



**Diversifikasi dan Hilirisasi Riset Logam Berat  
untuk Pengelolaan Ekosistem Pesisir dan  
Laut Berkelanjutan**

**NOVERITA DIAN TAKARINA**

Pidato pada Upacara Pengukuhan sebagai  
**Guru Besar Tetap Bidang Ilmu  
Ekofisiologi Biota Laut**  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Indonesia

Depok, 9 Agustus 2023

Pidato Guru Besar

Noverita Dian Takarina

**Diversifikasi dan Hilirisasi Riset Logam Berat untuk Pengelolaan Ekosistem Pesisir dan Laut Berkelanjutan**



Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum Wr. Wb.

Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua

**Yang Terhormat**

- Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
- Direktur Pendidikan Tinggi, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
- Ketua dan Sekretaris Majelis Wali Amanat Universitas Indonesia
- Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Indonesia
- Ketua, Sekretaris, dan para Anggota Dewan Guru Besar Universitas Indonesia
- Ketua, Sekretaris, dan para Anggota Senat Akademik Universitas Indonesia
- Para Dekan, Direktur Sekolah serta Wakil Dekan dan Wakil Direktur Sekolah di Universitas Indonesia
- Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia,
- Ketua Dewan Guru Besar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia beserta anggota,
- Para Pimpinan, Staf Pengajar, Karyawan, dan Mahasiswa di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia
- Para Guru Besar Tamu, Para Undangan, Keluarga, Kerabat, serta hadirin yang saya muliakan

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas karunia dan nikmat-Nya kita dapat berkumpul di sini pada acara Pengukuhan Guru Besar dalam keadaan sehat wal afiat.

Hadirin yang saya hormati

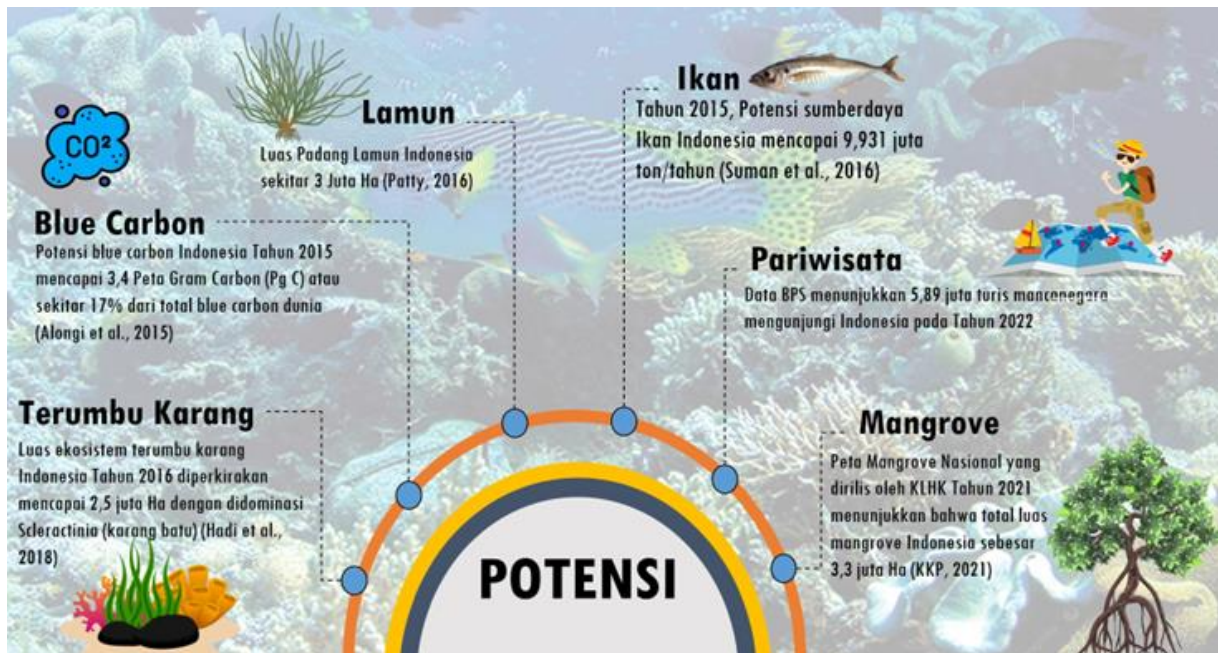
Izinkanlah pada kesempatan ini, saya menyampaikan terimakasih kepada Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia atas kepercayaan yang diberikan kepada saya untuk memangku jabatan Guru Besar Bidang Ilmu Biologi khususnya bidang Ekofisiologi Biota Laut di Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Rasa terima kasih juga saya sampaikan kepada Rektor Universitas Indonesia atas kesempatan yang diberikan untuk menyampaikan pidato pengukuhan pada hari ini. Terima kasih kepada Bapak, Ibu, dan tamu undangan sekalian yang sudah berkenan meluangkan waktu dan meringankan langkah menghadiri pengukuhan ini.

Hadirin yang saya hormati

Atas izin Allah, perkenankanlah saya menyampaikan pidato pengukuhan sebagai Guru Besar dengan judul:

## Diversifikasi dan Hilirisasi Riset Logam Berat untuk Pengelolaan Ekosistem Pesisir dan Laut Berkelanjutan

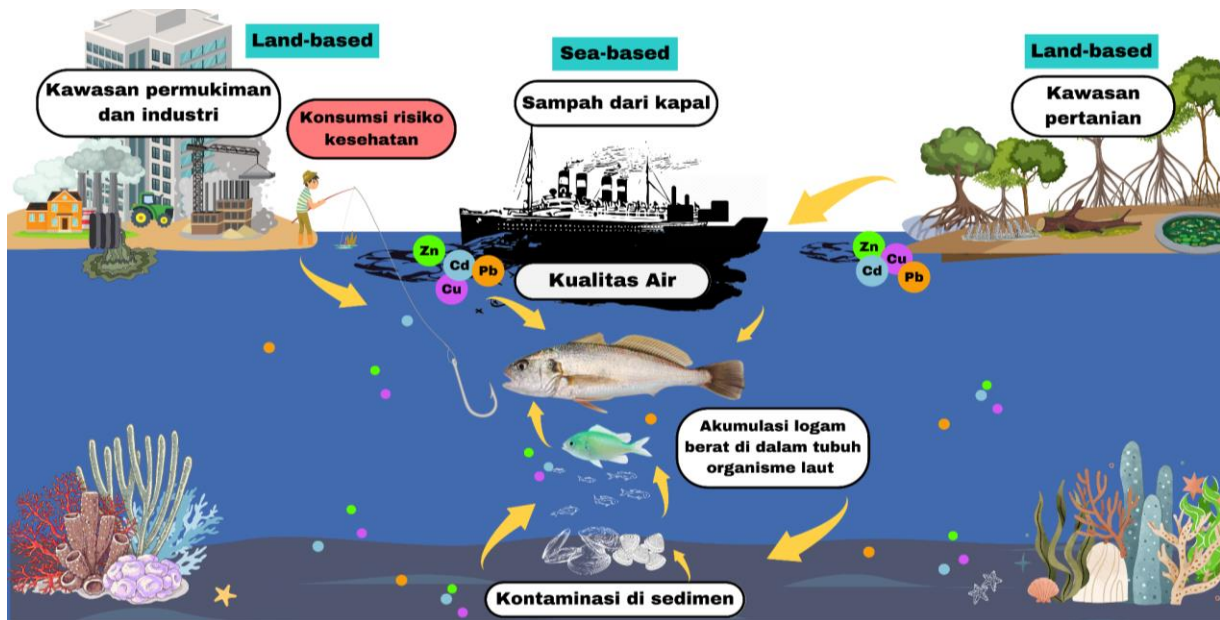
Perairan Indonesia kaya akan ekosistem pesisir dan laut dengan keanekaragaman biota yang luar biasa banyak jenisnya. Perairan tropis di Indonesia memiliki kurang lebih 5319 fauna, 3476 spesies di antaranya adalah ikan laut, dan sisanya (1843 spesies) adalah karang, krustasea, echinodermata, dan Polychaeta (Widjaja *et al.* 2014), sedangkan keanekaragaman flora meliputi lamun (3 juta Ha) dan mangrove (3,3 juta Ha) (Ogden and Gladfelter 1983; Patty 2016; KKP 2021; Widayanti *et al.* 2022). Besarnya potensi ekosistem pesisir dan laut tersebut berkontribusi pada melimpahnya sumberdaya ikan di Indonesia yang mencapai 9,931 juta ton/tahun (Suman *et al.* 2016). Selain sumberdaya ikan, ekosistem pesisir dan laut tersebut juga memiliki potensi untuk menyimpan 3,4 Pg Carbon atau sekitar 17% dari total *blue carbon* dunia (Alongi *et al.* 2015) serta potensi pariwisata yang ditandai dengan meningkatnya devisa negara dan jumlah turis mancanegara (BPS 2022). Gambar 1 menampilkan beragam potensi yang tersedia dari perairan pesisir Indonesia.



Gambar 1. Potensi pesisir di Indonesia

Perairan dan ekosistem pesisir tropis Indonesia saat ini terancam oleh tekanan yang terkait dengan aktivitas antropogenik (aktivitas manusia) seperti pertanian, pertambangan,

perikanan dan permukiman. Namun, sebagai suatu kesatuan ekosistem, pesisir dan laut dipengaruhi oleh berbagai variabel lingkungan dan ekosistem sekitarnya. Salah satu variabel di pesisir dan laut adalah masukan limbah dari darat (*land-based*) dan dari laut (*sea-based*) yang mengandung logam berat (Gambar 2).



Gambar 2. Mekanisme masuknya logam berat ke perairan dan biota yang mendiaminya (Takarina *et al.* 2023, dengan modifikasi)

Logam berat didefinisikan sebagai logam yang memiliki berat jenis lebih dari  $5 \text{ g/cm}^3$  (Usman *et al.* 2013). Berdasarkan manfaatnya bagi makhluk hidup, logam berat dikelompokkan menjadi logam esensial dan non esensial. Logam berat esensial memiliki manfaat dan dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah yang relatif sedikit seperti Zn, Cu, Fe, Co, dan Mn, sedangkan logam berat non esensial tidak memiliki manfaat bagi makhluk hidup dan bersifat toksik seperti Hg, Cd, dan Pb (Irhamni *et al.* 2017; Briffa *et al.* 2020). Logam berat memiliki sifat yang sulit terdegradasi sehingga dapat terdistribusi dalam bentuk terlarut, tersuspensi, dan mengendap di bagian dasar perairan (sedimen). Kandungan logam berat di sedimen cenderung lebih tinggi dibanding pada air dan biota perairan. Jika senyawa tersebut terakumulasi di dalam tubuh biota, dapat mengakibatkan disfungsi organ dan jaringan.

Melihat keadaan yang kompleks ini, tentu riset logam berat tingkat nasional harus mengalami diversifikasi dan hilirisasi. Diversifikasi riset logam berat artinya riset logam berat harus mencakup semua biota dan ekosistem. Lebih lanjut, diversifikasi riset logam berat perlu mempertimbangkan keadaan dan perubahan lahan di ekosistem terdampak termasuk di

kawasan hulu hingga hilir. Kandungan logam berat di berbagai spektrum lingkungan dan ekosistem tentulah menanti sebuah solusi, artinya riset logam berat harus mampu dihilirisasikan ke arah produk sebagai salah satu upaya mitigasi logam berat. Dalam paparan ini, hilirisasi yang disajikan adalah inovasi adsorben dalam bentuk *Zeolite Embedded Sheet* (ZES) dan estimasi kinerja optimal dari adsorben ini melalui pemodelan *Random Forest*.

