

GAZALI SALIM, DKK

PENGELOLAAN, PENANGGAMAN, DAN RESTORASI COASTAL CLEAN UP (BERSIH PANTAI)



SYIAH KUALA UNIVERSITY PRESS

PENGELOLAAN, PENANGANAN, DAN RESTORASI COASTAL CLEAN UP (BERSIH PANTAI)

**Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta**

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

PENGELOLAAN, PENANGANAN, DAN RESTORASI COASTAL CLEAN UP (BERSIH PANTAI)

Gazali Salim, dkk

**DITERBITKAN ATAS KERJA SAMA:
SYIAH KUALA UNIVERSITY PRESS & UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN**

Judul Buku:

Pengelolaan, Penanganan, dan Restorasi Coastal Clean Up (Bersih Pantai)

Penulis:

Gazali Salim | Sutrisno Anggoro | Adri Patton | Agus Indarjo | Sitti Hartinah | Julian Ransangan | Lukman Yudho Prakoso | Rukisah Saleh | Mufrida Zein | Abdul Muis Prasetya | Kennedy Aaron Aguol | Meiryani | Nabila Meiliyani

Editor:

Irfan Zikri

Penata Letak:

Haris Mustaqin

Perancang Sampul:

Iqbal Ridha

ISBN:**Pracetak dan Produksi:**

SYIAH KUALA UNIVERSITY PRESS

Penerbit:**Syiah Kuala University Press**

Jl. Tgk Chik Pante Kulu No.1 Kopelma Darussalam 23111,

Kec. Syiah Kuala. Banda Aceh, Aceh

Telp: 0651 - 8012221

Email: upt.percetakan@unsyiah.ac.id

Website: <http://www.uskpress.usk.ac.id>

Universitas Borneo Tarakan

Jalan Amal Lama Nomor 1, Tarakan

Telp. 08115307023

Fax. 08115307023

Email: ubt@borneo.ac.id

Cetakan Pertama, 2022**Cetakan Digital, 2022**

xii + 75 (15,5 cm X 23 cm)

Anggota IKAPI 018/DIA/2014

Anggota APPTI 005.101.1.09.2019

Dilarang keras memfotokopi atau memperbanyak sebagian atau seluruh buku ini tanpa seizin tertulis dari penerbit.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
PRAKATA	ix
BAB I INDONESIA DAN PESISIRNYA	1
Potensi Pesisir	1
BAB II PENCEMARAN PESISIR	13
A. Permasalahan Pesisir Indonesia	13
B. Pencemaran Perairan	16
BAB III SUMBER DAN JENIS-JENIS BAHAN CEMAR	
A. Golongan Air	21
B. Sumber-Sumber Pencemaran	22
C. Bahan-Bahan Pencemar	25
D. Sampah	26
BAB IV KESAN BAHAN CEMAR TERHADAP SUMBER PERIKANAN	29
A. Pencemaran Logam Berat	29
B. Pencemaran Sampah	30
BAB V KAWALAN DAN MITIGASI PENCEMARAN PESISIR	33
BAB VI COASTAL CLEANUP	37
A. Coastal Clean-Up	38
B. Pelaksanaan Kegiatan Aksi Bersih-Bersih Pantai	39
BAB VII STUDI KASUS: AKSI BERSIH-BERSIH PANTAI MENGHADAP LAUT (COASTAL CLEANUP) DI KOTA TARAKAN, KALIMANTAN UTARA	41
A. Kegiatan Aksi Di Pantai Amal Kota Tarakan	41
B. Kegiatan Coastal Clean-Up Yang Dilaksanakan di Kota Tarakan ...	43
BAB VIII METODE PENGAWASAN PENGENDALIAN PENCEMARAN & KERUSAKAN PESISIR DAN LAUT	45
A. Terminologi	45
B. Metode Pengawasan Pengendalian Pencemaran Dan Kerusakan Pesisir & Laut	46
C. Pemantauan Lingkungan Perairan dengan Pendekatan Trofik-Saprobik	50
D. Penetapan Status Pencemaran Saprobia	54
E. Prosedur Pemantauan Lingkungan Pesisir Berterumbu Karang	56
DAFTAR PUSTAKA	67
TENTANG PENULIS	73

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Penyakit dan Penularanya	23
Tabel 7.1 Persentase Tingkat Umur dalam Peminat Kegiatan WCD (World Cleanup Day) yang diadakan Di Pantai Amal Lama Kota Tarakan .	41
Tabel 7.2 Jenis sampah Dari hasil kegiatan WCD di Pantai Amal Lama Kota Tarakan	42
Tabel 7.3. Komparasi mengenai World Coastal CleanUp di Kalimantan ..	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 7.1 Diagram Presentase Relawan Kegiatan WCD Berdasarkan Instansi Yang Ada Di Kota Tarakan	42
Gambar 8.1 Interaksi Polusi, Bakteri Resisten dan Lingkungan Perairan	51
Gambar 8.2. Berbagai aktivitas manusia dan alam yang berpotensi menyebabkan kerusakan ekosistem terumbu karang	61
Gambar 8.3. Pengamatan kondisi terumbu karang dengan Teknik Manta-Tow	62
Gambar 8.4 Kategori dan persentaseutupan karang untuk menilai kondisi tingkat kerusakan terumbu karang	65

PRAKATA

Puji Syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmatNya, buku Referensi Pengelolaan, Penanganan dan Restorasi Coastal Clean-Up (Bersih Pantai) ini dapat menyelesaikan buku ini. Salawat serta salam tidak lupa kita hanturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu menyampaikan petunjuk pada kita, agar manusia selalu berada di jalan yang benar. Smeoga kita mendapatkan syafa'atnya kelak di akhirat nanti.

Sebelumnya kami ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini, dari awal penyusunan hingga akhir. Buku ini memiliki tema mengenai masalah lingkungan perairan, dari potensi hingga penanggulangan pencemaran lingkungan, dan kegiatan untuk menjaga kelestarian lingkungan perairan. Dengan adanya buku ini, diharapkan dapat menjadi sumber ilmu, menjadi buku referensi yang dapat digunakan oleh berbagai kalangan, dan dapat menambah ilmu mengenai lingkungan perairan.

Kami selaku penulis menyadari bahwa buku ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kami ingin meminta maaf jika terdapat kesalahan yang ditemukan pada buku ini. Kami selaku penulis mengharapkan kritik dan saran agar kami dapat menjadi lebih baik ladi kedepannya nanti. Terimakasih.

BAB I

INDONESIA DAN PESISIRNYA

Potensi Pesisir

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki potensi sumberdaya alam, baik secara hayati maupun non-hayati, sumberdaya buatan, dan menyediakan jasa lingkungan bagi masyarakat yang hidup disekitar wilayah pesisir (Arbi, 2008). Sumberdaya perairan ini memiliki peran penting dalam pembangunan ekonomi masyarakat. Karena itu, sumberdaya ini perlu dimanfaatkan dengan baik, serta dijaga agar bisa terus tetap ada. Terdapat berbagai macam potensi yang didapatkan dari sumberdaya yang berada di wilayah pesisir. Berikut adalah jenis-jenis potensi yang dihasilkan oleh wilayah pesisir.

1. Potensi Perikanan

Perikanan mempunyai peran penting dan menjadi salah satu strategi dan kebijakan bagi pembangunan, karena Indonesia memiliki luas perairan yang besar serta terdapat banyak potensi yang tersimpan didalamnya. Menurut Triarso (2012), pembangunan sektor perikanan ini tidak lepas dari peran pemerintah sehingga dapat berjalan dengan maksimal. Sumber daya laut Indonesia memiliki berbagai macam jenis ikan dan memiliki nilai yang sangat besar. Menurut Kusuma (2004), Indonesia memiliki sekitar 65 juta ton potensi perikanan. Hasil potensi perikanan ini diperoleh dari sektor perikanan tangkap, sekitar 7,5 juta ton. Jenis ikan yang paling dominan adalah ikan-ikan pelagis yang memiliki nilai jual tinggi. Sumber lain diperoleh dari sektor perikanan budidaya, dengan nilai sekitar 57,7 juta ton. Pada sektor ini, jenis biota yang biasanya dibudidaya adalah ikan kakap putih, ikan belanak, kepiting bakau, udang, dan teripang. Tingkat konsumsi masyarakat Indonesia terhadap hasil laut sangat tinggi. Tercatat bahwa tingkat konsumsi ikan masyarakat Indonesia sekitar 20,18 kg perkapita pertahun, dan terus mengalami peningkatan sebesar 4,5% pertahun (Dahuri, 2003). Berdasarkan data dari DKP pada tahun 2006, produksi ikan dari sektor perikanan tangkap memiliki potensi sebesar 4.4468.010 ton yang berasal dari perairan laut, dan 301.150 ton dari perairan umum. Pada sektor perikanan budidaya, potensi yang dimiliki adalah 2.625.800

ton, dimana jenis biota yang dibudidayakan adalah udang 327.260 ton, rumput laut 1.079.850 ton, ikan mas 269.530 ton, ikan lele 94.160 ton, ikan kerapu 8.430 dan ikan gurame 35.570 ton.

Sumber daya yang besar dapat mempengaruhi perilaku penangkapan atau pemanfaatan menjadi lebih eksploitatif. Karena itu menjadi sangat penting untuk menjaga kelestarian sumber daya ini dari perilaku dan tindakan *over fishing*. Hal ini sudah terjadi di beberapa wilayah perairan di Indonesia, seperti perairan utara Jawa, perairan di Selat Bali, dan perairan Selat Malaka pada bagian sebelah selatannya. *Over fishing* lebih banyak dilakukan karena sifat laut itu sendiri, yaitu sumber daya yang berada didalamnya merupakan milik umum (*common property*) sehingga masyarakat bebas mengambil sumber daya yang berada di laut atau *open access* bagi semua orang. Selain di laut, potensi yang besar juga diperoleh dari sumber perairan umum lainnya seperti waduk, danau, dan sungai (Irianto dan Seosilo, 2007). Pengelolaan sumber daya perairan melalui pemanfaatan dan penangkapan yang kurang terkendali, maka pemerintah perlu melakukan sejumlah upaya dan strategi untuk mengurangi dan mencegah terjadi degradasi dan kehilangan. Selain itu, perlu juga upaya untuk mencari dan menemukan potensi sumber daya ikan yang belum di eksploitasi, seperti jenis ikan baru yaitu ikan-ikan yang belum banyak diketahui atau dimanfaatkan sebelumnya. Selain persoalan penangkapan dan pemanfaatan sumber daya yang salah, pemerintah juga menghadapi masalah lain seperti tindakan *Illegal, Unreported, and Unregulated Fishing (IUU Fishing)*. *IUU fishing* merupakan salah satu hal penyebab timbulnya permasalahan mengenai penangkapan secara berlebihan yang dapat menyebabkan berkurangnya sumber daya dan terjadi degradasi sumber daya di perairan, terutama biota laut.

Selain permasalahan ketersediaan sumber daya diatas, beberapa persoalan lain juga dihadapi oleh para pengusaha perikanan, terutama terkait besarnya biaya produksi yang mesti dikeluarkan untuk melakukan penangkapan. Oleh karena itu, ketersediaan faktor produksi yang memadai termasuk teknologi yang mendukung merupakan sebuah keharusan agar kegiatan produksi lebih efisien dan sumber daya dapat lestari. Irianto dan Seosilo (2007) mengidentifikasi beberapa teknologi yang dapat membantu dalam melakukan penangkapan ikan, terutama di daerah perairan laut:

- a. Teknologi yang digunakan untuk mendeteksi dan mengetahui lokasi gerombolan ikan (letak *fishing ground*), dimana informasi yang dihasilkan lebih akurat, sehingga proses penangkapan dapat menjadi

lebih efektif dan efisien.

- b. Teknologi alat bantu rumpon yang dapat menarik gerombolan ikan untuk dapat berkumpul sehingga menjadi lebih mudah untuk ditangkap.
- c. Alat tangkap yang mempunyai selektifitas yang tinggi dan dapat digunakan untuk melakukan penangkapan di daerah perairan dalam.
- d. Teknologi untuk penanganan dan penyimpanan hasil tangkapan yang baik, yaitu pendinginan atau pembekuan, yang memungkinkan untuk menerapkan sistem *cold chain* sehingga kondisi ikan tetap segar dan dapat meminimalisir pembuangan ikan yang memiliki mutu yang rendah.
- e. Kapal dengan *design* yang memiliki standar sanitasi dan higienis sehingga mutu kapal dapat terjamin dan keamanan hasil tangkapan terjaga.

Hal-hal yang disebutkan ini dapat menjaga mutu produk dan komoditas yang dihasilkan, serta dapat menjaga sumber daya tetap lestari. Karena itu, peran teknologi menjadi sangat penting untuk menjaga kelestarian sumber daya perairan yang dimiliki oleh Indonesia.

2. Hutan Mangrove

Hutan mangrove merupakan hutan khas yang hidup di daerah sepanjang pantai atau hidup pada daerah muara sungai, dimana daerah tersebut dipengaruhi oleh aktivitas pasang surut air laut. Biasanya mangrove tumbuh di daerah pantai yang terlindung atau daerah pantai yang datar (Nontji, 1987). Ekosistem mangrove memiliki produktivitas yang sangat tinggi. Berdasarkan hasil penelitian, produktivitas primer ekosistem mangrove adalah 400-500 gram karbon/m²/tahun. Oleh karena itu, ekosistem mangrove dapat menjadi penopang keanekaragaman sumber daya. Daun-daun mangrove yang jatuh keperairan akan diurai oleh fungi, bakteri, dan protozoa menjadi komponen bahan organik lebih sederhana, dan akan dimanfaatkan oleh biota seperti udang, kepiting, dan biota lainnya sebagai sumber makanan (Suryono, 2013).

Hutan mangrove memiliki berbagai macam fungsi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun fungsi hutan mangrove adalah sebagai berikut:

a. Menstabilkan Pantai serta Menumbuhkan Pulau

Salah satu hal yang menjadi keuntungan dari mangrove adalah memiliki sistem perakaran yang kompleks serta rapat. Mangrove mampu menangkap sisa-sisa bahan organik dan endapan yang

dibawa oleh air laut. Hal ini menyebabkan kebersihan laut dapat terjaga. Karena proses ini, maka mangrove disebut sebagai pembentuk daratan karena endapan yang ditahan sepanjang waktu. Selain itu, pertumbuhan mangrove juga memperluas batas pantai. Hal ini memberikan kesempatan pada tumbuhan terestrial untuk hidup dan berkembang di wilayah daratan. Akar pohon mangrove juga dapat menjadi penjaga pinggir pantai dari erosi pantai.

b. Menjernihkan Air

Terdapat jenis akar mangrove, yaitu akar pernafasan dari api-api memiliki fungsi yang lain selain menjadi alat pernafasan tanaman. Fungsi ini dapat menangkap endapan dan membersihkan kandungan zat-zat kimia dari air yang berasal dari daratan dan mengalir ke laut. Air sungai yang mengandung zat-zat kimia akan mengalir melewati akar-akar pohon mangrove. Setelah itu air yang mengalir ke perairan laut akan menjadi bersih, jernih, dan terbebas dari zat-zat kimia yang merusak.

c. Melindungi dan Menghasilkan Nutrisi

Akar-akar yang dimiliki oleh mangrove juga dapat menjadi penghasil zat makanan dan dapat menjadi daerah nurseri bagi ikan dan invertebrata yang hidup didalamnya. Sebelum dewasa, ikan-ikan serta udang menjadikan hutan mangrove sebagai tempat untuk mencari makan dan menjadi daerah pelindung dari berbagai predator.

d. Melindungi Rantai Makanan

Daun-daun mangrove yang berjatuhan dan masuk ke dalam air akan diuraikan oleh mikro-organisme yang ada dan akan menghasilkan nutrisi. Nutrisi ini akan dimanfaatkan oleh hewan-hewan kecil, kemudian hewan-hewan kecil ini akan dimanfaatkan oleh hewan-hewan yang lebih besar untuk dijadikan makanan.

e. Tempat Tambat Kapal

Daerah teluk yang ditumbuhi oleh mangrove sering digunakan sebagai tempat berlabuh dan bertambatnya perahu. Saat cuaca buruk, pohon mangrove akan menjadi pelindung bagi kapal dan perahu yang menambat.. Namun demikian, jika terlalu sering menggunakan pohon mangrove sebagai tempat menambat perahu, maka batang mangrove dapat mengalami kerusakan.

f. Pengawet

Beberapa jenis mangrove buahnya dapat digunakan sebagai pengawet. Contohnya adalah buah dari pohon tancang. Buah ini

biasanya digunakan untuk bahan perwarna dan pengawet kain. Proses pewarnaan dilakukan dengan cara mencelupkan bahan kain kedalam rebusan buah tancang. Warna yang dihasilkan berupa coklat kemerahan hingga coklat tua, tergantung lama waktu perendaman. Selain buah pohon tancang, ada juga kulit pohon tingi (kulit bakau) yang digunakan untuk mengawetkan bahan jaring nelayan. Hal ini sering dilakukan oleh nelayan yang tinggal di daerah Labuhan, Banten.

g. **Obat-Obatan**

Pohon mangrove juga dapat dimanfaatkan sebagai obat-obatan. Biasanya, bagian pohon mangrove yaitu kulit batang pohon dapat digunakan untuk bahan pengawet dan obat-obatan. Kulit pohon mangrove ini biasanya digunakan sebagai obat penyakit gatal atau obat radang kulit. Ada juga yang menggunakan pohon mangrove sebagai obat penawar gigitan ular, rematik, gangguan alat pencernaan, dan lain-lain. Bagian pohon mangrove lain yang digunakan sebagai obat adalah air buah serta akar mangrove yang masih muda, yang digunakan sebagai obat pengusir nyamuk. Air buah tancang dapat digunakan sebagai pembersih mata, sedangkan kulit pohon tancangnya digunakan sebagai obat sakit perut dan obat untuk menurunkan demam.

h. **Bahan Bakar Mangrove dan Bangunan**

Pohon mangrove banyak dijadikan sebagai bahan bakar dan bahan untuk bangunan. Pohon mangrove yang dijadikan bahan bakar biasanya dibuat dalam bentuk arang untuk kebutuhan rumah tangga atau industri kecil. Sementara itu, batang kayunya juga dapat digunakan sebagai bahan kontruksi rumah. Kayu mangrove kuat dan tahan air, sehingga sangat baik untuk digunakan sebagai cerocok penguat tanah. Sedangkan bahan jenis tancang biasanya digunakan sebagai pilar, pile, tiang telepon atau bantalan jalan kereta api.

