sangat penting untuk diteliti lebih lanjut, terutama untuk mengetahui cara mikroorganisme tersebut bisa hidup dengan kondisi lingkungan yang terbatas, beserta pola distribusi dan keanekaragamannya.

Studi biodiversitas mikroorganisme laut dapat dilakukan dengan menggunakan metode kultur (*culture-dependent*). Dalam hal ini, mikroorganisme yang diperoleh dari sampel laut ditumbuhkan dalam media tumbuh dan kondisi tertentu yang ada di laboratorium. Penulis<sup>(10)(11)</sup> memulai penelitian tentang laut dalam sejak 1997 saat menempuh pendidikan S3 di Departement Aquatic Bioscience dan saat sebagai asisten peneliti di Ocean Research Institute, University of Tokyo, Jepang. Disertasi yang dihasilkan merupakan studi diversitas filogenetik bakteri laut dalam yang teradaptasi pada suhu rendah dan tekanan tinggi berbasis *16S rRNA* menjadi pondasi ilmiah selain pengembangan metodologi berbasis bioteknologi molekuler untuk melakukan bioprospeksi berbasis biodiversitas laut dalam Indonesia.

Pada tahun 2019, kami mendapat kesempatan untuk terlibat pada ekspedisi laut dalam Transport/Throughflow Indonesian Seas, Upwelling, and Mixing Physics (TRIUMPH) yang diinisiasi oleh LIPI/BRIN yang bekerjasama dengan First Institute of Oceanography, China dan

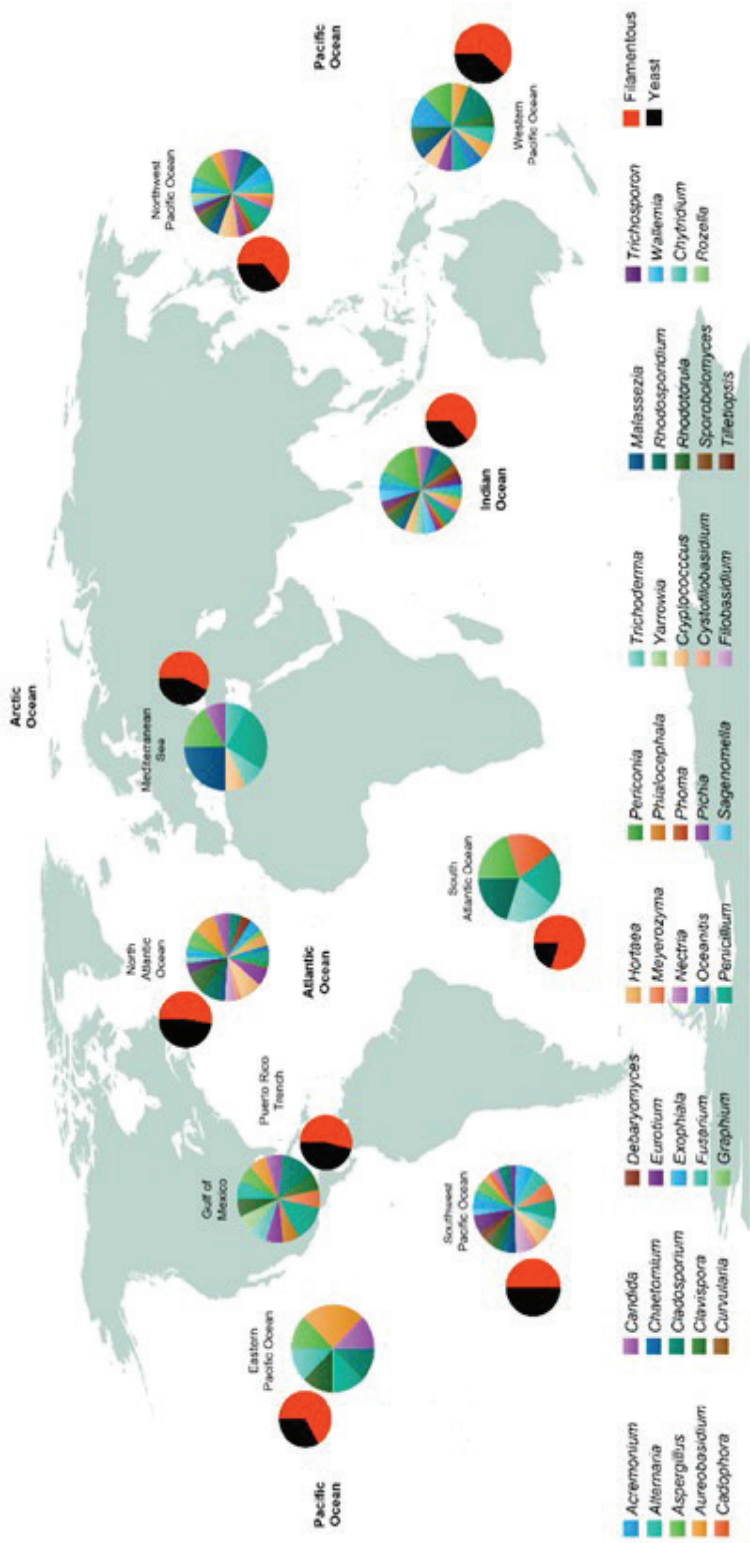
University of Maryland, United State of America (USA). Lokasi titik sampling khususnya untuk studi mikroorganisme pada ekspedisi TRIUMPH ini adalah di salah satu area dari *Java Trench* dan Selat Makassar. Bersama tim Institut Teknologi Bandung (ITB), kami melakukan penelitian bioprospeksi laut dalam berbasis genom. Pada ekspedisi multidisiplin ini, kami membuat desain penelitian dimulai dari pengambilan sampel air untuk analisis struktur komunitas bakteri dan kimia lingkungan, yang dilakukan berdasarkan analisis profil vertikal massa air berdasarkan sifat fisis air laut, sampai analisis genom dan potensi hilirisasi.

Sampel air laut dari kedalaman 1.000–4.000 meter menjadi fokus kajian untuk memperoleh data genom dari hasil *shotgun sequencing* DNA. Saat ini, dari penelitian tersebut sudah diperoleh data *shotgun sequencing* dan *amplicon sequencing* 16S rRNA untuk sampel *Java Trench* dan sampel Selat Makassar.

Selanjutnya, teknologi *Next-generation Sequencing* (NGS) digunakan untuk menganalisis struktur komunitas mikroorganisme pada sampel lingkungan. Teknologi ini mampu membaca seluruh urutan data genomik dari suatu sampel dan memungkinkan pembacaan data genom dengan kecepatan lebih tinggi, sekuens yang lebih panjang, sensitif, dan akurat. Data genom dari hasil NGS tersebut dapat digunakan untuk eksplorasi potensi mikroorganisme laut untuk berbagai macam tujuan, termasuk pencarian gen pengkode *natural products*, misalnya gen yang berpotensi menghasilkan senyawa-senyawa yang bersifat antioksidan, antibiotik, antiviral, protein, maupun enzim dan produk bermanfaat lainnya. Sayangnya, data *whole genome* dari organisme yang berasal dari laut dalam di Indonesia juga masih terbatas (Gambar 2). Oleh karena itu, penelitian metagenomik untuk eksplorasi potensi laut Indonesia dan *whole genome sequencing* mikroorganisme yang berasal dari laut dalam Indonesia sangat penting untuk dilakukan.

Secara umum, kegiatan jangka panjang penelitian dari hulu ke hilir yang dilakukan bertujuan untuk mendukung kemandirian Indonesia sebagai salah satu negara bio-megadiversitas untuk menghasilkan berbagai *natural products* dari laut dalam Indonesia sebagai substitusi impor yang dapat diaplikasikan bidang pangan, kesehatan, kosmetika, lingkungan, dan energi. Secara khusus tujuan hasil penelitian yang diharapkan berupa data sekuens genom biodiversitas laut dalam Indonesia yang didukung dengan data lingkungan sebagai dasar untuk bioprospeksi dan biosintesis senyawa dari laut dalam Indonesia (*deepsea-derived natural products*) menggunakan teknologi rekombinan maupun sintetik biologi.



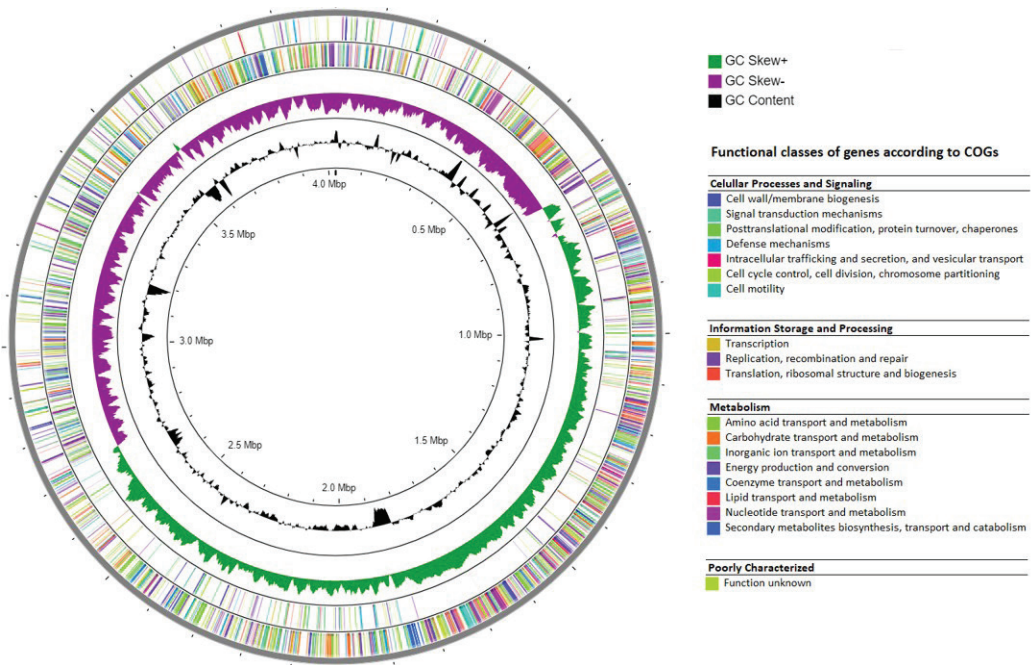


Sumber: Vargas-Gastélum<sup>(13)</sup>

**Gambar 2** Data global mikroorganisme laut dalam secara global ditandai dengan bulatan

## 2. BIOPROSPEKSI BERBASIS GENOM MIKROORGANISME LAUT DALAM *PRIESTIA FLEXA* DARI JAVA TRENCH

Terkait dengan rencana pengembangan penelitian dan produk berbasis laut dalam Indonesia ke depan, saat ini kami telah berhasil menghasilkan data *whole genome* pertama dari bakteri laut dalam Indonesia, yaitu *Priestia flexa* yang diisolasi dari sampel air laut dalam *Java Trench*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi karakterisasi morfologi bakteri *P. flexa* dengan pewarnaan gram, kemudian dilakukan penentuan taksonomi dengan pendekatan pohon filogenetik molekuler. Analisis terhadap kluster gen metabolit sekunder juga telah dilakukan. *P. flexa* yang diperoleh berukuran 4.02Mb, memiliki 5.135 gen, dan 5.185 CDS (*coding sequence*). Gen dalam genom berhasil dipetakan ke dalam COG (*Cluster of Orthologous Groups*) (Gambar 3).



**Gambar 3** Peta genom sirkuler *priestia flexa* dengan anotasi COG.

Karakteristik umum genom dari *Priestia flexa* yang telah disequencing dapat dilihat pada Tabel 1. Menurut penelitian Mann dan Chen <sup>(9)</sup>, bakteri dari filum Firmicutes memiliki persentase GC yang rendah dengan kriteria di bawah 35%. Bakteri *P. flexa* yang sebelumnya berasal dari genus *bacillus* (dari filum firmicutes) memiliki persentase GC sebesar 37,9% yang dapat dikatakan rendah sehingga masuk ke dalam kelompok persentase GC rendah dan sesuai dengan penelitian sebelumnya. CDS yang terannotasi COG, KO, dan COG-KO, tidak memiliki jumlah yang sama. Hal ini menandakan masih banyak CDS yang belum terkarakterisasi dengan baik sehingga diperlukan studi lebih lanjut dan banyak gen yang belum diketahui fungsinya merupakan sebuah kebaruan tersendiri.

**Tabel 1.** Karakteristik Umum Genom *Priestia flexa* Java Trench

Attribute	Value	% of total*
Genome size (bp)	4,026,611	100
DNA Coding Region (bp)	3,345,237	83.08
DNA G + C content (bp)	1,526,086	37.9
Total Genes	5,315	100
rRNA	35	0.66
tRNA	94	1.77
tmRNA	1	0.02
CDS	5,185	97.55
CDS assigned to COGs	4,448	85.78
CDS assigned to KO	4,876	94.04
CDS assigns to COGs and KO	4,744	91.49

CDS, Coding Sequence

COGs, Clusters of Orthologous Groups

KO, KEGG Orthology

\*Total is based on either size of the genome (bp) or total number of protein-coding genes in annotated genome

Selanjutnya dilakukan analisis pangenom genus *Priestia*. Pada spesies *Priestia flexa\_JavaSea*, terdapat 2.172 gen unik yang tidak dimiliki oleh spesies dari genus *Priestia* lainnya (Tabel 2). Jika dilihat dari jumlah *cloud genome*-nya, terdapat 2.271 kluster gen yang dimiliki oleh *Priestia flexa* sendiri atau 1 spesies lain. Dengan demikian, diperoleh bahwa hanya 99 kluster gen yang dimiliki oleh

*P. flexa* dengan 1 spesies lain, sedangkan 2.172 gen lainnya bersifat unik. Hal ini menunjukkan, masih banyak gen-gen unik yang dimiliki oleh bakteri ini belum teranotasi dan belum pernah diteliti sebelumnya.

**Tabel 2.** Statistik Okupansi dari Pangenom *Priestia flexa*

<b>Strain</b>	<b>Cloud</b>	<b>Shell</b>	<b>Soft core</b>	<b>Core</b>
<i>P.aryabhatai</i> _K13	61	1891	2229	1351
<i>P.aryabhatai</i> _LAD	345	2011	2213	1351
<i>P.aryabhatai</i> _NM1A2	86	1861	2234	1351
<i>P.filamentosa</i> _Hbe603	1177	939	1991	1351
<i>P.flexa</i> _DMP08	244	768	2225	1351
<i>P.flexa</i> _JavaSea	2271	598	1755	1351
<i>P.flexa</i> _QDU	308	720	2183	1351
<i>P.koreensis</i> _FS-1	1130	841	2132	1351
<i>P. koreensis</i>	1134	841	2132	1351
<i>P. megaterium</i> _5-3	116	1831	2233	1351
<i>P. megaterium</i> _BHS1	180	1831	2233	1351
<i>P. megaterium</i> _H2	427	2166	2232	1351
<i>P. megaterium</i> _Mes11	258	2151	2231	1351
<i>P. megaterium</i> _YC4R4	99	1916	2234	1351
<i>P. sp</i> _J2	106	1899	2231	1351
<i>P.megaterium</i> _A	93	1881	2234	1351
<i>P.megaterium</i> _BIMB13	151	2157	2233	1351
<i>P.megaterium</i> _CDC200:	225	1858	2229	1351
<i>P.megaterium</i> _CDC200:	342	2016	2232	1351
<i>P.megaterium</i> _FDU301	1175	2009	2232	1351
<i>P.megaterium</i> _HGS7	116	1833	2227	1351
<i>P.megaterium</i> _IGAFME	139	1771	2210	1351
<i>P.megaterium</i> _JX285	171	1927	2190	1351
<i>P.megaterium</i> _KNU01	162	2047	2218	1351
<i>P.megaterium</i> _NCT2	255	1983	2233	1351
<i>P.megaterium</i> _S188	141	1849	2231	1351

Analisis metabolit sekunder dilakukan menggunakan *software* antiSMASH 6.0. Analisis kluster gen metabolit sekunder menunjukkan bahwa *P. flexa* memiliki 8 kluster gen penghasil metabolit sekunder yang terbagi ke dalam jenis *Cyclic-lactone-autoinducer/RiPP-like*, NRPS/NRPS-like, siderofor, lassopeptida, terpena, NRPS, dan PKS (tipe III) (Tabel 3). Blin <sup>(2)</sup> mengungkapkan bahwa dari 8 kluster gen yang diperoleh, 4 kluster gen diketahui memiliki produk akhir berupa bacitracin (kluster gen NRPS/NRPS-like), paeninodin (kluster gen lassopeptide), karotenoid (kluster gen terpena), dan bacillibactin (kluster gen NRPS) dengan tingkat kemiripan yang berbeda-beda. Kluster gen terpena yang menghasilkan karotenoid berupa *lycopene* memiliki gen-gen yang lengkap dan memiliki nilai ekonomi, serta pasar yang tinggi, sehingga kluster gen ini dapat dimanfaatkan untuk proses produksi oleh industri. Sedangkan kedua kluster gen penghasil NRPS memiliki potensi antimikroba yang akan diuji lebih lanjut, sehingga dapat digunakan dalam produk industri. Hasil karakterisasi yang telah dilakukan dapat menjadi landasan untuk melakukan produksi metabolit sekunder dari bakteri *P. flexa*.