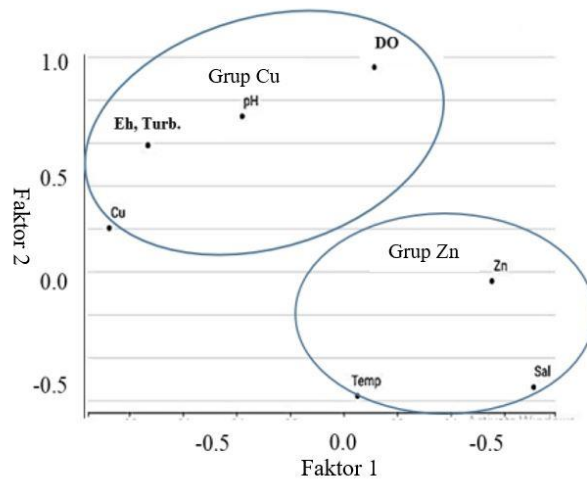
*Hadirin yang kami hormati,*

*Seperti yang kita ketahui, masuknya logam berat pada lingkungan perairan dapat dipengaruhi oleh kondisi fisika dan kimia air. Distribusi logam berat pada sedimen juga bervariasi tiap kawasan. Paparan berikut menjelaskan tren logam berat di air dan sedimen sungai, pesisir, serta laut*

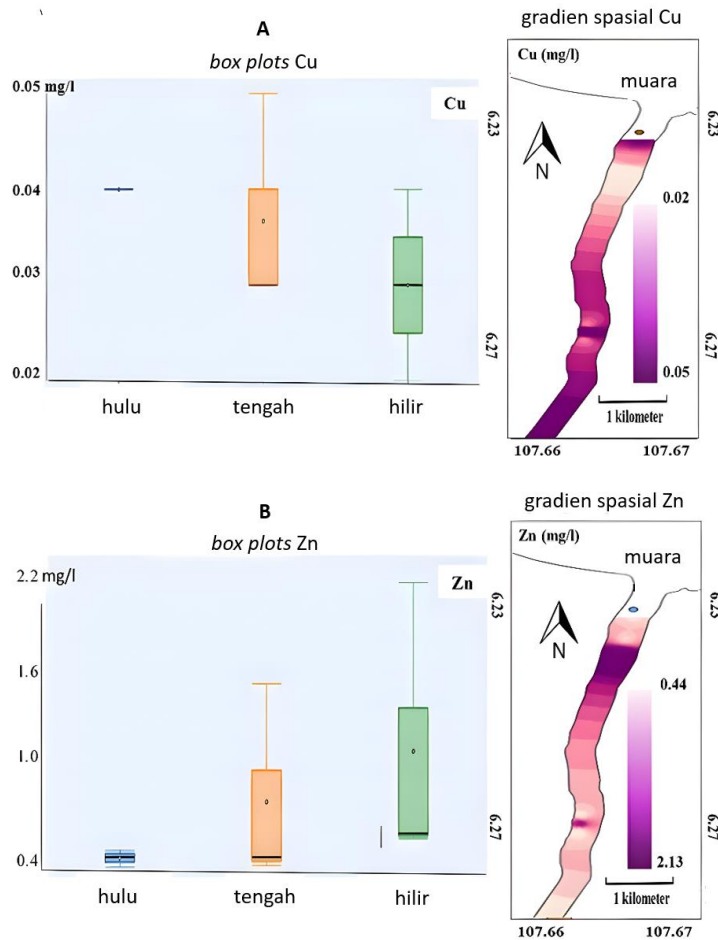
#### ***Tren kandungan logam berat di air dan sedimen sungai, pesisir, serta laut***

Di air, tren kandungan logam berat dipengaruhi oleh berbagai variabel lingkungan. Adapun variabel tersebut ditunjukkan pada Gambar 3, yang mencakup reduksi-oksidasi (redoks/Eh), derajat keasaman (pH), oksigen terlarut/DO (mg/L), suhu (°C) dan salinitas (ppt). Berdasarkan Takarina (2020a), diketahui bahwa kandungan Cu pada sungai dipengaruhi oleh gradien Eh, pH, dan DO. Kandungan Zn pada sungai lebih banyak dipengaruhi oleh gradien suhu dan salinitas daripada Eh. Cu juga dikenal sebagai logam dengan mobilitas rendah. Korelasi Cu dengan Eh dan kurangnya korelasi Cu dengan suhu dan salinitas menunjukkan input terestrial sangat berkontribusi pada distribusi Cu. Masing-masing, nilai Eh tinggi terkait dengan tinggi kekeruhan. Di sungai, parameter Eh dan kekeruhan berada dalam satu kelompok dengan Cu. Oleh karena itu, Cu dipengaruhi oleh masukan antropogenik. Masukan terestrial ini dari hulu dan bantaran sungai juga berkontribusi terhadap peningkatan kekeruhan dan Eh di sungai.

Pada setiap bagian sungai, kandungan Cu dan Zn mengalami tren yang berbeda (Gambar 4). Berdasarkan hasil yang diperoleh, kandungan Cu tampak menurun dari hulu ke hilir sungai. Sebaliknya, kandungan Zn tampak meningkat dari hulu ke hilir sungai. Berdasarkan Gambar 4, terdapat konsentrasi di sekitar pemukiman dan pusat aktivitas masyarakat (bagian hulu) kemudian mengalami pengenceran di bagian tengah. Pada bagian hilir, Cu dan Zn kembali mengalami peningkatan.



Gambar 3. Variabel lingkungan yang mempengaruhi Cu dan Zn di sungai (Takarina 2020a)



Gambar 4. Tren kandungan A) Cu dan B) Zn di hulu (*upstream*) dan hilir (*downstream*) sungai (Takarina 2020a)

*Bapak, Ibu, dan hadirin sekalian,*

Logam berat yang semula terlarut dalam air sungai seperti Cu dan Zn akan diadsorpsi oleh padatan halus (*suspended solid*) dan terbawa aliran air sungai yang mengalir ke muara. Di muara, partikel halus akan mengalami pengendapan pada sedimen. Peristiwa pengendapan sedimen ini yang menjadi alasan kadar logam berat pada sedimen muara lebih tinggi jika dibandingkan sedimen lautan lepas (Harter 1983). Pengikatan logam berat lebih tinggi pada ukuran butir yang halus. Tabel 1 menggambarkan kandungan logam berat ( $\mu\text{g/g}$ ) mencakup Cr, Cu, Ni, Pb, dan Zn yang terdeteksi di berbagai ekosistem pesisir dan laut di seluruh dunia (Takarina *et al.* 2004).

Tabel 1. Tren logam berat di sedimen di berbagai ekosistem pesisir dan laut di seluruh dunia

Daerah	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Laut Arab, Pakistan	32,3	24,4	76,4	7,9	65,3
Estuari Bidasoa, Spanyol	56	100	35	150	410
Laut Hitam	32–171	29–68	38–130	14–35	50–108
Mangrove Hong Kong	–	5–42	–	12–51	20–132
Pantai Kenya	–	3–42	–	0,5–15,8	2–117
Teluk Aqaba, Yordania	4,5–44	5,6–23,6	12,8–39,8	28,8–163	15–173
Pesisir Malaysia	–	9–14	–	20–33	73–110
Estuari Singapura	–	10–80	–	40–250	100–500
Laut Jawa	–	6–54	–	5–46	33–122
<i>Igneous Rock</i>	90	50	70		
Pantai Jawa Tengah	29–96	33–72	17,8–36,1	18–44	84–259

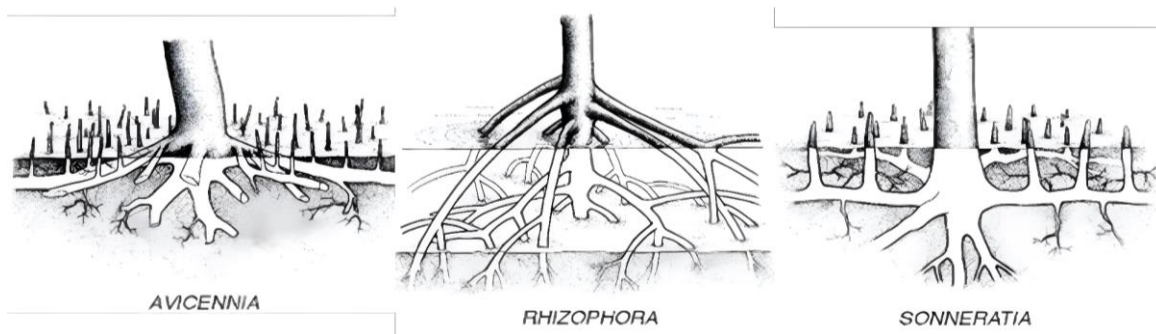
*Bapak dan Ibu yang saya hormati, kandungan logam berat di sedimen dan air juga turut memengaruhi logam berat pada vegetasi mangrove. Berikut saya jabarkan riset logam berat pada mangrove.*

***Tren kandungan logam berat pada perakaran dan organ lain dari mangrove di ekosistem pesisir dan laut***

Mangrove merupakan salah satu jenis tumbuhan yang toleran terhadap logam berat melalui mekanisme pengenceran, yaitu menyimpan banyak air dalam jaringan untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dan meminimalkan toksisitasnya (Anouti 2014). Sistem

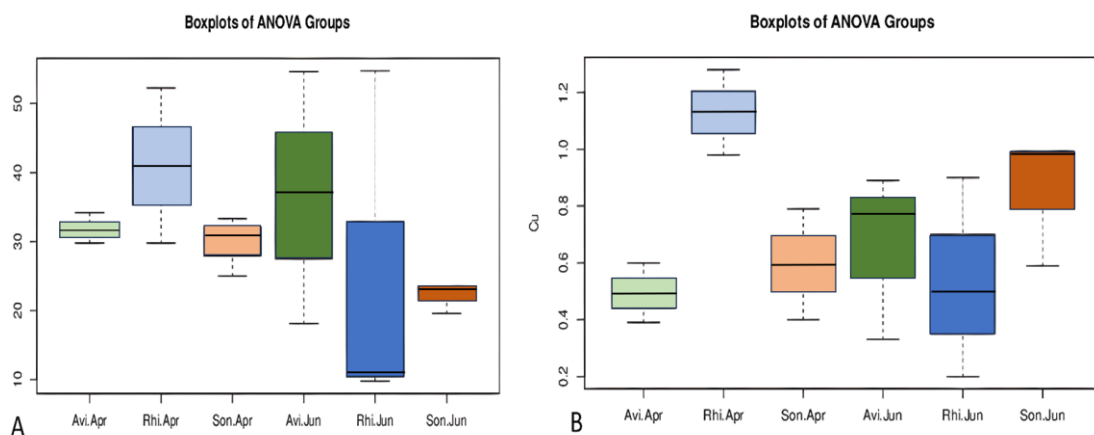


perakaran mangrove yang tinggi dan menyebar dapat menyaring, menyerap, serta mengakumulasi polutan logam berat dari lingkungan sekitar, sehingga dampak buruk pencemaran logam berat terhadap ekosistem dapat diminimalkan. Kemampuan tersebut membuat mangrove berpotensi sebagai agen bioremediasi. Adapun sistem perakaran mangrove dapat dilihat pada Gambar 5. Setiap jenis mangrove memiliki sistem perakaran yang khas dan berbeda seperti akar pensil (*Avicennia*), akar panggung/penyangga (*Rhizophora*), dan akar kerucut (*Sonneratia*).



Gambar 5. Sistem perakaran mangrove (Takarina 2020b)

Variasi bentuk sistem perakaran mangrove menunjukkan kandungan logam yang berbeda seperti ditampilkan pada Gambar 6. Pada Bulan April dengan karakteristik musim hujan dan peralihan cuaca membuat jenis *Rhizophora* sp. dengan sistem perakarannya memiliki kandungan logam berat tertinggi. Namun di Bulan Juni, justru kandungan logam berat pada *Rhizophora* sp. menjadi terendah (Takarina 2020b), artinya efektivitas penyerapan logam berat pada mangrove ditentukan oleh sistem perakaran dan musim (Takarina 2020b).



Gambar 6. Kandungan logam berat A) Zn dan B) Cu berdasarkan jenis dan sistem perakaran mangrove pada bulan April dan Juni (Takarina 2020b)

***Riset mangrove sebagai bioakumulator logam berat di ekosistem pesisir dan laut***

Seperti diuraikan sebelumnya, kemampuan mangrove menyerap logam berat berhubungan dengan sistem perakaran. Selain menyerap, akar mangrove juga mampu mendistribusikan logam berat yang diserapnya dari sedimen ke berbagai organ tubuhnya, misalnya ke daun. Kemampuan tersebut dinyatakan sebagai *bioconcentration factor* (BCF), yaitu nilai kalkulasi yang menunjukkan kemampuan tumbuhan untuk menghilangkan senyawa logam dari sedimen. Adapun *translocation factor* (TF) adalah nilai yang menunjukkan kemampuan senyawa logam untuk dipindahkan dari akar tumbuhan ke organ lain misalnya daun. Berikut adalah perbandingan nilai BCF dan TF pada *Avicennia* spp. antar lokasi penelitian:

Tabel 2. Perbandingan nilai BCF dan TF pada Cu di beberapa lokasi

Spesies	Rentang BCF		Rentang TF	Lokasi	Referensi
	Akar	Batang			
<i>Avicennia</i> sp.	0,23–0,26	0,53–0,88	2,29–3,36	Riparian Blanakan, Subang	Ayujawi & Takarina 2020
<i>Avicennia alba</i>	0,31–0,38	-	0,67–1,49	Wonorejo, Surabaya	Rachmawati <i>et al.</i> 2018
<i>Avicennia</i> sp.	0,10–1,29	0,28–1,59	1,23–2,80	Tambak Blanakan, Subang	Takarina & Pin 2017
<i>Avicennia marina</i>	0,27–0,74	-	0,22–0,51	Muara Angke, Jakarta	Hamzah & Setiawan 2010
<i>Avicennia marina</i>	0,18–0,52	-	0,43–0,83	Tapak, Semarang	Kariada 2014
<i>Avicennia marina</i>	1,10–5,23	0,93–4,55	>1	Laut Merah, Saudi Arabia	Usman <i>et al.</i> 2013
<i>Avicennia marina</i>	0,38	0,20	-	Cina Selatan	Wang <i>et al.</i> 2012