Indonesia memiliki hutan mangrove yang sangat luas, yaitu 3,7 juta hektar. Mangrove tersebar dan tumbuh di berbagai wilayah pesisir. Namun demikian, karena beberapa kegiatan pembangunan dan pengembangan yang dilakukan di daerah pesisir maka luasan hutan mangrove mulai berkurang seiringnya waktu. Penyebabnya antara lain konversi hutan untuk menjadi kawasan tambak, perumahan, atau industri. Selain itu, pemanfaatan kayu secara intensif juga menjadi salah satu berkurangnya luasan mangrove. Berdasarkan data, pengurangan luasan mangrove telah terjadi sejak tahun 1982 yang awalnya 5.209.543 hektar (Supriharyono,

2000). Dahuri (2001) juga menyatakan bahwa sebanyak 50% hutan mangrove yang ada telah mengalami kerusakan. Jika dikalkulasikan, terdapat 42% hutan mangrove yang mengalami kerusakan berat, 29% mengalami rusak sedang, sekitar 23% hutan mangrove dalam kondisi baik, dan hanya 6% hutan mangrove yang dalam kondisi sangat baik.

3. Rumput Laut

Salah satu kekayaan sumber daya hayati perairan Indonesia adalah rumput laut. Indonesia memiliki 555 jenis rumput laut dari seluruh jumlah jenis rumput laut yang ada di dunia. Rumput laut memiliki kandungan yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Tumbuhan ini memiliki kandungan senyawa polisakarida yaitu alginat, karagingan dan agar-agar. Selain itu, rumput laut memiliki pigmen yaitu klorofil, fikosianin dan karotenoid. Setiap pigmen yang ada ini memiliki banyak manfaat bagi kesehatan (Merdekawati dan Susanto, 2009; Lila, 2004). Rumput laut terdiri dari berbagai jenis sebagai berikut:

a. Alga Merah (*Rhodophyceae*)

Dari seluruh jenis rumput laut, alga merah adalah kelompok rumput laut yang paling banyak jenisnya. Berdasarkan informasi dari situs web algalbase.org terdapat sekitar 6000 jenis alga merah. Salah satunya jenis alga merah yang paling banyak dimanfaatkan adalah *Kappaphycus alvarezii*. Alga merah ini memiliki kemampuan melakukan adaptasi kromatik atau mampu melakukan penyesuaian warna sesuai dengan pencahayaan yang diterimanya. Salah satu hasil penelitian yang dilakukan oleh Dewangga (2008) menyebutkan bahwa *Kappaphycus alvarezii* memiliki kandungan pigmen yang terdiri dari klorofil a 74,920%, karoten 0,947%, lutein 6,988% dan xantofil 0,727%.

b. Alga Hijau (*Chlorophyceae*)

Kelompok alga hijau memiliki ciri-ciri berwarna hijau, talus berupa lembaran, batang, atau bulatan dimana talus bisa saja bersifat lunak, keras atau *siphonous*. Salah satu jenis dari kelompok alga hijau adalah *Caulerpa* sp. Jenis ini merupakan yang biasa dikonsumsi sebagai sayur atau lalapan di daerah Filipina dan Indonesia. Kandungan gizi yang dimiliki oleh alga hijau jenis ini adalah protein 10,7%, karbohidrat 27,2% , lemak 0,3%, kandungan air 16 - 20%, dan serat 4,4 – 15,5%. *Caulerpa* sp. memiliki kandungan klorofil a dan b yang melimpah dan kandungan karotenoid. Berdasarkan hasil penelitian, alga hijau memiliki kandungan klorofil a 26,817%, klorofil b 12,908% dan xantofil

41,546% (Merdekawati, 2009).

c. **Alga Coklat (*Phaeophyceae*)**

Alga coklat memiliki bentuk yang berbeda-beda dengan warna coklat atau pirang pada tumbuhannya. Alga coklat mengandung pigmen-pigmen seperti fukoxantin, karoten, klorofil a dan c. Salah satu jenis yang termasuk alga coklat adalah *Sargassum* sp. Jenis ini tersebar di seluruh Indonesia dan memiliki beragam variasi. Jenis ini banyak tumbuh dan ditemukan di wilayah perairan tertentu seperti Selat Sunda, perairan Bangka Belitung, perairan Selatan Pulau Jawa, Karimunjawa, Bali, Lombok, Kalimantan Timur, Kupang, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara, Teluk Lampung, Ambon dan perairan Natuna (Kadi, 2005). Alga coklat jenis ini memiliki kandungan yang dimanfaatkan sebagai obat gondok, anti bakteri dan tumor karena memiliki kandungan protein, vitamin C, alginat, yodium, tannin dan fenol. *Sargassum* sp memiliki kandungan klorofil a 53,82%, fukoxantin 20,95%, beta karoten 1,49% , klorofil c 1,05% dan xantofil 8,46 % (Merdekawati, 2009; Resita, 2008).

Pigmen-pigmen yang berada pada tanaman rumput laut seperti klorofil, karotenoid dan fikosianin memiliki banyak manfaat, khususnya untuk kesehatan. Produk yang menggunakan pigmen sebagai bahan dasarnya biasa disebut sebagai *green food*. Makanan ini dapat menjadi suplemen yang memiliki kandungan kaya nutrisi, serat alami, dan dapat digunakan sebagai obat berbagai macam penyakit. Suplemen pigmen dapat dijadikan sebagai obat penyakit untuk kanker dan menjadi suplemen untuk detoksifikasi. Selain itu, suplemen pigmen juga dapat digunakan sebagai obat oles untuk luka bakar (Rahmayanti & Sitanggang, 2006).

4. Terumbu Karang

Sebagai negara kepulauan, dua pertiga dari wilayah Indonesia terdiri dari lautan. Oleh karena itu terumbu karang menjadi salah satu potensi yang berlimpah di wilayah perairan Indonesia karena terumbu karang hanya dapat hidup dengan baik pada wilayah yang memiliki iklim tropis (Arini, 2013). Terumbu karang adalah kumpulan dari beberapa habitat mikro yang saling berhubungan dan terdiri dari beberapa spesies. Indonesia memiliki berbagai ragam jenis terumbu karang. Terdapat lebih dari 480 jenis terumbu karang yang telah teridentifikasi. Dari jumlah yang ada ini, 60% terdapat di daerah Indonesia Bagian Timur. Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem penting wilayah pesisir dan laut.

Terumbu karang mempunyai nilai ekologis dan nilai ekonomi yang tinggi. Secara ekologis, terumbu karang menjadi pelindung daerah pantai dari ombak serta arus yang kuat. Selain itu, terumbu karang menjadi tempat bagi makhluk hidup untuk mencari makan, tempat asuhan, dan tempat memijah beberapa spesies biota yang hidup didalamnya. Berdasarkan nilai ekonomisnya, terumbu karang menjadi tempat untuk menangkap berbagai jenis ikan, seperti ikan-ikan hias. Selain itu terumbu karang juga menjadi salah satu bahan farmasi dan juga menjadi salah satu objek destinasi wisata yang banyak diminati. Berdasarkan hasil perhitungan nilai evaluasi ekonomi dari kegiatan perikanan, perlindungan pantai dan kegiatan wisata yang ada di Indonesia diperkirakan mencapai 1,6 miliar US Dollar (Burke et, al., 2002).

Terumbu karang hidup pada perairan yang dangkal, seperti pada daerah paparan benua atau daerah gugusan pulau di perairan tropis. Terumbu karang memerlukan perairan yang jernih, suhu yang hangat, gelombang besar, dan sirkulasi air yang lancar untuk mencapai pertumbuhan maksimumnya dan untuk terhindar dari proses sedimentasi. Terumbu karang juga mempunyai kemampuan yang sangat baik untuk memperbaiki kerusakan pada habitat atau masalah yang terjadi dari berbagai macam formasi terumbu karang dan faktor lingkungan yang mempengaruhi terumbu karang ini juga dapat terpelihara dengan baik. Oleh karena itu, manusia tidak perlu ikut campur tangan pada kelangsungan hidup terumbu karang (Dahuri, 2003).

Pertumbuhan terumbu karang ini juga tidak luput dari berbagai ancaman yang ada. Banyak tindakan yang dilakukan oleh manusia yang dapat mengancam dan merusak kehidupan dan kelestariannya. Beberapa aktivitas tindakan yang merusak ini antara lain melakukan pengeboman pada daerah yang ditumbuhi terumbu karang, pengambilan terumbu karang secara illegal, penangkapan ikan secara berlebihan, dan pembuangan jangkar yang dapat menyebabkan pertumbuhannya rusak. Selain dari aktivitas manusia, proses sedimentasi dan perubahan iklim juga dapat mengancam keberadaan terumbu karang, sehingga kualitas dan kuantitas terumbu karang juga mengalami menurun. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan oleh para ahli, terdapat 324 lokasi yang menjadi tempat tumbuhnya terumbu karang di Indonesia. Berdasarkan data dari SLHI pada tahun 2013, Indonesia memiliki luas terumbu karang sebesar 50.875 km² atau sekitar 18% dari seluruh terumbu karang yang ada di dunia. Pada tahun 2012, LIPI mengidentifikasi kondisi terumbu karang pada 1.133

lokasi di Indonesia, dan hasilnya 5,30% terumbu karang dalam keadaan sangat baik, 37,25% dalam keadaan cukup baik, dan 30,45% dalam keadaan kurang baik (Pramudyanto, 2014). Sebagai contoh terumbu karang di kawasan Kepulauan Seribu. Berdasarkan kajian oleh Yayasan Terangi tahun 2013, menyebutkan kerusakan terumbu karang telah masuk fase sangat mengkhawatirkan. Kerusakan ini terjadi karena pembuangan limbah serta sampah yang jumlahnya sangat banyak. Limbah-limbah ini mengalir ke Teluk Jakarta (Kusuma, 2013). Diwilayah lain di Pulau Bangka, juga ditemukan kerusakan terumbu yang sangat vital. Kerusakan yang terjadi diakibatkan oleh kapal-kapal isap yang melakukan penambangan timah pada daerah lepas pantai. Kegiatan ini tidak hanya merusak terumbu karang saja, tetapi juga merusak padang lamun. Kedua sumber daya ini sangat penting, karena memiliki peran sebagai penyangga sektor perikanan dan pariwisata bahari, sehingga perlu dijaga kelestariaannya (Ambalika, 2010).

Perairan laut dengan potensi yang terdapat didalamnya perlu dijaga karena menjadi penjamin produktivitas, terutama sumber daya perikanan yang merupakan sektor unggulan Indonesia. Terumbu karang merupakan salah satu aset karena peran dan fungsinya sebagai benteng alami yang melindungi pantai dari ombak yang besar, menjadi habitat bagi biota, dan salah satu bahan yang digunakan untuk obat-obatan. Besarnya jumlah evaluasi ekonomi yang dimiliki juga menjadi keuntungan bagi Indonesia. Jika terumbu karang mengalami kerusakan karena aktivitas manusia, maka akan timbul kerugian dari segi material dan non-material (Arini, 2013).

5. Padang Lamun

Padang lamun merupakan tumbuhan yang hidup di perairan dangkal dan kompleks, serta memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi seperti halnya ekosistem yang lain. Karena itu, padang lamun menjadi hal yang penting pula karena juga memiliki manfaat secara ekologi maupun ekonomi (Rasheed dkk, 1994). Berdasarkan fungsi ekologinya, padang lamun menjadi tempat asuhan, memijah, mencari makan dan tempat berlindung biota-biota perairan seperti ikan, molusca, krustacea, Echinodermata dan biota jenis lainnya. Lamun menjadi makanan penting bagi biota perairan yaitu dugong dan penyu hijau. Selain itu, padang lamun juga memiliki manfaat sebagai penangkap sediman dan nutrien perairan (Arifin dan Jompa, 2005). Padang lamun relatif hidup pada daerah yang

tenang dengan substrat lumpur atau pasir. Berdasarkan hasil penelitian Arifin dan Jompa (2005), daerah dengan substrat lumpur akan memiliki tutupan padang lamun yang tinggi, sedangkan daerah dengan substrat pasir memiliki tutupan yang rendah, tetapi memiliki keanekaragaman spesies lamun yang tinggi.

Padang lamun juga berfungsi sebagai pengurang dampak emisi karbondioksida yang berada di lingkungan. Tumbuhan lamun adalah komponen biotik autotroph, yaitu mampu melakukan fotosintesis. Laju produktivitas padang lamun terbilang cukup tinggi. Karena itu keberadaan padang lamun menjadi sangat penting karena mampu berperan dalam penyerapan CO₂. Hasil dari ini akan menjadi rantai makan di perairan, dan dapat menjadi tumbuhan yang berpotensi sebagai penyimpan cadangan karbon yang lebih ramah lingkungan bagi manusia (Bala, 2014; Arifin dan Jompa, 2005).

Potensi padang lamun yang lain adalah sebagai tempat untuk ekowisata. Ekowisata padang lamun memiliki komponen yang terdiri dari vegetasi lamun dan biota yang hidup di vegetasi tersebut. Manfaat ekowisata padang lamun adalah sebagai sumber pendidikan (wisata edukasi). Ekowisata memiliki fungsi sebagai penjagaan ekosistem dan biota, serta dapat meningkatkan perekonomian masyarakat yang tinggal di sekitar padang lamun tersebut. Berdasarkan penelitian Johan (2017), padang lamun dapat menjadi tempat wisata dengan berbagai aktivitas seperti wisata *snorkeling* dan wisata berkarang yaitu aktivitas mencari biota seperti gastropoda, moluska dan yang lainnya saat air surut. Namun demikian, perlu diwasapadi bahwa aktivitas wisata dapat menyebabkan degradasi lingkungan, dapat mengakibatkan kerusakan dan turunya tutupan lamun, sehingga pengelolaan yang berkelanjutan perlu dilakukan agar keanekaragaman hayati tetap lestari.

6. Sumber Mineral dan Energi

Pesisir Indonesia menghasilkan sekitar 70% yang merupakan produksi minyak serta gas bumi. Terdapat 60 cekungan yang memiliki potensi menghasilkan migas. Dari seluruh cekungan ini, diperkirakan dapat menghasilkan 11,3 miliar barrel minyak bumi dan 101,7 triliun kubik cadangan gas bumi. Selain itu, kawasan pesisir juga kaya akan bahan tambang dan mineral seperti emas, perak, bijih besi, timah, dan mineral berat. Selain itu ditemukan juga energi jenis baru yang dapat menjadi pengganti Bahan Bakar Minyak (BBM), yaitu gas hidrat dan gas bionic.

Kedua jenis bahan ini ditemukan di sekitar lepas pantai Sumatera, pada bagian Selatan Jawa Barat, dan bagian utara Selat Makassar dengan potensi yang sangat besar, melebihi potensi minyak bumi dan gas alam di dunia (Richardson, 2008 dalam Dahuri, 2010). Selain sumber daya yang telah disebutkan di atas, terdapat sumber daya energi lain seperti energi gelombang, energi tata surya, energi angin, energi pasang surut, dan energi *Ocean Thermal Energy Conversion* (OTEC). Lalu ada juga sumber daya mineral yang dapat dimanfaatkan, yaitu *deep ocean water* (air laut dalam). Air ini diambil pada kedalaman 200 m, memiliki karakteristik air yang dapat bermanfaat untuk kepentingan perikanan, air mineral, dan kosmetik (Lasabuda, 2013).

7. Kultural

Benda peninggalan budaya pada zaman dahulu yang ada hingga saat ini dan memiliki nilai ekonomis tinggi adalah Benda Muatan Kapal Tenggelam atau BMKT. Hingga tahun 2019, terdapat beberapa titik di Indonesia yang menjadi lokasi kapal tenggelam. Jumlah titik yang diperkirakan masih menyimpan kapal tenggelam adalah 463 titik. Karena itu, pemerintah membentuk Panitia Nasional yang bertugas untuk melakukan pengelolaan terhadap benda-benda yang berada pada kapal tenggelam, sehingga dapat disalurkan dan dapat memberikan manfaat pada masyarakat dan negara. Pembentukan panitia ini juga bertujuan untuk pencegahan pengambilan bahan muatan kapal tenggelam yang dilakukan secara ilegal. Berdasarkan hasil perhitungan ekonominya, nilai yang berasal dari kapal tenggelam ini mencapai mencapai US\$ 40 juta atau 500 milyar rupiah (Lasabuda, 2013).

8. Transportasi Laut dan Jasa Lingkungan

Kawasan perairan Asia-Pasifik telah menjadi kawasan perdagangan dunia. Terdapat 75 persen produk serta komoditas perdagangan melewati laut Indonesia dan menjadinya sebagai jalur transportasi perdagangan penting dunia. Nilai yang dihasilkan pun cukup besar, yaitu sekitar US\$ 1.300 triliun per tahun. Sejak tahun 1987, Indonesia harus melakukan pembayaran devisa dengan rata-rata sekitar US\$ 14 miliar/tahun. Devisa ini digunakan untuk melakukan pembayaran armada pelayaran asing. Sebanyak 97% barang dan komoditas di impor dan di ekspor oleh Indonesia diangkut oleh kapal-kapal asing. Dari jumlah ini, 55% ditransportasikan ke pulau yang ada di Indonesia, juga dengan menggunakan kapal

asing. Karena posisi Indonesia yang sangat strategis dan memiliki nilai estetika lingkungan yang tinggi, serta keanekaragaman hayati yang besar berdampak pada besarnya potensi ekonomi yang dimiliki. Diperkirakan nilai yang dihasilkan dari potensi ekonomi dari pariwisata bahari yang ada di Indonesia ini adalah US\$ 54.3 miliar setiap tahunnya (Lasabuda, 2013).

9. Industri dan Jasa Maritim

Wilayah pesisir yang luas menjadi keuntungan bagi Indonesia untuk mengembangkan industri dan jasa maritim. Terdapat beberapa hal yang dapat dilakukan adalah industri mesin dan peralatan kapal; industri kincir air tambak (*pedal wheel*), pompa air, dll; industri alat penangkapan ikan (*fishing gears*) seperti jaring, pancing, fish finders, tali tambang, dll; galangan (pembuatan) kapal dan *dockyard*; kabel bawah laut dan *fiber optics*; *offshore engineering and structures*; *remote sensing*, GPS, GIS, dan ICT lainnya; dan *coastal engineering and structures*.

BAB II

PENCEMARAN PESISIR

A. Permasalahan Pesisir Indonesia

Indonesia merupakan negara kepulauan dan memiliki banyak pulau baik besar maupun kecil, berpenghuni dan tidak berpenghuni. Berdasarkan data SLHI pada tahun 2013, Indonesia memiliki jumlah pulau sebanyak 13.466. Berdasarkan jumlah ini, maka garis pantai yang dimiliki oleh Indonesia juga terbilang panjang, yaitu 80.791 km. Panjang garis pantai ini membuat Indonesia memiliki potensi yang banyak, terutama pada sumber daya pesisir dan laut. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara yang kaya akan sumber daya alam dan memberikan berbagai manfaat yang sangat penting bagi kehidupan, seperti menyediakan jasa-jasa lingkungan, menghasilkan berbagai jenis sumber daya seperti gas, minyak, hasil perikanan, ekosistem mangrove dan terumbu karang, dan sebagai tempat wisata (Pramudyanto, 2014).