Telah dilakukan juga studi komparatif dengan menggunakan 15 data genom *Priestia* yang tersedia di database NCBI. Prediksi kluster gen metabolit sekunder 15 genom *Priestia* telah dilakukan menggunakan perangkat lunak berbasis web antiSMASH 6.0. Terdapat 84 kluster gen metabolit sekunder dan 6 jenis metabolit sekunder yang tersebar pada 15 genom *Priestia* (Gambar 4). Spesies *Priestia flexa* Laut Jawa memiliki jumlah kluster gen yang relatif tinggi dibandingkan spesies *P. flexa* lainnya, khususnya apabila dibandingkan yang berasal dari laut (*P. flexa* QDU).

### 3. PENGEMBANGAN BIOPROSPEKSI LAUT DALAM INDONESIA BERBASIS GENOM

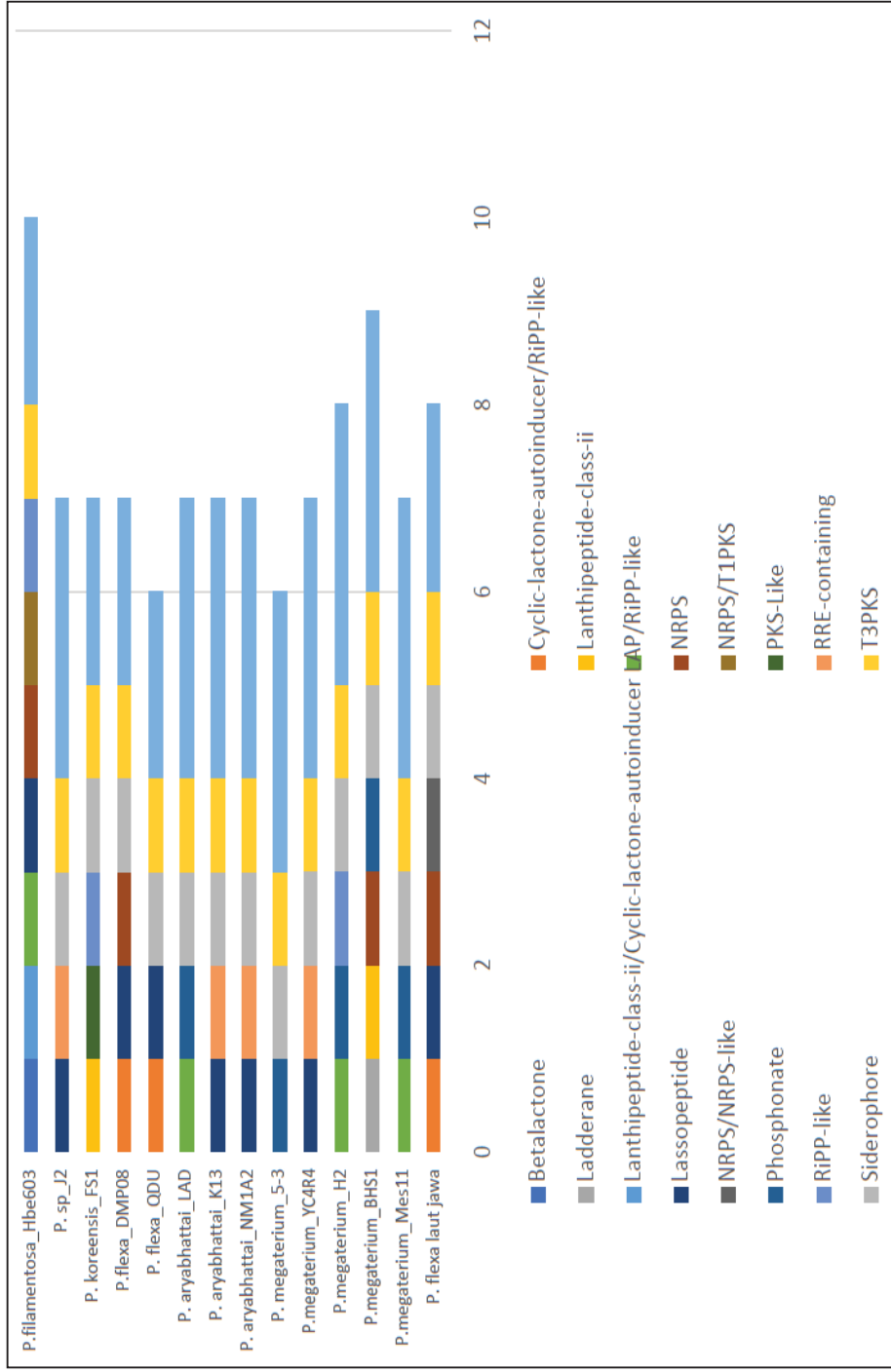
Pada penelitian yang kami lakukan, analisis *genome mining* *Priestia flexa* menunjukkan terdapat dua senyawa yang ditemukan pada mikroba ini dan potensial untuk dikembangkan dan bernilai ekonomis dengan cara *culturable* dan *non-culturable microorganisms* (menggunakan pendekatan biologi sintetik), yaitu *lycopene* dan *lasso peptide* (*paeninodin*). *Lycopene* memiliki fungsi

**Tabel 3.** Daftar Kluster Gen Metabolit Sekunder pada Genom *Priestia flexa*

Jenis Kluster	Posisi Awal	Posisi Akhir	Panjang (bp)	Kluster yang diketahui	Kemiripan dengan kluster yang diketahui (%)	Jumlah Gen dalam Kluster
Cyclic-lactone-autoinducer/RiPP-like	183.212	203.959	20.747	-	-	35
NRPS/NRPS-like	1,812,954	1,875,648	62.694	Bacitracin	22%	55
Siderophore	1,925,003	1,941,570	16.567	-	-	18
Lasso peptide	2,920,293	2,944,228	23.935	Paeninodin	80%	31
Terpene	2,950,161	2,970,658	20.497	-	-	27
Terpene	3,991,378	4,012,214	20.836	Carotenoid	50%	29
NRPS	3,838,023	3,882,063	44,040	Bacillibactin	46%	51
T3PKS	3,242,453	3,283,508	41.055	-	-	47

sebagai antioksidan yang menangkal oksidasi sel atau jaringan oleh *Reactive Oxidative Species* (ROS), sehingga membantu dalam pencegahan penyakit jantung dan memiliki efek anti kanker terhadap beberapa kanker tertentu <sup>(1) (8) (12)</sup>. Seiring berjalannya waktu, Menurut Wang <sup>(14)</sup> aktivitas biologis ini mulai digunakan di industri kosmetik, *personal cares* dan *pharmaceuticals*. Industri kosmetik menggunakan *lycopene* sebagai bahan utama dalam krim anti sinar UV dan *anti-aging* yang mampu mengencangkan kulit dan menunda penuaan kulit. Himanshu dan Deshmukh <sup>(7)</sup> berpendapat bahwa permintaan terhadap perwarna makanan yang natural terus mengalami peningkatan di industri makanan dan minuman sehingga memberikan dampak positif terhadap permintaan *lycopene* di pasar. Pada tahun 2020, ukuran pasar *lycopene* secara global terestimasi memiliki nilai sebesar 107.2 juta dolar dan diprediksi akan mencapai angka 187.3 juta dolar di tahun 2030 dengan *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) di angka 5.2% dari tahun 2021 sampai 2030. Beberapa perusahaan yang menggunakan *lycopene* untuk menghasilkan produknya adalah *Allied Biotech Corporation* (produk karotenoid di industri suplemen diet), *Lycored* (industri suplemen dan nutrisi), *Dhler group*, dan lain-lain.





**Gambar 4** Persebaran kluster gen metabolit sekunder pada 14 genom bakteri

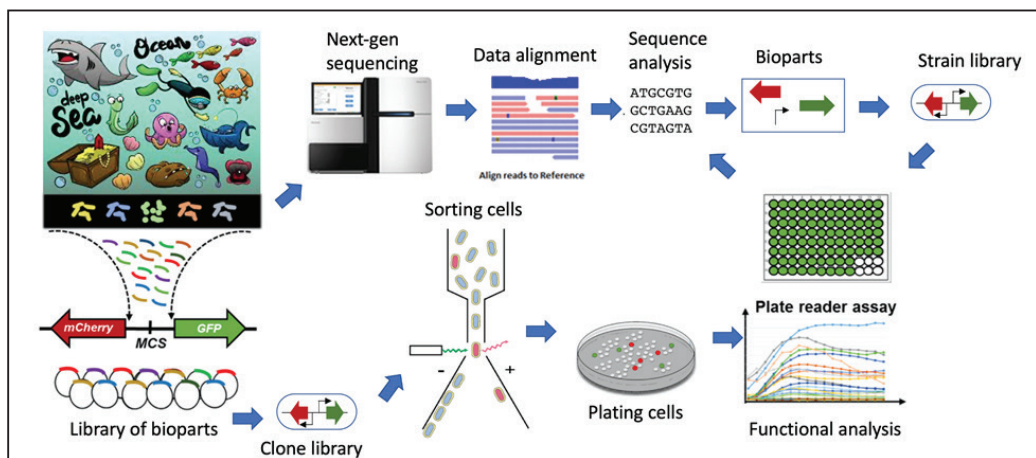
Para ahli dari grup penelitian *lasso peptides* <sup>(5)</sup> berpendapat bahwa sedangkan senyawa *lasso peptida* masuk ke dalam golongan RiPPs yang dihasilkan dari prekursor berupa protein A. *Lasso peptida* memiliki stabilitas termal dan proteolitik yang tinggi, serta aktivitas biologis yang bermacam-macam, seperti aktivitas antimikroba, inihibisi enzim, anti kanker, *receptor blocking*, dan antagonis HIV. Saat ini, *lasso peptida* banyak digunakan sebagai *peptide based drug*. Sejak tahun 2017, ada lebih dari 10 obat berbasis peptida yang berhasil disetujui oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan Amerika Serikat (U.S Food and Drug Administration/USFDA), contohnya liraglutide, insulin degludec, dan semaglutide <sup>(15)</sup>. Perusahaan *Lassogen* adalah contoh perusahaan yang bergerak di bidang kesehatan dengan mengembangkan senyawa *lasso peptida* sebagai agen *therapeutic* baru untuk melawan penyakit seperti kanker, inflamasi, dan autoimun. Saat ini, *lassogen* memiliki total kekayaan sebesar 5,1 juta USD <sup>(6)</sup>. Oleh karena itu, untuk pengembangan lanjutan akan dilakukan karakterisasi lebih lanjut untuk mengetahui aktivitas biologis yang dimiliki *lasso peptide* sebagai kandidat agen *therapeutic* yang baru <sup>(16)</sup>.

Penelitian laut dalam Indonesia yang telah dan sedang kami lakukan bersifat dari hulu ke hilir yang berkelanjutan sehingga dalam jangka menengah maupun panjang diharapkan dapat menghasilkan bioproduk dari bioprospeksi biodiversitas laut dalam Indonesia. Kegiatan penelitian pengembangan bioprospeksi laut dalam Indonesia untuk menghasilkan bioproduk telah dilakukan bersama peneliti multidisiplin dari Pusat Riset Laut Dalam-BRIN dan ITB. Strategi penelitian dibagi berdasarkan lima topik penelitian dari hulu ke hilir, meliputi: Biodiversitas dan lingkungan laut dalam; Bioinformatika dan *big data* genom laut dalam; Bioprospeksi *natural products* berbasis genom; Biosintesis dan optimasi biosintesis senyawa dari mikroorganisme laut dalam; dan Bioutilisasi produk.

Saat ini, studi biodiversitas laut dalam Indonesia difokuskan pada kegiatan penelitian menggunakan sampel yang sudah dikoleksi sebelumnya dari *Java Trench* dan Selat Makassar. Untuk analisis struktur komunitas mikroorganisme dengan pendekatan *culturable microorganisms* dilakukan dengan proses isolasi mikroorganisme laut dengan menggunakan serial pengenceran

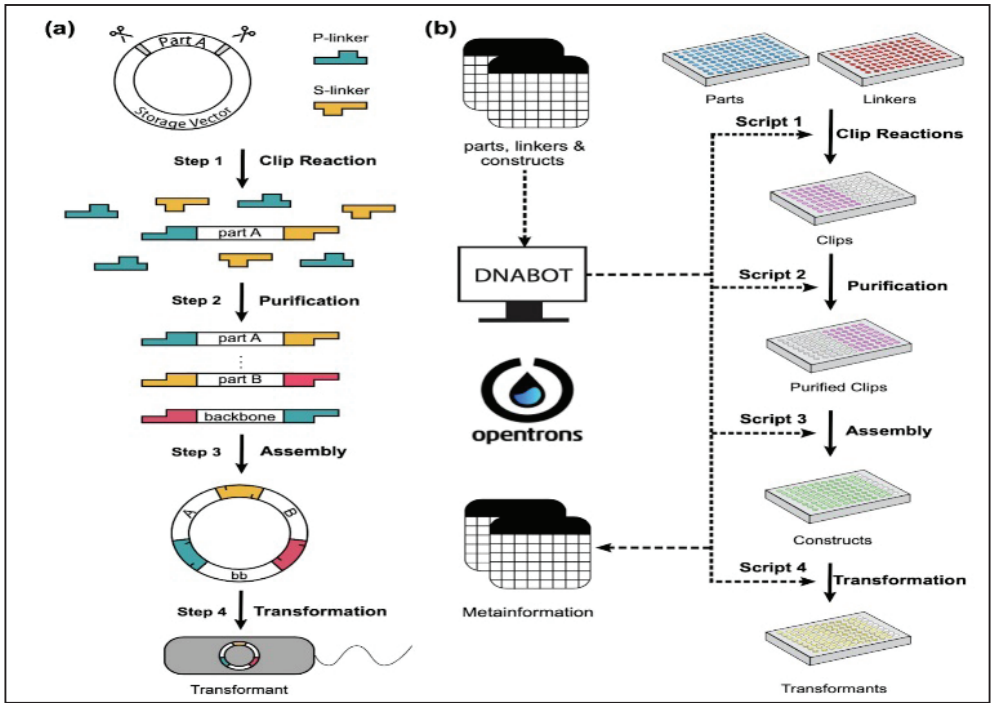
bertingkat dan ditanam pada medium yang sesuai. Isolat tunggal yang diperoleh kemudian dianalisis lebih lanjut untuk identifikasi dengan metode sekuensing gen target. Selain data bio, telah dikoleksi juga data fisika dan kimia lingkungan untuk melengkapi prototipe database yang akan dikembangkan.

Data *whole genome P. flexa* telah diperoleh dan analisis prediksi metabolit sekunder telah dilakukan. Hasil yang diperoleh menjadi referensi dalam melakukan bioprospeksi berbasis genom untuk menganalisis potensi senyawa metabolit dan gen-gen fungsionalnya. Bioprospeksi berbasis genom laut dalam yang kami lakukan dengan eksplorasi komponen biologi yang disebut sebagai bio-parts, terutama promotor gen dan gen yang digunakan untuk merakit sirkuit genetik/konstruk gen menggunakan pendekatan biologi sintetik atau rekombinan yang dapat menjadi daya saing Indonesia (Gambar 5 dan Gambar 6).



Sumber: Storch dkk. (2021)

**Gambar 5** Tahapan Isolasi Bio-Parts Dari Data Genom Mikroorganisme



Sumber: Storch dkk. (2021)

**Gambar 6** Penyusunan Bioparts menggunakan high-throughput DNA Assembly untuk membuat jalur biosintetik yang menghasilkan natural products

Untuk dapat menghasilkan *natural products* dalam kuantitas dan kualitas yang tinggi serta mencapai tingkat *economic feasibility*, bioproduct target yang sudah ditentukan dari *upstream process* dengan menggunakan mikroorganisme *wild type* atau yang sudah termofikasi perlu diproduksi melalui suatu proses fermentasi. Proses optimasi fermentasi pertama kali dilakukan dalam skala laboratorium untuk mengetahui kondisi operasi fermentasi optimum, substrat produksi yang efisien, kinetika reaksi fermentasi dan aspek termodinamik, serta sistem produksi yang paling efisien untuk memproduksi bioproduct tertentu. Setelah ditentukannya kondisi fermentasi yang optimum, tahapan optimasi lanjut berupa

studi *scale-up* dan evaluasi unjuk kerja bioreaktor hingga ke tahapan lanjut yang memenuhi persyaratan untuk dilakukan.

Optimasi tahap lanjut ditujukan untuk menghasilkan bioproduk dalam jumlah yang cukup untuk masuk ke dalam proses *downstream process optimization*. Tahap ini difokuskan untuk penggunaan metode pemisahan dan pemurnian yang efisien sehingga mampu menghasilkan bioproduk dengan kemurnian yang tinggi dan dengan hasil yang tinggi pula. Dengan demikian, diharapkan keseluruhan tahapan sistem produksi bioproduk dapat mencapai tingkat *economical feasibility* yang diinginkan. Produk yang diperoleh dari kegiatan bioprospeksi akan digunakan untuk pengembangan formula baru menggunakan bahan baku yang dihasilkan ataupun dengan mengganti bahan baku dari produk-produk yang selama ini masih menggunakan bahan impor.