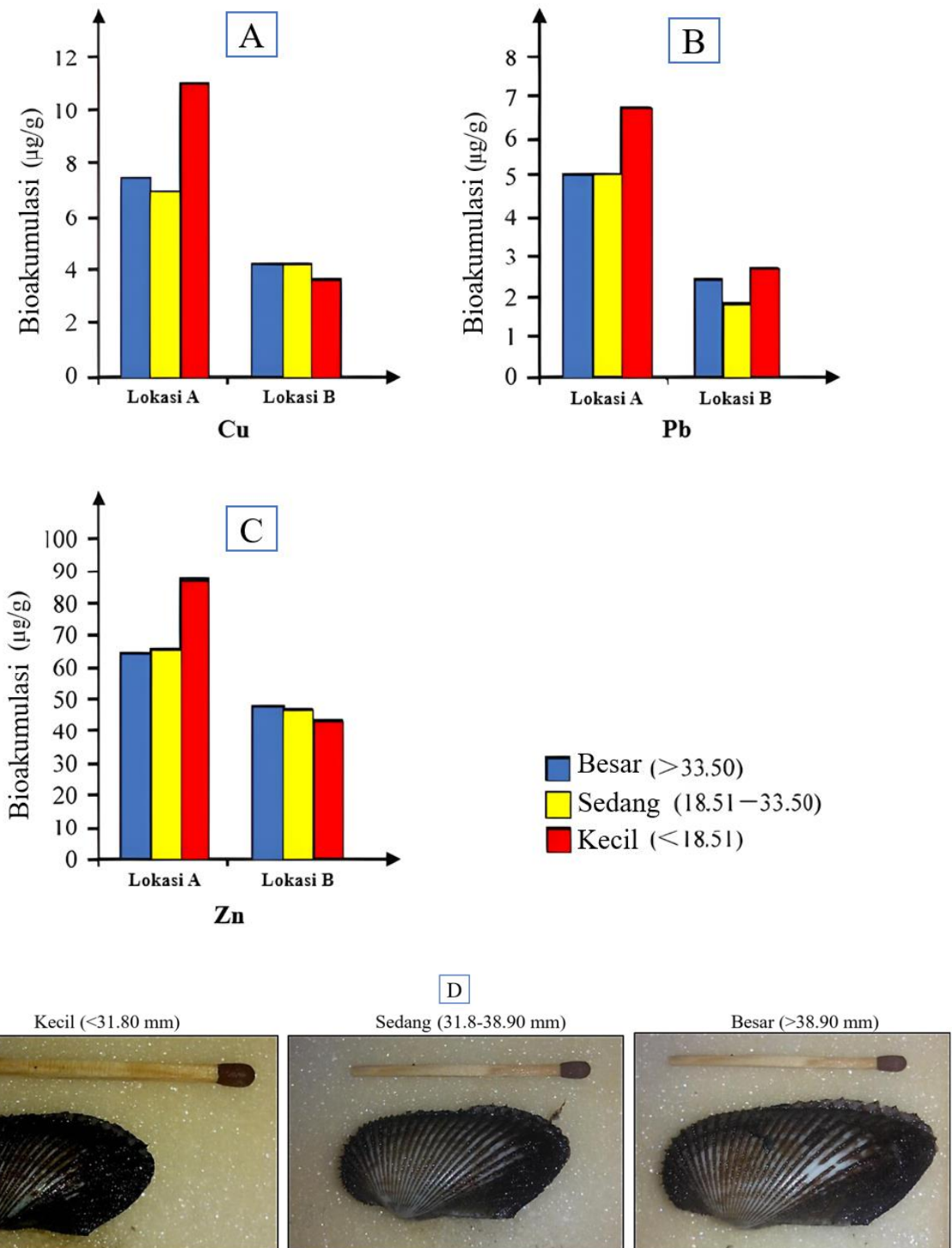
Tabel 3. Perbandingan nilai BCF dan TF pada Zn di beberapa lokasi

Spesies	Rentang BCF		Rentang TF	Lokasi	Referensi
	Akar	Batang			
<i>Avicennia sp.</i>	0,30–0,57	0,28–0,48	0,85–0,93	Riparian Blanakan, Subang	Ayujawi & Takarina 2020
<i>Avicennia marina</i>	0,95–1,53		0,52–0,78	Muara Angke, Jakarta	Hamzah & Setiawan 2010
<i>Avicennia sp.</i>	0,23–0,25	0,01–0,53	0,04–2,12	Tambak Blanakan, Subang	Takarina & Pin 2017
<i>Avicennia marina</i>	0,38–4,08	0,22–5,07	>1	Laut Merah, Saudi Arabia	Usman <i>et al.</i> 2013
<i>Avicennia marina</i>	0,16	0,06		Cina Selatan	Wang <i>et al.</i> 2012

*Bapak dan ibu yang saya hormati, seperti kita ketahui pada uraian sebelumnya bahwa saat ini logam berat sudah terdeteksi pada air, sedimen, bahkan vegetasi mangrove. Hal itu menyebabkan adanya peningkatan kandungan logam berat di biota yang mendiami habitat itu. Akibatnya, biota avertebrata seperti contohnya kerang di ekosistem laut dan pesisir pun juga mengalami tantangan yang disebabkan kandungan logam berat yang meningkat.*

***Riset avertebrata sebagai bioakumulator logam berat di ekosistem pesisir dan laut***

Seperti halnya vegetasi mangrove, logam berat pun terakumulasi pada biota avertebrata. Kandungan logam berat pada avertebrata berbeda-beda tergantung ukuran individu dan habitatnya. Menurut Takarina *et al.* (2013), rata-rata kandungan logam berat pada kerang *Anadara indica* di lokasi A (dekat dengan bandar udara) lebih tinggi dibandingkan logam berat di lokasi B (dekat tempat pelelangan ikan). Logam berat dan bioakumulasi Cu, Pb, dan Zn pada jaringan lunak kerang *A. indica* yang dikumpulkan dari wilayah pesisir lokasi A lebih tinggi pada individu ukuran kecil dibandingkan dengan individu ukuran besar atau sedang. Hal ini dikarenakan Cu dan Zn merupakan unsur esensial yang dibutuhkan untuk metabolisme dan cenderung tinggi pada masa-masa pertumbuhan (Yulianto *et al.* 2019).



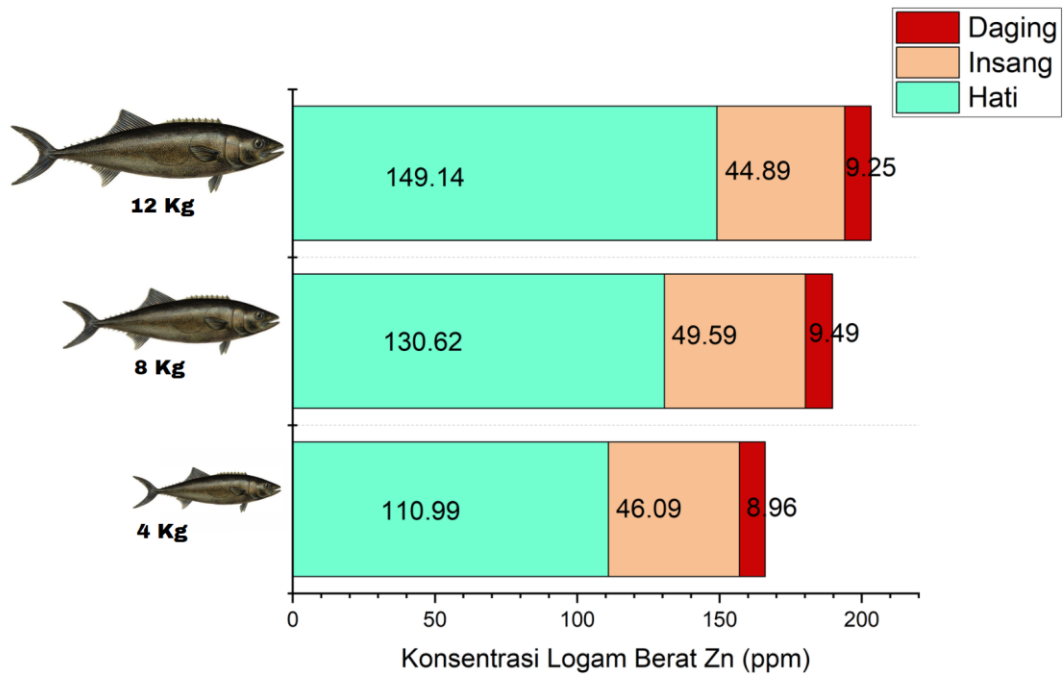
Gambar 7. Kandungan logam berat/bioakumulasi A) Cu, B) Pb, C) Zn pada D) *A. indica* ukuran besar, sedang, dan kecil yang dikoleksi dari wilayah pesisir dan estuari (Takarina *et al.* 2013)

*Hadirin sekalian, pada ekosistem laut dan pesisir, bukan fauna avertebrata saja yang mengalami tantangan dalam menghadapi tekanan dari lingkungan seperti logam berat. Namun, fauna vertebrata terutama ikan juga menghadapi hal yang sama. Ikan merupakan sumber makanan dengan kandungan protein tinggi yang penting bagi proses metabolisme tubuh manusia. Berdasarkan survei Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), kebutuhan konsumsi ikan di Indonesia pada tahun 2020 adalah 56,39 kg/kapita/tahun, dengan hasil perikanan tangkap nasional sebesar 7.654.165,9 ton (KKP 2020). Tingginya kebutuhan masyarakat menyebabkan peningkatan permintaan akan produk perikanan yang beragam dan aman. Terkait keamanan pangan untuk konsumsi, pemerintah Indonesia dan negara-negara di dunia masing-masing memiliki standar mutu untuk berbagai produk perikanan (seafood).*

### ***Perkembangan riset logam berat pada ikan di ekosistem pesisir dan laut***

Analisis konsentrasi logam berat pada ikan telah dilakukan Takarina *et al.* (2018) pada spesies *L. flavobrunneum* untuk logam berat seng (Zn). Seng merupakan salah satu logam esensial yang dibutuhkan oleh organisme hidup. Logam esensial dibutuhkan dalam jumlah tertentu, namun jika mencapai jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan keracunan bagi organisme. Logam berat dapat diserap dan terakumulasi oleh ikan melalui saluran gastrointestinal, insang, dan kulit. Akumulasi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kandungan logam berat dalam air, lama paparan, dan kualitas air (Nuraeni *et al.* 2021).

Hasil studi pada komoditas ekspor ikan *Lepidocybium flavobrunneum* menunjukkan bahwa daging yang dikonsumsi memiliki kandungan paling rendah dibanding hati dan insang (Gambar 8), artinya akumulasi logam tertinggi terdapat pada organ yang berfungsi sebagai detoksifikasi dan ekskresi. Akumulasi seng pada ikan lebih tinggi pada jaringan spesifik yang menyusun organ metabolisme aktif seperti hati dan organ yang bersentuhan langsung dengan lingkungan seperti insang. Hati yang berfungsi sebagai filter dan “motor” metabolisme ikan juga sangat dipengaruhi oleh masuknya kontaminan ke dalam tubuh. Hasil riset menyatakan bahwa organ yang banyak mengandung protein *metallothionein* yang dapat mengikat logam berat (Yumiarti *et al.* 1996) sehingga dapat mudah terkena efek toksik. Kemampuan detoksifikasi hati relatif terbatas sehingga logam berat yang berlebih akan didistribusikan ke seluruh tubuh ikan melalui pembuluh darah. Akumulasi pada daging memerlukan waktu relatif lama/panjang dan melalui beberapa filter dalam sistem pencernaan sehingga konsentrasi di daging lebih rendah dibanding di hati (Saputra 2009).

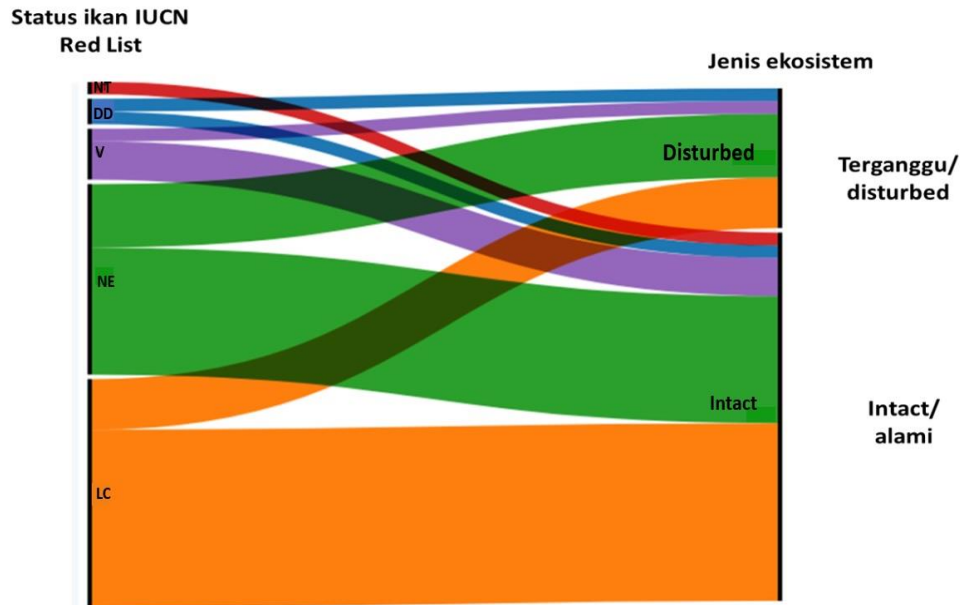


Gambar 8. Konsentrasi Zn pada organ *L. flavobrunneum* berdasarkan ukuran

*Hadirin yang saya hormati, seperti kita ketahui bersama, bahwa kehadiran aktivitas manusia di wilayah pesisir dapat memengaruhi kondisi ekosistem. Pada paparan berikut, diversifikasi riset logam berat terfokus pada pemodelan indeks keanekaragaman ikan beserta kandungan dan kajian resiko konsumsi ikan akibat perubahan penggunaan lahan di wilayah pesisir.*

***Diversifikasi riset: perubahan dan variasi lahan pesisir dan dampaknya terhadap keanekaragaman, kandungan logam berat, dan kajian resiko konsumsi ikan***

Ekosistem pesisir dan laut nasional tidak diragukan lagi merupakan ekosistem yang subur terutama hasil lautnya misalnya ikan. Namun saat ini keanekaragaman dan potensi ikan dihadapkan pada perubahan lahan di pesisirnya. Konversi lahan untuk industri, pertanian dan permukiman di pesisir meningkatkan pelepasan logam berat ke lingkungan, sehingga berpotensi memengaruhi biodiversitas ikan. Perairan nasional memiliki keanekaragaman jenis ikan yang tinggi, yang mencakup famili Leiognathidae (*Leiognathus* spp.), Sciaenidae (*Larimichthys* sp.), Synodontidae (*Saurida tumbil*), Bothidae (*Arnoglossus* sp.), Ariidae (*Netuma thalassina*), Plotosidae, Nemipteridae (*Nemipterus hexodon*), Clupeidae (*Sardinella brachysoma*), dan Haemulidae (*Pomadasys argyreus*) (Partasmita *et al.* 2015).