Meskipun jumlah pulau yang sangat banyak, namun dari segi pemanfaatan dan pengelolaannya masih belum optimal. Menurut Dahuri (2001), selama ini pembangunan masih terfokus pada wilayah bagian daratannya saja, sehingga wilayah pesisir relatif tertinggal jauh. Karena hal ini, masyarakat pesisir termasuk masyarakat yang miskin. Selain permasalahan pembangunan, terdapat persoalan lain seperti pencemaran lingkungan, *overfishing*, penggunaan bahan peledak dalam penangkapan ikan, pengambilan dan penambangan terumbu karang untuk bahan bangunan, dan lain sebagainya. Secara rinci, Dahuri (2001) mengidentifikasi permasalahan yang biasanya timbul di daerah pesisir sebagai berikut:

a. Habitat Ekosistem Yang Mengalami Kerusakan

Habitat ekosistem pesisir banyak mengalami kerusakan, terutama kerusakan fisik. Kerusakan seperti ini sering ditemukan dan biasa terjadi. Beberapa ekosistem yang terkena dampak dari kerusakan ini adalah ekosistem terumbu karang, rumput laut, dan mangrove. Menurut Mossa dkk (1996), terumbu karang yang dimiliki oleh Indonesia telah mengalami kerusakan sebesar 41,78%, dan hanya 6,20% terumbu karang yang dalam kondisi sangat baik. Sementara 23,72% terumbu

karang berada dalam kondisi baik dan 28,30% dalam kondisi yang sedang. Lasabuda (2013) menyebutkan bahwa sebagian perairan Indonesia termasuk ke dalam perairan Indo-Pasifik dan menjadi pusat bagi keanekaragaman terumbu karang dunia. Terdapat lebih dari 400 jenis terumbu karang yang hidup di wilayah perairan Indonesia. Ganggang laut juga merupakan salah satu jenis yang banyak tersebar di wilayah pesisir Indonesia. Indonesia juga memiliki hutan mangrove dengan luas 2,4 juta hektar. Selain itu, Indonesia memiliki nilai global, karena terdapat berbagai jenis ikan yang melakukan migrasi di perairan Indonesia atau biasa disebut *highly migratory species*. Adapun jenis ikan yang biasa migrasi melewati perairan Indonesia adalah ikan tuna yang memiliki nilai ekonomis tinggi, lumba-lumba, penyu dan termasuk juga ikan paus.

b. Pemanfaatan Sumber Daya Laut Secara Berlebihan Atau Over-Eksploitasi

Posisi Indonesia yang beriklim tropis menjadi keuntungan tersendiri dengan keanekaragaman hayati yang tinggi. Tercatat bahwa perairan Indonesia memiliki 2000 jenis ikan dari 7000 jenis spesies ikan di dunia. Jika dikalkulasikan, potensi sumber daya yang dihasilkan dari laut mencapai 6,4 juta ton setiap tahunnya, mencakup berbagai jenis ikan, lobster, cumi-cumi, dan ikan-ikan karang (Lasabuda, 2013). Karena itu, banyak pihak-pihak yang berusaha untuk memanfaatkan sumber daya laut tersebut, dan jika tidak dikendalikan dengan baik maka terjadi kondisi *over-eksploitasi* (pemanfaatan secara berlebih). Dari banyaknya sumber daya ini, hanya 58,5% yang baru dimanfaatkan dan dikelola dengan baik. Pada beberapa kawasan, stok sumber daya, terutama ikan telah mencapai kondisi *over-fishing* (penangkapan berlebih). Beberapa diantaranya adalah Perairan Laut Jawa sebanyak 88,98%, Perairan Selat Malaka sebanyak 112,38 %, serta Laut Flores dan Selat Makassar sebanyak 66,70% (Dahuri, 2001).

c. Pencemaran Lingkungan

Terdapat beberapa daerah yang telah mengalami tingkat pencemaran yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan oleh berbagai macam-macam kegiatan yang dilakukan di daratan maupun lautan. Beberapa kegiatan di daratan yang memiliki implikasi terhadap pencemaran lingkungan antara lain aktivitas rumah tangga, pertanian, dan kegiatan industri. Sementara aktivitas di lautan yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan adalah penambangan

di daerah lepas pantai yang tidak terkendali, aktivitas pengangkutan minyak oleh kapal, dan kegiatan perhubungan (transportasi) kapal di laut. Beberapa daerah telah memasuki kondisi tingkat pencemaran tinggi, diantaranya Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Lampung, Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Kalimantan Timur. Sedangkan daerah dengan tingkat pencemaran rendah adalah Bengkulu, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Nusa Tenggara Timur, dan Papua.

d. Konflik Dalam Pemanfaatan Ruang

Terjadinya konflik pemanfaatan ruang yang kurang baik dapat terjadi karena berbagai faktor. Menurut Dahuri (2001), konflik ini muncul karena persoalan kelemahan dari segi tata kelola dan aturan yang jelas dari segi hukum maupun substansi mengenai penataan ruang wilayah pesisir dan lautan. Terdapat beberapa kegiatan yang tidak sejalan dengan beberapa kegiatan lainnya. Salah satu contohnya adalah kegiatan industri yang dapat menghasilkan polusi dan mengganggu aktivitas perikanan yang berada di sekitarnya dan menyebabkan ketidakcocokan antar dua kegiatan tersebut. Ketidakcocokan dalam pemanfaatan ruang pada wilayah pesisir terjadi karena ketidakjelasan peraturan yang mengatur pemanfaatan ruang wilayah pesisir, sehingga memunculkan konflik kepentingan beberapa sektor, perusahaan swasta, dan masyarakat.

e. Masalah-masalah lain adalah kurangnya ketersediaan anggaran dan pendanaan untuk pembangunan wilayah pesisir, termasuk juga kualitas sumberdaya manusia yang rendah yang dapat menghambat proses pembangunan dan pemanfaatan sumber daya, tingkat kemiskinan masyarakat pesisir yang tinggi, kurangnya koordinasi antar pelaku pembangunan, serta lemahnya penegakan hukum.

Wilayah pesisir dan laut adalah wilayah yang mudah berubah, baik secara skala temporal maupun skala spasial. Perubahan yang timbul pada daerah pesisir dan laut bisa disebabkan oleh beberapa hal, seperti adanya kegiatan industri yang beroperasi di sekitarnya, pemukiman warga, transportasi darat dan laut, pelabuhan, budidaya tambak, pertanian, serta kegiatan pariwisata yang dapat menimbulkan pencemaran laut dan pesisir. Selain kegiatan yang disebabkan oleh manusia, terdapat juga aktivitas alam yang dapat menyebabkan perubahan pada daerah wilayah pesisir seperti sedimentasi dan perubahan iklim. Padahal wilayah pesisir

memiliki peran yang sangat penting, yaitu sebagai penyedia makanan bagi biota yang hidup di laut maupun di darat, sebagai tempat rekreasi dan wisata, dan sebagai jalur transportasi yang penting bagi perekonomian. Semua aktivitas tersebut mempunyai potensi untuk menghasilkan sampah yang dapat mencemari lingkungan dan perairan laut. Sampah adalah persoalan serius dan sangat penting yang setiap tahunnya selalu tumbuh dan berkembang, seiring dinamika pembangunan dan pertumbuhan penduduk. Jika penambahan volume sampah ini tidak diikuti oleh upaya pengelolaan yang baik maka akan dapat mengakibatkan permasalahan sampah menjadi kompleks. Permasalahan sampah yang paling banyak terjadi saat ini berada pada wilayah perkotaan (Kementerian LHK, 2019).

Belakangan ini, perhatian dunia internasional terhadap pencemaran lingkungan yang terjadi di laut meningkat. Hal ini dikarenakan bencana ekologis yang muncul dan mulai dirasakan oleh masyarakat dunia. Sampah yang mencemari laut juga memberikan kerugian ekonomi secara global, yang dirasakan pada semua bidang mulai dari sector perikanan sampai pariwisata. Dampak seperti ini tentu lebih besar dirasakan oleh wilayah pesisir dimana sumber penghidupan masyarakat bergantung pada sumber daya yang berada di lautan. Karena itu, pemerintah perlu melakukan upaya yang lebih untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan serta melakukan penanggulangan sampah untuk mempertahankan fungsi yang dimiliki oleh ekosistem laut, yaitu sebagai penyedia sumberdaya bagi biota maupun bagi manusia. Kondisi lingkungan pesisir dan laut yang baik, maka hal ini dapat menjadi indikator bahwa sumber daya yang berada didalamnya juga dalam keadaan yang baik (Kementerian LHK, 2019).

B. Pencemaran Perairan

a. Pengertian Pencemaran.

Pencemaran perairan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain kedalam suatu lingkungan perairan yang disebabkan oleh kegiatan manusia, yang menyebabkan turunnya kualitas perairan hingga tingkat tertentu, yang menimbulkan perairan tidak sesuai dengan baku mutu atau fungsinya (UU No.32 Tahun 2009). Pencemaran dapat terjadi dengan sangat cepat sebagai akibat dari berbagai aktivitas manusia, dan jika tidak ditangani dengan segera akan menimbulkan berbagai gangguan pada kesehatan, dan berdampak pada kehidupan (Sagala, 2019). Miller dan Agoes Soegianto (2011) dalam Sagala (2019) menyatakan bahwa pencemaran air adalah kegiatan

yang menyebabkan penurunan kualitas perairan, sehingga perairan tidak lagi memenuhi syarat baku mutu. Pandangan lain, Tresna (2009) menggambarkan pencemaran air dapat disebabkan oleh beberapa hal dengan karakteristik yang berbeda-beda pada jenis limbah yang masuk kedalam perairan. Sebagai contoh limbah pabrik akan menyebabkan turunnya kualitas perairan, dan limbah sampah akan menyebabkan banjir. Pencemaran yang terjadi didalam ekosistem dapat menyebabkan berbagai masalah bagi biota yang tinggal didalamnya, seperti terjadinya degradasi keanekaragaman hayati. Karena itu, pengendalian terhadap pencemaran perlu dilakukan.

b. Penyebab Pencemaran Perairan

Laut sebagai salah satu hal yang penting bagi kehidupan tidak pernah terlepas dari isu pencemaran. Padahal laut memiliki banyak potensi baik secara ekologi maupun ekonomi. Laut menjadi tempat tinggal para biota, dan menjadi sumber mata pencaharian masyarakat. Untuk itu, semua pihak harus berkerja sama untuk mengatasi pencemaran yang terjadi di lautan. Pencemaran dapat terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhinya, seperti::

1. Adanya Pembuangan Limbah Industri

Berapa perusahaan industri membuang limbahnya ke lautan atau ke sungai. Limbah pabrik yang langsung dialirkan keperairan tanpa adanya penanganan akan memberikan dampak pada organisme yang ada di dalamnya. Beberapa limbah industri mengandung bahan berbahaya seperti timbal, merkuri dan lain sebagainya. Zat-zat ini merupakan komponen yang tidak dapat atau sulit terurai oleh mikroorganisme yang berada di perairan. Kondisi ini menyebabkan pencemaran tidak dapat dihindari dan dapat menyebabkan banyak organisme mati. Contohnya pencemaran yang disebabkan oleh industri tekstil. Industri tekstil menghasilkan limbah cair, yang dihasilkan dari tumpahan, air cucian pencelupan larutan kanji, serta proses perwarnaan. Kandungan limbah dari hasil proses perwarnaan dapat diketahui tergantung jenis perwarna yang digunakan. Limbah ini kemudian dialirkan kekolam penampungan, dan dibuang kesungai (Pratiwi, 2010).

2. Kegiatan Pertambangan di Daerah Lepas Pantai

Kegiatan pertambangan yang dilakukan di sekitar lepas pantai juga dapat menjadi penyebab timbulnya pencemaran. Pertambangan lepas pantai akan menghasilkan limbah yang dapat mencemari laut karena kegiatan penambangannya. Keadaan air laut dapat berubah

karena hasil buangan limbah, seperti minyak dan limbah lainnya. Pertambangan adalah kegiatan yang dasarnya akan menimbulkan perubahan lingkungan (BPLHD Jabar, 2005). Kegiatan pertambangan pada satu sisi merupakan keuntungan ekonomi mewujudkan pertumbuhan dan kemakmuran negara, namun disisi lain dapat menjadi penyebab pencemaran lingkungan. Untuk pemulihannya, perlu dilakukan proses yang cukup signifikan (Marganingrum dan Noviardi, 2010)

3. Eutrofikasi

Eutrofikasi merupakan proses meningkatnya nutrien yaitu nitrogen dan fosfor yang melebihi daya tampung dan daya dukung suatu perairan. Eutrofikasi dapat diketahui dengan gejala awal perubahan pada kualitas air, baik secara fisika maupun kimia, dan diikuti oleh perubahan secara biologis, yang dapat merugikan ekosistem dan lingkungan sekitar. *Blooming algae* dan maktofit akuatik merupakan dampak yang diakibatkan dari eutrofikasi. Kedua hal ini akan mengganggu fungsi dari perairan tempat terjadi eutrofikasi, yang dapat berpengaruh pada kesehatan dan ekonomi. Di Indonesia, kasus eutrofikasi telah menimbulkan persoalan serius, yaitu terganggunya kualitas perairan dan fungsi air itu sendiri. Dampak yang ditimbulkan dari kondisi ini adalah berkurangnya keanekaragaman hayati, karena terdapat biota yang mampu bertahan di perairan dengan nutrien yang tinggi. Hal ini menghilangkan daya kompetisi bagi algae yang lain, dan hanya satu algae yang mendominasi. Salah satu jenis alga yang mampu bertahan pada kondisi seperti ini adalah *Cyanobacteria*. *Cyanobacteria* atau *blue green algae* ini mampu bertahan di berbagai kondisi perairan, baik perairan tawar, payau, asin, dan perairan dengan suhu yang panas maupun suhu dingin. Sel pada *Cyanobacteria* dapat menimbulkan racun ke perairan. Karena itu, dampak yang dihasilkan sangat merugikan bagi hewan dan manusia (Piranti, 2019).

4. Sampah yang Menumpuk

Sampah menjadi salah satu penyebab munculnya pencemaran, baik di perairan sungai maupun laut. *Greenpeace* (2006) dalam Djaguna dkk (2019) menyebutkan bahwa sampah laut adalah material padatan yang tidak dijumpai secara alami, yaitu hasil produk manusia yang berada di wilayah perairan yang mengancam kondisi dan produktivitas perairan sehingga perlu dilakukan tindakan pencegahan dan meminimalisir efek negatif yang ditimbulkan. Jika volume sampah

bertambah setiap harinya, maka ruang lingkup daerah yang tercemar akan meningkat.

5. Penangkapan Ikan Berlebihan

Over fishing merupakan salah satu masalah yang menyebabkan pencemaran di laut. Salah satu hal adalah teknik yang digunakan dalam menangkap ikan melalui pengeboman. Pengeboman ikan tidak hanya menimbulkan pencemaran, tetapi juga dapat merusak ekosistem. Penggunaan bahan peledak termasuk kegiatan destruktif, yang jika dibiarkan akan mengancam kehidupan laut. Aktivitas dan tindakan pengeboman dapat terjadi karena rendahnya kesadaran masyarakat mengenai lingkungan maupun karena persoalan himpitan ekonomi (Somun, 2014). Oleh karena itu, gerakan untuk mengatasi masalah penggunaan bahan peledak perlu dilakukan sehingga kelestarian alam tetap terjaga.

BAB III

SUMBER DAN JENIS-JENIS BAHAN CEMAR

A. Golongan Air

Pencemaran merupakan persoalan yang sangat serius dan perlu mendapatkan perhatian segera, karena saat ini pencemaran telah mengalami meningkat secara cepat. Beban pencemaran yang masuk kedalam lingkungan semakin berat, dan sangat berbahaya bagi lingkungan karena limbah mengandung bahan yang beracun. Meskipun air adalah sumber daya alam yang mampu diperbarui, namun air merupakan zat yang mudah terkontaminasi oleh berbagai aktivitas sehingga mudah tercemar. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (1988), pencemaran air merupakan masuknya makhluk hidup, energi, zat atau hal lainnya kedalam perairan yang menyebabkan turunnya kualitas air diakibatkan dari kegiatan manusia atau peroses alam. Kementerian Lingkungan Hidup dalam KEP-02/MENKLH/1998 mengenai Baku Mutu Lingkungan menyebutkan beberapa golongan air, yaitu sebagai berikut:

- a. Golongan A, artinya adalah air yang digunakan dapat digunakan sebagai air minum, tanpa proses pengolahan terlebih dahulu.
- b. Golongan B, artinya adalah air baku yang diolah terlebih dahulu, dan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga.
- c. Golongan C, artinya adalah air yang digunakan untuk kegiatan perikanan dan peternakan.
- d. Golongan D, artinya adalah air dapat dimanfaatkan untuk pertanian, usaha perkotaan, industri, dan listrik negara.

Terdapat tanda-tanda yang dapat di gunakan sebagai indikator bahwa air telah tercemar. Indikator tersebut adalah (Wardhana, 1995):

- a. Perubahan pada suhu, pH, bau, warna dan rasa;
- b. Terbentuknya endapan, koloidal serta bahan pelarut;
- c. Munculnya mikroorganisme;
- d. Meningkatnya radioaktivitas air pada lingkungan

Selain itu, jumlah BOD, COD, DO, CO₂ terlarut, TDS, TSS, Nitrogen, Fosfor dan kandungan logam berat juga dapat menjadi ukuran bahwa suatu perairan telah tercemar (Eckenfelder, 1978).

B. Sumber-Sumber Pencemaran

Pencemaran yang terjadi di dalam suatu ekosistem dapat mengganggu kehidupan biota yang hidup didalamnya. Pencemaran dapat disebabkan oleh berbagai sumber. Menurut Soegianto (2010), sumber pencemaran terbagi dalam beberapa jenis, yaitu:

- a. Sumber yang berasal dari sesuatu yang dapat diidentifikasi atau disebut sebagai sumber tetap. Sumber tetap dapat diketahui asalnya, dan dapat dikendalikan atau di kontrol. Jenis bahan pencemar yang termasuk sebagai sumber tetap adalah:
 - Bahan cemar yang berasal dari tempat *treatment* limbah
 - Berasal dari saluran-saluran sanitasi daerah perkotaan
 - Industri-industri
 - Tempat penyembelihan hewan ternak
- b. Sumber tidak tetap adalah sebagai limbah yang berasal dari daratan, atmosfer atau sumber-sumber yang sulit diidentifikasi dari mana asalnya. Jenis limbah ini juga sulit dikendalikan atau dikontrol. Jenis-jenis bahan cemar yang termasuk sumber tidak tetap adalah:
 - Sedimen yang berasal dari daratan, hasil kegiatan manusia atau proses alam
 - Bahan-bahan kimia yang berasal dari kegiatan pertanian seperti pestisida, pupuk, dan bahan kimia lainnya.
 - Sedimentasi yang diakibatkan dari kegiatan penambangan
 - Tumpahan minyak atau bahan-bahan berbahaya lainnya.