#### 4. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada tim *Deepsea Genome* yang terdiri dari tim Pusat Penelitian Laut Dalam, BRIN dan ITB yang telah melaksanakan penelitian bioprospeksi laut dalam berbasis genom. Terima kasih juga kepada seluruh mitra yang terlibat dan memberikan dukungan pada penelitian kami, baik di dalam negeri maupun di luar negeri.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

1. Baran MT, Miziak P, Bonio K. Characteristics of Carotenoids and Their Use in the Cosmetics Industry. *Journal of Education, Health and Sport*. 2020 July 23; 10(7), 192–196.
2. Blin K, Shaw S, Kloosterman AM, Charlop-Powers Z, Van Wezel GP, Medema MH, Weber T. antiSMASH 6.0: Improving Cluster Detection and Comparison Capabilities. *Nucleic Acids Research*. 2021 July 02; 49(W1), W29–W35.
3. Bruun AF. General introduction to the reports and lit of deep-sea stations. *Galathea Report Vol. 1. Scientific Results of the Danish Deep-sea Expedition Round the World 1950-52: Copenhagen*; 195.

4. Bruun AF, Greve S, Mielche H. The Galathea Deepsea Expedition 1950-1952: George Allen and Darwin, London; 1953.
5. Cheng C, Hua ZC. Lasso Peptides: Heterologous Production and Potential Medical Application. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*; 2020 Sept 28;8,571165.
6. Himanshu V, Deshmukh R. Lycopene Market by Form, (Powder and Others), Nature (Natural and Synthetic), and Application (Food and Beverage, Nutraceuticals and Pharmaceuticals, and Cosmetics and Personal Care): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021–2030. *Allied Market Research* 2021.
7. Khan UM, Sevindik M, Zarrabi A, Nami M, Ozdemir B, Kaplan DN, ... Sharifi-Rad J. Lycopene: Food Sources, Biological Activities, and Human Health Benefits. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2021 Nov 19;1–10.
8. King A. Doug Mitchell's lasso peptide research leads to new company, Lassogen [Internet]. Institute for Genomic Biology. [cited 2022 July 28]. Available from: <https://chemistry.illinois.edu/news/2020-11-05/doug-mitchells-lasso-peptide-research- leads-new-company-lassogen>.
9. Mann S, Chen YPP. Bacterial genomic G+C composition-eliciting environmental adaptation. *Genomics*. 2010, Jan; 95(1), 7–15.
10. Radjasa OK. Phylogenetic Diversity of Low Temperature and High Pressure-Adapted Bacteria from Deep-sea Environment Assessed by 16S rDNA Approach [PhD thesis]: University of Tokyo; 2001.
11. Radjasa OK, Hidetoshi U, Kumiko K, Tsukamoto, Kouichi O. Characterization of Psychrotrophic Bacteria in the Surface and Deep-Sea Waters from the Northwestern Pacific Ocean Based on 16S Ribosomal DNA Analysis. *Marine Biotechnology*. 2001 Sept; 3(5), 454-462.



12. Schwartz C, Frogue K, Misa J, Wheeldon I. Host and Pathway Engineering for Enhanced Lycopene Biosynthesis in *Yarrowia lipolytica*. *Frontiers in Microbiology*. 2017 Nov 20; 8, 2233
13. Storch M, Haines M, Baldwin G. DNA-BOT: a low-cost, automated DNA assembly platform for synthetic biology. *Synthetic Biology* Volume 5, Issue 1. 2020 July 09; ysa010
14. Vargas-Gastélum L, Riquelme M. The Mycobiota of the Deep Sea: What Omics Can Offer. *Life*. 2020 Nov 19; 2020, 10(11), 292
15. Wang GS, Grammel H, Abou-Aisha K, Sägesser R, Ghosh R. High-Level Production of the Industrial Product Lycopene by the Photosynthetic Bacterium *Rhodospirillum rubrum*. *Applied and Environmental Microbiology*. 2012 Sept 27; 78(20), 7205–7215
16. Wang L, Wang N, Zhang W, Cheng X, Yan Z, Shao G, Fu C. Therapeutic peptides: current applications and future directions. *Signal Transduction and Targeted Therapy*. 2022 Feb 14;7(1), 48.
17. Zhu S, Hegemann JD, Fage CD, Zimmermann M, Xie X, Linne U, Marahiel MA. Insights into the Unique Phosphorylation of the Lasso Peptide Paeninodin. *Journal of Biological Chemistry*. 2016 June;291(26), 13662–13678.



The background of the cover is a dark, almost black, field with a subtle, grainy texture. Scattered throughout are numerous small, bright yellow or gold-colored spots and speckles, which resemble biological cells or particles under a microscope. The overall effect is scientific and futuristic.

**REKAYASA JARINGAN:  
HARAPAN TERAPI  
REGENERATIF BIOMEDIS  
MASA DEPAN**

**Ika Dewi Ana**



# REKAYASA JARINGAN: HARAPAN TERAPI REGENERATIF BIOMEDIS MASA DEPAN

Ika Dewi Ana

<sup>1</sup>Departemen Biomedika Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55281, Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Kolaborasi Riset Perancah Biomedis, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)–Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta 55281, Indonesia

*Assalamualaikum w.r. w.b.*

## 1. PENDAHULUAN

Pendekatan inter, multi, dan lintas disiplin telah menjadi keharusan karena adanya implikasi perkembangan penyakit yang semakin beragam dan rumit, perkembangan ilmu pengetahuan, serta percepatan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Rekayasa jaringan (*tissue engineering*) telah menjadi contoh nyata kerjasama para ilmuwan dari berbagai bidang, mulai dari kimia, fisika, biologi, kedokteran, dan biomedika, farmasi, pertanian, peternakan, kedokteran hewan, hingga rekayasa (*engineering*) maupun matematika, serta tidak menutup kemungkinan (dan telah terbukti) bahwa pendekatan bidang sosial humaniora juga diperlukan bagi pengembangan bidang rekayasa jaringan.

Rekayasa jaringan adalah teknik regenerasi jaringan hidup yang fungsional dengan menggunakan sel hidup yang dibiakkan pada sistem perancah yang tepat (*configured scaffolding system*). Jaringan tubuh manusia selalu terdiri atas sel dan matriks

ekstraseluler (MES). Saat terjadi perlukaan, kerusakan, atau kehilangan jaringan, tubuh memerlukan sistem pengganti MES yang akan berfungsi menopang jaringan yang tersisa (tidak rusak, hilang, atau mengalami kematian), menyediakan biomolekul dan lingkungan mikro yang sesuai aslinya, serta menginduksi perbaikan dan penyembuhan jaringan. Sistem pengganti MES itu disebut sebagai perancah. Perancah merupakan suatu sistem yang berfungsi menjadi lingkungan mikro bagi sel untuk meregenerasi struktur dan fungsi pada jaringan. Dengan demikian, secara sederhana perancah dapat diartikan sebagai matriks ekstraseluler sintesis yang didesain dan dikembangkan untuk menjadi pengganti matriks ekstraseluler asli yang mirip aslinya, baik struktur, arsitektur, maupun fungsinya.

Rekayasa jaringan telah secara intensif melibatkan pendekatan-pendekatan keilmuan lainnya seperti sistem pelepasan terkontrol (*controlled release system*) dalam khazanah NDDS (*novel drug delivery system*), biofungsionalisasi dan modifikasi permukaan (*surface modification*), nanoteknologi, bioteknologi, maupun rekayasa protein (*protein engineering*). Rekayasa jaringan yang awalnya merupakan bagian ilmu dan teknologi biomedika, saat ini telah menjangkau pula pendekatan pemodelan rekayasa jaringan dan pemanfaatan laboratorium pada sebuah keping (*lab-on-a-chip*) maupun *organ-on-a-chip* untuk pengembangan dan proses translasinya.

Dengan berbagai perkembangan yang saat ini telah ada dan pentingnya menyebarluaskan informasi dan pengetahuan tentang rekayasa jaringan, maka naskah ilmiah ini disusun untuk masyarakat utamanya generasi muda agar dapat memahami serta dapat memberikan sumbangan pemikiran maupun tenaga guna mengembangkan bidang yang dipandang akan bermanfaat untuk membantu meningkatkan harapan dan kualitas hidup umat manusia. Tulisan ini bertujuan untuk menguraikan tentang prinsip dan metode rekayasa jaringan secara sederhana, perspektif masa depan, serta hikmah mempelajari dan mengembangkannya.

## 2. PERKEMBANGAN REKAYASA JARINGAN

Robert Langer dan Joseph Vacanti sebagai orang tua kandung rekayasa jaringan mengemukakan bahwa rekayasa jaringan merupakan suatu bidang keilmuan inter dan lintas disiplin yang menerapkan prinsip-prinsip rekayasa (*engineering*) dan biologi (*life sciences*) untuk penggantian jaringan yang rusak secara fungsional (Langer & Vacanti, 1993). Untuk rekayasa tulang rawan (kartilago), misalnya, sel kondrosit dibiakkan pada sistem perancah berpori dari serat polimer yang telah dikembangkan menyerupai jaringan target. Istilah rekayasa jaringan sendiri mulai dikenal luas oleh publik ketika pada tahun 1997 BBC menayangkan film dokumenter dalam program *Tomorrow's World* serial tentang *Vacanti Mouse* atau tikus dengan telinga manusia, yang diadopsi dari publikasi Cao dkk. (1997). Sejak saat itu, istilah rekayasa jaringan menjadi istilah yang dikenal oleh jutaan masyarakat dunia karena pemirsa acara televisi menyaksikan dengan mata kepala sendiri *Vacanti Mouse*, seekor tikus yang tumbuh telinga manusia di punggungnya.

Deskripsi dan pengetahuan tentang rekayasa jaringan ditemukan dalam penciptaan manusia, saat ruh ditiupkan pada Adam manusia pertama, dan saat Siti Hawa diciptakan dari tulang rusuk Nabi Adam a.s. (QS Al Baqarah ayat 30–38, dan QS Al A` raaf ayat 11–25). Dari sana khazanah tentang rekayasa jaringan yang luas masih banyak yang tersimpan sebagai rahasia dan sampai saat ini belum mampu diungkap oleh manusia. Mungkin masih memerlukan waktu berabad-abad untuk menyinkapnya dan memerlukan ketundukan total pada Sang Pencipta untuk dapat memperoleh sedikit saja pengetahuan baru tentang rekayasa jaringan dan regenerasi jaringan.

Dalam kehidupan sehari-hari, dalam beberapa literatur disebutkan bahwa teks dan konteks rekayasa jaringan telah memiliki sejarah panjang. Lukisan karya Fra Angelico berjudul *The Healing of Justinian by Saint Damian and Saint Cosmos* (1438–1440) yang saat ini tersimpan di Museum San Marco di Florence, Italia, dapat dirujuk sebagai referensi historis pertama tentang rekayasa jaringan (Vacanti, 2006). Dalam lukisan tersebut digambarkan Santa Damian dan Santa Cosmos sedang mentransplantasikan

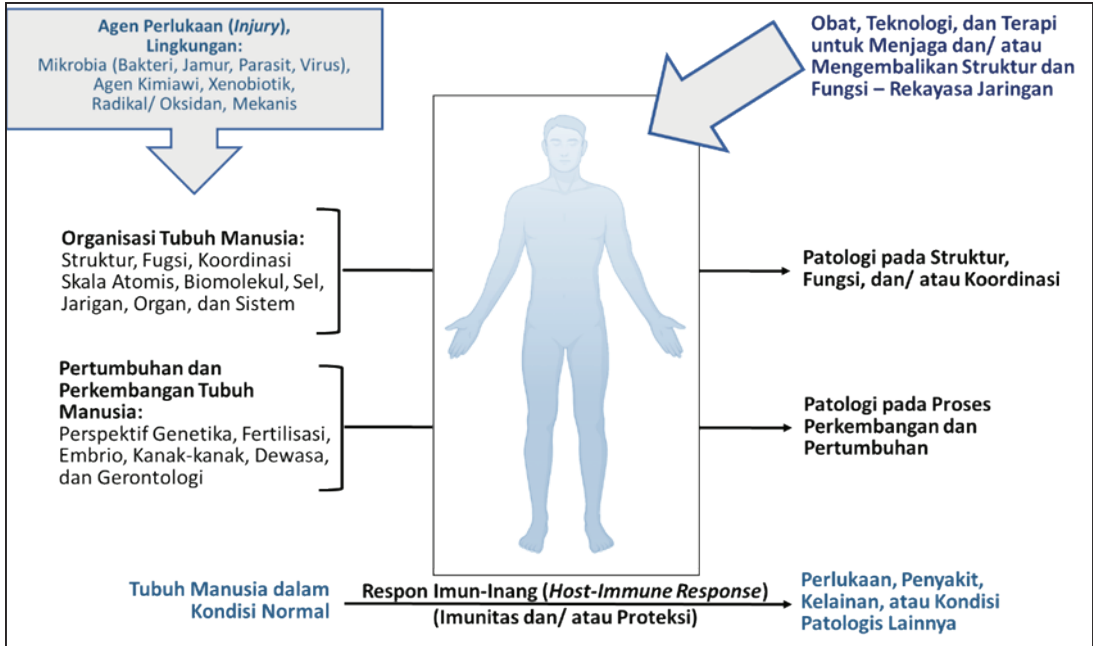


tungkai seorang tentara yang mengalami luka. Lukisan tersebut menggambarkan harapan besar keberhasilan penggantian jaringan menggunakan jaringan lainnya.

Sejarah juga mencatat mitologi Yunani tentang Prometheus, yang ditulis oleh Hesoid dalam buku *Theogony*. Dalam mitos tersebut Prometheus dikisahkan telah mencuri api keabadian dari Zeus untuk diberikan pada manusia dan karena kesalahannya, Prometheus dihukum di antara batu besar di wilayah Kaukasus. Organ hatinya dimakan oleh burung elang, tetapi setiap malam organ hati tersebut tumbuh kembali untuk dimakan elang yang sama keesokan harinya. Dalam kisah tersebut, tebersit imajinasi manusia tentang pemulihan organ hati yang dapat berlangsung terus-menerus. Legenda dan mitos serta cerita-cerita yang awalnya berupa fiksi mendorong manusia untuk menemukan pengetahuan baru. Protesa dan organ buatan muncul dan mulai digunakan untuk mengganti gigi geligi dan bagian tubuh lainnya sehingga mampu mengembalikan sebagian fungsi. Konsep tentang penggantian jaringan tubuh yang hilang dengan menggunakan jaringan tubuh yang lain pun muncul di kemudian hari. Pada abad ke-16, Tagliacozzi dari Bolonia, Italia melaporkan hasil kerjanya dalam tulisan *Decusorum Chirurgia per Insitionem*. Tagliacozzi melaporkan rekonstruksi hidung yang dilakukannya dengan menggunakan flap lengan bawah.

Dari sudut pandang ilmu biomedika, tubuh manusia merupakan suatu komposit atau sistem hibrida yang terdiri atas material anorganik berupa, antara lain: biokeramik apatit serta material organik seperti kolagen. Dalam organisasi tubuh manusia, sistem hibrida berinteraksi dengan biomolekul, protein, serta sel-sel dengan struktur yang kompleks. Bila terjadi luka, kerusakan, kehilangan, atau abnormalitas pada jaringan tubuh manusia, maka upaya yang dapat dilakukan adalah menggantikan jaringan yang rusak tersebut dengan suatu konstruksi yang menyerupai atau mirip atau bahkan identik, baik struktur maupun fungsinya, dengan jaringan asli yang rusak atau hilang. Pada titik inilah rekayasa jaringan memainkan peranan penting dalam perkembangan terapi regeneratif bidang kedokteran, kedokteran

gigi, dan biomedika secara umum. Gambar 1 menunjukkan pemahaman tentang sistem tubuh manusia dan relevansinya dengan terjadinya gangguan patologis, sebagai landasan pemahaman untuk memberikan solusi yaitu terapi regeneratif berbasis rekayasa jaringan.