Gambar 9. Pemodelan distribusi dan komposisi ikan menurut status IUCN *Red List* (DD: *data deficient*; NE: *not evaluated*; LC: *least concern*, V: *vulnerable*) di ekosistem terganggu (*disturbed*) dan alami (*intact*) dengan visualisasi grafik aluvial (Takarina *et al.* 2023a)

Namun kita ketahui bersama keberadaan jenis-jenis ikan tersebut saat ini dipengaruhi oleh perubahan lahan yang berlangsung dari ekosistem alami (*intact*) ke ekosistem terganggu (*disturbed*). Hasil riset (Takarina *et al.* 2023a) jelas menginformasikan bahwa ikan yang berstatus *Least Concern* dan *Vulnerable* umum ditemukan pada ekosistem alami. Sedangkan yang tersisa di ekosistem yang sudah terganggu (*disturbed*) dan alami (*intact*) adalah ikan jenis umum saja (Gambar 9). Studi ini menegaskan bahwa jumlah spesies ikan yang ditemukan di situs terganggu lebih sedikit daripada di situs alami. Lebih banyak spesies ikan ditemukan di situs alami dengan nilai  $H'$  2,17, dan jenis yang *vulnerable* ditemukan di situs alami dibandingkan dengan situs yang terganggu. Komunitas ikan menunjukkan penurunan homogenitas di situs alami, yang menunjukkan bahwa lebih banyak spesies dapat tumbuh subur di lokasi alami dan lebih banyak lagi relung yang tersedia dalam ekosistem (Gambar 10).

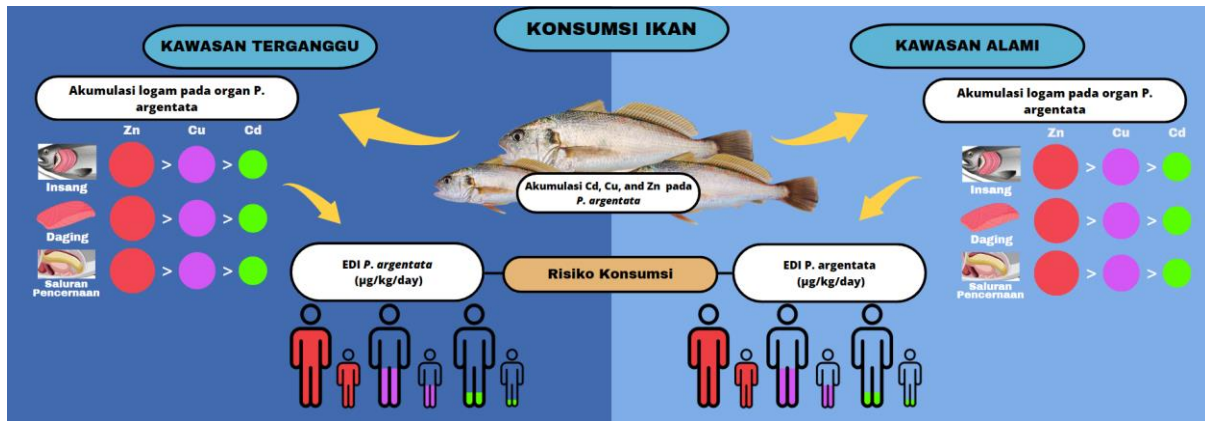


Gambar 10. *Graphical abstract* perubahan lahan pesisir dan kandungan logam berat ikan (Takarina *et al.* 2023a)

Pengaruh perubahan lahan (didominasi pemukiman) terhadap kandungan logam berat pada ikan diselidiki dalam Takarina *et al.* (2023b). Hasil riset menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dari segi komunitas ikan di ekosistem pesisir dan laut dan kandungan logam berat Zn, Cu, dan Cd dalam organ ikan. Cu dan Cd tertinggi ditemukan pada saluran pencernaan, sedangkan Zn pada insang dengan rata-rata tertingginya berturut-turut secara konsisten berada di saluran pencernaan > insang > daging/otot.

Zn dan Cu memiliki *Estimated Daily Intake* (EDI) yang lebih besar daripada Cd pada kedua lokasi pengambilan sampel. Logam Zn memiliki pengaruh EDI yang sangat signifikan untuk anak-anak dan dewasa pada wilayah pesisir yang didominasi oleh permukiman. Oleh karena itu, konsumsi daging/otot ikan harus dilakukan dengan hati-hati mengingat risiko kandungan Zn yang tinggi (Gambar 11), terutama di wilayah pemukiman yang memiliki perubahan penggunaan lahan tertinggi antara dua lokasi pengambilan sampel.



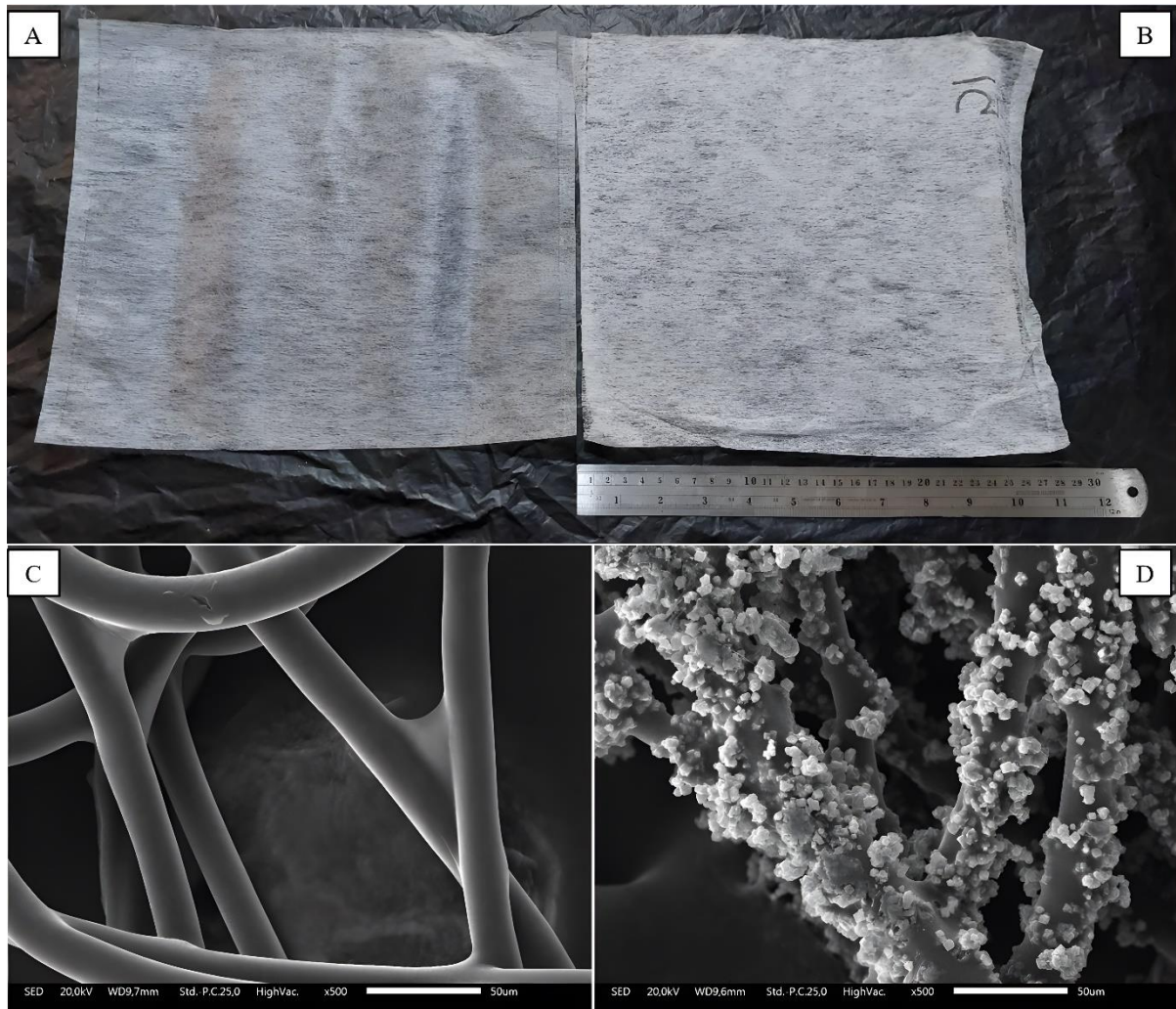


Gambar 11. Kajian akumulasi logam berat Cd, Cu, dan Zn pada ikan (Takarina *et al.* 2023b)

Hadirin sekalian, seperti pada uraian sebelumnya, ekosistem pesisir dan laut, beserta isinya, menghadapi tantangan logam berat. Beberapa tantangan yang dihadapi di hulu, diperlukan solusi untuk mengatasi terakumulasinya logam berat di ekosistem. Melalui hilirisasi riset, saya tawarkan solusi berikut ini.

#### **Hilirisasi riset: ZES sebagai solusi penyerap logam berat**

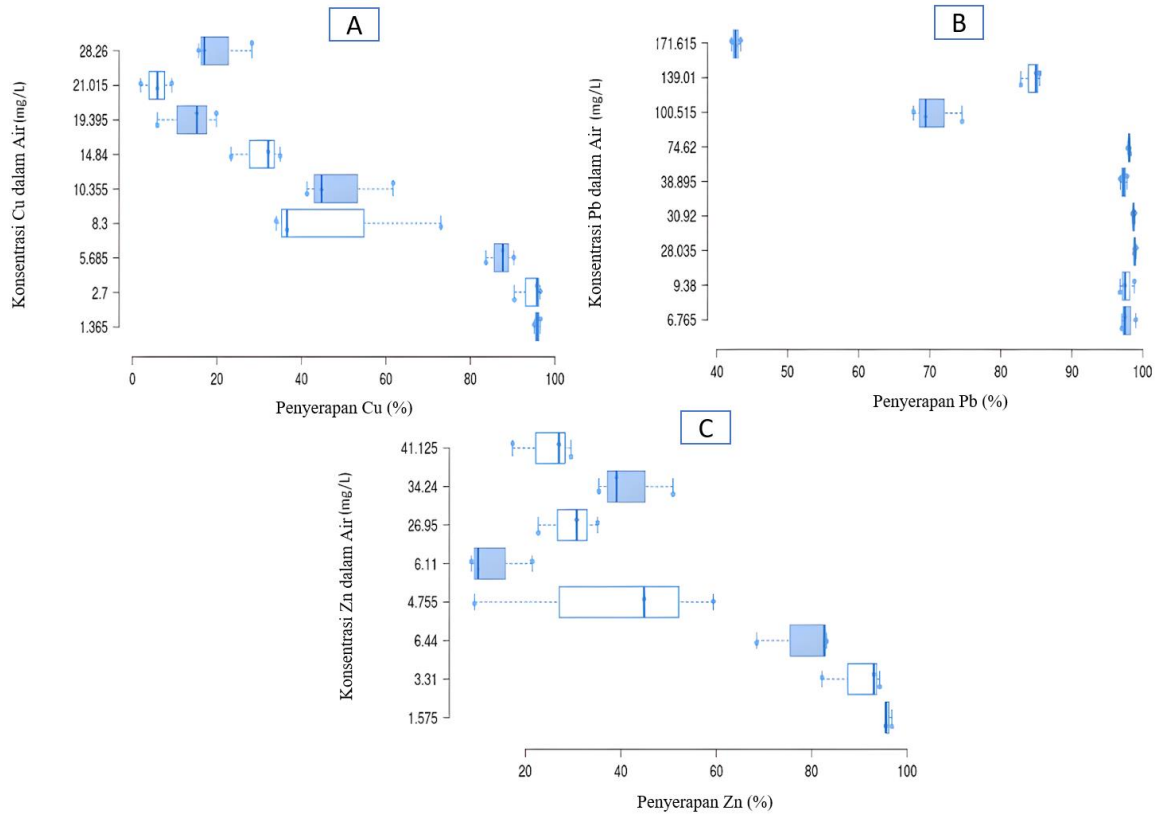
Saat ini zeolit dikenal sebagai bahan alam maupun non alam yang berpotensi menyerap logam berat dari air. Namun zeolit yang tersedia saat ini adalah dalam bentuk bubuk yang mengurangi kepraktisan dalam pemakaian. Oleh karena itu, bagian dari hilirisasi riset ini adalah mengembangkan zeolit yang terikat dalam bentuk lembaran-lembaran atau disebut ZES (Gambar 12B). Adapun struktur morfologi ZES dilihat menggunakan *Scanning Electron Micrograph* (SEM) menunjukkan adanya zeolit, yaitu struktur kubus yang melekat pada serat lembaran (Gambar 11D). ZES dalam penelitian mengandung unsur karbon (C) (66,86%), O (26,87%), natrium (Na) (2,56%), aluminium (Al) (1,75%), silikon (Si) (1,96%), dan klorida (Cl) (0,28%). Adanya O, Na, Al, dan Si menunjukkan bahwa zeolit berhasil menempel pada lembaran. Pada penelitian ini, rasio Si/Al yang terdapat pada ZES adalah 0,96.