Menurut Pramudyanto (2014), sumber pencemaran terbagi atas dua jenis, yaitu:

- a. Pencemaran yang berasal dari aktivitas daratan (Land-Based Pollution) Kegiatan didaratan yang memiliki potensi untuk mencemari lingkungan pesisir adalah sebagai berikut:
 - *Deforesration* atau kegiatan penebangan hutan
 - *Disposal of industrial wastes* atau hasil buangan limbah dari industri
 - *Disposal of agricultural wastes* atau hasil buangan limbah dari kegiatan pertanian
 - *Sewage disposal* atau buangan limbah cair domestik
 - *Solid waste disposal* atau buangan limbah padat
 - *Mangrove swamp converstation* atau konversi hutan mangrove
 - *Reclamation* atau reklamasi kawasan pesisir

b. Pencemaran yang berasal dari aktivitas lautan (*Sea-based Pollution*) Kegiatan dilautan yang memiliki potensi untuk mencemari lingkungan pesisir adalah sebagai berikut:

- *Shipping* atau kegiatan pelayaran
- *Ocean dumping* atau pembuangan di laut
- *Mining* atau kegiatan pertambangan
- *Oil exploration and exploitation* atau kegiatan mencari sumber minyak dan pengambilan minyak
- *Marine culture* atau kegiatan budidaya laut
- *Fishing* atau kegiatan perikanan

Kerusakan yang terjadi dilaut mengakibatkan perubahan sifat fisik hayatinya baik secara langsung maupun tidak langsung. Dibeberapa wilayah di Indonesia, kerusakan laut dapat berbentuk seperti hancurnya komunitas terumbu karang, karena metode penangkapan ikan yang bersifat destruktif seperti pengeboman. Selain itu, penebangan liar hutan bakau juga dapat menyebabkan kerusakan ekosistem laut. Sementara itu, kegiatan reklamasi pantai dan pengambilan pasir laut yang tidak di kendalikan dengan baik juga menyebabkan munculnya abrasi pantai (Pramudyanto, 2014).

Irianto (2015) menyebutkan bahwa pencemaran memiliki beragam jenis dan pengaruh pada lingkungan. Berikut adalah karakteristik bahan-bahan yang mencemari lingkungan:

a. Pencemaran dari Mikroorganisme

Terdapat berbagai jenis mikroorganisme seperti bakteri, virus, parasit dan protozoa yang dapat menyebabkan penyakit bagi manusia dan mencemari perairan. Mikoorganisme ini biasanya berasal dari limbah industri perternakan, rumah sakit, tanah pertanian dan berbagai kegiatan lainnya. Beberapa penyakit yang ditimbulkan bersifat fatal, bahkan dapat menyebabkan kematian (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Penyakit dan Penularanya

Jenis Organisme	Penyakit	Pengaruh
Bakteri	Tifoid	Diare, Muntah, Pembesaran Limpa, serta radang usus.
	Kolera	Diare, Muntah, dan dehidrasi
	Disentri	Diare yang dapat menyebabkan kematian pada bayi.
	Entritis	Sakit perut hebat, mual dan muntah.

Jenis Organisme	Penyakit	Pengaruh
Virus	Hepatitis	Demam, sakit kepala, sakit perut, anoreksia, icterus, dan hati bengkak
	Polio	Demam, sakit kepala, sakit tenggorokan. Jika tidak cepat ditangani akan terjadi kerusakan hati hingga kematian
Protozoa	Disentri Amuba	Diare, sakit kepala, sakit perut serta demam. Jika tidak cepat ditangani akan terjadi kerusakan hati hingga kematian
	Giardia	Kejang perut, diare dan lemas
Cacing	Schistosoma	Kulit kasar, sakit perut, anemia dan gangguan kesehatan lainnya.

Sumber: Irianto, 2015

b. Pencemaran dari Bahan Inorganik Nutrisi Tumbuhan

Penggunaan pupuk yang memiliki kandungan nitrogen dan fosfat sudah dilakukan sejak lama. Penggunaan pupuk ini dapat menghasilkan produksi tanaman yang tinggi sehingga memberikan keuntungan bagi petani. Akan tetapi, penggunaan pupuk kimia dapat mencemari sungai, danau serta lautan. Jika terdapat kandungan nitrat tinggi pada air minum, maka dapat menyebabkan timbulnya penyakit *blue baby syndrome* (gejala bayi biru), yaitu gangguan sistem peredaran darah pada bayi dibawah 3 bulan. Selain itu, jika kandungan nitrit terbilang banyak pada perairan, akan menyebabkan *blooming algae* yang dapat menimbulkan masalah seperti sulitnya sinar matahari masuk kedalam perairan, sehingga tumbuhan yang hidup didalam perairan akan mati. Tumbuhan yang mati ini akan terurai oleh bakteri, dimana bakteri memerlukan oksigen untuk melakukan proses penguraian. Hal ini menyebabkan kandungan oksigen terlarut, sehingga hanya beberapa jenis biota saja yang mampu bertahan hidup diperairan.

c. Pencemaran dari Bahan Kimia Organik dan Non Organik

Beberapa bahan yang termasuk jenis kimia organik adalah minyak, plastik, larutan pembersih, pestisida, detergen, dan masih banyak jenis lagi bahan organik terlarut yang dapat menimbulkan kematian pada biota perairan. Sedangkan bahan kimia non organik adalah bahan yang menimbulkan toksik seperti timbal, kadmium, air raksa, dan merkuri. Jika kadar kandungan bahan ini dalam air tinggi, maka akan dapat menimbulkan kematian biota perairan, dan ada yang dapat terakumulasi dalam tubuh ikan yang bahaya jika di konsumsi oleh manusia.

d. Bahan Tersuspensi dan Sedimen

Bahan-bahan seperti pasir, lumpur, tanah, serta bahan kimia non-organik akan menjadi bahan tersuspensi dalam perairan, yang menyebabkan polusi didalam air. Partikel tersuspensi dapat menyebabkan kekeruhan air, mengakibatkan terganggunya organisme air dalam mencari makan, turunnya kemampuan tumbuhan air untuk melakukan fotosintesis. Sementara itu, insang ikan dan kerang akan tertutup oleh sedimen, yang dapat mengakumulasi bahan-bahan beracun seperti senyawa logam dan pestisida.

e. Pencemaran dari Bahan Radioaktif

Bahan radioaktif yang berada di perairan akan menimbulkan amplifikasi biologi pada sistem rantai makanan. Radiasi yang telah terionisasi dari isotop dapat menimbulkan mutasi DNA pada biota, sehingga terjadi gangguan reproduksi, kanker atau kerusakan genetik.

C. Bahan-Bahan Pencemar

Bahan pencemaran merupakan zat yang menjadi penyebab munculnya suatu pencemar, yang mengakibatkan kerusakan lingkungan. Terdapat beberapa pendapat mengenai jenis-jenis bahan pencemar. Menurut Soegianto (2010), bahan pencemar terbagi atas beberapa jenis. Ada bahan pencemar yang bersifat tidak berbahaya, dan dapat dihilangkan dengan proses dekomposisi oleh mikroorganisme yang berada di dalam perairan. Jenis bahan pencemar yang lain adalah jika masuk keperairan akan menimbulkan bahaya, karena sulit terdekomposisi, bahkan bisa akumulasi dalam biota perairan. Berikut adalah klasifikasi bahan pencemar:

a. Bahan yang dapat terdegradasi (*Degradable*)

Bahan pencemar yang mudah terdegradasi akan lebih cepat terurai oleh proses kimia, jika bahan pencemar tidak banyak atau *overload*. Contohnya limbah domestik serta nutrisi tumbuhan. Kedua bahan ini termasuk kedalam bahan yang mudah terdegradasi kedalam bentuk yang tidak membahayakan, tetapi dapat juga berubah menjadi bentuk yang berbahaya.

b. Bahan *Non-Degradable*

Bahan jenis ini tidak dapat diuraikan dari proses alami yang berasal dari alam, sehingga manusia harus turun tangan untuk mengatasi masalah pencemaran oleh jenis bahan yang *non-degradable*. Contoh jenis bahan pencemar ini adalah merkuri, arsen, timah, beberapa jenis garam logam, plastik, virus dan bakteri.

Sementara itu, Pramudyanto (2014) menyebutkan bahwa bahan-bahan pencemar yang masuk ke laut lalu berasosiasi dengan lingkungan laut adalah sebagai berikut:

- a. Patogen
- b. Sedimen
- c. Panas
- d. Limbah padat
- e. Material organik dan non-organik yang mengandung racun
- f. Minyak
- g. Bahan radioaktif
- h. Nutrient
- i. *Oxygen demand material* yaitu karbohidrat, protein, dan senyawa-senyawa organik lainnya.
- j. Material yang bersifat asam-basa
- k. Material yang berpotensi merusak estetika

Pandangan lain, Josua (2013) menyebutkan bahwa pencemaran yang terjadi diperairan berasal dari 3 jenis limbah rumah tangga seperti sampah, air kegiatan hasil mencuci dan mandi, serta kotoran yang berasal dari manusia. Jika limbah tidak ditangani dengan baik, maka limbah tersebut berpotensi merusak dan mencemari lingkungan sekitar.

D. Sampah

Sampah adalah bahan yang dibuang, tidak diinginkan dan sisa setelah diproses. Manusia mendefinisikan sampah berdasarkan derajat kegunaan. Sampah terbagi dalam beberapa jenis klasifikasi, yaitu:

1. Sampah Berdasarkan Sumbernya

Sampah jenis ini dibedakan dari sumber dimana sampah itu berasal. Sampah-sampah tersebut adalah:

- a) Sampah Alam
- b) Sampah Manusia
- c) Sampah Hasil Konsumsi
- d) Sampah Nuklir
- e) Sampah Kegiatan Industri, dan
- f) Sampah Pertambangan

2. Sampah Berdasarkan Sifatnya

Sampah jenis ini ada dua jenis, yaitu:

- a) Sampah organik bersifat *degradable*

Sampah organik merupakan sampah yang mudah sekali membusuk,

seperti hasil sisa makanan, daun-daun kering, sayuran, dan yang lainnya. Sampah jenis ini bisa di dimanfaatkan kembali sebagai kompos.

b) Sampah non organik bersifat *undegradable*

Sampah non organik merupakan sampah yang tidak dapat membusuk. Contoh jenis sampah ini adalah plastik, kertas, botol, kaleng, dan sebagainya. Beberapa sampah jenis ini dapat dijual kembali untuk dijadikan produk lainnya. Sampah non-organik yang dapat dijual kembali adalah kaleng, kaca, botol atau gelas minuman, kertas seperti karton, HVS dan karton.

BAB IV

KESAN BAHAN CEMAR TERHADAP SUMBER PERIKANAN

Sumber daya perikanan dapat kita temukan di berbagai jenis lingkungan perairan seperti sungai, danau, maupun laut. Selain itu, sumber daya perikanan memiliki peran yang penting dalam bidang ekonomi dan ekologi. Dengan menjaga lingkungan perairan, sumber daya perikanan juga dapat terjaga dari pencemaran dari berbagai macam kegiatan manusia.

A. Pencemaran Logam Berat

Logam berat merupakan salah satu unsur logam yang dapat berbentuk terlarut serta tersuspensi. Di alam, beberapa jenis logam menjadi suatu kebutuhan para organisme untuk memenuhi nutrisi pada pertumbuhan serta perkembangan hidupnya (Yudo, 2006). Kadar logam pada suatu perairan dapat meningkat. Hal ini dapat disebabkan oleh kegiatan industri, pertambangan dan berbagai aktivitas yang lainnya. Jika terjadi peningkatan kadar suatu logam berat, maka logam berat akan berubah menjadi racun yang dapat mengancam kehidupan biota-biota yang berada diperairan. Zat yang termasuk sebagai logam berat adalah Timbal (Pb), Besi (Fe), Merkuri (Hg), Tembaga (Cu), Khromium (Cr), Nikel (Ni), Seng (Zn), dan Mangan (Mn).

Nordberg dkk (1986) dalam Yudo (2006) menyebutkan bahwa logam berat yang telah terakumulasi di dalam tubuh atau telah terserap kedalam tubuh akan tinggal di dalam tubuh, dan akan keluar melalui proses ekskresi. Pada biota perairan, logam-logam akan terakumulasi di dalam tubuhnya, dan akan memiliki sifat sebagai racun. Pada kasus biota perairan, logam-logam biasanya akan tetap tinggal di dalam tubuh, dan akan terjadi penumpukan logam pada tubuh biota tersebut (Hutabarat dan Evans, 1986).

Kandungan logam berat pada wilayah perairan akan memberikan dampak tidak hanya pada biota perairan saja, tetapi juga bagi kehidupan manusia yang mengkonsumsi hasil perikanan. Sebagai contoh, besi merupakan salah satu jenis logam berat yang dibutuhkan pada proses yang menghasilkan oksidasi enzim cytochrome serta pigmen pernafasan. Tetapi, logam berat besi dapat menjadi toxic apabila kadar jumlahnya melebihi yang dibutuhkan oleh biota-biota perairan.

Dari segi toksikologi, logam berat dapat dikategorikan sebagai berikut (Khasanah, 2009):

a. Logam Essensial

Jenis logam ini merupakan jenis logam yang dibutuhkan oleh kehidupan organisme. Tetapi jika logam berat ditemukan dalam jumlah yang banyak, maka akan menimbulkan efek racun. Fe atau Besi merupakan salah satu bahan yang bersumber dari perkaratan kapal-kapal laut, serta benda-benda yang dapat berkarat.

b. Logam Non-Essensial

Jenis logam ini merupakan jenis logam yang beracun, serta keberadaannya dalam suatu tumbuh adalah racun. Salah satu contoh jenis logam ini adalah Pb atau timbal. Timbal dapat masuk ke dalam tubuh organisme melalui pengkristalan timbal di udara, yang prosesnya dibantu oleh air hujan.

Logam berat yang masuk ke dalam perairan akan menumpuk, dan mempengaruhi kehidupan organisme (Said dkk, 2009). Logam berat yang terakumulasi di dalam tubuh organisme perairan dapat membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi hasil tangkapan yang terkontaminasi logam berat. Jika masuk ke dalam tubuh manusia, logam berat ini akan terakumulasi dan menjadi racun yang menyebabkan kerusakan kerja enzim dan metabolisme tubuh manusia. Untuk kasus lebih jauh, jika logam berat terakumulasi dalam tubuh manusia, logam berat akan menjadi alergen, mutagen, atau karsinogen (Ika dkk, 2012).

Logam berat merupakan jenis lain dari berbagai jenis logam yang ada. Perbedaan dari logam berat dengan jenis logam lainnya terletak pada pengaruh logam jika masuk ke dalam suatu organisme. Meskipun beberapa jenis logam berat merupakan zat yang dapat mencemari dan menyebabkan keracunan pada organisme, namun beberapa jenisnya juga dibutuhkan di dalam tubuh –dalam jumlah yang kecil. Jika hal ini tidak terpenuhi, kelangsungan hidup organisme akan terganggu. Karena itu, logam berat dikelompokkan menjadi logam berat yang tidak terurai oleh biodegradasi, logam berat dapat terakumulasi dalam lingkungan seperti di dalam sedimen (Rusman, 2010; Susiati dkk, 2009).

B. Pencemaran Sampah

Sampah merupakan persoalan yang selalu dihadapi oleh masyarakat. Sampah memiliki banyak dampak seperti kehilangan estetika, kesehatan, kenyamanan dan kebersihan. Masalah seperti ini termasuk ke dalam

kategori jenis pencemaran yang bersifat sosial (Bintarto, 1997).

Sampah adalah bahan buangan hasil dari aktivitas manusia. Sampah juga dapat disebut sebagai bahan yang sudah tidak dipakai atau tidak dapat digunakan. Menurut Dirjen Cipta Karya, sampah merupakan limbah padat yang terdiri dari zat organik dan zat non organik yang tidak berguna lagi dan perlu dilakukan pengelolaan agar tidak membahayakan lingkungan (Hasibuan, 2016).

Saat ini, masih banyak orang-orang yang kurang peduli terhadap lingkungan, sehingga mereka dengan mudah membuang sampah atau limbah langsung sembarangan. Tindakan ini dapat menyebabkan mencemari lingkungan sekitar dan perairan. Salah satu jenis sampah yang paling berbahaya jika masuk kedalam perairan adalah plastik. Sampah plastik merupakan jenis bahan yang anorganik dan sulit untuk terurai. Ada beberapa kasus yang ditemukan yang didalam tubuhnya telah termakan sampah plastik yang, sehingga mengganggu sistem pencernaan pada organisme tersebut.

Plastik yang masuk kedalam lingkungan akan sulit terdegradasi. Terdapat beberapa kasus plastik akan terurai jika terpapar sinar matahari dalam waktu lama, namun ini kondisinya jika sampah plastik dalam keadaan kering. Jika sampah plastik masuk ke wilayah perairan, maka plastik hanya akan terpecah menjadi potongan-potongan yang kecil, hingga memiliki ukuran seperti zooplankton. Dengan bentuk seperti inilah plastik masuk kedalam rantai makanan. Plastik-plastik ini akan terakumulasi di dalam perut burung-burung laut dan hewan laut lainnya seperti penyu.

Plastik memiliki bahan beracun, yang dapat terurai jika masuk kedalam lingkungan dan bersentuhan langsung dengan air. Biasanya racun yang terkandung dalam bahan plastik bersifat hidrofobik dan akan menyebar di permukaan laut. Hal ini menyebabkan plastik lebih berbahaya dan mematikan jika dimasuk dan terkontaminasi ke wilayah perairan. Plastik yang masuk kedalam tubuh organisme akan masuk kedalam sistem endokrin, mengganggu sistem kekebalan tubuh, dan dapat mengganggu tingkat reproduksi biota perairan. Hal ini dapat mengancam keanekaragaman biota yang berada didalam perairan (Hasibuan, 2016).