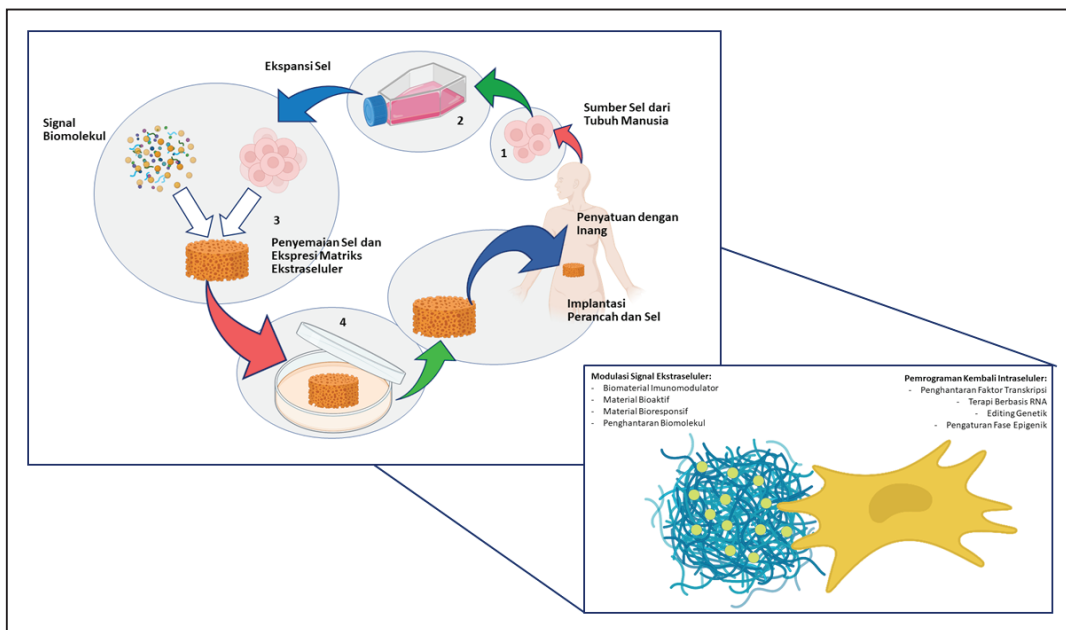


Ket. : Jika respons inang-imun (*host immune response*) gagal melindungi sistem tubuh, maka perubahan ke arah patologis akan terjadi. Terapi regeneratif memainkan peran penting dalam mengendalikan peradangan, penyembuhan, dan regenerasi.

**Gambar 1** Organisasi tubuh manusia terdiri atas aspek struktur, fungsi, koordinasi, serta sistem perkembangan dan pertumbuhan.

Berbagai macam biomaterial telah banyak digunakan dan terus dikembangkan untuk menyediakan perancah yang sesuai. Paradigma rekayasa jaringan didasarkan pada konsep bahwa semua organisme, termasuk manusia, mampu meregenerasi jaringan tubuhnya yang mengalami kerusakan. Kemampuan

regenerasi jaringan tersebut diperantari oleh proses-proses yang berlangsung pada tingkat molekuler, dipandu dan diarahkan oleh program ekspresi gen spesifik yang mengontrol pembaruan (*renewal*), restorasi, dan pertumbuhan (Gaharwar dkk., 2020). Kemajuan terkini dalam rekayasa jaringan memungkinkan potensi regeneratif bawaan yang terdapat dalam tubuh dibangkitkan untuk menghasilkan struktur jaringan yang kompleks dengan menggunakan atau dikombinasikan dengan biomaterial yang dirancang, dipabrikasi, dan direkayasa sedemikian rupa agar sesuai, bahkan identik, dengan matriks ekstraseluler pada jaringan aslinya (Gambar 2).



Ket.: Konsep rekayasa jaringan yang diperkenalkan sejak awal oleh Langer dan Vacanti memiliki unsur perancah, biomolekul signal, dan sel yang saling berinteraksi untuk meregenerasi jaringan sekaligus menjadi struktur penopang dan lingkungan mikro yang tepat bagi proses regenerasi jaringan. Konsep terbaru rekayasa jaringan juga melibatkan sistem untuk pengaturan atau modulasi signal ekstraseluler dan pemrograman kembali pada tingkat intraseluler.

Sumber: Langer dan Vacanti (1993)

**Gambar 2** Konsep Rekayasa Jaringan

Di bidang rekayasa jaringan, sejak konsep ini diperkenalkan oleh Langer dan Vacanti (Langer & Vacanti, 1993), berbagai perancah dengan karakteristik biofisik dan biokimia yang dapat disesuaikan dengan matriks ekstraseluler alamiah telah dikembangkan. Teknologi terbaru dalam rekayasa jaringan juga membawa kemajuan dalam kontrol regenerasi jaringan menggunakan modulasi signal ekstraseluler dan baru-baru ini pemrograman ulang intraseluler (Srivastava & De Witt, 2016). Tantangan utama dalam pengembangan perancah untuk rekayasa jaringan adalah kemampuan perancah tersebut untuk berinteraksi dengan lingkungan biologis. Dengan demikian, pengembangan perancah hibrida sangat penting karena biomaterial secara individual atau sendiri-sendiri tidak dapat memenuhi kebutuhan multifaktor dan multifungsi jaringan untuk beregenerasi.

Di Indonesia, sejak tahun 2014, dokter gigi dan ahli bedah mulut telah menerapkan cangkok tulang karbonat apatit (CHA) hasil hibridisasi gelatin dan biokeramik CHA yang disintesis melalui metode presipitasi basah (Ana dkk., 2018; Ana, 2019), yang aplikasinya menggunakan pendekatan rekayasa jaringan. Biomaterial hibrida CHA dari cangkang siput (*Pila ampullacea*) dikombinasikan dengan PVA dan kitosan juga telah dikembangkan baru-baru ini (Januariyasa dkk., 2020), serta biomaterial dari cangkang kerang abalon (*Haliotis asinina*) dengan lilin sarang lebah (Sari dkk., 2021), maupun kombinasi apatit dari cangkang kerang mutiara (*Pinctada maxima*), polimer, dan putih telur yang dapat berfungsi untuk meningkatkan kinerja antibakteri suatu perancah (Patty dkk., 2022) untuk rekayasa jaringan tulang.

Penelitian terkait pengembangan biokeramik untuk perancah dalam rekayasa jaringan tulang juga telah diteliti secara luas dan intensif. Dalam beberapa aplikasi, perancah bertindak sebagai pembawa faktor aktif biologis seperti faktor pertumbuhan (Shimono dkk., 2010), sel dan molekul yang disekresikannya (Ottensmeyer dkk., 2018), berbagai jenis protein (Treasure, 2010), bahan alami seperti ekstrak herbal (Dewi dkk., 2016), dan obat-obatan (Winkler dkk., 2006). Perancah yang dikembangkan dan telah diaplikasikan biasanya memiliki sifat osteokonduktif, tetapi terkadang juga bersifat osteoinduktif atau bahkan dengan

fungsi ganda, misalnya osteoinduktif dengan sifat antibakteri untuk perbaikan defek tulang yang terinfeksi (Wang dkk., 2019). Dalam bidang kedokteran gigi misalnya, banyak upaya yang telah dilakukan terkait penggunaan perancah untuk rekayasa jaringan tulang alveolar, misalnya dengan pengembangan strip periodontal dan membran untuk regenerasi jaringan saraf (Patriati dkk., 2016; Ardhani dkk., 2020) termasuk perancah untuk terapi menggunakan sel punca berbasis membran kalsium karbonat (Mahanani dkk., 2017).

Belakangan ini Ana dkk. (2022) mengembangkan sistem perancah berdaya antibakteri dengan meniru proses *in vivo* oksigenasi spesies untuk memerangi pathogen yang masuk ke dalam tubuh. Ana dkk. (2022) mengembangkan perancah hibrida yang diproses dengan penambahan peroksida guna mengatasi kondisi infeksi yang sering dijumpai pada penyakit-penyakit tertentu, yang tidak memungkinkan perancah bekerja optimal untuk menumbuhkan dan memperbaiki jaringan baru (regenerasi). Ana dkk. (2021), Suharta dkk. (2021), serta Amsar dkk. (2022) juga telah mengembangkan alternatif pemakaian produk sel punca yaitu eksosom baik yang berasal dari sel punca mesenkhimal maupun dari tumbuhan *plant derived exosome nanoparticle* (PDEN) untuk rekayasa jaringan.

### 3. PERSPEKTIF MASA DEPAN

Di masa yang akan datang, diperkirakan pendekatan seperti biofabrikasi, modifikasi permukaan dengan *micro* dan *nano-patterning*, nanoteknologi, serta hibridisasi dengan protein dan sel akan mengalami percepatan untuk menghasilkan sistem perancah yang mampu mengatur atau melakukan modulasi signal ekstrasel dan memprogram faktor-faktor intraseluler. Perkembangan penyakit yang dinamis dan tidak dapat diprediksi memerlukan kecepatan dan kecermatan dalam melakukan riset-riset serta inovasi-inovasi dalam bidang rekayasa jaringan, dan yang lebih luas lagi biomedika. Tidak mustahil akan terjadi akselerasi untuk menemukan prinsip rekayasa jaringan yang diaplikasikan dalam skrining terapi dan piranti diagnostik maju untuk mengatasi

penyakit-penyakit yang disebabkan oleh virus, seperti yang kita hadapi dengan adanya pandemik SARS-Cov2.

Pemanfaatan “lab on a chip”, “organ on chip” atau “body on chip” juga mendorong agar pengetahuan dasar tentang rekayasa jaringan, biomedika, dan sistem biologis dikuasai dengan baik agar inovasi yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan di klinik dan aman untuk diterapkan pada manusia. Di masa mendatang diperkirakan bahwa interaksi antara teknologi informasi dan komunikasi (TIK ) dengan pengembangan rekayasa jaringan akan semakin terbuka. Untuk itu, di samping penguasaan atas ilmu dasar rekayasa jaringan dan sistem biologis yang diaplikasikan dalam bidang biomedika dan kesehatan kedokteran, pemahaman tentang etika yang relevan dengan rekayasa jaringan dan ilmu biomedika juga diperlukan.

Masih terbentang pengetahuan luas yang harus dituliskan secara mendasar dan mendalam tentang rekayasa jaringan sebagai pintu untuk mengembangkan terapi regeneratif di masa depan. Aspek-aspek dasar dan mendalam tentang rekayasa jaringan masih banyak yang belum tersingkap. Dari yang sedikit itu saja kita menjadi sadar tentang “sistem cerdas” dalam tubuh kita, yang perlu digali dan dipelajari lebih jauh untuk disumbangkan untuk kesejahteraan umat manusia.

Oleh karena itu, para mahasiswa, peneliti, dan akademisi yang tertarik untuk mendalami, mempelajari, serta mengembangkan inovasi dalam bidang rekayasa jaringan di samping harus mampu menguasai prinsip-prinsip dasar dalam ilmu pengetahuan seperti kimia, fisika, biologi, seorang mahasiswa, peneliti, dan akademisi bidang rekayasa jaringan juga harus mempelajari dengan baik prinsip-prinsip biomedika dan farmasi untuk dapat berkontribusi terhadap ilmu, penemuan baru atau invensi, dan penerapan rekayasa jaringan di klinik.

Pemahaman tentang etika dan tanggung jawab keilmuan juga diperlukan agar pengembangan ilmu tidak terpisah dari kedudukan manusia di muka bumi yang semata-mata bergantung pada kekuatan Yang Maha Besar dan Yang Maha Berilmu. Untuk itu, adab menuntut ilmu harus mendasari pemahaman atas



bacaan-bacaan yang terhampar di alam semesta ini, yang tidak saja menyangkut segi fisik atau lahiriah tentang rekayasa jaringan, tetapi juga sisi batiniah seorang pembelajar yang merundukkan dirinya.

#### 4. PENUTUP

Sebagai penutup, saya ingin menasihati diri saya sendiri, keluarga, dan anak-anak saya, serta (mungkin) murid-murid saya. Nasihat ini saya rumuskan di bawah bimbingan guru saya. Begini kira-kira: *Al-Ilm* atau ilmu yang hakiki hanya dapat dijangkau dengan ketundukan dan ketaatan. Berbeda dengan sains, *Al-Ilm* (ilmu hakikat) seringkali metode pemerolehannya tidak jelas dan membingungkan. Ia tidak dapat didekati dengan rasionalitas maupun logika. Ia jauh dari sebutan sistematis. Pemerolehannya samar-samar, bahkan sering mengejutkan, membingungkan. Saat sains menerapkan batasan-batasan seperti kekayaan intelektual antara lain hak cipta, paten, atau formula-formula yang kemudian dibakukan, maka ilmu yang hakiki tidak memiliki batasan-batasan tersebut. Ia luas membentang tanpa batas dan mampu menjangkau dan menembus apa pun. Ia menjadi samudera manfaat.

Tolok ukur yang dipergunakan *Al-Ilm* bukan ukuran-ukuran standar seperti dalam sains, melainkan semata-mata ketaatan, ketundukan, dan kerendah hatian kita. Pada saat kita taat, tunduk, dan rendah hati, akses terhadap kebenaran akan dibuka lebar oleh-Nya, menjadi terang benderang. Pada saat batin kita taat, tunduk, dan rendah serta lembut hati, maka pada saat itulah ilmu hakikat yang sangat batiniah datang kepada kita. Dan itulah sesungguhnya wujud *Al-Ilm* yang telah dijanjikan oleh Dia, Allah Ta'ala, untuk menjadi satu dari tiga amalan yang tidak akan putus sampai kematian menjemput kita. Ia akan terus berkembang, menjadi amal jariyah sepanjang waktu.

*Al-Ilm* yang sesungguhnya berawal dan berakhir dengan ketundukan, dengan ketaatan. Ia hanya dapat diakses bila kita "diam" dan mengenolkan keakuan kita. Seperti diam dan taatnya pohon, batu, pasir, air, atom-atom, dan seluruh zarah alam semesta ini, maka segala yang ada di langit dan di bumi ini

sesungguhnya adalah zat yang berinteligenesia, zat yang cerdas, zat yang taat, tunduk, dan patuh pada kekuatan yang luar biasa: *Laa ilaaha ilallah*. Kita dan mereka semua adalah zat yang dititipi jiwa untuk kembali kepada-Nya, untuk senantiasa bertasbih kepada-Nya. Kita tidak akan berada di ordinat yang benar dan tepat tanpa ketaatan dan ketundukan. Hanya dengan ketaatan dan ketundukan, maka sains yang kita pelajari dan jalankan akan menjadi bagian yang menuntun kepada Al Ilm, mencapai ilmu hakikat yang sesungguhnya, yang sangat batiniah. Hanya dengan ketaatan dan ketundukan, ilmu pengetahuan yang kita peroleh akan membimbing kita untuk menuju berkah dan manfaat dalam kehidupan kita. Apa itu berkah? Berkah adalah bertambahnya kebaikan-kebaikan yang tidak ter jelaskan. Dan apa itu manfaat? Manfaat adalah sesuatu yang akan senantiasa mendekatkan kita kepada Sang Khalik – Pemilik, Penegak, Pemelihara, dan Penguasa Ilmu.

كَبَّرَ لِي لِي عِجْرًا ﴿٢٧﴾ ۞ ۞ نِيْمٌ طُمْلًا سُفَّ نَلَاهُتَّيَّ أَيَّ  
 ﴿٢٩﴾ ۞ يَدَابِعِ يَفِي لِي خِدَافٍ ﴿٢٨﴾ ۞ ۞ يَضْرَمُ يَضْرَارَ  
 ﴿٣٠﴾ ۞ يَتَنَجَّى لِي خِدَاوُ

*Wahai jiwa yang tenang, kembalilah kepada Tuhanmu dengan hati yang puas lagi diridhai; lalu masuklah ke dalam jemaah hamba-hambaKu dan masuklah ke dalam surgaKu.*

**(QS. Al-Fajr: 27-30)**

Terima kasih atas penghargaan, kesempatan, dan kepercayaan yang diberikan kepada saya untuk menerima amanah Habibie Prize 2022 dalam Bidang Kedokteran dan Bioteknologi. Semoga Allah Swt. menjaga kita semua lahir batin dunia akhirat. *Amin amin amin yaa Mujib as Sailin.*

*Wallahul muwafiq ila aqwamith thoriq.  
 Wasalaamualaikum w.r. w.b.*

## 5. REFERENSI DAN DAFTAR BACAAN

1. Amsar, R. M., Wijaya, C. H., Ana, I. D., Hidajah, A. C., Notobroto, H. B., Kencana Wungu, T. D., & Barlian, A. (2022). Extracellular vesicles: a promising cell-free therapy for cartilage repair. *Future Science OA*, 8(2), FSO774.
2. Ana, I. D., Satria, G. A. P., Dewi, A. H., & Ardhani, R. (2018). Bioceramics for clinical application in regenerative dentistry. *Novel biomaterials for regenerative medicine*, 309–316.
3. Ana, I. D. (2019). Bone substituting materials in dental implantology. In *Bone management in dental implantology* (121–141). Springer, Cham.
4. Ana, I. D., Barlian, A., Hidajah, A. C., Wijaya, C. H., Notobroto, H. B., & Kencana Wungu, T. D. (2021). Challenges and strategy in treatment with exosomes for cell-free-based tissue engineering in dentistry. *Future Science OA*, 7(10), FSO751.
5. Ana, I. D., Lestari, A., Lagarrigue, P., Soulie, J., Anggraeni, R., Maube-Bosc, F., ... & Drouet, C. (2022). Safe-by-Design Antibacterial Peroxide-Substituted Biomimetic Apatites: Proof of Concept in Tropical Dentistry. *Journal of Functional Biomaterials*, 13(3), 144.
6. Ardhani, R., Ana, I. D., & Tabata, Y. (2020). Gelatin hydrogel membrane containing carbonate hydroxyapatite for nerve regeneration scaffold. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 108(12), 2491–2503.
7. Cao, Y., Vacanti, J. P., Paige, K. T., & Upton, J. (1997). Transplantation of Chondrocytes utilizing a polymer-cell construct to produce tissue-engineered cartilage in the. *Plast. Reconstr. Surg*, 100, 297–302.
8. Dewi, A. H., Ana, I. D., & Jansen, J. (2016). Calcium carbonate hydrogel construct with cinnamaldehyde incorporated to control inflammation during surgical procedure. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 104(3), 768–774.