Gambar 12. Struktur morfologi A) lembaran, B) ZES, C) SEM lembaran, D) SEM ZES  
(Takarina *et al.* 2023 *in press*)

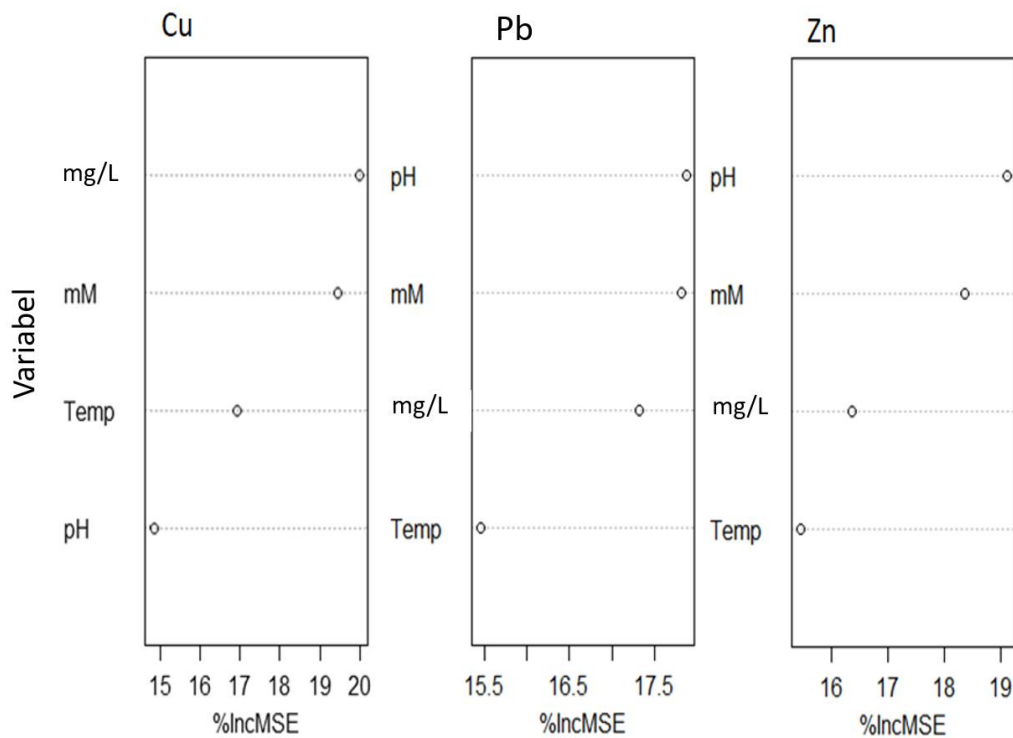
Metode ZES diketahui memiliki kepraktisan yang jauh lebih baik. Namun, karena masih tergolong baru, belum diketahui efektifitas ZES dalam menyerap Cu, Pb, dan Zn dari air. Menurut Takarina *et al.* (2023), ZES pada umumnya mampu menyerap Cu dan Pb namun memiliki efisiensi yang berbeda-beda (Gambar 13). Secara umum, ZES dapat menyerap logam berat encer dari air karena terdapat persentase logam berat yang teradsorpsi. Efek adsorpsi percobaan ini dipengaruhi oleh kandungan awal logam berat di dalam air. Jika terdapat peningkatan kandungan logam berat di air, maka adsorpsi logam berat oleh ZES menurun. Efisiensi penyerapan ZES berkurang menjadi 50 % pada konsentrasi logam 10,355 mg/L untuk Cu, 171,615 mg/L untuk Pb dan 4,755 mg/L untuk Zn. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ZES lebih efisien dalam menyerap Pb karena efisiensi penyisihan Pb memiliki ambang

batas sebesar 171.615 mg/L. Tren adsorpsi Cu, Pb, dan Zn terkait dengan pertukaran kation kapasitas dan struktur berpori.



Gambar 13. Efisiensi penyerapan (%) logam A) Cu, B) Pb, dan C) Zn oleh ZES (Takarina *et al.* 2023 *in press*)

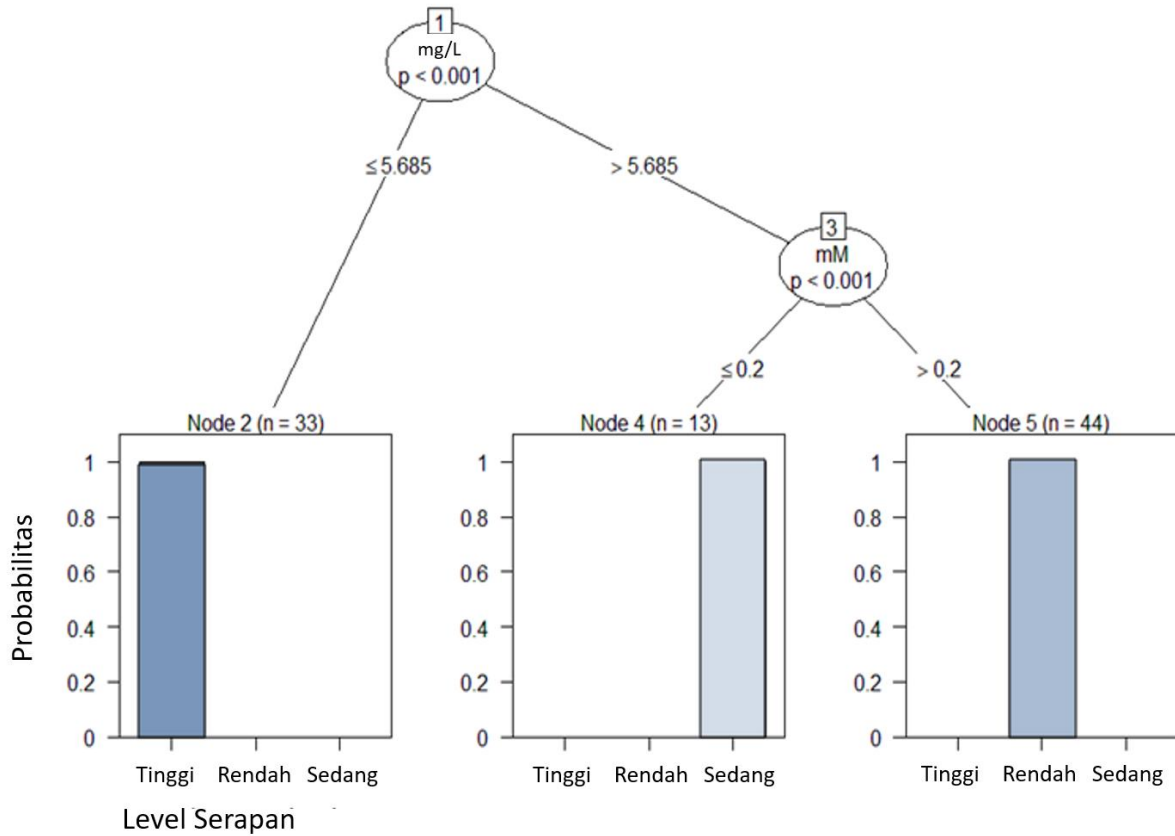
Berdasarkan analisis statistik yang tersaji pada Gambar 14, efisiensi penyerapan logam berat Cu, Pb, dan Zn dalam air oleh ZES masing-masing dipengaruhi oleh beberapa variabel yang berbeda. Pada Cu, laju penyerapannya dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi (mg/L) dan molaritas (mM) logam berat tersebut, sedangkan logam Pb dan Zn dipengaruhi oleh pH dan molaritas logam.



Gambar 14. Kontribusi variabel lingkungan dalam adsorpsi logam berat di air oleh ZES (Takarina *et al.* 2023 *in press*)

**Rencana ke depan: aplikasi kecerdasan buatan untuk riset logam berat**

Riset logam berat adalah riset yang kompleks dan sistemik, artinya beragam dampak dari logam berat dan beragam pula penyebabnya. Untuk menghadapi hal ini, analisis data logam berat memerlukan terobosan. Sebagai tindak lanjutnya, analisis data dalam riset logam berat di masa mendatang akan memanfaatkan kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan telah digunakan untuk mengetahui pengaruh dari setiap variabel yang mempengaruhi efisiensi ZES dalam menyerap logam berat di air. Dengan menggunakan salah satu modul kecerdasan buatan, yaitu *Random Forest*, maka dapat diketahui secara pasti pada konsentrasi logam berat berapa, ZES bekerja secara optimum (Gambar 15). Selain itu, dengan kecerdasan buatan juga dapat diketahui pada pH dan temperatur air berapa ZES dapat bekerja secara optimum (Takarina *et al.* 2023 *in press*).



Gambar 15. Penerapan kecerdasan buatan *Random Forest* untuk estimasi efisiensi penyerapan Cu oleh ZES (Takarina *et al.* 2023 *in press*)

Mengingat beragamnya tantangan lingkungan, sesuai SDGs 3 (*Good Health and Well-being*), SDGs 6 (*Clean Water and Sanitation*), dan terutama SDGs 14 (*Life Below Water*), maka diperlukan riset aplikatif untuk mengatasi tantangan tentang logam berat dan limbah lainnya di perairan nasional. Sejalan dengan SDGs yang dicanangkan, maka riset yang dilakukan sudah mencakup beberapa *goals* tersebut.

Perilaku manusia dan kegiatan ekonomi telah menghasilkan emisi yang terus meningkat di berbagai negara. Polusi air telah mengakibatkan merebaknya berbagai penyakit, bahkan kematian. Sejalan dengan tujuan SDGs no 3, penelitian terkait akumulasi logam berat pada biota konsumsi menjadi prioritas utama. Kajian mengenai nilai *Estimated Daily Intake* (EDI) pada biota yang dikonsumsi menjadi suatu bentuk dukungan pada salah satu target yaitu memperkuat kapasitas semua negara, khususnya negara berkembang tentang peringatan dini, pengurangan risiko, dan manajemen risiko kesehatan nasional dan global (Puspitasari *et al.* 2023).

Sebagai sumber daya vital, air merupakan kebutuhan dasar manusia. Menurut WHO (2017), kekurangan akses air minum yang aman adalah salah satu masalah kesehatan global

yang paling serius. Air berpotensi tercemar oleh berbagai macam polutan, salah satunya adalah logam berat. Sejalan dengan SDGs no 6, penelitian dengan menggunakan ZES memberi alternatif dalam mengadsorpsi logam berat (Cu, Pb, dan Zn) di dalam air. Selain itu, penurunan akumulasi logam berat pada ikan konsumsi *Cyprinus carpio* sedang diteliti sebagai bahan uji dalam penggunaan ZES.

Tingginya kekayaan sumber daya pesisir nasional yang dimiliki, berkonsekuensi tinggi pula terhadap tanggung jawab yang diemban dalam menjaga dan melestarikan sumber daya tersebut secara berkelanjutan. Bank Pembangunan Asia (*Asian Development Bank* 2016) melaporkan bahwa kualitas air pesisir nasional terus menunjukkan penurunan, ditandai dengan berlebihnya nutrisi, senyawa organik, dan logam berat dari air limbah domestik, industri, pertambangan, pertanian, budidaya, dan limbah padat. Sejalan dengan SDGs 14, maka diperlukan riset aplikatif untuk mengatasi tantangan terhadap penurunan kualitas air. Salah satunya adalah aplikasi bubuk cangkang hijau sebagai penyerap logam berat pada limbah hasil aktivitas budidaya udang vaname. Tambak udang vaname memiliki potensi cemaran melalui limbah buangan pada saat produksi maupun pascaproduksi. Selain kandungan organik, limbah tersebut mengandung bahan anorganik seperti logam berat. Penanganan yang tepat terhadap limbah tersebut akan mengurangi risiko kerusakan lingkungan.

*Hadirin yang saya hormati,*

### **Penutup**

Sekian paparan yang dapat saya sampaikan. Sebagai habitat bagi biota perairan, sekali lagi saya tekankan bahwa adanya kontaminan logam berat dapat berpengaruh pada biota dan konsumen yang memakan biota tersebut. Kajian risiko memungkinkan penentuan jumlah asupan minimal sehingga ancaman logam berat dapat berkurang. Dengan pengembangan riset melalui diversifikasi dan hilirisasi diharapkan dapat membantu menentukan langkah mitigasinya. Semoga apa yang disampaikan bermanfaat dan dapat mendorong studi lanjut tentang logam berat pada ekosistem perairan.