BAB V

KAWALAN DAN MITIGASI PENCEMARAN PESISIR

Ada banyak persoalan yang ditimbulkan dari pencemaran lingkungan. Karena itu, permasalahan pencemaran lingkungan mesti menjadi topik yang harus mendapatkan perhatian lebih. Pencemaran lingkungan yang tidak ditangani dengan baik akan menyebabkan masalah-masalah lanjutan, seperti menurunnya kualitas air yang dapat mempengaruhi kehidupan biota perairan. Terdapat beberapa hambatan dalam melakukan penanganan limbah, yaitu sebagai berikut (Hasibuan, 2016):

- a. Kurangnya kepedulian masyarakat terhadap kelestarian lingkungan seperti membuang sampah langsung ke sungai atau tempat yang lainnya.
- b. Tempat pembuangan sampah yang kurang memadai.
- c. Sosialisasi yang kurang gencar dilakukan oleh pemerintah pada masyarakat mengenai limbah.
- d. Tidak terdapatnya rencana untuk melakukan daur ulang.
- e. Kurang tegasnya penegakan hukum terkait pembuangan sampah.

Persoalan ini menjadi tantangan serius dalam mengatasi pengelolaan sampah dan pencemaran lingkungan. Beberapa kendala antara lain kurangnya lahan untuk melakukan pengelolaan sampah. Selain itu, kurangnya kemampuan masyarakat dalam memisahkan beragam jenis sampah yaitu organik, non-organik, dan sampah B3 sebagai salah satu faktor permasalahan sampah yang belum terselesaikan (Sari, 2016). Karena itu, upaya sosialisasi dan penyuluhan dalam mengedukasi masyarakat mengenai limbah dan bahaya limbah adalah sebuah keharusan.

Oleh karena itu, perlu dilakukannya upaya penanganan limbah sebagai salah satu cara untuk mencegah masuknya limbah ke dalam perairan. Lina (2004) menyebutkan bahwa terdapat 2 prinsip untuk menanggulangi pencemaran lingkungan, yaitu secara teknis dan non-teknis. Untuk penanggulangan teknis, hal yang dapat dilakukan adalah dengan mengubah teknik pembuangan limbah, mengelola limbah terlebih dahulu sebelum masuk ke dalam perairan, dan menggunakan alat bantu untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Sedangkan secara

non-teknis, hal yang dapat dilakukan adalah melalui kebijakan dan peraturan mengenai rencana, pengaturan, dan pengawasan kegiatan yang dapat menimbulkan pencemaran yang berbahaya.

Hasibuan (2016) menyebutkan beberapa cara penanganan limbah untuk mencegah terjadinya pencemaran, yaitu:

a. Melakukan Daur Ulang

Terdapat beberapa bahan yang dapat didaur ulang, atau dijual kembali pada pengumpul barang rongsokan. Hal ini menjadikan barang yang tidak bernilai karena telah menjadi sampah menjadi barang yang memiliki nilai ekonomis. Barang yang dapat didaur ulang dan dijual kembali antara lain kertas, koran, majalah, radio, TV, sepeda, dan berbagai jenis barang lainnya.

b. Melakukan Pembakaran

Membakar barang yang tidak digunakan merupakan salah satu cara yang paling mudah untuk dilakukan. Kelebihan membakar adalah mudah untuk dilakukan, tidak membutuhkan ruang yang besar, dan sumber panas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit uap panas atau melakukan pencairan logam.

c. Melakukan Pengomposan

Pengomposan merupakan proses biokimia, dimana zat organik akan terpecah menjadi humus yang memiliki manfaat untuk memperbaiki kualitas tanah.

d. Melakukan Pemisahan Jenis Sampah

Pemisahan sampah dilakukan untuk mensortir sampah-sampah yang memiliki nilai ekonomis, yang dapat dijadikan pupuk, dan dapat didaur ulang kembali, atau pemisahan sampah berdasarkan jenisnya seperti jenis limbah organik, non-organik, atau limbah B3.

e. Melakukan Pembusukan

Proses ini dijalankan untuk mendapatkan kompos. Kompos ini akan menghasilkan energi organik dalam bentuk gas. Hal ini terjadi karena terdapat aktivitas patogen didalam bahan organik.

Meskipun terdapat berbagai cara penanggulangan sampah, hal yang penting yang perlu dilakukan adalah menumbuhkembangkan kepedulian dan kesadaran masyarakat terhadap isu sampah dan pencemaran lingkungan. Dengan memberikan edukasi, mengajak masyarakat untuk peduli terhadap lingkungan merupakan salah satu cara yang menjadi penting untuk dilakukan. Kita perlu melakukan penanggulangan pencemaran dari diri sendiri, seperti mengurangi produksi sampah, atau

melakukan daur ulang pada sampah yang tidak dapat dipakai. Selain itu, hal yang perlu kita lakukan adalah menjadi konsumen yang bertanggung jawab. Dengan melakukan berbagai upaya penanggulangan seperti ini, akan dapat mengurangi pencemaran lingkungan sehingga kualitas hidup manusia juga akan lebih baik, yaitu aman, bersih dan sehat (Lina, 2004).

BAB VI

COASTAL CLEANUP

Pencemaran lingkungan, khususnya perairan, bukan hanya menjadi masalah dalam negeri saja, tetapi telah menjadi masalah global. Pencemaran air sangat berhubungan dengan pencemaran udara. Saat udara tercemar, air hujan akan juga tercemar. Selain itu, beberapa bahan kimia yang digunakan, seperti pupuk kimia, juga memiliki potensi untuk mencemari air ketika masuk dan terkontaminasi ke dalam sungai atau aliran air. Tanah yang kurang sehat dan terkontaminasi zat kimia juga berpotensi mencemari air. Dengan demikian, banyak sekali hal yang dapat menjadi penyebab pencemaran air, yang dapat mengancam lautan, pantai dan ekosistem sekitarnya (Irianto, 2015).

Indonesia memiliki pesisir yang sangat luas serta panjang. Panjangnya mencapai 81.000 km. Kondisi yang demikian memiliki nilai ekologis dan ekonomi, khususnya potensi wisata bahari yang sangat besar. Karena itu, kerbersihan pesisir adalah hal yang sangat perlu dilakukan, agar tetap terjaga kelestariannya. Salah satu kegiatan yang dapat mendukung terwujudnya kebersihan pesisir ialah dengan mengajak masyarakat untuk ikut berperan serta dan aktif dalam menjaga kebersihan lingkungan dan wilayah pesisir. Kata “masyarakat” tidak hanya merujuk pada komunitas yang tinggal di daerah pesisir saja, tetapi mencakup seluruh komponen masyarakat lokal dan sekitarnya, termasuk para pengguna (wisatawan) yang datang untuk menikmati keindahan lingkungan sekitarnya. Menurut Handaka (2007), hal yang perlu dilakukan untuk menjaga kebersihan daerah pesisir adalah melalui kerja bakti dengan partisipasi aktif seluruh masyarakat secara sukarela dan dilakukan secara rutin. Konsep ini selaras dengan semangat dan gerakan yang dilakukan oleh lembaga internasional *Ocean Conservancy* yang menggalangkan kampanye bersih pantai (*coastal clean-up*). Lembaga ini telah melakukan standarisasi terhadap pencemar yang ditemukan di daerah pesisir, danau, dan laut (Awaludin dkk, 2011).

Pembuangan sampah dan limbah ke dalam ekosistem perairan akan menimbulkan berbagai masalah, seperti terganggunya organisme perairan, dan dapat menghambat kelangsungan hidupnya (proses reproduksi spesies tertentu). *Coastal clean-up* adalah salah satu upaya dan tindakan penting dengan mengajak masyarakat sekitar untuk sadar

dan peduli pada lingkungan pesisir. Gerakan ini dapat dimulai dengan meningkatkan kesadaran terhadap pemilahan dan pembersihan sampah yang ada, berbahaya, dan sulit atau tidak dapat terurai dengan baik, serta tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman mangrove. Untuk menjaga ekosistem ini, maka kegiatan serentak aksi bersih pantai (*coastal clean-up*) merupakan solusi yang baik untuk dilakukan (Cahyadi dkk, 2019).

A. Coastal Clean-Up

Sebagai negara kepulauan dengan wilayah lautan lebih dari 250 juta km² (KKP, 2019), pencemaran lingkungan wilayah pesisir sangat rentan terjadi. Karena itu, kegiatan *coastal clean-up* merupakan salah satu langkah untuk menjaga kelestarian sumber daya pesisir dan lautan. *Coastal clean-up* merupakan salah satu kegiatan yang melibatkan berbagai elemen dan komponen masyarakat yang memiliki kepedulian terhadap kelestarian lingkungan pesisir dan laut, serta sebagai salah satu kampanye kepada masyarakat untuk menjaga lingkungan dan pengendalian pencemaran pesisir dan lautan (KLKH, 2019).

Kegiatan *coastal clean-up* diikuti oleh relawan dan masyarakat umum secara luas, khususnya masyarakat pesisir. Kegiatan ini bertujuan sebagai berikut:

1. Membangkitkan kesadaran, kepedulian, dan pengetahuan masyarakat tentang penting menjaga ekosistem wilayah pesisir pantai bagi kehidupan manusia maupun kehidupan biota yang ada di perairan. Selain itu, kegiatan ini dapat meningkatkan nilai tambah ekologis dan ekonomis bagi pelestarian dan pengembangan ekowisata pesisir pantai. Lingkungan pantai yang bersih akan memberikan nilai estetika dan dapat menjadikan aktivitas wisata yang sehat, melalui kesadaran dan pelestarian lingkungan dengan tidak membuang sampah sembarangan.
2. Menjadikan kegiatan ini sebagai salah satu contoh dalam menjaga ekosistem pesisir pantai dari dampak pembuangan limbah dan sebagai salah satu bentuk dukungan terhadap dunia internasional mengenai kepedulian terhadap *coastal clean-up*.
3. Membangkitkan semangat masyarakat untuk melakukan bersih-bersih pantai guna memberikan kepedulian dan kesadaran terhadap lingkungan ekosistem pantai dan sekitarnya.
4. Sebagai salah satu daerah percontohan dalam kepedulian terhadap bersih pantai (*coastal clean-up*).

5. Menjadikan masyarakat lokal dan pesisir sebagai salah satu masyarakat yang mendukung kebersihan lingkungan di daerah *coastal clean-up* yang merupakan salah satu program dunia dalam menciptakan kawasan yang bersih.

B. Pelaksanaan Kegiatan Aksi Bersih-Bersih Pantai

Kegiatan bersih-bersih pantai ini terbagi menjadi tiga rangkaian kegiatan. Berikut adalah tiga rangkaian kegiatan untuk melakukan aksi bersih-bersih pantai (Awaludin, 2011).

1. Sebelum Kegiatan Aksi Bersih-Bersih Pantai

Kegiatan sebelum aksi bersih-bersih merupakan kegiatan persiapan yang harus dilakukan sebelum pelaksanaan aksi kegiatan. Berikut adalah rangkaian persiapan sebelum melakukan aksi bersih-bersih pantai:

- a. Menentukan lokasi tempat aksi pelaksanaan kegiatan. Daerah yang dipilih merupakan daerah dengan tingkat aktivitas masyarakat yang banyak, seperti kawasan yang banyak dikunjungi orang (wisatawan). Selain itu, pemilihan lokasi juga dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi beban sampah yang tinggi disekitarnya.
- b. Menyiapkan alat yang akan digunakan untuk membantu pelaksanaan kegiatan aksi bersih-bersih. Alat yang dapat disiapkan seperti sarung tangan dan plastik sampah atau karung sebagai tempat untuk mengumpulkan sampah.
- c. Melakukan pemasangan spanduk sebagai media informasi kepada masyarakat sekitar tentang ajakan dan pelaksanaan kegiatan aksi bersih-bersih pantai, sehingga masyarakat bisa ikut turut serta berpartisipasi.
- d. Melakukan koordinasi dengan lembaga pemerintah, seperti Dinas Lingkungan Hidup untuk pengangkutan dan pembuangan sampah hasil kegiatan aksi bersih-bersih.
- e. Menyiapkan alat P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan) di lokasi kegiatan untuk mencegah terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan.
- f. Setelah para relawan dan masyarakat terkumpul, mereka diberikan edukasi pentingnya lingkungan untuk kehidupan dan menjaganya agar tetap lestari. Selain itu, peserta juga diberikan arahan dan pemahaman untuk memilih dan memilah jenis sampah apa yang perlu dikumpulkan.
- g. Peserta melakukan pendataan dan pendaftaran ulang untuk mengetahui seberapa banyak jumlah peserta yang menjadi relawan dan terlibat pada kegiatan aksi bersih-berish ini.

2. Kegiatan Utama Aksi Bersih-Bersih Pantai

Ini merupakan kegiatan inti dari aksi bersih-bersih pantai ini. Untuk durasi waktu bersih-bersih akan menghabiskan waktu perkiraan sekitar 3 jam atau lebih. Inti dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan pembagian wilayah untuk mengumpulkan sampah. Peserta dibagi kedalam beberapa kelompok kecil dengan pembagian tugas dan tanggungjawab berdasarkan jenis sampah yang akan dikumpulkan. Setelah itu, peserta dapat memulai kegiatan bersih-bersih dan mengumpulkannya secara berdasarkan kelompok yang telah dibagi agar tidak bercampur.
- b. Jika plastik sampah atau karung telah terisi penuh, para peserta dapat meminta kembali plastik atau karung yang baru.
- c. Untuk menambah motivasi para peserta bersih-bersih dapat dilakukan dengan memberikan cinderamata (suvenir) seperti stiker, kaos, topi dan lain sebagainya kepada para peserta yang mengikuti kegiatan aksi bersih-bersih pantai ini.

3. Kegiatan Setelah Aksi Bersih-Bersih Pantai

Kegiatan setelah aksi bersih-bersih merupakan kegiatan penutup setelah aksi mengumpulkan sampah selama kurang lebih 3 jam. Berikut adalah rangkaian kegiatan penutup yang dilakukan:

- a. Para peserta mengumpulkan sampah sesuai dengan jenisnya.
- b. Melakukan penimbangan hasil sampah yang telah berhasil dikumpulkan berdasarkan jenisnya
- c. Memberikan apresiasi kepada peserta yang telah mengikuti kegiatan ini seperti sertifikat dan souvenir.
- d. Setelah semua sampah terkumpul, sampah akan dibawa oleh truk sampah oleh instansi terkait (misalnya Dinas Lingkungan Hidup).

BAB VII

STUDI KASUS: AKSI BERSIH-BERSIH PANTAI MENGHADAP LAUT (COASTAL CLEANUP) DI KOTA TARAKAN, KALIMANTAN UTARA

A. Kegiatan Aksi Di Pantai Amal Kota Tarakan

Kota Tarakan merupakan salah satu daerah pesisir di Kalimantan Utara dan tidak dapat terhindar dari pencemaran lingkungan pesisir akibat beragam aktivitas manusia. Untuk mengatasi masalah ini, kelompok peduli lingkungan melakukan kegiatan memberikan edukasi dan mengajak masyarakat untuk peduli pada lingkungan. Kegiatan yang dilakukan adalah aksi bersih-bersih pantai (*coastal clean-up*). Kegiatan ini diikuti oleh relawan yang peduli terhadap lingkungan dari berbagai instansi dan komponen masyarakat yang ada di dalam dan dari luar Kota Tarakan. Target wilayah kegiatan ini adalah daerah pesisir yang merupakan tempat objek wisata yang ramai dikunjungi oleh masyarakat dari berbagai kalangan dan dari anak-anak hingga dewasa. Karena itu, peminat peserta yang mengikuti kegiatan ini ditargetkan berasal dari berbagai kalangan usia (Tabel 7.1) dengan sasaran untuk menimbulkan rasa kepedulian kepada lingkungan pesisir.

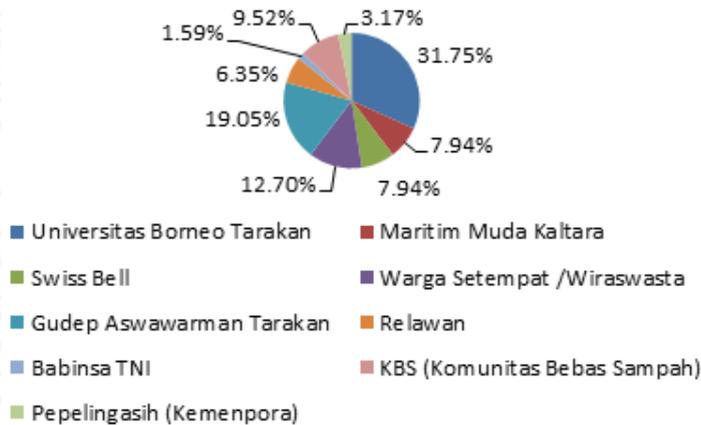
Tabel 7.1 Persentase Tingkat Umur Peserta Peminat Kegiatan WCD (*World Clean-up Day*) Di Pantai Amal Lama Kota Tarakan

No	Identitas Kelamin	Umur	Jumlah (orang)	Persentase
1	Pria dewasa	> 35 tahun	13	20,6%
2	Wanita dewasa	> 35 tahun	5	7,9 %
3	Pria remaja	17 – 35 tahun	12	19,1%
4	Wanita Remaja	17 – 35 tahun	23	36,5%
5	Anak-anak	< 17 tahun	10	15,9%
TOTAL			63	100%

Sumber data: Salim dkk (2019)

Kegiatan ini diikuti dari berbagai kalangan masyarakat dan instansi yang ada di Kota Tarakan. Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan

oleh Salim dkk pada tahun 2019, terdapat 7 instansi yang terlibat, warga yang tinggal disekitar pantai, dan relawan-relawan peduli lingkungan (Gambar 7.1).



Gambar 7.1 Distribusi Institusi dan Relawan Kegiatan WCD di Kota Tarakan (Salim dkk, 2019)

Aksi bersih-bersih pantai ini dilakukan dalam rangka merayakan Hari Bersih Pantai Internasional (*World Costal Clean-up Day*). Pelaksanaan kegiatan WCD ini dilakukan pada bulan September 2019, dan berhasil membersihkan dan mengumpulkan berbagai jenis sampah dalam waktu sekitar 3 jam. Terdapat 4 jenis sampah yang terkumpul terdiri dari sampah yang berasal dari warga sekitar pantai, sampah dari wisatawan lokal, sampah yang berasal dari usaha budidaya rumput laut, dan jenis sampah yang berasal dari alam (Tabel 7.2)

Tabel 7.2 Identifikasi Jenis sampah Hasil Kegiatan WCD di Pantai Amal Lama Kota Tarakan

No	Jenis Sampah	Berat Sampah Satuan (kg)	Persentase (%)
1	Sampah dari Warga Sekitar Pantai Amal Lama	385 kg	45,45 %
2	Sampah dari Wisatawan	16 kg	1,89 %
3	Sampah dari Rumput Laut	192 kg	22,67 %
4	Sampah dari Alam	254 kg	29,99 %
TOTAL		847 kg	100 %

Sumber data: Salim dkk (2019)

Dari semua jenis sampah yang ditemukan, hampir setengah dari total yang terkumpul berasal dari sampah warga yang tinggal di sekitar pantai Amal Lama dan dari pengunjung pantai. Salah satu penyebabnya adalah lokasi

pantai sebagai tempat wisata dan menimbulkan jumlah buangan sampah yang berasal dari kegiatan tersebut. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat kepedulian dan kesadaran masyarakat terhadap ekosistem pantai sangat lemah. Ekosistem pantai memiliki fungsi yang sangat penting bagi biota, yaitu merupakan daerah tempat biota perairan mencari makan (*feeding ground*), memijah (*spawning ground*), tempat untuk tumbuh (*nursery ground*), dan juga merupakan daerah ruaya ikan-ikan yang melakukan migrasi.