9. Gaharwar, A. K., Singh, I., & Khademhosseini, A. (2020). Engineered biomaterials for in situ tissue regeneration. *Nature Reviews Materials*, 5(9), 686–705.
10. Januariyasa, I. K., Ana, I. D., & Yusuf, Y. (2020). Nanofibrous poly (vinyl alcohol)/chitosan contained carbonated hydroxyapatite nanoparticles scaffold for bone tissue engineering. *Materials Science and Engineering: C*, 107, 110347.
11. Langer R., Vacanti J. (1993). Tissue engineering. *Science*, 260, 920–926.
12. Mahanani, E. S., Bachtiar, I., & Ana, I. D. (2016). Human mesenchymal stem cells behavior on synthetic coral scaffold. In *Key Engineering Materials* (Vol. 696, 205–211). Trans Tech Publications Ltd.
13. Ottensmeyer, P. F., Witzler, M., Schulze, M., & Tobiasch, E. (2018). Small molecules enhance scaffold-based bone grafts via purinergic receptor signaling in stem cells. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(11), 3601.
14. Patriati, A., Ardhani, R., Pranowo, H. D., Putra, E. G. R., & Ana, I. D. (2016). The effect of freeze-thaw treatment to the properties of gelatin-carbonated hydroxyapatite membrane for nerve regeneration scaffold. In *Key Engineering Materials* (Vol. 696, 129–144).
15. Patty, D. J., Nugraheni, A. D., Ana, I. D., & Yusuf, Y. (2022). In vitro bioactivity of 3D microstructure hydroxyapatite/collagen based egg white as an antibacterial agent. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 110(6), 1412–1424.
16. Sari, M., Hening, P., Ana, I. D., & Yusuf, Y. (2021). Porous structure of bioceramics carbonated hydroxyapatite-based honeycomb scaffold for bone tissue engineering. *Materials Today Communications*, 26, 102135.
17. Shimono, K., Oshima, M., Arakawa, H., Kimura, A., Nawachi, K., & Kuboki, T. (2010). The effect of growth factors for bone aug-

mentation to enable dental implant placement: A systematic review. *Japanese Dental Science Review*, 46(1), 43–53.

18. Srivastava D., De Witt N. (2016). In vivo cellular reprogramming: the next generation. *Cell*, 166, 1386–1396.
19. Suharta, S., Barlian, A., Hidajah, A. C., Notobroto, H. B., Ana, I. D., Indariani, S., ... & Wijaya, C. H. (2021). Plant-derived exosome-like nanoparticles: A concise review on its extraction methods, content, bioactivities, and potential as functional food ingredient. *Journal of Food Science*, 86(7), 2838–2850.
20. Treasure, T. (2010). The "bone-less" bone graft: The use of bone morphogenic protein-2 in jaw reconstruction. *Journal (Indiana Dental Association)*, 89(2), 25–29.
21. Vacanti C. A. (2006). The history of tissue engineering. *J Cell Mol Med.*, 10(3), 569–576.
22. Wang, D., Liu, Y., Liu, Y., Yan, L., Zaat, S. A., Wismeijer, D., ... & Wu, G. (2019). A dual functional bone-defect-filling material with sequential antibacterial and osteoinductive properties for infected bone defect repair. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 107(10), 2360–2370.
23. Wang, M. (2003). Bioactive materials and processing. Dalam: *Biomaterials and Tissue Engineering*. Shi, D (Ed). Berlin. Springer.
24. Winkler, H., Kaudela, K., Stoiber, A., & Menschik, F. (2006). Bone grafts impregnated with antibiotics as a tool for treating infected implants in orthopedic surgery—one stage revision results. *Cell and tissue banking*, 7(4), 319–323.
25. Yang, R., Wei, T., Goldberg, H., Wang, W., Cullion, K., & Kohane, D. S. (2017). Getting drugs across biological barriers. *Advanced Materials*, 29(37), 1606596.





# **TEKNOLOGI IOT DAN BLOCKCHAIN SEBAGAI PEMUNGKIN PENCAPAIAN SDGS**

**Prof. Dr. Ir. Riri Fitri Sari MM, MSc, IPU,  
Asean Eng**



## TEKNOLOGI IOT DAN *BLOCKCHAIN* SEBAGAI PEMUNGKIN PENCAPAIAN SDGS

**Prof. Dr. Ir. Riri Fitri Sari MM, MSc, IPU, Asean Eng**

Disampaikan pada Penganugerahan Habibie Prize 2022

### ABSTRAK

Teknik komputer telah memungkinkan sistem fisik siber berkembang secara revolusioner dan menjalankan peran sentral dalam pembentukan dunia baru yang mentransformasi pengelolaan berbagai sektor secara manual menjadi sistematis. Dalam paparan ini akan disampaikan refleksi kilas balik apa yang telah saya alami selama menjalani perjalanan karier sebagai pengajar, peneliti, Direktur IT, *reviewer*, serta motivator di bidang teknologi komputer di Indonesia dan rankologist melalui Pemeringkatan Universitas Sedunia UI GreenMetric (UI *GreenMetric World University Rankings*). Selanjutnya, perkembangan sistem fisik siber dan sistem basis data hingga mengarah pada teknologi *blockchain* dalam paparan ini akan dihubungkan dengan berbagai upaya kontribusi dalam membantu pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*) PBB. Keamanan Sistem Fisik siber, penggunaan massal dari sensor yang di pasang pada *Internet of Things* (IoT) serta penggunaan teknologi *blockchain* akan mendukung perwujudan SDGs.

Dalam menginisiasi dan mengupayakan UI GreenMetric agar diterima menjadi standar evaluasi kampus hijau dan berkelanjutan di pentas dunia, saya menjadi saksi terjadinya revolusi industri 4.0 yang terwujud dalam bentuk *banyaknya gedung pintar* (*smart buildings*) yang diupayakan untuk didirikan di semua universitas di dunia. Untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan, *energy*

*efficiency*, dan kualitas hidup yang lebih baik, telah banyak kampus dunia yang merealisasikan *smart classroom*, *smart building*, dan penggunaan sensor dan aktuator untuk pengumpulan data otomatis sehingga 6 indikator UI GreenMetric yaitu *setting* dan infrastruktur, manajemen energi, manajemen air, manajemen sampah, manajemen transportasi ramah lingkungan, serta pendidikan yang dapat terukur dalam kampus.

Ke depannya, berbagai *cutting edge technology* perlu diciptakan, diterapkan, dan dikustomisasi untuk mewujudkan kota dan komunitas yang mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) demi kemaslahatan kehidupan manusia. SDGs akan tercapai dengan persiapan sumber daya manusia (SDM) yang menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi dan memiliki cara pikir komputasional dengan kemampuan literasi serta keterampilan yang tinggi dalam beradaptasi pada perubahan.

Kata Kunci: *Sustainability*, IoT, Sistem Fisikal Siber, UI GreenMetric, SDGs, *Smart Building*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer telah mentransformasi masyarakat memasuki era terhubung sistem siber fisik. Teknologi komputer selama ini dibangun secara kolaboratif dengan berbasis sumber terbuka (*open source*), yang memberi manfaat bagi masyarakat untuk diterapkan dalam menyelesaikan berbagai masalah dalam kehidupan.

Di Indonesia, sistem siber terbentuk dengan Satelit Palapa dan Palapa Ring yang berupa jaringan serat optik. Fasilitas ini memungkinkan keterhubungan hingga ke daerah tertinggal, terdepan dan terluar. Konvergensi teknologi komputer dan telekomunikasi memungkinkan 4.17 miliar manusia di dunia dapat terkoneksi. Perkembangan *cloud computing*, sosial media, aplikasi seluler, dan robot terus menjadi faktor pemungkin perkembangan peradaban manusia.

Pada tahun 2022 ini terdapat 4.62 miliar (58.4%) pemakai media sosial aktif <sup>(1)</sup>. Di Indonesia secara berurutan berdasarkan

popularitasnya banyak digunakan WhatsApp, Instagram, Facebook, TikTok, Telegram, Twitter, Facebook Messenger, Line, Pinterest, Kuaishou, dan LinkedIn untuk berkomunikasi dan menjalankan kehidupan sehari-hari.

Transformasi Industri 4.0 banyak difasilitasi dengan teknologi baru seperti IoT, *cloud computing*, sistem fisik, big data, robot otonom, simulasi, integrasi horizontal dan vertikal, *augmented reality*, dan *blockchain*. Semua teknologi ini selalu berada di titik puncak kurva Gartner yang merupakan patokan tren teknologi di dunia, yaitu perkembangan dalam mencapai puncak kurva, memasuki lembah kematian teknologi, dan kemudian teknologi tersebut digunakan dalam kehidupan sehari-hari<sup>(2,3)</sup>.

IoT adalah sekelompok peralatan dengan intelegensi lokal yang memungkinkan komunikasi antar fasilitas, mesin, dan produk. Penggunaan *machine learning*, teknologi *big data*, pengumpulan data dari sensor, komunikasi *machine-to-machine*, dan teknologi autotomasi telah mengubah dunia. Mesin yang pintar ketika terhubung dapat mengumpulkan data dan memproses data set yang besar dengan akurat dan konsisten.

Perkembangan teknologi perangkat keras terjadi sangat cepat dan kemudian terbentuk infrastruktur jaringan informasi yang tersebar di seluruh dunia. Wujudnya adalah World Wide Web (WWW) yang diperkenalkan Tim Berners Lee. Dunia telah menyaksikan Hukum Moore berlaku pada 40 tahun terakhir. Pengembangan perangkat keras semakin murah, walaupun tidak eksponensial seperti dulu. Kemudian, terjadi perkembangan penggunaan perangkat lunak di cloud dengan penggunaan *software as a service*, *platform as a service*, dan *application as a service* pada sebuah infrastruktur yang disebut komputasi awan. *Cloud computing* ini merupakan kumpulan sumber daya komputasi yang tersebar lokasinya.

Pembangunan lingkungan binaan dan lingkungan berdasar pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi meliputi pengumpulan data dengan sensor dan *crowdsourcing*. Ledakan jumlah data berupa *text*, suara, gambar, dan video sekarang banyak diolah menggunakan berbagai teknik kecerdasan buatan

dan *machine learning* <sup>(10)</sup>. Dalam hal ini, kedepannya harus dikembangkan mekanisme agar masalah etika dan supremasi untuk mengontrol perkembangan teknologi dapat dilakukan. Keterbatasan manusia menyimpan informasi dan batas kemampuan fisiknya, tidak seharusnya menjadi titik lemah bagi kemanusiaan. Jika etika diabaikan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan semua turunan hasil ciptaan manusia, teknologi dapat berbalik menjadi bumerang bagi peradaban manusia masa depan. Oleh karena itu, masalah keamanan sistem fisik siber dan penerapan etika dan norma perlu dilakukan sejak awal.

## 2. KEAMANAN SISTEM FISIKA SIBER

Terwujudnya pembangunan berkelanjutan di dunia telah banyak terbantu dengan penggunaan sistem fisik siber yang berbasis IoT. Pada saat yang sama terjadi pengembangan teknologi *blockchain* yang merupakan mekanisme basis data lanjutan yang memungkinkan berbagi informasi dapat dilakukan secara transparan, terdesentralisasi, berketetapan (*immutable*), dan adanya konsensus semua peserta. Antisipasi pengamanan sistem fisik siber ke depannya dan pengelolaan data yang canggih berbasis kecerdasan buatan, yang dapat melindungi keamanan dan kemaslahatan umat manusia di masa depan, sangat perlu dilakukan.

Keamanan Sistem Fisik Siber yang dikenal dengan keamanan jaringan (*network security*) sangat dibutuhkan agar infrastruktur komputasi, komunikasi dan penyiaran dapat memberikan koneksi yang inklusif di seluruh Nusantara. Masalah keamanan privasi data, penghindaran terjadinya akses dari pihak yang tidak berhak, otentifikasi dan otorisasi untuk mengakses sistem, dan masalah keamanan lainnya harus dapat dihindari. Berbagai protokol dan pendekatan baru dilakukan secara terus menerus di seluruh dunia <sup>(9, 13)</sup>.

Kedepannya, konsep sistem fisik siber yang diterapkan dengan *Autonomous Artificial Intelligence* (AAI) akan mewujudkan dunia yang dapat diprediksi. Walaupun demikian, pada

kenyataanya manusia dan semesta akan selalu asimetris dan senantiasa menyediakan ruang bagi ketidaksetimbangan. Sifat dinamis alam, akan memunculkan berbagai kejutan.

Saat ini, jutaan *petabyte* sumber informasi berupa audio dan video *real time* tersedia dari masyarakat yang kian berbasis inovasi. Dengan sistem akuisisi informasi yang semakin cepat, kapasitas peralatan komputasi, perangkat pengirim, dan perangkat penerima, serta perangkat penyimpanan yang nyaris tak terbatas, mendorong terciptanya konstruksi dan konfigurasi sebuah dunia baru. Peradaban kita akan berbasis pada informasi yang dihasilkan oleh banyak sensor di sistem IoT, pola transmisi dan pengelolaan data melalui mekanisme '*ledger*' dari *Blockchain*, dan pemanfaatan kecerdasan buatan untuk menggantikan keterbatasan kemampuan manusia dalam berpikir dan membuat keputusan <sup>(11)</sup>.

Keamanan jaringan komputer yang berupa sistem fisik siber, adalah hal yang saya tekuni dari awal karier sebagai *computer scientist by training*. Dari ratusan Data Center yang sudah saya kunjungi di berbagai universitas dan perusahaan di dunia, saya melihat perkembangan teknologi dari mekanisme congestion control dengan *active network*, *virtualisasi server* dan *cloud computing* (komputasi awan) yang menyediakan layanan perangkat keras dengan berbagai metodologi atau teknik pengumpulan data <sup>(9)</sup>.

Sistem komputasi berevolusi dengan pengembangan prosesor yang mampu melakukan komputasi yang lebih cepat dan efisien. Kemudian, terbentuk konvergensi antara peralatan komputasi, telekomunikasi, dan penyiaran. Rekayasa protokol telah banyak dilakukan oleh saya dan tim riset di bidang *parallel processing*, *grid computing*, *active network*, *web extraction*, *cloud computing*, vanet, IoT, dan *blockchain* <sup>(2, 3)</sup>. Konvergensi berbagai teknologi telah membuat teknologi telekomunikasi terhubung dengan peralatan yang ada di dalam komputer membuat banyak peluang untuk berkontribusi menambah kualitas layanan sistem informasi <sup>(4)</sup>.



### 3. TEKNOLOGI IOT SEBAGAI PEMUNGKIN UI GREENMETRIC UNTUK MENDUKUNG SDGS

Sejak tahun 2010, UI GreenMetric telah diterima menjadi standar evaluasi *Green* dan *Sustainable Campus* di dunia. Dalam pembentukan dan pembangunan yang dilakukan di banyak universitas, saya melihat terjadinya revolusi industri 4.0 yang terwujud dalam bentuk *Smart Buildings* di banyak kampus <sup>(6)</sup>. Implementasi pemantauan kampus berbasis teknologi informasi merupakan topik penting yang sering dipamerkan dalam pertemuan jaringan ratusan pimpinan universitas sedunia sebagai wujud berbagi praktik SDGs terbaik dalam mewujudkan pendidikan dan riset keberlanjutan <sup>(7)</sup>. Untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan, *energy efficiency*, dan kualitas hidup yang lebih baik, telah banyak kampus dunia yang merealisasikan *smart classroom*, *smart building*, serta penggunaan sensor dan aktuator untuk pengumpulan data otomatis sehingga 6 indikator UI GreenMetric dapat terukur dalam kampus. Konsep ini kami perluas dalam UI GreenCityMetric untuk mengevaluasi pencapaian Kota dan Kabupaten di Indonesia.

Dalam visitasi ke berbagai kampus saya melihat bahwa ide yang muncul 20 tahun lalu dalam berbagai jurnal telah menjadi kenyataan dan menjadi bagian kehidupan sehari-hari sistem pendukung kampus yang berkualitas <sup>(5)</sup>, yang terefleksi dari nilai indeks yang didapatkan pada evaluasi UI GreenMetric. UI GreenMetric memperkenalkan arah kemajuan melalui *ranking*, *tree rating*, dan jaringan kerja sama yang terwujud. Proses otomasi untuk mengurangi jejak karbon menjadi *net zero* telah terwujud dalam banyak konsep 'Bangunan Intelijen'.

Penerapan IoT pada pengawasan konsumsi energi, penghematan penggunaan energi, automasi bangunan, telah banyak digunakan dengan berbagai teknologi yang memungkinkan konektivitas antara berbagai sensor ke Internet. Di tiap gedung di kampus tersedia berbagai konektivitas misalnya WiFi, ZigBee, atau jaringan RFID. Perangkat *smart metering* dipakai untuk memonitor konsumsi energi di seluruh penjuru gedung, sekaligus pengontrolannya.