### **Ucapan Terima Kasih**

Hadirin yang saya muliakan, Alhamdulillah rabbi'l alamin

Sebelum mengakhiri pidato pengukuhan Guru Besar saya ini, izinkan saya menyampaikan ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada berbagai pihak yang berperan besar dalam perjalanan hidup saya,

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, Bapak Nadiem Anwar Makarim, B.A., M.B.A. beserta seluruh jajaran Kemendikbudristek yang telah mempercayakan jabatan Guru Besar Bidang Ilmu Ekofisiologi Biota Laut kepada saya.

Terimakasih yang setinggi-tingginya kepada Rektor Universitas Indonesia, Prof. Ari Kuncoro, SE., M.A., Ph.D., dan para Wakil Rektor Universitas Indonesia yang telah banyak memberikan bantuan, melancarkan dan menyetujui pengusulan saya sebagai Guru Besar di lingkungan Universitas Indonesia.

Kepada Dewan Guru Besar (DGB) Universitas Indonesia yang dipimpin oleh Prof. Harkristuti Harkrisnowo, S.H., M.A., Ph.D., beserta seluruh anggota Dewan Guru Besar kami haturkan terima kasih.

Terima kasih Kepada Ketua Senat Akademik UI Prof. Nachrowi Djalal Nachrowi, M.Sc., M.Phil., Ph.D. dan seluruh anggota Senat Akademik Universitas Indonesia atas dukungannya yang selama ini diberikan kepada saya sehingga saya dikukuhkan menjadi Guru Besar.

Ketua PAK Universitas Indonesia Prof. Dr. Heru Suhartanto, dan anggota PAK UI yang telah menyetujui pengusulan Guru Besar saya sampaikan terima kasih.

Kepada seluruh anggota Dewan Guru Besar FMIPA Universitas Indonesia yang dipimpin oleh Prof. Dr. Sumi Hudiyono PWS, dengan sekretaris Prof. Dr. Wibowo Mangunwardoyo, M.Sc., saya mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya karena telah mendukung pengusulan saya menjadi guru besar FMIPA Universitas Indonesia.

Terima kasih banyak untuk semua pembimbing S1 saya, Alm. Prof. Dr. Drs. Shalihuddin Djalal Tandjung, M.Sc., Prof. Dra. Sukarti Moeljopawiro, M.App.Sc., Ph. D., Drs. Anthon Sukahar, Pembimbing S2 saya, Prof. Michael John Risk, Prof. Patricia Chow-Fraser dan Prof. Dr. John David Eyles, serta promotor S3 saya Prof. Dr. Ir. Dietriech Geoffrey Bengen, D.E.A., Alm. Prof. Dr. Ir. Harpasis Slamet Sanusi, M.Sc., dan Prof. Dr. Ir. Ety Riani, M.S., yang kesemuanya telah mendukung dan membentuk saya menjadi sosok yang percaya diri dan berpikir positif.

Terima kasih atas semua suka dan duka dalam perjuangan ini untuk seluruh keluarga besar Departemen Biologi, Dekan FMIPA UI Pak Dede Djuhana, Ph.D., Wakil Dekan Pak Prof. Budiawan dan Pak Dr. Tito Latief Indra, dan rekan-rekan Dosen di FMIPA UI.

Terima kasih banyak kami ucapkan untuk Tim SDM MIPA dan SDM UI yang selalu setia membantu dalam pengajuan Guru Besar kami ini.

Terima kasih yang seluasnya untuk Humas FMIPA dan Humas UI, Mba Annisa, Bu Amelita dan kawan-kawan semuanya. Terima kasih banyak semua kolega dan karib yang selalu setia membantu dan *mensupport* saya dalam suka dan duka.

*Special thanks* untuk Bapak/Ibu Guru dan teman-teman dari Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, SMA N 1 Solo, SMP N 5 Solo dan SD N 90 Solo, Jawa Tengah.

Tidak lupa saya turut menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk kedua orang tua saya yang telah kembali ke pangkuan Illahi, Ibunda saya tersayang Almh. Hj. Endang Sri Sundari dan Ayahanda saya tercinta Alm. H. H.S. Soemaryono. Terima kasih telah menjadi pejuang sejati, pelita hidup dan memberi kasih sayang, memberi bekal dunia akhirat kepada saya. Terimakasih juga yang sedalam-dalamnya untuk Ibu Mertua saya Almh. Ibu Soelastri dan Ayah mertua Alm. Ananto Soekarno, S.H., yang selalu penuh perhatian. Terima kasih sebesar-besarnya kepada Suamiku tercinta Ir. Warih Andang Tjahjono, M.T., Ananda Ikhsan Angga Kusumo, SE. B.Com., dan menantu Anggi Desthiati, SE., serta cucu tersayang Ayesha Elina Adriani, dan Arsyad Hasan Respati. Terima kasih banyak untuk keluarga besar, kakak saya Dra. Yulinar Ratih Dewayani, Aprina Suryandari, SE., dan adik saya Yanti Sri Danarwati, SS., SE., MM., serta adik ipar saya Warih Andan Triubajanti, S.IP., Dr. dr. Warih Andan Puspitosari, M.Sc., Sp.KJ(K)., dan seluruh keluarga besar Soemaryono dan keluarga besar Ananto Soekarno.

Terima kasih untuk tim UI di Depok, Ibu Prof. Dr. Titin Siswantining, D.E.A., Dra. Tuty Handayani, M.Si., Andrio Adiwibowo, S.Si., M.Sc., dan anak bimbing saya yang sudah sarjana (Bidin, Afdhal, Akbar, Arinka, Indy, Niken, Rasyah, dan Sekar) yang telah *mensupport* saya dalam mempersiapkan proses pengajuan guru besar sampai pada pengukuhan hari ini.



Terima kasih untuk rekan sejawat dan kolaborator penelitian, Dr. Ir. Yulianto Suteja, S.Kel., M.Si., Prof. Dr. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.App.Sc., Dr. Erni Johan, M.Agr., Prof. Naoto Matsue, Ph.D dan Assoc. Prof. Chem. Dr. Ong Meng Chuan.

Akhirul kalam, hanya Allah SWT yang sanggup membalas semua kebaikan Bapak/Ibu, Sanak/Saudara dan Para Sahabat tercinta semua. Semoga Allah SWT selalu merahmati, memberkahi dan menolong jalan hidup kita semua pada kehidupan yang baik dan barokah dunia akhirat. Aamiin YRA.

*Wabillahi taufik wal hidayah, Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.*

### **Daftar Pustaka**

- Anouti, F. A., (2014). Bioaccumulation of heavy metals within mangrove ecosystems. J. Biodivers. Endanger. Species, 2: e113.
- Alongi, D. M.; Murdiyarso, D.; Fourqurean, J. W.; Kauffman, J. B.; Hutahaean, A.; Crooks, S.; Lovelock, C. E.; Howard, J.; Herr, D.; Fortes, M.; Pidgeon, E.; Wagey, T., (2015). Indonesia's blue carbon: a globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon. *Wetlands Ecol. Manage.*, 24: 3–13.
- Asian Development Bank, (2016). Indonesia: Country Water Assessment. Manila: Asian Development Bank, Philippines.
- Ayujawi, S. A.; Takarina, N. D., (2020). Bioaccumulation of heavy metal in *Avicennia* sp. from Blanakan Riparian, Subang, West Java. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 550: 012008.
- Badan Pusat Statistik, (2022). Statistik Kunjungan Wisatawan Mancanegara 2022. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Briffa, J.; Sinagra, E.; Blundell, R., (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(9): e04691.
- Hadi, T. A.; Giyanto; Prayudha, B.; Hafizt, M.; Budiyanto, A.; Suharsono, (2018). Status Terumbu Karang Indonesia 2018. Jakarta: Puslit Oseanografi - LIPI.
- Hamzah, F.; Setiawan, A., (2010). Accumulation of heavy metals Pb, Cu, and Zn in the mangrove forest of Muara Angke, North Jakarta. *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.*, 2: 41–52.
- Harter, R. D., (1983). Effect of soil ph on adsorption of lead, copper, zinc, nickel. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47: 47-51.

- Irhamni; Pandia, S.; Purba, E.; Hasan, W., (2017). Serapan logam berat esensial dan non esensial pada air lindi TPA Kota Banda Aceh dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan. *Serambi Engineering*, 2(3): 13 –140.
- Kariada, N., (2014). Potensi *Avicennia marina* sebagai fitoremediasi logam Cu pada tambak bandeng wilayah Tapak Semarang. *Saintek J. Sains dan Teknol.*, 12: 129–138.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), (2020). 2020, KKP Targetkan Konsumsi Ikan 56,39 kg. Siaran Pers. <https://kkp.go.id/artikel/16451-2020-kkp-targetkan-konsumsi-ikan-56-39-kg>.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), (2021). Kondisi Mangrove di Indonesia <https://kkp.go.id/djprl/p4k/page/4284-kondisi-mangrove-di-indonesia>.
- Nuraeni, A.; Samosir, A.; Sulistiono, (2021). Logam berat timbal (Pb) pada hati ikan patin (*Pangasius djambal*) di Waduk Saguling, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 12(2): 113-123.
- Ogden, J. C.; Gladfelter E. H., (1983). Coral reefs, seagrass beds and mangroves: their interaction in the coastal zones of the Caribbean. *UNESCO reports in Marine Science*. 133 p.
- Patty, S. I, (2016). Pemetaan kondisi padang lamun di perairan Ternate, Tidore dan sekitarnya. *J. Ilmiah Platax*, 4(1): 9–18.
- Partasmita, R.; Nuari, T.; Erawan, T. S.; Iskandar, J., (2015). The Diversity of Fish Species and the Disturbances in the Cikawung River, Cianjur, West Java, Indonesia. *Nus. Biosci.*, 7: 171-176.
- Puspitasari, R.; Takarina, N. D.; Soesilo, T. E. B.; Agustina, H., (2023). Potential risks of heavy metals in green mussels (*Perna viridis*) harvested from Cilincing and Kamal Muara, Jakarta Bay, Indonesia to human health. *Mar. Poll. Bull.*, 189: 114754.
- Rachmawati, R.; Yona, D.; Kasitowati, R. D., (2018). Potential of *Avicennia alba* as An Agent of Phytoremediation Heavy Metal (Pb and Cu) in Wonorejo, Surabaya. *J. Kelaut. Indones. J. Mar. Sci. Technol.* 11 80–7.
- Saputra A, (2009). Bioakumulasi logam berat pada ikan patin yang dibudidayakan di perairan Waduk Cirata dan Laboratorium [Thesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Suman, A.; Irianto, H. E.; Satria, F.; Amri, K., (2016). Potensi dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP NRI) tahun 2015 serta opsi pengelolaannya. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 8(2): 97-110.
- Takarina, N. D.; Browne, D. R.; Risk, M. J.; (2004). Speciation of heavy metals in coastal sediments of Semarang, Indonesia. *Mar. Poll. Bull.*, 49(9): 861-868.

- Takarina, N. D.; Bengen, D. G.; Sanusi, H. S.; Riani, E., (2013). Geochemical fractionation of copper (Cu), lead (Pb), and zinc (Zn) in sediment and their correlations with concentrations in bivalve mollusc *Anadara indica* from coastal area of Banten Province, Indonesia. *International Journal of Marine Science* 3(30): 238-243.
- Takarina, N. D.; Pin, T. G., (2017). Bioconcentration factor (BCF) and translocation factor (TF) of heavy metals in mangrove trees of Blanakan fish farm. *Makara J. Sci.*, 21(2): 77-81.
- Takarina, N. D.; Ratnasari, D.; Siswantining, T., (2018). The content of heavy metal zinc (Zn) in frozen escolar fish (*Lepidocybium flavobrunneum*). *AIP Conference Proceedings*, 24, AIP Publishing LLC : 26-34.
- Takarina, N. D., (2020a). Effect of redox gradients on Cu and Zn concentrations in water of Blanakan River, West Java. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 535: 012002.
- Takarina, N. D., (2020b). Mangrove root diversity and structure (cone, pencil, prop), effectiveness in accumulating Cu and Zn in sediments and water in river Blanakan. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 550: 012009.
- Takarina, N. D.; Chuan, O. M.; Afifudin, M. I.; Tristan, L.; Arif, I.; Adiwibowo A., (2023a). Modeling the tropical fish community related to land uses and environmental determinants. *Global J. Environ. Sci. Manage.*, 9(3): 515-530.
- Takarina, N. D.; Chuan, O. M.; Pin, T. G.; Femnisya, I.; Fathinah, A.; Ramadhan, A. N. B.; Hermawan, R.; Adiwibowo, A., (2023b). Land use variation impacts on trace elements in the tissues and health risks of a commercial fish. *Global J. Environ. Sci. Manage.*, 9(3): 515-530.
- Takarina, N.; Matsue, N.; Johan, E.; Adiwibowo, A.; Rahmawati, M.; Pramudyawardhani, S.; Wukirsari, T., (2023 in press). Machine learning using random forest to model heavy metals removal efficiency using a zeolite-embedded sheet in water. *Global Journal of Environmental Science and Management*, (), -. doi: 10.22034/gjesm.2024.01.03
- Usman, A. R. A.; Alkredaa, R. S.; Al-Wabel, M. I., (2013). Heavy metal contamination in sediments and mangroves from the Coast of Red Sea: *Avicennia marina* as potential metal bioaccumulator. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 97: 263–270.
- Wang, Y.; Qiu, Q.; Xin, G.; Yang, Z.; Zheng, J.; Ye, Z.; Li, S., (2013). Heavy metal contamination in a vulnerable mangrove swamp in South China. *Environ. Monit. Assess.*, 185: 5775–5787.