Jenis sampah lainnya adalah hasil dari aktivitas budidaya rumput laut. Budidaya rumput laut merupakan salah satu mata pencaharian masyarakat sekitar pantai Amal Lama. Tingkat kepedulian masyarakat yang melakukan budidaya terhadap lingkungan pesisir pantai juga rendah. Jenis sampah yang ditimbulkan dari kegiatan ini adalah sampah plastik yang sangat membahayakan dan sulit terurai oleh mikroorganisme. Sehingga dapat mengancam kerusakan lingkungan perairan. Oleh karena itu, edukasi pada masyarakat sangat perlu untuk dilakukan.

Selain itu, sampah juga dapat dihasilkan dari alam sekitar. Sampah yang berasal dari alam memiliki dampak positif dan negatif. Jenis sampah ini seperti ranting kayu dan dedaunan dari pohon-pohon yang tumbuh sekitarnya. Sampah jenis ini termasuk sampah organik, mampu terurai oleh mikroorganisme dan hasilnya dapat menjadi sumber zat hara dan nutrisi bagi biota perairan. Namun demikian, keberadaan sampah-sampah ini dapat menurunkan nilai estetika dari wisata pantai, dan beberapa diantaranya juga dapat mengganggu kegiatan manusia, seperti keberadaan ranting yang jatuh ke laut dapat mengganggu jalur kapal.

B. Kegiatan Coastal Clean-Up Yang Dilaksanakan di Kota Tarakan

Kegiatan *coastal clean-up* yang dilaksanakan di Kota Tarakan bertujuan untuk menumbuhkan rasa kepedulian dan kesadaran pentingnya menjaga ekosistem pantai agar tidak terganggu oleh sampah dan menjaganya tetap lestari. Terdapat berbagai masalah atau kasus yang disebabkan oleh keberadaan sampah pada perairan laut. Salah satu contoh adalah ditemukan sampah plastik dalam perut ikan dan penyu. Jika hal ini terus berlanjut, akan dapat menyebabkan kematian pada spesies biota karena kerusakan pencernaan akibat dari masuknya sampah ke dalam tubuh mereka. Hal ini merupakan ancaman serius bagi kelestarian dan keanekaragaman hayati lautan.

Di Kota Tarakan, terdapat kelompok Maritim Muda Kota Tarakan Provinsi Kalimantan Utara yang merupakan kelompok peduli lingkungan, dan bereperan sebagai mencetuskan kegiatan kegiatan WCD (*World Cleanup Day*) di kota ini.

Kelompok ini telah terbentuk kurang lebih tiga tahun sejak tahun 2017.

Kegiatan aksi bersih-bersih ini merupakan salah satu langkah untuk mengajak masyarakat agar lebih peduli dengan lingkungan perairan pesisir. Wilayah pesisir merupakan salah satu potensi yang dimiliki oleh masyarakat Kota Tarakan, yang menghasilkan berbagai jenis hasil budaya dan penangkapan perairan yang memiliki kandungan gizi yang baik. Sumber daya ini akan dapat terus dinikmati selama kebersihan dan kelestarian lingkungan pesisir dan perairan terus terjaga dan lestari. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya serius untuk terus mengajak masyarakat agar peduli dengan lingkungan dan menjaga kelestarian dan keberlangsungan sumber daya yang terkandung didalamnya.

Tabel 7.3. Komparasi mengenai *World Coastal CleanUp* di Kalimantan

Jenis Sampah	Wilayah Coastal Cleanup									
	Pantai Amal Lama (2016)		Pantai Binalatung (2017)		Pantai Ekowisata Pulau Derawan (2017)		Kawasan Konservasi Bekantan dan Mangrove (KKMB) (2019)		Pantai Amal Lama (2019)	
	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)
Masyarakat Setempat	60,5	18,3	-	-	95	61	229,4	70,3	385	45,45
Wisatawan Lokal	75,5	22,8	34,2	8,2	2	1	18	5,5	16	1,89
Alamiah 102		30,8	237	56,7	60	38	79	24,2	254	29,99
Budiyaya Rumput Laut	93	28,1	138	33	-	-	-	-	192	22,67
Kegiatan Industri	-	-	9	2,2	-	-	-	-	-	-
Referensi	Salim dan Refrinaldy (2016)		Cahyadi dan Salim (2017)		Zainuddin dan Salim (2017)		Cahyadi, Salim, Fadlullah, Azmin, Ramadan, Ikhsan, Irmawati (2019)		Indarjo, Salim, Shabir, Asriadi, Tri, Rezkyana, Suryani (2019)	

Sumber: Salim dkk, 2019

BAB VIII

METODE PENGAWASAN PENGENDALIAN PENCEMARAN & KERUSAKAN PESISIR DAN LAUT

Pesisir dan laut merupakan kawasan yang memiliki peran penting dan sangat strategis. Perairan laut Indonesia selain dimanfaatkan sebagai sarana perhubungan domestik dan internasional juga memiliki kandungan sumber daya yang sangat besar dan bervariasi jenisnya seperti perikanan, terumbu karang, padang lamun, mangrove, bahan tambang, dan lain sebagainya. Kawasan pesisir dan laut juga memiliki panorama indah sebagai aset wisata bahari yang sangat potensial. Perairan pesisir dan laut juga berperan penting sebagai sumber dan pendukung kesinambungan plasma nutfah dari keanekaragaman hayati laut. Keberadaan habitat dan ekosistem seperti terumbu karang, padang lamun dan mangrove berperan penting sebagai sumber daya vital yang menjaga kesinambungan daur hidup biota (tempat kawin, mijah, membesarkan anak-anaknya, tempat berlindung dan mencari makan). Mengingat fungsi dan peran penting dan strategis daerah pesisir dan laut bagi kehidupan manusia dan biota, maka menjadi penting untuk menjaga eksistensi dan kelestarian lingkungan dan ekosistem yang terjaga dan lestari. Oleh karena itu, pemanfaatannya harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan dan kebutuhan generasi sekarang dan generasi yang akan datang. Agar pesisir dan laut dapat memberikan manfaat secara berkelanjutan dengan tingkat mutu yang diinginkan (tetap baik dan stabil), maka kegiatan pengendalian pencemaran dan perusakan pesisir & laut serta upaya pengawasannya sangat penting untuk dilakukan.

A. Terminologi

- 1. Pesisir:** adalah ruang wilayah ekoton (peralihan) antara daratan dan perairan laut. Dengan batas-batas ekologis, ke arah laut – merupakan wilayah perairan paparan benua (*continental shelf*), sampai batas terjauh pengaruh daratan ke laut (sedimen, lidah air tawar) dihitung dari garis pantai pada saat surut terendah. Sedangkan ke arah darat, wilayah pesisir mencakup wilayah daratan yang masih terkena

pengaruh hidroklimat laut (pasang-surut, intrusi air asin, angin laut).

2. **Pencemaran pesisir & laut** adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan pesisir/laut oleh kegiatan manusia, sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan pesisir/laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya.
3. **Perusakan pesisir/laut** adalah tindakan yang menimbulkan perubahan langsung atau tidak langsung terhadap sifat fisik dan/atau hayatinya yang melampaui kriteria baku mutu kerusakan laut.
4. **Kerusakan pesisir/laut** adalah perubahan fisik dan/atau hayati di pesisir/laut yang melewati kriteria baku lingkungan pesisir/laut (atau kondisi alaminya)
5. **Kriteria baku kerusakan pesisir dan laut** adalah ukuran batas perubahan sifat fisik dan/atau hayati lingkungan pesisir/laut yang dapat ditenggang
6. **Status mutu lingkungan pesisir/laut** adalah tingkatan mutu lingkungan pesisir/laut pada lokasi dan waktu tertentu yang dinilai berdasarkan Baku Mutu Air Laut dan/atau kriteria Baku Kerusakan Pesisir/laut.
7. **Pengawasan** merupakan upaya sistematis yang meliputi pemantauan penataan persyaratan serta ketentuan teknis dan administratif oleh para pemangku kepentingan (pemegang otoritas dan masyarakat), termasuk pihak penyebab dan penerima dampak dari terjadinya pencemaran dan kerusakan pesisir dan laut.
8. **Pengendalian pencemaran dan kerusakan laut** adalah upaya atau kegiatan pencegahan dan/atau penanggulangan pencemaran/perusakan pesisir/laut dan/atau pemulihan ekosistem (habitat & biota pesisir/laut).

B. Metode Pengawasan Pengendalian Pencemaran Dan Kerusakan Pesisir & Laut

Secara umum, pengendalian pencemaran dan/atau perusakan pesisir dan laut merupakan kegiatan yang mencakup:

- Identifikasi dan/atau inventarisasi kualitas air dan kondisi biogeofisik habitat pesisir & laut dengan mempertimbangkan berbagai kriteria yang berlaku.
- Penetapan baku mutu air laut (mengacu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (Kep.Men LH) No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu air laut) dan kriteria baku kerusakan lingkungan pesisir/laut (mengacu pada Peraturan

Pemerintah No. 19 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Perusakan Laut; Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang) serta ketentuan lainnya yang berlaku (Keputusan Menteri Kelautan & Perikanan No. 10 Tahun 2002 tentang Pedoman Umum Perencanaan Pengelolaan Pesisir Terpadu).

Baku mutu air laut ditetapkan berdasarkan peruntukannya berdasarkan Kep.Men. LH No. 51 tahun 2004, antara lain:

- (1) Baku mutu air laut untuk **Perairan Pelabuhan** (Lampiran I),
- (2) Baku mutu air laut untuk **Wisata Bahari** (Lampiran II),
- (3) Baku mutu air laut untuk **Biota Laut** (Lampiran III).

Adapun kawasan perairan pesisir/laut di luar Perairan Pelabuhan dan Wisata Bahari mengacu pada Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. Selain itu, Pemerintah Daerah, dalam hal ini Gubernur, dapat menetapkan Baku Mutu Air Laut yang sama atau lebih ketat dari Baku Mutu Air Laut yang telah ditetapkan dalam Kep.Men. LH. Di samping itu, Pemerintah Daerah dapat menetapkan parameter tambahan yang disesuaikan dengan kondisi ekologis daerah yang bersangkutan. Sedangkan kriteria baku kerusakan pesisir/laut ditetapkan berdasarkan pada kondisi fisik ekosistem vital, antara lain: terumbu karang (*coral reefs*), padang lamun (*sea grass*), serta bakau (*mangrove*). Berdasarkan hasil pemantauan kualitas air laut dan/atau kerusakan pesisir, Pemerintah Daerah menindaklanjuti dengan program pengendalian pencemaran air laut dan program pengendalian kerusakan pesisir/laut.

- Pemantauan kualitas air laut dan pengukuran (pengamatan) tingkat kerusakan pesisir/laut yang diikuti dengan pengumpulan hasil pemantauan, evaluasi dan analisis terhadap hasil yang diperoleh serta pembuatan laporan yang dilakukan oleh Instansi tertentu yang berwenang.

Untuk mengetahui kualitas air laut atau tingkat pencemaran di daerah, Pemerintah Daerah (Gubernur, Bupati/Walikota) wajib melaksanakan kegiatan pemantauan sekurang-kurangnya 2 (dua) kali dalam setahun (mewakili musim kemarau dan hujan) (Pasal 6 ayat 1 Kep.Men. LH No. 51 tahun 2004). Sedangkan untuk pengendalian kerusakan pesisir/laut, perlu dilakukan pemantauan dan evaluasi terhadap kondisi habitat vital (terutama terumbu karang dan mangrove) sekurang-kurangnya sekali dalam setahun. Namun, untuk menentukan status kondisi terumbu

karang alami (sebelum ada langkah pengendalian), Gubernur/Bupati/Walikota wajib melakukan inventarisasi terumbu karang sekurang-kurangnya 5 (lima) tahun sekali dan menyampaikan laporannya kepada Menteri dan instansi terkait yang bertanggungjawab.

Hasil pemantauan dan evaluasi segera ditindaklanjuti oleh pimpinan daerah (Gubernur/Bupati/Walikota), dengan cara menyampaikan laporannya kepada Menteri, instansi yang berwenang di bidang kelautan dan perikanan, kehutanan, serta instansi terkait yang bertanggung jawab. Dari hasil pemantauan/pemeriksaan kualitas air & kondisi biogeofisik ekosistem pesisir/laut dapat diketahui status kualitas dan tingkat pencemaran laut serta tingkat kerusakan pesisir/laut.

- Penetapan status mutu air laut dan tingkat kerusakan pesisir/laut di suatu daerah (lokasi) pada waktu tertentu (pendekatan spasial dan temporal). Status mutu air laut dapat dinilai dengan cara membandingkan nilai parameter yang ditinjau dengan kriteria baku mutu air sesuai peruntukannya. Suatu perairan dianggap memenuhi baku mutu air laut sesuai peruntukannya, jika nilai atau kadar parameter mutu air laut yang diukur berada dalam batas atau sesuai dengan ketentuan baku mutu air laut yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup atau Gubernur. Suatu lingkungan pesisir/laut dianggap memenuhi kriteria baku kerusakan pesisir/laut jika kondisi fisik suatu habitat pesisir/laut berada dalam kondisi:
 - a. Baik (persentase luas tutupan karang hidup/TKH = 50 – 74.9%) sampai Baik Sekali (TKH = 75 – 100%) untuk Terumbu Karang,
 - b. Kaya sampai Sangat Kaya untuk Padang Lamun (*sea grass*), dan
 - c. Sedang sampai Sangat Padat untuk Mangrove.

Sebaliknya, suatu lingkungan pesisir/laut dinyatakan tidak memenuhi kriteria baku kerusakan habitat jika kondisinya:

- a. Sedang (TKH = 25 – 49.9%) sampai Buruk (TKH = 0 – 24.9%) untuk Terumbu Karang,
- b. Miskin sampai Sangat Miskin untuk Padang Lamun, dan
- c. Jarang sampai Sangat Jarang untuk Mangrove.

Sebagai pendukung dari status kondisi kerusakan pesisir dan laut dapat pula diamati fenomena kerusakan pantai yang menonjol, misalnya: Abrasi atau Erosi (AB: pengikisan daratan oleh arus dan gelombang) dan Akresi (AK: bertambahnya daratan atau munculnya tanah timbul di pantai karena sedimentasi). Bila dalam kurun waktu satu tahun nisbah

AB/AK > 1, berarti Abrasi yang dominan dan daratan pesisir/pantai cenderung berkurang (terkikis). Sebaliknya bila dalam kurun waktu satu tahun AB/AK < 1, berarti Akresi yang dominan dan daratan pantai cenderung bertambah (tanah timbul).

- Perencanaan dan pelaksanaan kebijakan pengendalian untuk mempertahankan mutu air laut dan mutu lingkungan/habitat pesisir/laut agar tetap baik sesuai dengan fungsi atau peruntukannya.
- Pemantauan terhadap penataan peraturan pengendalian pencemaran dan/atau perusakan pesisir dan laut, termasuk penataan mutu limbah yang dibuang ke pesisir/laut serta penataan terhadap kriteria baku kerusakan pesisir & laut, termasuk upaya penindakan, pemulihan dan penegakan hukumnya.
- Pengawasan dan pelaporan (Pasal 9-11 Kep.Men LH No. 04 Tahun 2001):
 1. Gubernur/Bupati/Walikota melakukan pengawasan terhadap usaha dan/atau kegiatan yang diperkirakan dapat menimbulkan kerusakan terhadap terumbu karang dan/atau lingkungan pesisir/laut
 2. Dalam hal pengawasan tersebut dilakukan di kawasan konservasi wajib dikoordinasikan dengan instansi yang berwenang di bidang kehutanan, instansi yang berwenang di bidang kelautan dan perikanan serta instansi yang bertanggung jawab.
 3. Setiap orang yang menduga atau mengetahui pencemaran dan perusakan serta kerusakan pesisir dan laut (termasuk ekosistem terumbu karang, padang lamun, serta mangrove), wajib segera melaporkan kepada pejabat daerah terdekat. Pejabat daerah terdekat yang dimaksud adalah: Kepala Desa/Lurah, Camat, Kepolisian, Bupati, Walikota atau Gubernur terdekat.
 4. Pejabat daerah terdekat yang menerima laporan wajib mencatat: (a) identitas pelapor, (b) waktu pelaporan (jam, hari, tanggal, bulan, tahun), (c) waktu dan tempat kejadian (lokasi terjadinya pencemaran & kerusakan), (d) sumber yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan dan atau pelaku perusakan, serta (e) akibat dan atau dampak yang timbul serta keluhan masyarakat/pelapor.
 5. Pejabat daerah terdekat yang menerima laporan wajib segera melakukan verifikasi laporan terjadinya pencemaran dan perusakan serta kerusakan pesisir dan laut.
 6. Apabila hasil verifikasi menunjukkan telah terjadi pencemaran dan/atau perusakan serta kerusakan pesisir & laut, maka Bupati/Walikota

atau Gubernur setempat wajib segera melakukan langkah-langkah pengendalian dan penanganannya. Langkah-langkah tersebut diwujudkan dalam suatu program pengendalian pencemaran dan/atau perusakan pesisir/laut, yang meliputi: pencegahan, penanggulangan, dan pemulihan ekosistem pesisir/laut yang tercemar atau rusak.