Otomasi yang dilakukan untuk teknologi di kampus termasuk untuk memonitor standar lingkungan seperti humiditas, suhu dan pencahayaan. Penjadwalan *switching on/off* peralatan dapat dilakukan dengan aktuator yang dikontrol dari jauh. Kondisi darurat seperti kebakaran, gangguan keamanan, dapat dideteksi dengan CCTV, sensor asap dan sensor pergerakan di dalam ruang. Realisasi dari semua skenario tersebutlah yang diukur dalam evaluasi bangunan pintar yang dilakukan UI GreenMetric dalam satuan jumlah meter persegi bangunan yang dapat dikontrol secara pintar. Integrasi informasi tersebut kemudian dilakukan dengan menggunakan *web services* yang merupakan realisasi dari *Software as a Service*. Sebagai API yang tidak tergantung pada platform. *Web services* ini dapat digunakan untuk memfasilitasi akses jarak jauh universal ke banyak data dari sensor dan untuk mengontrol aktuator sistem. Berbagai pendekatan implementasi *web service* pada *middleware* yang berfungsi sebagai jembatan antara berbagai peralatan dan modul komputasi tersentralisasi, dapat dilihat pada sistem intelijen. *Semantic web service* yang memfasilitasi integrasi data heterogen dengan menghubungkan sensor dan aktuator. Visualisasi hasil pemantauan membantu para pimpinan institusi untuk mewujudkan infrastruktur yang efisien dan efektif serta teratur. Sistem untuk pemantauan kondisi secara *real time*, seperti *radio-frequency identification* (RFID), sensor, dan kamera digital, dipakai untuk mengontrol seluruh proses dengan algoritma yang kompleks untuk memantau interaksi antara beberapa entitas yang cerdas.

Dari berbagai masukan para Direktur *Sustainability* dari 960 universitas di dunia, yang tergabung dalam *network*, UI GreenMetric terus diperbaiki terutama dalam mendorong perwujudan *smart building* yang lebih *masif* lagi jumlahnya di seluruh dunia. Integrasi yang dilakukan dengan pemantauan dan berbagai upaya berbasis teknologi yang akan membantu mewujudkan kampus, kota, dan komunitas yang berbasis '*less carbon economy*'<sup>(11, 12)</sup>. Perubahan signifikan terjadi di banyak kampus sehingga menjadi *instagrammable*. Contoh lainnya adalah pemantauan jumlah pohon yang tumbuh dan terpelihara pertumbuhannya dengan sensor dan aktuator yang dilaporkan terbukti telah menjadikan

banyak universitas di Timur Tengah yang semula gersang menjadi berubah menjadi arboretum hijau yang kekinian serta ditanami puluhan ribu pohon. .

Komitmen untuk mengatasi masalah keberlanjutan dan dampak lingkungan terus diupayakan dibangun pada jaringan UI GreenMetric. Jika sudah terdapat sistem dan data yang lengkap, berbagai dampak perubahan dan perkembangan di dunia dapat diinisiasi untuk pengaturan infrastruktur, penghematan energi, pengolahan sampah, pengolahan air, penyediaan transportasi ramah lingkungan, dan pelaksanaan pendidikan dan penelitian di bidang keberlanjutan. Di semua kampus di dunia, terbentuknya sistem fisik siber yang memungkinkan penghematan energi dan penurunan *carbon footprint*, membantu terwujudnya ekonomi sirkular, yang akhirnya membantu terwujudnya Tujuan Pembangunan Berkelanjutan di seluruh dunia <sup>(11, 12)</sup>.

#### 4. PENUTUP

Pemanfaatan teknologi informasi di Indonesia telah membantu transformasi digital dengan penggunaannya di berbagai bidang, termasuk penggunaan sensor dan aktuator dalam berbagai sendi kehidupan ekonomi dengan menggunakan teknologi IoT.

Perkembangan komputasi awan telah mentransformasi cara perusahaan mengatur teknologi informasi dan sistem informasi mereka. Terdapat tiga model layanan yang sering disebut, yaitu *Infrastructure as a Service (IaaS)*, *Platform as a Service (PaaS)*, dan *Software as a Service (SaaS)*. Kapabilitas penguasaan teknologi informasi yang dapat berkontribusi pada kekuatan Indonesia tergantung pada empat komponen: manajemen pasokan dengan teknologi informasi, kerjasama pengembangan teknologi informasi, sikap pro-aktif dalam perkembangan teknologi informasi, dan kesiapan menghadapi perubahan teknologi informasi <sup>(8)</sup>.

Teknologi menyebabkan lingkungan kita berubah secara radikal. Komputasi tidak lagi mahal dan dapat dibagi pakai. Dengan komputasi awan (*cloud computing*) vendor dapat melayani dan menyediakan infrastruktur yang dibutuhkan pengguna. Infrastruktur untuk mendukung operasi bisnis, yaitu perangkat

keras, server, sistem operasi, media penyimpanan (*storage*) data, dan peralatan jaringan dapat menggunakan Data Center terdistribusi. *Cloud computing* yang canggih dan biaya lebih rendah dapat disediakan bagi masyarakat. Bidang *internet of things* dan Teknologi *blockchain* serta implementasi *machine learning* dan kecerdasan artifisial sangat menentukan konstelasi platform yang akan digunakan untuk menjadi *niche* dari pengolahan data di dunia.

Teknologi *blockchain* sedang diupayakan untuk diimplementasikan pada berbagai ekosistem yang memungkinkan terwujudnya 17 Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Implementasi teknologi *blockchain* untuk berbagai masalah kemanusiaan dapat dilakukan dengan sistem yang terdesentralisasi dan berbasis kepercayaan. Kemudahan untuk melakukan *tracing* pada data di *blockchain* akan membentuk keteraturan dan cara-cara demokratis baru di berbagai sendi kehidupan. Optimisme pengelolaan infrastruktur yang baik dimasa depan akan memungkinkan dunia yang lebih baik jika di bangun dari sistem yang mempertimbangkan masalah etika. Dunia komputasi dan intelegensi masa depan adalah dunia yang terbuka luas untuk dibangun secara kolaboratif, demi peradaban yang memberi tempat bagi kesejahteraan semua orang.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

1. M. Artem. (2021) *Internet Statistics 2021: Facts You Need-to-know* [Online]. Available: <http://firstsitegude.com>.
2. P. David, *An Interview with Stanford University President John Hennessy*. Communications of the ACM, Vol 69, No. 3, (2016).
3. H.L. John, *Risk Taker*, IEEE Spectrum 49(5), 24-28, (2012).
4. M. S. Michael, *The History of Computing in the History of Technology, Annals of the History of Computing*, Vol 10, No. 2, 1988.
5. H. S. Ali , W. Hironori, F. Yoshiaki, "Utilization of ICTs in Quality Assurance dan Accreditation of Higher Education: Systematic Literature Review". IEEE 6th International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)., IEEE. The Education University of Hong Kong, 2017.

6. S. Nyoman, and S. F. Riri, "Evaluating UI GreenMetric as a tool to support green universities development: assessment of the year 2011 ranking," *Journal of Cleaner Production*, 61, 46-53, 2013.
7. Universities of the future, "Industry 4.0 Implications for Higher Education Institutions," State of Maturity Report., 2019, [[https://universitiesofthefuture.eu/wp-content/uploads/2019/02/StateofMaturity\\_Report.pdf](https://universitiesofthefuture.eu/wp-content/uploads/2019/02/StateofMaturity_Report.pdf)]
8. S. Bashir, K. Sajjad, R. Muawia, and G Nikola, "Integrating the Concept of Industry 4.0 by Teaching Methodology in Industrial Engineering Curriculum," *Processes* 2020, 8, 1007 [Online]. Available: doi:10.3390/pr8091007
9. S. Floyd, "A report on recent developments in TCP congestion control," in *IEEE Communications Magazine*, Vol. 39, No. 4, hlm. 84-90, April 2001 [Online]. Available: doi: 10.1109/35.917508.
10. M. Iansiti, K. and Lakhani, "Competing in the Age of AI," *Harvard Business Review Press*, 2020.
11. M. Yassine, L. Swathi, T. Lo'ai and A.A. Ahmed, "Blockchain for Cyber-Physical Systems: Challenges and Applications," *Advances in Blockchain Technology for Cyber Physical Systems* 11-59, 2022. [Online]. Available: DOI: 10.1007/978-3-030-93646-4\_2
12. Ahmed, A.A., Nazzal, M.A. & Darras, B.M, "Cyber-Physical Systems as an Enabler of Circular Economy to Achieve Sustainable Development Goals: A Comprehensive Review". *Int. J. of Precis. Eng. and Manuf.-Green Tech.* 9, 955–975, 2022 [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s40684-021-00398-5>
13. C, Pierre, L. Aidan, S. Parvin, and S. M. Jose, "The Security of Smart Buildings: a Systematic Literature Review", *arXiv preprint arXiv:1901.05837*. [Online]. Available: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.05837>







**INTERVENSI SENI:  
MENGONSTRUKSI REALITAS**

**Naufan Noordyanto**



## INTERVENSI SENI: MENGONSTRUKSI REALITAS

**Naufan Noordyanto\***

<sup>1</sup>Penerima penghargaan Habibie Prize 2022, kategori bidang Filsafat, Agama, dan Kebudayaan dari Badan Riset Nasional dan Inovasi (BRIN) dan Yayasan Sumber Daya Manusia dalam Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Yayasan SDM IPTEK);

<sup>2</sup>Dosen di Departemen Desain Komunikasi Visual (DKV), Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital (F-DKBD),

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya

Email: noordbita@gmail.com /naufannoord@gmail.com

“Waktu mengalir tanpa jeda, sedang kita sibuk memikirkan tentang keindahan. Dua-duanya tak mungkin terbendung, tak tertahan, butuh diungkapkan dalam bahasa tanda. Seni adalah tanda hati, kita berkomunikasi dengannya.”

### 1. RENUNGAN TENTANG KEINDAHAN DAN PARADIGMA SENI

Pasca-estetika klasik Plato, melampaui mimesis sebagai standar penciptaan seni, ide atau gagasan penciptaan juga direnungkan ulang. Penciptaan bukan hanya dari yang diamati, melainkan pada kejelian yang memungkinkan seseorang untuk menghayati penampakan itu. Seniman tidak bekerja hanya membuat ulang sesuatu yang sudah ada dan apa yang dilihatnya, melainkan menuju penciptaan yang lebih dalam, kontemplasi. Ini sekaligus menunjukkan penolakan sekonyong-konyong konsep apa yang disebut seni yang indah, sebab keindahan dapat dipahami berbeda dan dinamis. Imanuel Kant (1724–1804) menyebut idea estetis sebagai daya imajinasi yang membuka ruang tak terduga, mengejutkan, lompatan pengetahuan, dan membangkitkan suasana hati. Hasrat seni yang tidak ingin hanya memuaskan

kebutuhan jasmani-inderawi, tapi juga batiniah. Pemahaman yang melampaui konsep seni, yang sejak estetika klasik, hanya mengacu pada kaidah tertentu, seperti hitungan matematis, kurang di sini dan kurang di situ. Bahkan keindahan tak selalu dipertautkan dengan yang baik-buruk (moralitas), atau dimensi psikologis (*psyche*) yang nyaman, nikmat, enak, menyenangkan, atau sesuai selera, karena memiliki standar yang berbeda.

Praktik dan pergolakan seni digerakkan oleh kesadaran-ketaksadaran, pengalaman, gagasan, dan perasaan inderawi, dan kadang kala dipengaruhi kondisi eksterior. Kerja seni itu transenden, juga dalam sejarahnya melayani agama, memenuhi kebutuhan manusia untuk mencapai kesadaran rohani/spiritual, sekaligus menjadi cermin diri, manusia melihat dirinya dan menghargai kemanusiaannya. Seni juga kerap digunakan sebagai pewarta ideologis, atau alat politik (kepanjangan tangan pembela atau justru beroposisi dengan rakyat), serta turut berkontribusi dalam perubahan sosial. Seni terapan, misal desain grafis, akrab dengan praktik industrial, menyokong proses konsumsi. Sementara di kesempatan lain, seni, dalam hal ini seni rupa murni (*fine art*), cenderung ekspresi otonom, jalan seniman untuk senantiasa merenung bentuk-bentuk rupa, dan kadang hanyut pada keserbakurangan dunia, berkubang dalam fantasi, merindukan dunia yang diimpikan. Karena itu, kerja seni juga memerlukan pengiyaan realitas, seniman perlu mengabsorbsi cara kerja alam dan manusia.

Merefleksikan cara kerja dan paradigma kesenian juga mensyaratkan pemahaman dan pemikiran. Karya adalah buah pikir, sehingga seyogianya pencipta dan pengamat (berikut masyarakat) juga menghargainya sebagai karya intelektual, erat dengan kejeniusan, dalam kerangka epistemologis. Bukan lagi masih berkuat, seni itu tak penting dan dikesampingkan, akibat pandangan bahwa kerja yang berdampak harus terukur (positivistik), bukan konstruktivis, dinamis, dan terbuka sebagaimana galibnya tolok ukur seni. Bahkan kebutuhan akan seni, sains, dan teknologi, seharusnya berkelindan, saling memengaruhi dan mendukung satu dengan lainnya, bukan saling mengesampingkan.

## 2. PEWARTA KEBUDAYAAN

Berdasar esai subbab *reality remade*, seni turut membangun dunia (Goodman, 1968), begitu menurut pandangan filsuf Amerika, Nelson Goodman (1906–1998). Seniman membuat gagasan menjadi eksplisit, salah satunya melalui simbol sebagai materi karya seninya. Seni, jika seni murni, menjadi media ungkap atau komunikasi diri seniman dengan kanvasnya. Dalam desain komunikasi visual, kerja seni melibatkan komunikasi dan interaksi sosial guna menyampaikan pesan yang dikehendakinya dengan tujuan tertentu. Karenanya, proses penciptaannya melibatkan tanda yang kemudian disebut simbol untuk berkomunikasi. Tanda-tanda visual ini kian membunch dan menjadi bagian integral dalam kehidupan manusia.

Dalam hal ini, seniman kerap mengangkat dan menampilkan identitas dan simbol-simbol komunal, etnik, maupun kebangsaan, sebagai teladan merawat kebudayaan. Dalam perjalanannya, bisa dikatakan, saya, sebagai bagian dari masyarakat kesenian, bermaksud urun menjadi agen kebudayaan aktif yang melibatkan diri dalam giat pameran karya, khususnya desain grafis/desain komunikasi visual. Pameran ini, seperti halnya seminar ilmiah, tentu saja memiliki makna besar dalam (tinjauan dan analisis) perkembangan artistik dan keilmuan karena acapkali melibatkan upayan menghimpun karya-karya seni dan *visual materials* desainer prominen yang populer di dunia, pihak akademisi, seperti guru besar dan dosen-dosen, maupun menarik minat kurator, pengamat, dan penulis desain kenamaan untuk meninjau dan mengamati.

Secara material, sebagian karya saya mengangkat dan menampilkan simbol dan identitas budaya. Di satu sisi, saya mengusung konten dan nilai budaya Indonesia dan mempromosikannya di lingkungan Internasional melalui keterlibatan dalam pameran. Di antara contoh karya saya yang demikian di antaranya, karya *Indonesian Jazz* yang menampilkan perpaduan objek budaya lokal Indonesia yang eklektik dan eksentrik dengan dominasi warna hangat yang intens, pernah dipamerkan di *event* International Jazz Poster Exhibition, 15th Festival Jazz in

the Ruins 2018: "Jazz is Woman & Woman is Jazz di Polandia tahun 2018; 2nd Poster Biennale-Posterfest Budapest 2018, Hungaria; serta lolos di 3rd Shenzhen International Poster Festival Poster Competition di Tiongkok tahun 2018 yang diseleksi dari 5.069 karya dari 55 negara. Karya lainnya, poster "Gotong Royong" telah dipamerkan Gwangju Design Biennale 2019, Korea Selatan; dan the International Beijing Design Week 2019, Tiongkok.

Karya ilustrasi berjudul *Can-Macanan Madura* mendapatkan *award winner* (di antara 9.989 karya terdaftar) atau satu-satunya karya terbaik kategori ilustrasi digital yang dipamerkan dalam Peru Design Biennial 2018, Peru. Karya yang sama juga lolos seleksi di *event* akbar Pameran Besar Seni Rupa 2018, yang diselenggarakan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia di kota Batu, Jawa Timur. Karya ilustrasi lainnya adalah *Pan-Sampanan, Indonesian Traditional Boat* dipamerkan di Silk Culture Poster Design Exhibition, bertempat di Shen Ligao Agricultural Life Park, Tiongkok, pada 1-15 Oktober 2022.

Karya yang lain, mempromosikan tipografi bermuatan budaya, seperti poster *Maduranesia Typeface* (2014), yang mempromosikan huruf digital Maduranesia yang mengadaptasi ragam hias Madura, mendapatkan karya terbaik pilihan juri (*diploma jury*) kategori poster iklan pada 5th Moscow Poster Competition 2018 Rusia. Karya ini juga telah dibeli-pakai melalui royalti lisensi, oleh beberapa mitra di Indonesia. Pada tahun 2022, poster hasil penelitian yang disokong dengan *research grant* dari kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), seperti poster *Lancor Typeface* (Hak Cipta terdaftar di Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual [DJKI]), yang mempromosikan huruf digital mengadaptasi senjata khas Pamekasan, Madura, telah dipamerkan dalam International Educational and Exhibition Project yang diinisiasi Departement of Design and Art Management, Donetsk National University, Ukraina.