- Widayanti, T. F.; Syarif, L. M.; Aswan, M.; Hakim, M. Z.; Djafart, E. M.; Ratnawati., (2022). Implementation of biodiversity conventions in protecting and conserving Indonesia's marine environment. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.,1118: 012063.
- Widjaja, E. A.; Rahayuningsih, Y.; Rahajoe, J. S.; Ubaidillah, R.; Maryanto, I.; Walujo, E. B.; Semiadi, G., (2014). Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia. LIPI Press, Jakarta.
- World Health Organization (WHO), 2017. Guidelines for Drinking water Quality, 4th Edition Incorporating the 1st Addendum.
- Yulianto, B.; Oetari, P. S.; Februhardi, S.; Putranto, T. W. C.; Soegianto, A., (2019). Heavy metals (Cd, Pb, Cu, Zn) concentrations in edible bivalves harvested from Northern Coast of Central Java, Indonesia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 259: 012005.
- Yumiarti; Mellawati, J.; Suwirma, S., (1996). Akumulasi, distribusi, dan toksisitas Cd terhadap ikan lele (*Clarias batrachus*) dalam air. Aplikasi Isotop dan Radiasi, 109-113

*Curriculum Vitae*



**1. Data Diri**

Nama Lengkap	: Prof. Dr. Dra. Noverita Dian Takarina, M. Sc
Pekerjaan	: Pegawai Negeri Sipil (PNS) – Dosen
NIP	: 196511161991032002
Unit Kerja / Perusahaan	: Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Indonesia
Gol / Pangkat / Jabatan	: IV a / Pembina / Guru Besar
Tempat / Tanggal Lahir	: Surakarta / 16 November 1965
Jenis Kelamin	: Perempuan
Nama Suami	: Ir. Warih Andang Tjahjono, M.T
Nama Orang Tua	: Bapak : H. HS. Soemaryono (Alm) Ibu : Hj. Endang Sri Sundari (Almh)
Nama Anak	: Ikhsan Angga Kusumo, S.E., B. Com.
Nama Menantu	: Anggi Desthiati, S.E
Nama Cucu	: 1. Ayesha Elina Adriani 2. Arsyad Hasan Respati
Agama	: Islam
Alamat Rumah	: Jln. Serdang Raya 204, RT 06 RW 04, Beji, Depok, 16421, Jawa Barat
No.Telp / Fax	: +62811101630
Email	: <a href="mailto:noverita.dian@sci.ui.ac.id">noverita.dian@sci.ui.ac.id</a>

## 2. Riwayat Pendidikan Formal

Tahun (lulus)	Keterangan
2014	Institut Pertanian Bogor (IPB) – Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan (S3)
1996	McMaster University – Departement of Biology (S2)
1989	Universitas Gadjah Mada – Fakultas Biologi – Jurusan Biologi Lingkungan (S1)
1984	SMAN 1 Solo
1981	SMPN 5 Solo
1977	SDN 90 Solo

## 3. Pendidikan Nonformal, Pelatihan

Tahun	Keterangan
2009	Pelatihan Penulisan dan Program Bimbingan Artikel Ilmiah untuk Jurnal Internasional
2008	Penulisan Artikel Ilmiah untuk Jurnal Internasional
2008	English for Academic Purposes Courses
2004	Training Program on Ocean Governance
1994	Training on Basic Instruments of Chemical Analysis

## 4. Riwayat Pekerjaan/Jabatan

Kaprodi S2 Ilmu Kelautan FMIPA UI	2014 – 2017, Depok
Kepala Humas/Internasional, FMIPA UI	2018 – 2019, Depok
Divisi Riset dan Pengembangan, Indonesia Maritime Center	2016 – 2018, Depok

## 5. Kepengurusan / Keanggotaan dalam Organisasi

Tahun / Periode	Institusi	Jabatan
2018 – sekarang	ISOI	Anggota
2021 – sekarang	IESA	Anggota

## 6. Hibah Penelitian yang diperoleh

No	Judul Penelitian	Tahun
1	Potensi Serbuk Cangkang Kerang Hijau ( <i>Perna viridis</i> ) pada Penanganan Limbah Air Tambak Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> )	2023
2	Kelimpahan Mikroplastik pada Air, Sedimen, dan Komoditas Perikanan Tangkap di Muara Sungai Blanakan, Subang, Jawa Barat	2023
3	Pengaruh Pemberian Zeolite Embedded Sheet (ZES) terhadap Akumulasi Logam Berat pada Ikan Konsumsi <i>Cyprinus carpio</i> L	2023
4	Variation of Organic Sequestration in Maninjau Lake Indonesia, Its Contribution to the Sediment Carbon Stock, and Their Role in the Mitigation of Climate Changes – 2 <sup>nd</sup> year	2023
5	Distribusi Logam Berat pada Komoditas Perikanan dari Perairan Utara Laut Jawa	2022
6	Variation of Organic Sequestration in Maninjau Lake Indonesia, Its Contribution to the Sediment Carbon Stock, and Their Role in the Mitigation of Climate Changes	2022
7	Aplikasi Zeolit – Embedded Sheet (ZES) dalam Penyerapan Logam Berat pada Sampel Air Limbah dan Non Limbah	2022
8	Kajian Risiko Konsumsi Kekekangan Budidaya di Teluk Jakarta	2022
9	Kandungan Logam Berat pada Mikroplastik di Air, Sedimen dan Biota Perairan Teluk Jakarta	2020
10	Studi Penggunaan Nanobubble pada Stadia Nauplii-Zoea-Mysis dari <i>Panaeus vannamei</i> di Hatchery Lampung dan Anyer	2020
11	Fitoremediasi Berbasis Biodiversitas Lokal untuk Mengatasi Kontaminasi Merkuri (Hg) di Kawasan Penambangan Emas Tradisional Cibeber, Banten	2020
14	Analisis Distribusi dan Kelimpahan Kista Dinoflagellata Penyebab HAB ( <i>Harmful Algal Bloom</i> ) dan Kaitannya dengan Kandungan Logam Berat pada Sedimen dan Air di Perairan Teluk Jakarta	2020
15	Pengaruh Logam Berat Hg Terhadap Biodiversitas Bakteri di Pertambangan Emas Tradisional Sungai Cikidang, Cibeber, Banten	2020

16	Kajian Kontaminasi Logam Berat pada Biota, Air dan Sedimen di Sungai dan Pesisir Blanakan, Subang, Jawa Barat	2019
17	Model Pengembangan Ekowisata Bahari Berkelanjutan Berbasis Sistem Informasi Geografis di Sukakarta, Cilamaya Wetan, Karawang	2019

**7. Hibah pengmas yang diperoleh**

No.	Judul	Tahun
1	Induksi Teknologi Informasi Sebagai Upaya Reduksi Tingkat Kerentanan Bencana dan Optimalisasi Potensi Pariwisata di Pantai Tanjung Lesung, Banten	2020
2	Pemberdayaan Masyarakat untuk Pengembangan Ekowisata di Kawasan Pesisir Desa Blanakan, Subang, Jawa Barat	2019
3	Pengembangan Model Ekowisata Hutan Mangrove dan Tambak Konservasi di Desa Sukakarta Kec Cilayama Wetan Kab. Karawang	2019
4	Pengaruh Substitusi Makroalga Campuran dalam Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Ikan yang Dipelihara dengan Teknologi Akuaponik	2018
5	Model Ekowisata Bahari Hutan Mangrove dan Tambak Ramah Lingkungan Untuk Pemberdayaan Masyarakat Pesisir Desa Sukakarta Kecamatan Cilamaya Wetan, Kabupaten Karawang	2018

**8. Artikel Ilmiah**

Tahun	Keterangan
2023	<b>Takarina ND</b> , Matsue N, Johan E, Adiwibowo A, Rahmawati MNFK, Pramudyawardhani SA & Wukirsari T. 2023 <a href="#">Machine Learning Using Random Forest to Model Heavy Metals Removal Efficiency Using a Zeolite-Embedded Sheet in Water</a> . <i>Global Journal of Environmental Science and Management</i> , 10(1):1-16.
2023	Pambudi PA, Utomo SW, Soelarno SW & <b>Takarina ND</b> . 2023. <a href="#">Coal Mining Reclamation as an Environmental Recovery Effort: A Review</a> . <i>Journal of Degraded and Mining Lands Management</i> , 10(4):4811-4821.
2023	<b>Takarina ND</b> , Chuan OM, Pin TG, Femnisya I, Fathinah A, Ramadhan ANB, Hermawan R & Adiwibowo A. 2023. <a href="#">Land Use Variation Impacts on Trace</a>



	<a href="#">Elements in the Tissues and Health Risks of a Commercial Fish</a> . <i>Global Journal of Environmental Science and Management</i> , 9(3):445-462.
2023	<b>Takarina ND</b> , Chuan OM, Afifudin MI, Tristan L, Arif I, & Adiwibowo A. 2023. <a href="#">Modeling the Tropical Fish Community Related to Land Uses and Environmental Determinants</a> . <i>Global Journal of Environmental Science and Management</i> , 9(3):515-530.
2023	Puspitasari R, <b>Takarina ND</b> , Soesilo TEB & Agustina H. 2023. <a href="#">Potential Risks of Heavy Metals in Green Mussels (<i>Perna viridis</i>) Harvested from Cilincing and Kamal Muara, Jakarta Bay, Indonesia to Human Health</a> . <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 189, 114754.
2023	Soeprobawati TR, <b>Takarina ND</b> , Komala PS, Subehi L, <a href="#">Wojewódka-Przybył</a> M, Jumari J & Nastuti R. 2023. <a href="#">Sediment Organic Carbon Stocks in Tropical Lakes and Its Implication for Sustainable Lake Management</a> . <i>Global Journal of Environmental Science and Management</i> , 9(2):173-192.
2023	<b>Takarina ND</b> , Wulaningsih DU, Mirani J, Kenraningrum M & Dewandhi MI. <a href="#">Microplastic Abundance in Edible Crabs and Gastropods on the Blanakan Coast</a> . <i>Journal of Sustainability Science and Management</i> , 18(3):147-154.
2023	Pambudi PA, Utomo SW, Soelarno SW & <b>Takarina ND</b> . 2023. <a href="#">Profil Vegetasi Lansekap Adaptif pada Pascatambang Batubara di Indonesia</a> . <i>Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan</i> , 18(1):60-71.
2022	Purwiyanto AIS, Prartono T, Riani E, Koropitan AF, Naulita Y, <b>Takarina ND</b> & Cordova MR. 2022. <a href="#">The Contribution of Estuaries to the Abundance of Microplastics in Jakarta Bay, Indonesia</a> . <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 184, 114117.
2022	Sukma AM & <b>Takarina ND</b> . 2022. <a href="#">Relationship of Diatom Phytoplankton (Bacillariophyceae) Diversity with Water Quality and Heavy Metal in Angke and Grogol Rivers, Jakarta City</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 1083, 012071.
2022	<b>Takarina ND</b> , Sukma AM, Adiwibowo A & Sitaresmi. 2022. <a href="#">Water Quality and Microbial Community Assessment in Artisanal Mining-Affected Sediments of Cikidang River, Banten, Java, Indonesia</a> . <i>Sains Malaysiana</i> , 51(5):1339-1352.
2022	Puspitasari R, Eman CM, Pusparany DA, Azzah NR, Ratnasari S, Heryati SHA & <b>Takarina ND</b> . 2022. <a href="#">Status Kontaminasi Fisik dan Kimia di Teluk Jakarta Periode 2015-2021</a> . <i>Oseanologi dan Limnologi Indonesia</i> , 7(1):1-13.

2022	SusyLOWATI D, <b>Takarina ND</b> , Yasman, Pratama I & Rijal MA. 2022. Karakteristik Biologi dan Kandungan Antioksidan Daun Beluntas yang Hidup di Lahan Wanamina Blanakan, Subang-Jawa Barat. <i>Sainteks</i> , 19(1):97-107.
2022	<b>Takarina ND</b> , Purwiyanto AIS, Rasud AA, Arifin AA & Suteja Y. 2022. <a href="#">Microplastic Abundance and Distribution in Surface Water and Sediment Collected from the Coastal Area</a> . <i>Global Journal of Environmental Science and Management</i> , 8(2):183-196.
2022	<b>Takarina ND</b> , Suwanto A, Koestoer RH & Frimawaty E. 2022. <a href="#">Rhizopora apiculata (Blume) Density, NDVI, and Utilization by Fishermen Community in Muara Angke Wildlife Reserve, Penjarangan District, Jakarta, Indonesia</a> . <i>International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology</i> , 12(5):1797-1804.
2022	Purnomo AR, Patria MP, <b>Takarina ND</b> & Karuniasa M. 2022. <a href="#">Environmental Impact of the Intensive System of Vannamei Shrimp (Litopenaeus vannamei) Farming on the Karimunjawa-Jepara-Muria Biosphere Reserve, Indonesia</a> . <i>International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology</i> , 12(3):873-880.
2022	Susanti L, Utomo SW & <b>Takarina ND</b> . 2022. Estimating the Nanobubble Aerated System and Stocking Density Effects on Oxygen Consumption and Survival of <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931) Postlarvae 8 Using Receiver Operating Characteristic (ROC) Analysis. <i>International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology</i> , 12(1):270-277.
2021	Prihantini NB, Maulana F, Wardhana W, <b>Takarina ND</b> , Nurdin E, Handayani S & Haryani GS. 2021. <a href="#">Wild Mixed Culture Microalgae Biomass from UI Agathis Small Lake Harvested Directly using an Ultrasound Harvesting Module as Biofuel Raw Material</a> . <i>International Journal of Technology</i> , 12(5):1081-1090.
2021	<b>Takarina ND</b> , Sinaga IL & Kulsum TRU. 2021. <a href="#">Riparian Plant Diversity in Relation to Artisanal Mining Sites in Cikidang River, Banten, Indonesia</a> . <i>Biodiversitas Journal Biological Diversity</i> , 22(1):401-407.
2021	Suwanto A, <b>Takarina ND</b> , Koestoer RH & Frimawati E. 2021. <a href="#">Diversity, Biomass, Covers, and NDVI of Restored Mangrove Forests in Karawang and Subang Coasts, West Java, Indonesia</a> . <i>Biodiversitas Journal of Biological Diversity</i> , 22(9):4115-4122.