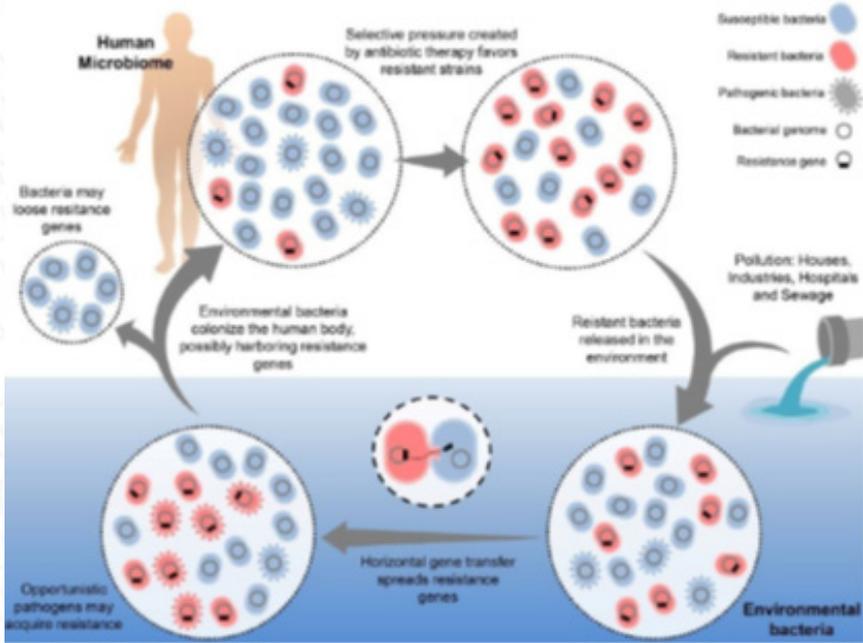
C. Pemantauan Lingkungan Perairan dengan Pendekatan Trofik-Saprobik

Pada saat ini, pencemaran di pantai merupakan permasalahan yang serius di berbagai daerah. Berbagai faktor dapat menyebabkan terjadinya pencemaran perairan pantai, seperti pembuangan limbah domestik dan industri, pembuangan air balas, dan tumpahan minyak. Pencemaran perairan dapat berdampak terhadap lingkungan hidup (*biological effect*) dan ekonomi (*economic effect*). Menurut Sri Puryono *et al.*, (2019), terdapat beberapa dampak dari aktivitas antropogenik pada lingkungan pesisir, antara lain:

- Polusi industri dan aktivitas manusia, terkait dengan dekomposisi logam beracun, kontaminan organik dan bahan organik yang mudah menguap.
- Degradasi habitat yang menyebabkan perubahan pantai, termasuk penebangan vegetasi mangrove.
- Muatan nutrien, baik fosfor, nitrogen maupun karbon.
- Perubahan kualitas air pada daerah urban, pertanian dan industri, dengan peningkatan pestisida, dan sedimen dalam perairan.
- Material tersuspensi yang mengurangi kecerahan dan berdampak terhadap produktifitas primer.
- Pengerukan estuaria yang mengubah struktur dan morfologi estuaria.
- Erosi tanah dan pembangunan konstruksi industri yang mempengaruhi keberadaan flora dan fauna estuaria.
- Meningkatnya nitrogen dan fosfor dari buangan domestik menyebabkan eutrofikasi.
- Aktivitas pariwisata yang menambah beban sampah dan pencemaran perairan.

Pada prinsipnya, pencemaran perairan dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Polusi dari rumah tangga, industri, rumah sakit dan sumber pencemar lainnya dapat menyebabkan perubahan genetika bakteri, termasuk munculnya bakteri patogen saprobik yang dapat menimbulkan penyakit pada manusia. Gambaran hubungan polusi,

bakteri patogen dan lingkungan perairan yang berpengaruh pada manusia dapat dilihat pada Gambar 8.1 berikut.



Gambar 8.1 Interaksi Polusi, Bakteri Resisten dan Lingkungan Perairan (Sumber: Ahmad and Dar, 2013)

Beberapa penyebab utama pencemaran air adalah limbah air hujan, buangan limbah domestik, buangan limbah industri, dan kecelakaan (*accidental spills*). Pada saat hujan, air melewati jalan, area parkir, dan ladang pertanian dan membawa materi bahan pencemar (polutan) ke perairan, seperti oli, bahan bakar, pestisida, pupuk, kotoran hewan, tanah, tanaman, dan reruntuhan organik serta plastik.

Saprobitas perairan merupakan keadaan kualitas air sebagai akibat adanya penambahan bahan-bahan organik yang dapat membusuk yang digambarkan oleh jumlah dan susunan spesies organisme pendukung status trofik dan saprobik yang hidup didalamnya (Suryanti, 2008; Wartiniyati et al, 2016). Saprobitas dari suatu perairan diantaranya dapat dilihat dari indeks saprobik. Indeks saprobik adalah suatu metode analisis struktur komunitas jasad renik untuk evaluasi kualitas air, ditinjau dari derajat pencemaran akibat kemelimpahan mikrobial dan tingkat penyuburan yang berlebihan di dalam air. Indeks saprobik dapat digunakan sebagai alat penilai status kebersihan dan kesehatan perairan serta

kelayakan lokasi untuk budidaya biota laut, dikaitkan dengan sifat kultivan, fisika-kimia air, bioteknis budidaya dan parameter penunjang lainnya. Analisis Trofik-Saprobik (Trosap) yang bertumpu pada evaluasi parameter penyubur (*Trophic Indicator Index/TSI*) dan parameter pencemar (*Saprobic Index/SI*) dapat digunakan untuk mengetahui kondisi tingkat pencemaran lingkungan perairan pesisir.

Analisis Trosap juga dapat digunakan untuk mengestimasi tingkat saprobitas suatu perairan, dimana analisis ini bertumpu pada evaluasi terhadap parameter penyubur (*trophic indicators*) dan parameter pencemaran (*saprobic indicators*) untuk menilai kualitas air dan kelayakannya bagi lokasi budidaya laut. Dalam analisis Trosap, parameter biotik dan abiotik yang diukur adalah: (a) kelimpahan dan keanekaragaman plankton, (b) kelimpahan dan keanekaragaman bentos, (c) kandungan bakteri, (d) sifat fisika kimia air: temperatur, salinitas, pH, DO, BOD, kecerahan, kekeruhan, kedalaman air, nitrat, phospat, amoniak dan logam berat. Kriteria saprobitas perairan dapat dilihat pada tabel 8.1.

Tabel 8.1 Kriteria Saprobitas Perairan

No	Nilai TSI	H'	Tingkat Saprobitas	Indikasi
1	-3 s/d -2	1,0	Polisaprobik	<ul style="list-style-type: none"> • Pencemaran berat • Kesuburan sulit dimanfaatkan
2	≥ -2 s/d 0,5	1,0-1,5	α - Mesosaprobik	<ul style="list-style-type: none"> • Pencemaran sedang sampai berat • Kesuburan sulit dimanfaatkan
3	$\geq 0,5 - 1,5$	1,5-2,0	β - Mesosaprobik	<ul style="list-style-type: none"> • Pencemaran ringan sampai sedang • Kesuburan dapat dimanfaatkan
4	$\geq 1,5$	$> 2,0$	Oligosaprobik	<ul style="list-style-type: none"> • Pencemaran ringan/belum tercemar • Kesuburan dapat dimanfaatkan

Sumber: Wartiniyati dan Anggoro (2016); Tjahyono et al. (2017)

Penggolongan tingkat saprobitas dapat menggunakan acuan sebagai berikut (Wartiniyati dan Anggoro, 2016; Tjahyono et al, 2017):

- A. Polisaprobik, yaitu saprobitas perairan yang tingkat pencemarannya berat, kesuburan sulit dimanfaatkan dan tidak cocok untuk budidaya laut.
- B. α -Mesosaprobik, yaitu saprobitas perairan yang tingkat pencemarannya sedang sampai dengan berat, kesuburan sulit dimanfaatkan untuk kultivan tertentu dan tidak cocok untuk lokasi budidaya kultivan tertentu.
- C. β -Mesosaprobik, yaitu saprobitas perairan yang tingkat pencemaran

sedang sampai ringan, kesuburan dapat dimanfaatkan untuk lokasi budidaya kerang, tiram, ikan kakap, bandeng dan rumput laut.

D. Oligosaprobik, yaitu saprobitas perairan yang tingkat pencemarannya ringan atau belum tercemar, kesuburan dapat dimanfaatkan untuk lokasi budidaya rumput laut, tiram, ikan dan udang.

Tabel 8.2 Hubungan Indeks Saprobitas, Tingkat Pencemaran dan Bahan Pencemar

No	Bahan Pencemar	Tingkat Pencemaran	Tingkat Saprobitas	Indeks Saprobitas
1	Bahan Organik	Sangat Berat	Polisaprobik	-3,0 s/d -2,0
		Cukup Berat	Polisaprobik/ α - Mesosaprobik	-2,0 s/d -1,5
			α - Mesosaprobik/ polisaprobik	-1,5 s/d -1,0
			α - Mesosaprobik	-1,0 s/d -0,5
2	Bahan Organik dan Anorganik	Sedang	α/ β - Mesosaprobik	-0,5 s/d 0,0
			β / α - Mesosaprobik	0,0 s/d +0,5
		Ringan	β - Mesosaprobik	+0,5 s/d +1,0
			β - Mesosaprobik / Oligosaprobik	+1,0 s/d +1,5
3	Bahan Organik dan Anorganik	Sangat Ringan	Oligosaprobik/ β - Mesosaprobik	+1,5 s/d +2,0
			Oligosaprobik	+2,0 s/d +3,0

Sumber: Wartiniyati dan Anggoro (2016)

Tingkat saprobitas perairan memiliki kaitan erat dengan tingkat pencemaran yang terjadi pada suatu perairan. Gambaran mengenai hubungan indeks saprobik, tingkat pencemaran dan bahan pencemar dapat dilihat pada tabel 8.2.

Penentuan tingkat kebersihan, kesuburan dan pencemaran perairan dapat dilakukan berdasarkan analisis trosap menggunakan indeks saprobik (SI) dan tropik saprobik index (TSI) sebagai berikut (Suryanti, 2008, Warniyati, *et al.*, 2016; Tjahyono *et al.*, 2017):

$$SI = \frac{1(nC) + 3(nD) + 1(nB) - 3(nA)}{1(nA) + 1(nB) + 1(nC) + 1(nD)}$$

$$TSI = \frac{1(nC) + 3(nD) + 1(nB) - 3(nA)}{1(nA) + 1(nB) + 1(nC) + 1(nD)} \times \frac{nA + nB + nC + nD + nE}{nA + nB + nC + nD}$$

Dimana:

n = jumlah individu organisme pada setiap kelompok saprobitas

nA = jumlah individu organisme penyusun kelompok polisaprobik

nB = jumlah individu organisme penyusun kelompok α mesosaprobik

nC = jumlah individu organisme penyusun kelompok β mesosaprobik

nD = jumlah individu organisme penyusun kelompok oligosaprobik

nE = jumlah individu penyusun selain kelompok A, B, C, dan D.

D. Penetapan Status Pencemaran Saprobia

Penetapan status pencemaran perairan pesisir menggunakan pendekatan trofik-saprobik dapat digunakan acuan Tabel 8.3.

Tabel 8.3. Kriteria Penilaian Pencemaran Perairan berdasar Trofik-Saprobik dan Fisik-kimia air

Parameter	Kriteria Baku Mutu
Kekeruhan	<5 NTU ^a
Temperatur	Alamiah ^a
pH	6,5-8,5 ^a
Salinitas	Alamiah ^a
Oksigen terlarut	>5 mg/L ^a
BOD ₅	<10 mg/L ^a
Fosfat	<0,015 mg/L ^a
Nitrat	<0,008 mg/L ^a
Surfaktan (deterjen)	<0,001 mg/l/MBAS ^a
COD	> 25 mg/L ^b
TSI ^c	Polisaprobik: $-3 \leq TSI < -2$ (Pencemaran Berat) α – Mesosaprobik: $-2 \leq TSI < 0,5$ (Pencemaran Sedang Sampai Berat) β – Mesosaprobik: $0,5 \leq TSI < 1,5$ (Pencemaran Ringan Sampai Sedang) Oligosaprobik: $TSI \geq 1,5$ (Pencemaran Ringan Sampai Belum Tercemar)

Keterangan:

a. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004

b. Makhloogh (2008)

c. Suryanti (2008), Wartiniyati et al (2016), Tjahyono et al. (2017)

Plankton, bentos dan bakteri dapat digunakan untuk mengestimasi tingkat saprobitas dan tingkat pencemaran suatu perairan. Berikut daftar organisme dikaitkan dengan tingkat saprobitas perairan (Tabel 8.4).

Tabel 8.4 Jenis Organisme Penyusun Struktur Saprobitas Perairan

Kelompok Saprobitas	Organisme Penyusun	
Kelompok Polisaprobitik (A)	<p><i>Achromatium oxaliferum</i> <i>Ascillatoria putrida</i> <i>Beggiota alba</i> <i>Bidullphia</i> sp. <i>Bodoputrisnus</i> sp. <i>Caenomopha medusula</i> <i>Chiromonas thummi</i> <i>Chlorobacterium agregatum</i> <i>Chromatum okenii</i> <i>Clamydomnas</i> sp. <i>Colpidium colpoda</i> <i>Enchelys caudate</i> <i>Euglena viridis</i> <i>Glaucoma scintilans</i> <i>Hexotrica caudate</i> <i>Lamprocystis rose p.</i></p>	<p><i>Larva of eriscalis</i> <i>Metopus</i> sp. <i>Pelomixa palustris</i> <i>Rotary neptunia</i> <i>Saprodenium dentatum</i> <i>Sarcina paludosa</i> <i>Sphaerotilus oxaliferum</i> <i>Spirullina jenniferi</i> <i>Streptococcus margariticus</i> <i>Tetramitus pyriformis</i> <i>Trigonomonas compresa</i> <i>Trimyema compresa</i> <i>Tubifex rivulorum</i> <i>Vorticella microstoma</i> <i>Zoogla ramigera</i></p>
Kelompok α -Mesosaprobitik (B)	<p><i>Anthophsa vegetans</i> <i>Chaetoceros</i> sp. <i>Chilodenella uncinata</i> <i>Chilomonas paramecium</i> <i>Closterium acresum</i> <i>Closterium uncinata</i> <i>Coelastrum</i> sp. <i>Eudorina</i> sp. <i>Hantzchia amphioxys</i> <i>Herpobdella atomaria</i> <i>Lenamitus lacteus</i></p>	<p><i>Navicula</i> sp. <i>Nitzschia palaea</i> <i>Oscillatoria Formosa</i> <i>Rhizosolenia</i> sp. <i>Spharium cornium</i> <i>Spirostomum ambigum</i> <i>Stentor coerolus</i> <i>Stephanodiscus</i> sp. <i>Stratomis chamaelon</i> <i>Uronema marinum</i> <i>Vorticella convalararis</i></p>
Kelompok β -Mesosaprobitik (C)	<p><i>Actyosphaerium eichhornii</i> <i>Anabaena</i> sp. <i>Aspedisca lynceus</i> <i>Asterionella Formosa</i> <i>Branchionus ureus</i> <i>Ceratium</i> sp. <i>Cladophora erispate</i> <i>Cloendipterum larva</i> <i>Colleps hirtus</i> <i>Hidrocellus</i> sp. <i>Hydropsyche lepida</i> <i>Melosira varians</i></p>	<p><i>Nauplius</i> sp. <i>Oscillatoria redeksii</i> <i>Oscillatoria rubescens</i> <i>Paramecium bursaria</i> <i>Polycelis cornuta</i> <i>Scenedesmus caudricaudata</i> <i>Spyrogira crassa</i> <i>Stylaria lacustris</i> <i>Synura uvella</i> <i>Tabellaria fenestrate</i> <i>Uroglena volvox</i></p>
Kelompok Oligosaprobitik (D)	<p><i>Bibochaesta mirabilis</i> <i>Clodophora glomera</i> <i>Cyclotella bodanica</i> <i>Eastrum oblongum</i> <i>Fontilus antipyrotica</i> <i>Holopedium gebberum</i> <i>Holteria cirrivera</i> <i>Larva of oligoneura</i> <i>Larva of perla bipunctata</i> <i>Notholca longispina</i></p>	<p><i>Pinnularia</i> sp. <i>Planaria gonocephala</i> <i>Skeletonema</i> sp. <i>Staurostrum puntulatum</i> <i>Strombidinopsis</i> sp. <i>Synedra acus var.</i> <i>Tabellaria flocullosa</i> <i>Ulotrix zonata</i> <i>Vorticella nebulivera</i></p>

Sumber: Warniyati et al (2016); Tjahyono et al. (2017)

E. Prosedur Pemantauan Lingkungan Pesisir Berterumbu Karang

Terumbu karang adalah salah satu ekosistem vital di pesisir/laut yang merupakan struktur yang dibangun terutama oleh biota laut penghasil kapur (hewan karang) yang bersimbiosis dengan alga (*Zooxanthellae*). Ekosistem terumbu karang berperan penting baik bagi kehidupan biota laut maupun bagi perlindungan pulau dikarenakan fungsinya, antara lain sebagai:

- (a) habitat vital bagi pemijahan (*spawning ground*), daerah asuhan anak-anak ikan (*nursery ground*), tempat berlindung dan mencari makan biota laut (*feeding area*),
- (b) peredam arus, gelombang dan penyangga (pelindung) daratan pantai (pulau),
- (c) sumber bahan pangan dan obat-obatan/kosmetika asal laut,
- (d) sumber plasma nutfah dan penyangga kelestarian keanekaragaman hayati laut, dan
- (e) aset wisata bahari dikarenakan keindahan dan keunikan ekosistemnya.

Agar peran yang amat vital dari terumbu karang tersebut dapat lestari maka diperlukan upaya untuk menjaga kemantapan ekosistemnya, termasuk mencegah kerusakan akibat pencemaran dan/atau tekanan eksploitasi yang destruktif.

Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan manusia dan pembangunan, ekosistem terumbu karang terus mendapatkan tekanan akibat berbagai aktivitas manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Beberapa aktivitas manusia yang berakibat langsung menyebabkan kerusakan terumbu karang antara lain penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak (bom) dan racun sianida (potas) serta aliran listrik (setrum), pembuangan jangkar, perjalanan wisatawan di atas terumbu karang, penambangan batu karang (untuk cendera mata, ornamen akuarium dan bahan bangunan), penggunaan alat penangkap ikan yang tidak ramah lingkungan (muro ami, jaring dasar, bubu dengan kamuflase koral), dan pencemaran (limbah cair, buangan MCK, buangan aktivitas agro/sawah/tambak, sampah, dan sedimentasi). Kerusakan pada ekosistem terumbu karang juga dapat disebabkan oleh karena faktor alam seperti gempa bumi, angin topan, badai, tsunami, pemanasan global, pemangsa oleh hewan bulu seribu (*Acanthaster planci*) atau CoTs (*crown-of-thorns starfish*). Gambar 8.2 berikut memberikan ilustrasi berbagai aktivitas manusia yang berpotensi merusak ekosistem terumbu karang.



Sumber Ancaman: Trawl
Indikator

Karang mati atau sulit bertahan hidup di daerah dimana nelayannya sering menggunakan pukat harimau untuk menangkap ikan.

Pencegahan/Penanganan

Membuat peraturan yang melarang penggunaan alat tangkap ikan dengan jaring trawl di sekitar terumbu karang.



Sumber Ancaman: Jaring Dasar
Indikator

Karang hidup yang tumbuh pada wilayah tersebut terlihat sangat mandorita.

Pencegahan/Penanganan

Membuat peraturan yang mengatur penggunaan jaring seperti ini pada lokasi-lokasi tertentu.