Di kesempatan lain, seni mampu menjadi media komunikasi melampaui batas-batas spasial geografis, menjadi sarana pertukaran-pemahaman budaya. Sebagai gambaran riil, dalam beberapa pameran, saya kerap diundang oleh pihak negara asing untuk berkarya cipta dengan tajuk kebudayaan (lokal) mereka.

Tujuan pameran ini sesungguhnya politis dan bisa diadaptasi oleh kita di Indonesia, agar khalayak, baik peserta pameran dan publik, dapat mengetahui kebudayaan mereka. Dengan demikian, saya (dipaksa dan mau) belajar sesuatu yang baru dan membuka wawasan lebih luas tentang dunia. Minimal saya perlu menggali, membuka referensi, dan berusaha mengakrabi dari perspektif etik, orang luar (asing-berjarak), lalu menciptakan karya-karya yang merepresentasikan kebudayaan mereka. Dari kebiasaan ini pula, lama-lama dapat diambil hikmahnya, di dalam diri, tumbuh suatu perasaan menghargai dan toleransi pada pusparagam kebudayaan dan bangsa lain di dunia, sebagai penghargaan terhadap kemanusiaan, dan untuk saling mengenal. Proses penciptaan karya yang demikian adalah penghayatan atau pengalaman batin penting pada kehidupan.

### **3. SENI SEBAGAI GIAT MENGINTERVENSI PUBLIK**

Sebagai giat tradisi unjuk publik, pameran-pameran seni dan desain diinisiasi dengan tajuk-tajuk penting, selain secara spesifik menyoal kebudayaan, juga mengangkat isu lingkungan, makanan, politik, kesehatan dan lain-lain. Terselenggaranya pameran karya seni dan desain yang digarap serius dan profesional akan memberi efek riak yang luas bagi masyarakat. Pun terutama untuk seniman visual, desainer, atau fotografer di komunitas lokal, nasional, dan internasional karena adanya wadah untuk mengintervensi publik dan melontarkan pesan-pesan kritis dan solutif dalam menghadapi persoalan dunia dalam karya cipta mereka.

Pengamatan kritis pada lingkungan, khususnya polusi karbon oleh kegiatan industrial pabrik, membuat saya berhasil mencipta karya desain poster *Trees vs Industrial Carbon Emission* pada tahun 2018 dengan prinsip *tessellation* M.C. Escher, yang kemudian memicu penciptaan karya-karya saya dengan corak visual serupa berikutnya. Karya yang mengusung tajuk Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) ke-13 tentang memerangi perubahan iklim tersebut memiliki pesan utama untuk mengajak masyarakat agar turut serta menanam pohon lebih banyak sebagai solusi untuk mengimbangi banyaknya polusi karbon. Kemunculan karya ini lantas menjadi pembicaraan hangat, baik dari sisi artistik



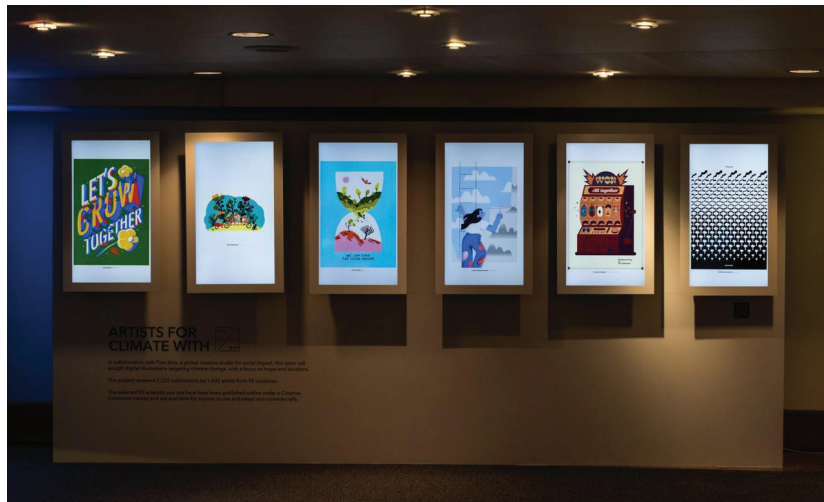
maupun konseptual, dan beberapa kali dipublikasikan ulang oleh akun-akun media sosial yang memiliki pertalian dengan dunia seni. Baru-baru ini, karya ini turut diterbitkan sebagai materi kampanye lingkungan melalui buku *Posters for the Planet* (Princeton Architectural Press di Amerika Serikat tahun 2022). Poster yang sama juga terpilih sebagai 50 karya terbaik dalam event #ArtistsForClimate yang diinisiasi oleh TED Countdown dan Fine Acts, Amerika Serikat hasil seleksi dari 2.222 karya dari 1.500 partisipan, serta pernah dipamerkan sebagai media pencerdasan dan kampanye dalam TED Countdown Summit di Skotlandia pada Oktober 2021, dan direncanakan akan dipajang dalam pameran tur di berbagai negara dalam rangkaian acara People's Promise for Climate Impact. Pun pada 2018, karya ini juga dianugerahi peringkat pertama di XI International Festival of Social Advertising-LIME 2021, Rusia, kategori *classic print*, profesional. Poster ini sejak tahun 2018 beberapa kali meraih penghargaan dan sudah dipamerkan di beberapa event lain di pelbagai negara dengan tujuan kampanye lingkungan dan iklim, maupun pameran-pameran yang menghendaki tinjauan artistik semata.

Karya lainnya, berjudul *Save Trees, Save Orangutan Life* yang mengkampanyekan anti-deforestasi dan pelestarian satwa (ditampilkan dengan visualisasi metaforis dengan objek utama orangutan, salah satu satwa khas Indonesia) dan ekosistemnya, berhasil menjadi wakil Indonesia yang menduduki juara pertama pada kategori *Eco-poster: Conservation of Wild Nature* dalam pameran akbar Golden Turtle Festival 2021 yang diinisiasi oleh MY EQUATOR Charity Social Support Fund dan didukung oleh pemerintah setempat. Juga bersama karya *Trees vs Industrial Carbon Emission* yang juga lolos seleksi, karya tersebut bersaing dari seleksi di antara 14.752 karya dan 3.864 partisipan dari 107 negara dan dipamerkan secara luring di Moskow, Rusia, pada 25 September hingga 31 Oktober 2021. Karya "orangutan" ini beberapa kali telah meraih penghargaan, seperti peringkat ketiga dalam XI International Festival of Social Advertising-LIME 2021, Rusia, kategori *classic print*, profesional; dan meraih *honorable mention* sekaligus *special jury award* dalam 9<sup>th</sup> Ekoplakat/Ecoposter 2019 di Polandia.



Sumber: Noordyanto (2018)

**Gambar 1** (dari kiri ke kanan) Karya desain poster “Trees vs Industrial Carbon Emission” dan “Save Trees, Save Orangutan Life”.



Sumber: Panitia Fine Acts (2018)

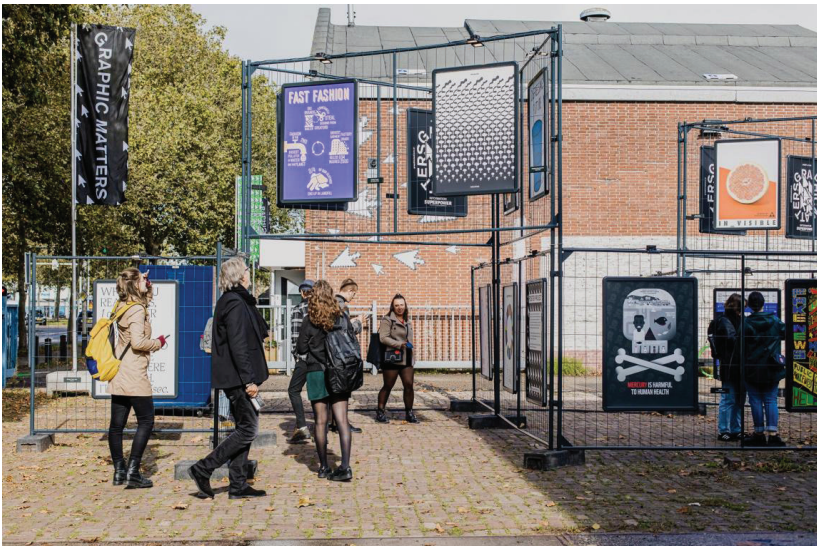
**Gambar 2** Karya desain poster “Trees vs Industrial Carbon Emission” dipamerkan dalam TED countdown summit di Skotlandia, Inggris Raya pada Oktober 2021.





Sumber: Panitia Fine Acts (2018)

**Gambar 3** Presentasi karya #ArtistforClimate di TED Countdown Summit di Skotlandia pada Oktober 2021.



Sumber: Panitia Graphic Matters (2019)

**Gambar 4** Karya "Trees vs Industrial Carbon Emission" di 2019 - 7<sup>th</sup> 2019 - 7<sup>th</sup> graphic matters di Breda, Belanda.





Sumber: Panitia IPBW (2021)

**Gambar 5** Karya “Trees vs Industrial Carbon Emission” dan “Climate Emergency” dipamerkan dalam S.O.S. Earth - Visual Petition of Climate Emergency ~ image bank for action, *side event* dari 27<sup>th</sup> International Poster Biennale in Warsaw (IPBW) tahun 2021, Academy of Fine Arts in Warsaw, Polandia.



Sumber: Panitia IMPC

**Gambar 6** Karya "Save trees, save orangutan life" dipamerkan dalam International Moscow Poster Competition (IMPC) 2020 di Rusia pada 23 September-3 Oktober 2020.

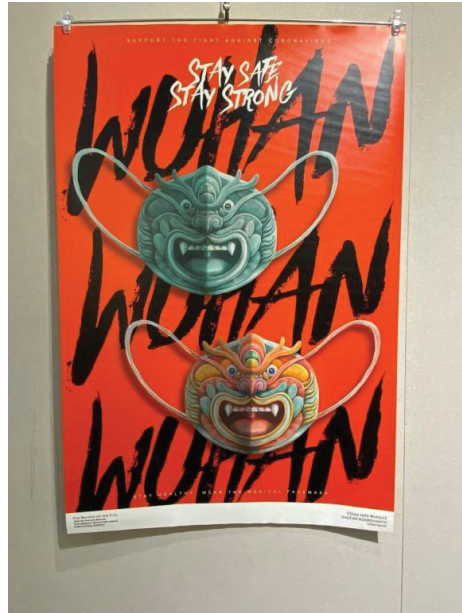


Sumber: Jonas Hartz (2022)

**Gambar 7** Tiga karya poster berjudul *"Save trees, save orangutan life"*, *"Trees vs Industrial Carbon Emission"*, dan *"In Service of Fashion"* dipamerkan dalam "Our planet, our rules" and "loved, tortured, eaten" pada 7 Agustus 2022–31 Januari 2023 di Museum Bünde, Jerman.



Contoh giat lainnya adalah saya menciptakan karya desain poster bertajuk Covid-19 sebanyak 15 karya dan 3 karya turunan (gubahan), yang sejak awal 2020 (status masih endemik) hingga Agustus 2021 telah dipamerkan di 27 *event* atau festival desain di 14 negara. Berdasarkan pengamatan saya, karya-karya yang tercipta dan dipublikasikan oleh seniman dan desainer global, termasuk di antaranya karya saya kemudian menjadi rekam sejarah secara visual (atau jurnalisme visual) dunia, menggambarkan rentetan peristiwa penting selama wabah. Seperti mula-mula menggambarkan (*depicting*) selama pandemi awal dan epidemi di Wuhan, Tiongkok ; menyorot diskriminasi Barat pada warga Asia yang terkena stereotip- sebagai penyebab munculnya Covid-19; merekam aktivitas, kejadian, atau terminologi baru yang populer selama pandemi; menyampaikan terima kasih pada tenaga medis; dan di fase-fase penciptaan berikutnya, karya-karya mengusung antusiasme dan optimisme, menghilangkan depresi dan keputusasaan, dan menumbuhkan harapan agar pandemi berakhir di sela-sela aktivitas (isolasi) sedang di rumah saja; serta penciptaan karya guna membayangkan apa yang terjadi setelah pandemi (berjaga-jaga munculnya gegar keadaan sekaligus membayangkan impian positif yang diinginkan).



Ket.: Aksi solidaritas (sebelum pandemi terjadi) untuk mendukung rakyat Tiongkok agar dapat melalui wabah Covid-19. Dipamerkan di The Warmth of City 2020 International Commonwealth Poster Design Invitational Exhibition of Anti-New Coronavirus tahun 2020 di Zhejiang City Fine Arts Biennale, Tiongkok pada tanggal 1-17 Mei 2020.

Sumber: Wei (2020)

**Gambar 8** Karya "Stay Safe Wuhan"



Sumber: Noordyanto (2020)

**Gambar 9** Karya “We Will Play Outside Again” dan “The Frontline Fighter” yang dicipta tahun 2020.



Ket.: Foto bersama dua kurator, dengan sosok di sisi kiri adalah Chang Fang Pang, presiden Kaohsiung Creators Association (KCA), Taiwan.

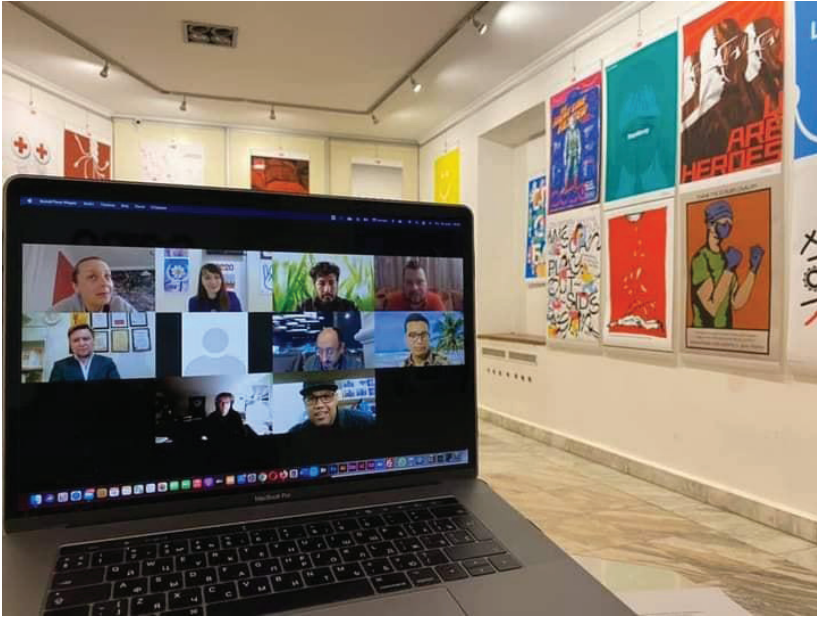
Sumber: Chi Hsiang Lee (2020).

**Gambar 10** Karya “We Will Play Outside Again” dan “The Frontline Fighter” dipamerkan dalam Virus is Over – The World would be better – International Exhibition 2020, Taiwan.

Berdasarkan pengamatan dan pengalaman praktik penciptaan yang saya lakukan, karya-karya seni terapan (desain) berupa karya poster-poster yang dipamerkan dengan kiasan atau ekspresi visual yang kuat ini, menawarkan pemahaman tentang persoalan dunia dari sudut pandang pribadi sang desainer sebagai bagian dari komunitas sosial. Sesuatu yang menonjol adalah poster-poster itu menggambarkan ekspresi diri dan kemandirian berpikir desainer atas hak kebebasan berbicara (dan amanah sosialnya untuk mengintervensi publik) untuk mengomunikasikan bagaimana mereka memandang dunia dan masalahnya. Komunitas desainer ini mencipta poster dengan pesan yang bervariasi untuk merespons isu-isu urgen, seperti topik lingkungan, Covid-19, dan sebagainya tetapi berorientasi pada nilai-nilai kemanusiaan dan sosial: nilai-nilai berbagi, hati nurani yang bergerak dan berkolaborasi, solidaritas, pemikiran kritis, dan banyak formulasi konsep artistik lainnya dengan pendekatan emosional dan kolektif-kolaboratif. Ini berdampak pada upaya untuk membangun panggilan kolektif, menjaga kohesi sosial, daripada hanya membuat grafik instruksional, misalnya berbeda seperti poster Covid-19 yang telah dibuat oleh otoritas kesehatan yang fokus pada perjuangan medis.









Ket.: Dalam acara ini saya diundang untuk hadir dalam pembukaan pameran melalui pertemuan daring bersama Maria Suleymenova (atas kiri), Direktur Aktivitas Pameran, International Public Association (Union of Designers) dan Professor Alexander Bobykin dari Russian Academy of Arts, Rusia. Foto di baris bawah, adalah pameran tur dengan membawa karya-karya pamer Red Zone ke sekolah-sekolah di Rusia.