2021	<b>Takarina ND</b> , Purwiyanto AIS & Suteja Y. 2021. <a href="#">Cadmium (Cd), Copper (Cu), and Zinc (Zn) Levels in Commercial and Non-Commercial Fishes in the Blanakan River Estuary, Indonesia: A Preliminary Study</a> . <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 170, 112607.
2021	Suteja Y, Dirgayusa IGNP, Cordova MR, Rachman A, Rintaka WE, <b>Takarina ND</b> , Putri WAE & Purwiyanto AIS. 2021. <a href="#">Identification of Potentially Harmful Microalgal Species and Eutrophication Status Update in Benoa Bay, Bali, Indonesia</a> . <i>Ocean &amp; Coastal Management</i> , 210, 105698.
2021	Nasution AK, <b>Takarina ND</b> & Thoha H. 2021. <a href="#">The Presence and Abundance of Harmful Dinoflagellate Algae Related to Water Quality in Jakarta Bay, Indonesia</a> . <i>Biodiversitas Journal of Biological Diversity</i> , 22(5):2909-2917.
2021	Susanti L, Utomo SW, <b>Takarina ND</b> , Febraldo D, Rochman NT, Saputra HKH, Cahyadi D, Junaedi H, Saputra RN & Rahmawati AI. 2021. <a href="#">The Influence of Nanobubble Aeration System on Rearing Water Temperature and its Effects on Oxygen Consumption of <i>Penaeus Vannamei</i> Postlarvae 8</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 744, 012087.
2021	Pin TG, Supriatna J, <b>Takarina ND</b> , Tambunan RP. 2021. Mangrove Diversity and Suitability Assessments for Ecotourism in Cimalaya Wetan Coast, Karawang District, Indonesia. <i>Biodiversitas Journal of Biological Diversity</i> , 22(2):803-810.
2021	Susanti L, Utomo SW & <b>Takarina ND</b> . 2021. <a href="#">Sustainability and Feasibility Assessments of Nanobubble Aeration Technology in Economic-Socio Environment of <i>Penaeus Vannamei</i> Shrimp Farming</a> . <i>BIO Web Conference</i> , 33, 05005.
2020	<b>Takarina ND</b> , Utomo SW, Susanti L, Rochman NT, Cahyadi D, Junaedi H, Saputra HKH & Saputra RN. 2020. <a href="#">Phytoplankton Biodiversity Trends in Nanobubble Aerated Shrimp Farming at Probolinggo Coast, East Java, Indonesia</a> . <i>Biodiversitas Journal of Biological Diversity</i> , 21(12):5906-5914.
2020	Ayujawi SA & <b>Takarina ND</b> . 2020. <a href="#">Bioaccumulation of Heavy Metal in <i>Avicennia</i> sp. from Blanakan Riparian, Subang, West Java</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 550, 012008.
2020	Sekarini DA & <b>Takarina ND</b> . 2020. <a href="#">Effect of Temperature and Zinc (Zn) Temporal Variation in Water on Size Distribution of River Catfish (<i>Mystus</i> sp.) at</a>

	<a href="#">Blanakan River, West Java</a> . IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 550, 012026.
2020	Glory E & <b>Takarina ND</b> . 2020. <a href="#">Preliminary Detection of Coliform Bacteria and Zink (Zn) Pollution in Blanakan River Estuary, Subang, West Java</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 550, 012031.
2020	Nabila G & <b>Takarina ND</b> . 2020. <a href="#">Evaluation of Coliform Bacteria and Copper (Cu) in Upstream of Blanakan River, Subang, West Java</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 550, 012028.
2020	Damayanti T & <b>Takarina ND</b> . 2020. <a href="#">Assessments of Heavy Metal Zn and Coliform in Midstream of Blanakan River, Subang, West Java</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 550, 012027.
2020	<b>Takarina ND</b> . 2020. <a href="#">Mangrove Root Diversity and Structure (cone, pencil, prop) Effectiveness in Accumulating Cu and Zn in Sediments and Water in River Blanakan</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 550, 012009.
2020	Anjani IC & <b>Takarina ND</b> . 2020. <a href="#">Size Variation of River Catfish (<i>Mystus</i> sp.) and It's Relationship to Cadmium (Cd) Heavy Metal and pH in Blanakan River, Subang</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 550, 012023.
2020	Purwaningdyah AR & <b>Takarina ND</b> . 2020. <a href="#">Translocation Factor of Zinc (Zn) in Water and Sediment by Root and Stem of <i>Rhizophora</i> sp. at Blanakan Riparian, West Java</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 550, 012006.
2020	Oktavina A & <b>Takarina ND</b> . <a href="#">Effect of Salinity and Zinc (Zn) Heavy Metal on Water towards Size Distribution of River Catfish (<i>Mystus</i> sp.) at Blanakan River, Subang, West Java</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 550, 012022.
2020	<b>Takarina ND</b> . 2020. <a href="#">Spatial Assessment of Land Use Impacts on Bio-Physico-Chemical Parameter Gradients Along Blanakan River, Subang, West Java</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 561, 012029.
2020	<b>Takarina ND</b> . 2020. <a href="#">Distribution Patterns of Redox Potential in Intertidal Zone of Blanakan Coast and Their Implication on the Coastal Ecosystem</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 561, 012055.

2020	<b>Takarina ND.</b> 2020. <a href="#">Effect of Sea Surface Temperature and Chemical Parameters on the Metal Zn Contents in Inshore and Offshore Water of Blanakan Coast, West Java, Indonesia. <i>Proceedings of the 7th Mathematics, Science, and Computer Science Education International Seminar, MSCEIS 2019, 12 October 2019, Bandung, West Java, Indonesia.</i></a>
2020	<b>Takarina ND.</b> 2020. <a href="#">Effect of Redox Gradients on Cu and Zn Concentrations in Water of Blanakan River, West Java. <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i>, 535, 012002.</a>
2020	<b>Takarina ND &amp; Pin TG.</b> 2020. <a href="#">Estimation of Suitable Habitat and Fishing Ground for <i>Leiognathus splendens</i> (Cuvier, 1829) in Blanakan Coast Based on Environmental and Metal Zn Parameters. <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i>, 538, 012007.</a>
2020	Sayogo BH, Patria MP & <b>Takarina ND.</b> 2020. <a href="#">The Density of Microplastic in Sea Cucumber (<i>Holothuria</i> sp.) and Sediment at Tidung Besar and Bira Besar Island, Jakarta. <i>Journal of Physics: Conference Series</i>, 1524, 012064.</a>
2020	<b>Takarina ND.</b> 2020. <a href="#">Remobilization of Zinc in Sediments by Mangrove and Its Associated Species in Blanakan River, West Java, Indonesia. <i>Biodiversitas Journal of Biological Diversity</i>, 21(4):1743-1748.</a>
2019	Susanti L, Utomo SW & <b>Takarina ND.</b> 2020. <a href="#">Dissolved Oxygen, Temperature, and Total Ammonia Nitrogen Management of <i>Penaeus vannamei</i> Postlarvae 10 Hatchery Using Nanobubble Technology. <i>Proceedings of the International Conference on Fisheries and Aquaculture</i>, 6(1):21-28.</a>
2020	Clara AS, <b>Noverina ND,</b> Hanies A, Nining BP & Sitaresmi. 2020. <a href="#">Effect of Hydrocarbon-Polluted Seawater on the Cell Density of Microalgae <i>Scenedesmus vacuolatus</i> Shihira &amp; Krauss. <i>Microbiology Indonesia</i>, 14(3):108-116.</a>
2019	Soraya RK, <b>Takarina ND</b> & Soedjiarti T. 2019. <a href="#">Metals Accumulation (Cu, Zn and Pb) in Mangrove-Associated Plants from Blanakan Brackish Water Pond, Subang District, West Java. <i>AIP Conference Proceedings</i>, 2168, 020086.</a>
2019	Khorimatun S, <b>Takarina ND</b> & Soedjiarti T. 2019. <a href="#">Community structure of plant-associated mangroves at Blanakan Fishpond Area, Subang, West Java. <i>AIP Conference Proceedings</i>, 2168, 020085.</a>

2019	A'yun Q & <b>Takarina ND</b> . 2019. <a href="#">Food Preference Analysis of Milkfish in Blanakan Ponds, Subang, West Java</a> . <i>AIP Conference Proceedings</i> , 2168, 020083.
2019	SusyLOWATI D & <b>Takarina ND</b> . 2019. <a href="#">Phytochemistry Screening and Total Flavonoid Test on Plants Associated Mangrove (<i>Pluchea indica</i> and <i>Sesuvium portuculastrum</i> Leaves) at Blanakan, Subang, West Java</a> . <i>AIP Conference Proceedings</i> , 2168, 020084.
2019	<b>Takarina ND</b> & Runtuwene DO. 2019. <a href="#">Primary Productivity of Blanakan Fishpond at Subang, West Java</a> . <i>Journal of Physics: Conference Series</i> , 1245, 012034.
2019	Artalina D & <b>Takarina ND</b> . 2019. <a href="#">Metals Content in Edible Gastropod from Blanakan SilvoFishery Ponds</a> . <i>Journal of Physics: Conference Series</i> , 1245, 012032.
2019	Fanela MAP, <b>Takarina ND</b> , Supriatna. 2019. <a href="#">Distribution of Total Suspended Solids (TSS) and Chlorophyll-a in Kendari Bay, Southeast Sulawesi</a> . <i>Journal of Physics: Conference Series</i> , 1217, 012150.
2019	<b>Takarina ND</b> . 2019. <a href="#">Community Structure of Macrozoobenthos at Blanakan Fish Pond, Subang, West Java</a> . <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> , 284, 012027.
2019	<b>Takarina ND</b> , Nurliansyah W & Wardhana W. 2019. <a href="#">Relationship Between Environmental Parameters and the Plankton Community of the Batuhideung Fishing Grounds</a> . <i>Biodiversitas Journal of Biological Diversity</i> , 20(1):171-180.

## 9. Aplikasi dan Majalah Populer

No	Jenis	Tahun	Judul	Akses
1	Aplikasi digital	2020	Tanjung Jaya	<a href="https://shorturl.at/KNRYZ">https://shorturl.at/KNRYZ</a>
2	Artikel populer	2020	Berwisata Pesisir Aman melalui Aplikasi (Majalah TROBOS)	<a href="https://shorturl.at/nyM29">https://shorturl.at/nyM29</a>

## 10. Pengalaman Reviewer

Reviewer pada Blue Economy Challenge	2016
Reviewer pada Jurnal Makara of Science UI	2016 – 2018

Reviewer pada Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis	2017
Reviewer pada Jurnal Biodiversitas	2017
Reviewer pada prosiding ISCPMS & BASIC	2017
Reviewer pada prosiding ISCPMS & LEAF	2018
Reviewer pada prosiding ISMART	2019 – 2020
Reviewer pada Jurnal EMAS dan Journal of the Air & Waste Management Association	2020
Reviewer on WGIII Second Order Draft IPCC AR6	2020 – 2021

**11. Pengalaman Presenter, Narasumber, Speaker**

Presenter pada seminar MSCEIS	2015 - 2017, Bandung
Presenter pada seminar INSPINSA	2015, Semarang
Presenter pada seminar ICMSE	2017, Semarang
Speaker pada acara UI – Univ. Coventry	2016, Depok & Inggris
Keynote speaker pada SEA Symposium	2018, Jakarta
Narasumber pada FGD P2O LIPI	2018, Jakarta
Narasumber pada FGD Bappenas	2018, Bogor
Narasumber pada AUA Student & Youth Forum	2018, Bali
Narasumber pada AUN STUDENTS WEEK 2019	2019, Depok
Speaker pada INOC	2023, Depok
Narasumber pada UI Creates	2023, Depok

**12. Pengalaman Kepanitian dan Penugasan**

Tim penyusun borang Akreditasi Magister Kelautan	2017, Depok
Panitia pada ASDS ke 3	2017, Depok dan Bali
Tim penyusun borang Akreditasi Magister Kelautan	2023, Depok

**13. Penghargaan**

Tahun	Keterangan
2022	Satyalancana Karya Satya 30 Tahun
2017	Satyalancana Karya Satya 20 Tahun