Sumber: Chi Hsiang Lee (2020).

**Gambar 11** Karya *"We will play outside again"* dan *"The Frontline Fighter"* Exhibition of The international poster exhibition "RED ZONE Action 2020", Moskowa, Rusia.

Pameran itu sendiri, sebagai tradisi yang membanggakan dan digarap serius, pada gilirannya memunculkan apresiasi dan rekognisi di dunia internasional, memetakan pelaku seni dan desain di mata dunia, sekaligus progres aktif saya ternyata menggugah semangat desainer-desainer lokal (Indonesia) untuk berkarya cipta dan aktif berpartisipasi dalam pameran (karena orang-orang di dunia desain galibnya berpameran [hanya] untuk komersialisasi). Pada akhirnya ini dapat memicu pergolakan nasionalisme lewat kebudayaan. Ini bukan hal baru. Belajar dari latar belakang historis, sebagai salah satu pemuda yang berjuang hidup di antara masyarakat kesenian hari ini, pada dasarnya kerja-kerja saya adalah melanjutkan warisan para pendahulu dan garis



belajar guru-guru/dosen seni saya. Sejak muncul Raden Saleh pada abad ke-19 dengan reputasi internasionalnya, pergerakan pelukis Mooi Indie pada awal abad 20, pergerakan Persatuan Ahli Gambar Indonesia (Persagi) pada 1938 yang membangkitkan kesadaran nasional, hingga kemunculan lembaga kesenian dan kebudayaan, termasuk di antaranya sekolah-sekolah seni di pelbagai daerah di Indonesia, menggerakkan hati saya untuk berusaha dan semangat berprestasi mengharumkan negeri melalui jalur seni dan kebudayaan yang saya tekuni. Pun dari pengalaman ini, saya berusaha turut serta dalam upaya berbagi ilmu dan mencerdaskan anak bangsa melalui pengabdian sebagai pengajar di ITS.

#### **4. KERJA-KREATIF KOLEKTIF-KOLABORATIF DAN IMPLIKASI EKONOMI**

“Seni adalah jalan melihat diri, orang lain, dan dunia”

Di samping pemahaman individual, kerja seni juga berusaha digunakan guna memahami dan berkomunikasi dengan orang lain, sehingga berkaitan dengan produksi bahasa dan kode, serta berpotensi dalam perubahan sosial. Kerja seni seperti ini, secara spesifik saya mengambil kasus dalam seni terapan yang saya tekuni, ditampakkan dalam praktik di dunia desain grafis (desain komunikasi visual), mensyaratkan proses penciptaan yang tidak terpisah dan berjarak dengan masyarakat.

Seperti yang kita ketahui, kerja desain, dalam diskursus studi kultural, sering (dianggap) problematis. Desain (dan penggiatnya) sering dipersoalkan sebagai agen kapitalisme yang mendorong konsumerisme, hedonisme, dan ideologi-ideologi lainnya, sedangkan orientasi desain dalam teoretis dan praktiknya bertujuan pada penerimaan pasar dan kepuasan konsumen. Ini terjadi karena pencaplokan kebebasan kreatif desainer oleh sistem kontrol batasan (*constraint*), seperti klien, finansial, teknis, target audiensi dan segmentasi, atau bahan-bahan masalah (desain) secara spesifik. Kendati demikian, ini sekaligus contoh praktik seni yang mendekati masyarakat lewat *breakdown* audiensinya meski dalam sebagian kerjanya di lingkup komersial. Dampak buruk kerja desain industrial yang sering

dianggap memicu perubahan sosial, khususnya konsumerisme, agar berimbang sebaiknya disorot positif, misalnya, sebagai upaya mendorong pertumbuhan ekonomi dan bidang kehidupan yang lain. Barangkali di sini lah pentingnya intervensi desainer, yaitu keberpihakan (ada di posisi mana dan mendukung siapa?). Dalam hal ini, desainer dapat menjadi mediator sekaligus penengah yang kompromis di antara klien dan pasar. Barangkali memahami ini, pandangan Victor Papanek (1923-1998) soal tanggung jawab sosial dan moral desainer dapat dijadikan pegangan. Mendesain tidak hanya memikirkan keuntungan komersial, tapi lebih dari itu, sekaligus membantu dan melayani kebutuhan masyarakat, misalnya mendesain memikirkan keamanan, kenyamanan, dari sisi keberpihakan dalam menyosialisasikan pesan-pesan perubahan kehidupan sosial yang lebih baik (Papanek, 1985). Dengan kata lain, ini adalah bentuk kepekaan (sosial dan kemanusiaan) dan ekspresi desainer terhadap permasalahan yang ada di masyarakat membawa desainer memaknai persoalan yang terjadi di dunia yang mereka hadapi melalui kreativitasnya, sekaligus menarik perhatian publik terhadap estetika karya yang disajikan.

Dalam lingkup ekonomi misalnya, kerja desain kemudian perlu juga memihak minoritas, seperti pelaku usaha kecil yang hidupnya tertatih-tatih. Mereka sangat membutuhkan sentuhan seni (desain) dalam perangkat bisnis kecil mereka, seperti desain materi-materi promosi digital, kemasan, atau identitas, dan lainnya, yang kadang tidak dapat dijangkau anggarannya oleh usaha kecil. Kerja-kerja desain demikian dalam lingkup lebih luas, misalnya, turut mendukung program kepariwisataan dan ekonomi kreatif, guna membantu negara dan kesejahteraan masyarakat lokal dalam upaya meningkatkan perekonomian dengan memaksimalkan potensi-potensi lokal. Keberpihakan yang demikian adalah kerja membela bangsa, menggugah dan membangun kemajuan ekonomi dan pada gilirannya menggugah penggunaan produk-produk dalam negeri. Kerja ini bukan aksi individual, tapi membutuhkan sinergi kolektif dan kolaborasi sehingga tujuan-tujuan sosial yang diharapkan tercapai. Beruntung

pula, misi dan misi hilirisasi produk perguruan tinggi, terutama di lingkungan ITS di mana saya berkarya, melalui kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakatnya, saya dilibatkan dan didukung penuh dalam upaya pemenuhan kebutuhan masyarakat.

Cara lainnya, agar berimbang, giat desain perlu berorientasi pada tujuan sosial murni atau nonprofit/nirlaba (*social project*) dan memihak pada masyarakat, seperti berkontribusi pada kerja pencerdasan (edukasi)/pendidikan, kampanye lingkungan, menyosialisasikan budaya, dan kerja berdampak sosial lainnya, seperti yang telah saya paparkan di muka. Media ungkap seni dan desain hari ini beragam untuk menyampaikan pesan-pesan sosial ini. Dengan dukungan teknologi informasi dan giat berbagi secara digital, pendekatan dan jangkauan seni pada masyarakat menjadi semakin luas.

Dalam esai terkenal yang ditulis filsuf Jerman, Walter Benjamin (1892–1940), *The Work of Art in the Age of Mechanical Reproduction* (1935) mengungkapkan bahwanya seni rupa di era mekanis dianggap memiliki nilai sosial tinggi. Karya seni berada pada tren reproduksi massal dan memungkinkan terdistribusi oleh jangkauan massa yang relatif luas. Karya yang bisa diperbanyak (dikopi) cenderung lebih demokratis, bisa disajikan untuk siapa saja. Kita memproduksi, atau sebagai pengamat, mengamati karya seni yang demikian dapat di waktu yang sama dan tempat berbeda. Nilai sosial, dalam seni terapan, khususnya desain grafis, pun dapat dikatakan sebagai diseminasi karya yang berbanding lurus dengan jangkauan hilirisasi dan dampak kebermanfaatannya dalam perubahan sosial. Proses penciptaan dan distribusi karya, dalam sejarahnya, mula-mula konvensional dengan tangan (*man-made artifacts*), lalu mekanis dengan teknologi dan alat cetak lawas seperti litografi, kini beralih dengan perangkat mekanis modern: komputer dan internet. Penciptaan seni dan desain dengan produksi massal dalam wujud digital menjadi *zeitgeist* (semangat zaman) atau tren budaya dan selera yang menjadi ciri khas era komputerisasi.

## 5. SUMBANGSIH PRAKTIK DAN EKSPLORASI SENI DALAM DUNIA PENDIDIKAN DAN PROFESIONAL DESAIN

Karya seni seperti sebuah organisme hidup, lahir dari akal budi, pengejawantahan ungkapan segenap perasaan, dan dedikasi luar biasa. Diproduksi penuh perhatian dan kesabaran, disayangi-sayang sebelumnya akhirnya berpindah tangan. Proses riset-ideasi-iluminasi untuk menghasilkan karya cipta bukanlah hal mudah, dan tak semua bisa menggapainya. Dedikasi adalah kunci, dan karenanyamembutuhkan: cinta (ketertarikan, usaha, rasa mendamba, motivasi, empati, energi, dan perasaan menikmati); perhatian (fokus, disiplin, kesabaran, dan sensitivitas/kepekaan); serta visi (paradigma/perspektif, arah dan tujuan (*direction and orientation*), serta progres (berkemajuan).

Karya seni juga harta, produk pengetahuan dan kekayaan intelektual yang bernilai. Proses penciptaannya adalah laku kejeniusan. Karya seni memperlihatkan keberdayaan daya cipta, rasa, dan karsa manusia sebagai makhluk paling unggul, sekaligus mengukuhkan martabatnya yang luhur, berakal budi dan berkebudayaan. Ini pula yang membangun peradaban adiluhung suatu bangsa. Selain dinikmati melalui penghayatan perasaan, karya seni bertransformasi menjadi objek kajian, diinterpretasi, dan direkonstruksi secara diskursif atas makna dan teorinya sebagai literasi dengan materi visual.

Praktik seni, melalui karya, turut memberikan sumbangsih pengetahuan terutama penghayatan (ilmu) estetika. Kerja kejeniusan seniman, dalam praktiknya, bahkan melampaui atau tidak berorientasi sepenuhnya pada terapan kaidah yang telah ada sebelumnya. Karena ketidakpuasan, eksplorasi gagasan, visi pribadinya, pengalaman, dan penghayatannya pada realitas, seniman kemudian mengembangkan kaidah-kaidah yang relatif baru guna mencapai tujuan penciptaannya. Darinya, karyanya memungkinkan menjadi indikator dan teladan atau justru pemberontakan relatif baru dalam ilmu pengetahuan seni yang kemudian menarik minat peninjau dan pengamat seni untuk mengkaji. Kiranya bisa dikatakan bahwa karya cipta adalah artefak (produk kebudayaan) sekaligus produk pengetahuan manusia yang

egaliter dengan karya tulis ilmiah. Wajar pula, jika dalam dunia seni, kita menerima kemenduaan: berkarya cipta dan berkarya tulis. Hal demikian, dalam perguruan tinggi penyelenggara pendidikan seni dan desain, membuka minat penciptaan dan atau pengkajian seni.

Hal yang menarik, dalam kompetensi seni rupa terapan, khususnya penciptaan karya-karya desain yang saya geluti, cenderung dinafikan sebagai artefak koleksi, terutama setelah menjalankan kerja fungsionalnya. Akibatnya, karya-karya tersebut cenderung banal, usang setelah dipakai sesuai tujuan penciptaannya, tidak layak menjadi artefak koleksi, dan pada gilirannya menunjukkan perkembangan artistik yang *stuck*. Karya-karya yang dihasilkan ini dibuat dengan bahasa visual dan tata artistik yang kadang membosankan, terutama akibat dari proses berpikir, riset, dan penghayatan yang dangkal. Salah satu jenis karya desain yang bisa keluar dari persoalan ini adalah praktik penciptaan karya desain poster yang saat ini saya tekuni.

Berbeda dengan struktur forma desain logo yang sangat “administratif”, atau desain antar muka (yang sangat mempertimbangkan pengalaman pengguna, penciptaan desain poster memungkinkan penerapan prinsip-prinsip liberasi-deliberasi desain: pertemuan antara (prinsip) seni murni (ekspresif/liberal) dan desain (terstruktur dan dibatasi/*ber-constraint*/deliberasi), dalam hal emosi dan rasionalitas, menghargai sisi subjektif desainer yang unik dan kerja komprehensifnya. Hal ini dikarenakan poster menjalankan peran sebagai salah satu bentuk media ekspresi seni (dalam lingkup desain yang akrab dengan “struktural-fungsional”) kendati melibatkan prinsip komunikasi (sosial). Poster adalah karya desain yang dapat bersifat *artist centric*, lebih bergantung pada kehendak penciptanya (sebagian besar dari pikiran dan kepribadiannya, daripada orang yang memesan desainnya, jika pun itu pekerjaan desain berkemisi). Proses penciptaannya pun menerima kerja eksperimen artistik sebagai bahasa desainnya.





Ket.: Koleksi karya-karya desain poster Naufan Noordiyanto tahun 2018-2022. Terdiri dari jenis poster promosi/iklan maupun sosial-budaya yang menerapkan prinsip liberasi-deliberasi desain.

Sumber: Noordiyanto

**Gambar 12** Koleksi karya-karya desain poster Naufan Noordiyanto



Berkaca dari sejarah, dalam perkembangannya, penciptaan poster sudah lama dipengaruhi konsep liberasi desain, terutama dari struktur dan ungkapan artistiknya. Alih-alih mengikuti dan bergantung terlalu banyak pada kemauan pemesan atau klien atau mengikuti patron tertentu, penciptaan poster tetap mengedepankan corak/dialek personal seniman dan desainer dengan keahlian *craftmanship* lewat visualisasi poster yang diciptanya. Seperti yang dilakukan sosok ternama dalam dunia poster, Jules Chéret dan Henri de Toulouse-Lautrec (1864–1901) dalam mencipta *commission works* berupa poster-poster teater atau pertunjukan seni lain, menampilkan corak ilustrasinya atau gaya visualnya sendiri, *la belle époque (the beautiful era)* (Meggs & Purvis, 2012). Meski demikian, perihal penyampaian pesan adalah hal utama, bagian inilah, kerja penciptaan poster memegang prinsip deliberasi desain (masih terikat *design goal*). Begitu pula karya-karya bercorak Swiss Poster yang konon mesti rigid karena “diatur” oleh *grid system*, terukur, modern, ternyata *constraint* itu justru memicu perkembangan gaya desain baru New Wave, yang digerakkan oleh Armin Hoffmaan atau Wolfgang Weingart, menyuguhkan tampilan visual dengan ringkasan ikonik dan intervensi simbolik yang dramatik, ekspresif, dan eksperimentatif, menawarkan *visual challenge*. Di kemudian hari, pada 1960 ke atas (meski jauh sebelum itu telah dimulai sejak berkembangnya Avant Garde) poster dan desain grafis semakin dipengaruhi post-modernisme, hingga terjadinya revolusi teknologi yang memungkinkan bantuan komputer dalam mendesain dengan ditandai munculnya sosok desainer wanita kenamaan penanda peralihan itu, April Greimann. Di era-era ini, paradigma penciptaan poster cenderung berparadigma artis sentris (berpusat pada pikiran dan personalitas) dan itu pada galibnya juga diakui sebagai keragaman paradigma penciptaan dalam desain.

Poster-poster dengan prinsip ini memiliki grafis yang memungkinkan dialih-terapkan di pelbagai media. Beberapa di antaranya dapat ditransformasi menjadi produk *fashion* (menyerupai kain bercorak), menjadi materi sablon *t-shirt* dan lain-lain. Dengan demikian, belejar prinsip liberasi-deliberasi desain melalui penciptaan poster sangat multifungsi. Di satu sisi,

ia memicu berlanjutnya penciptaan alih media, sedangkan di sisi lain, melanjutkan bentuk penghayatan estetika pada desain, renungan dan penghargaan subjektivitas rasa personal dalam diri desainer. Ini yang kemudian dapat dikatakan sebagai renungan tentang keindahan di tengah singgungan aktivitas desain yang terstruktur dan fungsional dan tuntutan otoritas eksternal.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Goodman, N. (1968). *Language of art: An approach to a theory of symbol*. The Bobs-Merril Company.
2. Benjamin, W. (2007). *Illuminations* (Ed. cetak ulang terjemahan *Illuminationen*). Schocken Books (Publikasi asli pada 1968. New York: Harcourt, Brace & World).
3. Burhan, M. A. (2008). *Perkembangan seni lukis mooi indie sampai persagi di Batavia, 1900-1942*. Galeri Nasional Indonesia.
4. Burhan, M. A. (2013). *Seni lukis Indonesia masa Jepang hingga Lekra*. Galeri Nasional Indonesia.
5. Meggs, P.B., & Purvis, A. W. (2012). *Meggs' history of graphic design (5th ed)*. John Wiley & Sons, Inc.
6. Papanek, V. (1985). *Design for the real world: Human sociology and social change*. Thames & Hudson.
7. Walker, J. A. (2010). *Desain, sejarah, budaya: Sebuah pengantar komprehensif (Ed. terjemah)*. Jelasutra.







# PENGHARGAAN HABIBIE PRIZE 2022



Diterbitkan oleh:  
**Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah**  
Gedung BJ 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](mailto:penerbit@brin.go.id)  
*Website:* [lipipress.lipi.go.id](http://lipipress.lipi.go.id)



DOI: 10.55981/brin.707