Sumber Ancaman: Bubu
Indikator

Karang rusak dan terdapat bongkahan karang mati dan menumpuk pada beberapa tempat, terutama karang bercabang (*Acropora*, *Branching*)

Pencegahan/Penanganan

Membuat peraturan yang melarang penempatan bubu pada wilayah terumbu karang, diperkuat dengan peraturan pemerintah.



Sumber Ancaman: Jangkar Indikator
 Karang rusak dan banyak patahan karang yang berserakan, terutama karang bercabang.

Pencegahan/Peranganan
 Membuat peraturan yang melarang perahu untuk membuang jangkar pada wilayah terumbu karang. Pada wilayah ini dipasangkan "Mooring Buoys" (pelampung tambahan).



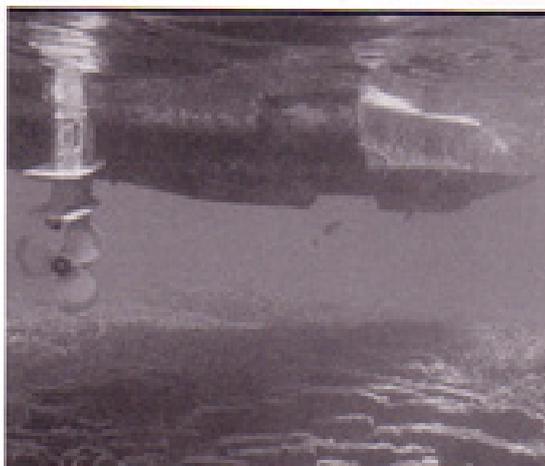
Sumber Ancaman: Berjalan di atas karang Indikator
 Patahan karang, terutama ujung karang, yang berserakan dan mati.

Pencegahan/Peranganan
 Membuat peraturan yang dipertunakkan bagi para wisatawan agar tidak berjalan-jalan dan menginjak kaki di atas terumbu karang.



Sumber Ancaman
 Penambangan batu karang Indikator
 Karang habis dan tersisa hanya pasir serta karang mati di tungkai di darat.

Pencegahan/Peranganan
 Membuat peraturan yang melarang pengambilan batu karang untuk dijadikan bahan bangunan.



Sumber Ancaman: Kapal di perairan dangkal

Indikator

Karang patah akibat terkena baling-baling perahu, terutama karang bercabang. Polusi seperti oleh tumpahan minyak dari motor tempel/motor pendorong mematikan karang

Pencegahan/Penanganan

Memberi tanda-tanda di wilayah terumbu karang yang dangkal agar para pengemudi perahu dapat melihat wilayah mana yang dapat dilalui, dan mana yang tidak boleh.



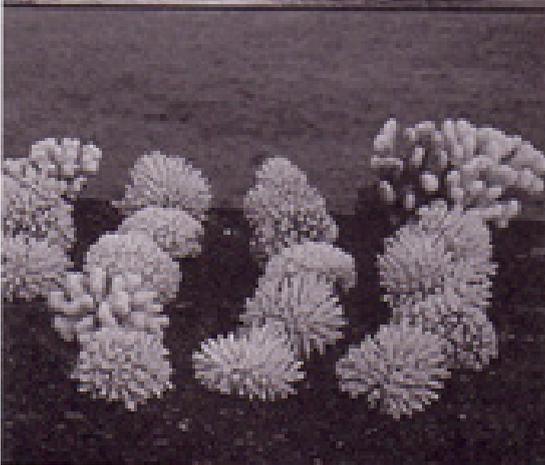
Sumber Ancaman: Alat pendorong perahu

Indikator

Anakan karang patah dan mati karena terkena batang bambu.

Pencegahan/Penanganan

Membuat jalur masuk perahu pada wilayah terumbu karang, sehingga penggunaan kayu untuk mendorong perahu tidak dipergunakan lagi.



Sumber Ancaman: Cinderamata

Indikator

Karang-karang di bawah laut hilang, di darat ditemukan karang yang rusak dan mati.

Pencegahan/Penanganan

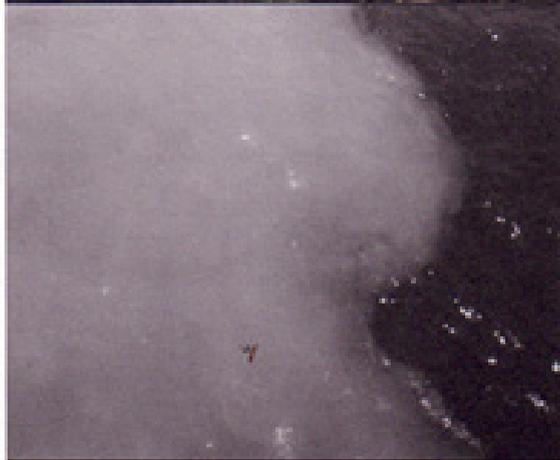
Membuat peraturan yang melarang pengambilan terumbu karang untuk dijadikan hiasan. Serta menghapus kuota untuk ekspor terumbu karang.



Sumber Ancaman:
Pemutihan Karang (bleaching)

Indikator
Terjadi perubahan warna karang menjadi putih.

Pencegahan/Penanganan
Melakukan pendidikan tentang pemanasan global dan lobi pejabat-pejabat tinggi negara untuk mendukung pengurangan emisi gas karbon.



Sumber Ancaman:
Sedimentasi

Indikator
Karang mati akibat tertutupnya permukaan karang oleh lumpur.

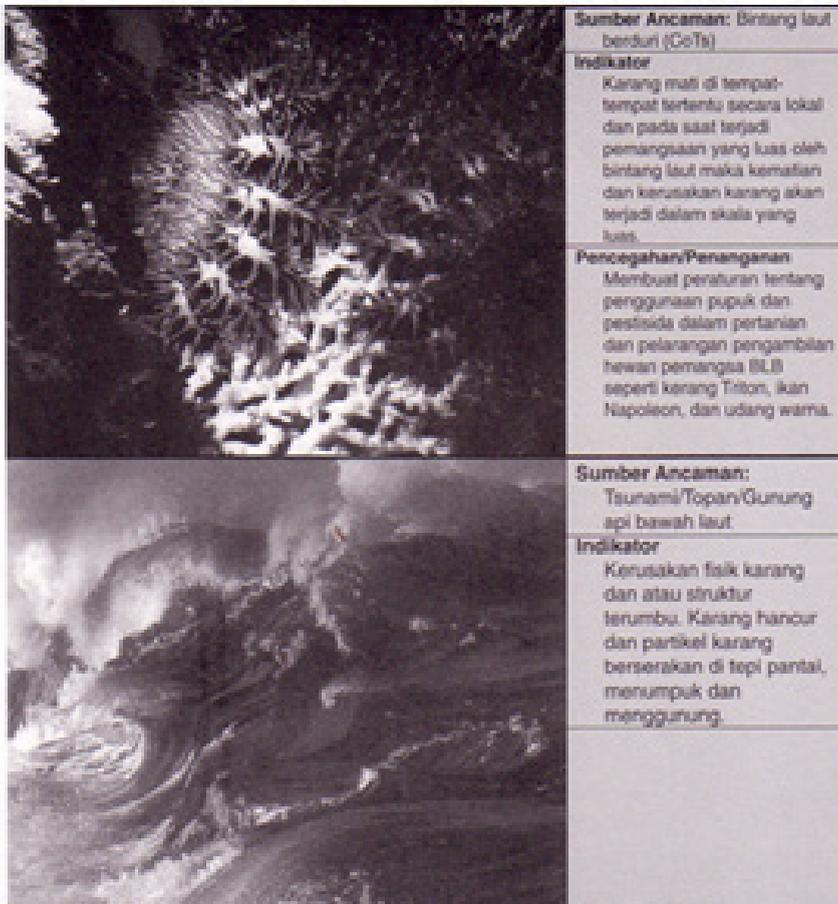
Pencegahan/Penanganan
Membuat peraturan yang mengatur kegiatan pertanian dengan cara terasering. Mengatur kegiatan penebangan pohon-pohon di daerah hulu.



Sumber Ancaman: Polusi

Indikator
Karang mati dan berubah menjadi putih.

Pencegahan/Penanganan
Membuat peraturan yang mengatur pembuangan limbah domestik dan limbah industri, sehingga tidak mencemari pantai dan perairan.



Gambar 8. 2. Berbagai aktivitas manusia dan alam yang berpotensi menyebabkan kerusakan ekosistem terumbu karang (Sumber: Sukmara,A., A.J. Siahainenia dan C. Rotinsulu. 2001)

Mengacu pada Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) No. 47 Tahun 2001, ketentuan dan prosedur pengukuran dan penilaian kondisi ekosistem pesisir laut berterumbu karang dapat diuraikan sebagai berikut ini.

1. Pengukuran kondisi terumbu karang adalah kegiatan pengukuran tingkat kerusakan terumbu karang pada suatu tempat dan waktu tertentu.
2. Pengukuran kondisi terumbu karang dilakukan dalam rangka: (a) pemantauan dan pengawasan, (b) penyidikan tindak pidana perusakan terumbu karang, dan (c) penelitian dan pendidikan.
3. Petugas peneliti atau pengamat dapat melakukan pengukuran kondisi terumbu karang setelah memenuhi persyaratan: (a) memiliki sertifikat

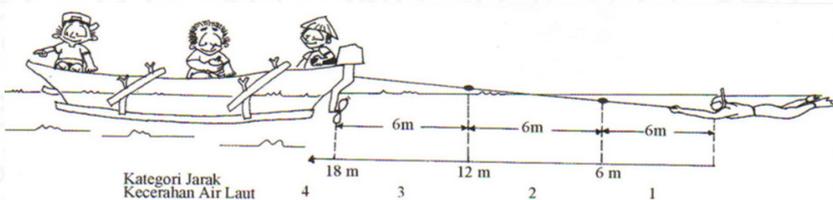
selam dengan jenjang minimum *Scuba Driver 3 (A2)* yang dikeluarkan oleh Persatuan Olah Raga Selam Seluruh Indonesia, atau sertifikat dengan jenjang sederajat yang diterbitkan oleh lembaga penerbit lainnya, (b) memiliki pengetahuan dan pemahaman yang cukup tentang Biologi/ Ekologi Laut khususnya Ekosistem Terumbu Karang.

4. Pemantau, pengawas/pengamat dan/atau penyidik dapat melaksanakan pengukuran kondisi terumbu karang setelah memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam surat keputusan tentang persyaratan pengangkatan sebagai pengawas atau penyidik.
5. Data hasil pengukuran kondisi terumbu karang sebelum disajikan atau diinformasikan kepada pihak lain yang berkepentingan atau publik, **harus disahkan oleh pejabat yang berwenang.**
6. Pejabat yang berwenang yang dimaksud adalah: (a) pimpinan lembaga pendidikan dan/atau penelitian (untuk kegiatan pendidikan dan penelitian), serta (b) atasan petugas pemantau dan pengawas pada instansi yang bersangkutan, baik di pusat maupun di daerah (untuk kegiatan pemantauan dan/atau pengawasan).
7. Untuk kepentingan penyidikan, maka kegiatan pengukuran, pengolahan dan penyajian hasil penyidikan harus dituangkan dalam suatu Berita Acara.

Langkah-langkah prosedur pentapan lokasi dan pengukuran kondisi terumbu karang adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Pemilihan Tapak (*Site Observation*).

- Melakukan pemantauan umum pada ekosistem terumbu karang untuk memilih tapak/lokasi yang memungkinkan pada "lereng terumbu" (yaitu terumbu karang yang bentuk permukaan dasarnya miring ke arah tempat yang lebih dalam) dan sedapat mungkin dapat mewakili kondisi ekosistem terumbu karang tersebut. Teknik pemantauan dengan metoda Manta Towing (Gambar 8.3).



Gambar 8.3. Pengamatan kondisi terumbu karang dengan Teknik Manta-Tow

- Dalam melakukan pemilihan tapak pengamatan tersebut, sekurang-kurangnya pemilihan tapak harus dilakukan pada 2 (dua) tempat (lokasi). Jika lokasi tersebut berada pada kondisi yang terdapat zona-zona arah arus (*current rose*), maka pemilihan tapak harus dilakukan pada semua kondisi (musim dan tempat sesuai *current rose*).
- Penandaan titik-titik lokasi yang tepat harus dicatat pada saat yang bersamaan dengan pemilihan tempat. Penandaan dapat dilakukan misalnya dengan mencatat bentuk-bentuk konfigurasi (morfologi) pantai atau ciri-ciri khas terumbu karang serta biota yang ada di dalamnya. Penggunaan kamera foto (*underwater camera*) atau peta lokasi sangat membantu, apalagi bila dilengkapi dengan GPS (*Global Positioning System*). Hal itu dilakukan untuk memudahkan pencarian tempat yang akan dipilih.
- Tandai tapak dimana akan dilakukan transek dengan paku dan pelampung

Langkah 2: Pengamatan (observasi) Lapang

- Untuk setiap tapak, sekurang-kurangnya dilakukan 6 (enam) transek yang masing-masing berukuran panjang 50 m, pada setiap dua kedalaman, yaitu 3 m dan 10 m. Jarak antara dua transek yang berdekatan minimum adalah 10 m.
- Apabila pada tapak pengamatan terdapat bentuk karang yang datar, miring atau menonjol, maka transek pertama dapat ditempatkan pada daerah yang miring, kira-kira 3 m di bawah tonjolan terumbu karang. Transek kedua (yang posisinya lebih dalam) diletakkan pada kira-kira 9-10 m di bawah tonjolan terumbu karang. Jika pada kedalaman 3 dan 10 m tidak dijumpai karang, transek dapat digeser ke kedalaman kedua atau 6-8 meter. Namun, jika pada tapak pengamatan tidak dijumpai tonjolan terumbu karang, maka transek pengamatan dapat ditempatkan pada 2 (dua) kedalaman tersebut dengan hitungan nol meter dimulai dari rata-rata surut terendah.
- Tenaga dan jumlah personil yang melakukan pengamatan sebaiknya sama untuk setiap kali pengamatan. Pengamat-pengamat tersebut melakukan pencatatan dan pengumpulan data di semua lokasi selama pengamatan berlangsung, yaitu 3 (tiga) orang pada setiap kedalaman perairan.
- Bila jumlah pengamat memadai, maka supaya pengamatan efisien, 2 (dua) orang melakukan pencatatan data, sedangkan satu orang

lagi bertanggung jawab pada penggunaan alat ukur (*roll meter*), baik penguluran, perentangan dan penggulangan, mulai awal hingga akhir pengamatan.

- Pengamat harus mengamati sampai selesai setiap 50 m transek yang telah dipasang.
- Pengamatan terumbu karang dilakukan setiap 2 menit, kemudian berhenti beberapa saat (2 sampai 5 menit) untuk memberikan waktu bagi pengamat mencatat data-data yang terpantau selama 2 menit pengamatan ke dalam tabel yang tersedia di papan Manta (Gambar 8.3). Setelah mendapat tanda dari pengamat maka pengamatan dilanjutkan lagi selama 2 menit, begitu seterusnya sampai pengamatan di seluruh tapak (lokasi) selesai.
- Dalam pengamatan penutupan karang (keras, lunak, dan mati), pengisian data untuk penutupan karang sebaiknya menggunakan persentase. Hal ini untuk memudahkan pengamat dalam menentukan masing-masing tutupan karang, terutama guna menetapkan kondisi tingkat kerusakan terumbu karang berdasarkan persentase tutupan karang hidup (Gambar 8.3). Untuk masing-masing kategori bentuk pertumbuhan karang, dapat dihitung dengan rumus:

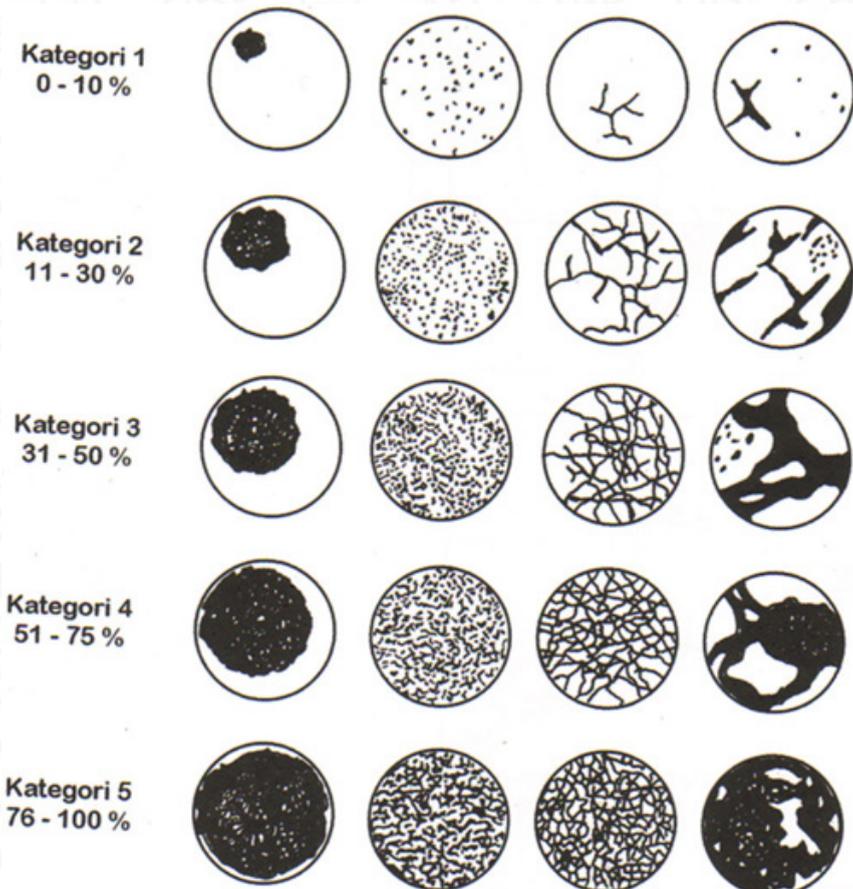
Angka (persentase) tutupan = (panjang total setiap kategori) dibagi panjang total transek dikalikan 100%.

Sedangkan untuk seluruh kategori bentuk pertumbuhan, dapat dihitung dengan rumus:

Angka (persentase) tutupan = (panjang total seluruh kategori terumbu karang hidup) dibagi (panjang total transek) dikalikan 100%.

Kriteria baku kerusakan terumbu karang (dalam %) berdasarkan luas tutupan terumbu karang hidup adalah sebagai berikut (Gambar 8.4):

1. Kondisi Rusak : Buruk (luas tutupan 0 – 24.9%), Sedang (luas tutupan 25 – 49.9%).
2. Kondisi Baik : Baik (luas tutupan 50 – 74.9%, Baik sekali (luas tutupan 75 – 100%).



Gambar 8.4 Kategori dan persentase tutupan karang untuk menilai kondisi tingkat kerusakan terumbu karang

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Fan Jompa, J. 2005. Studi Kondisi dan Potensi Ekosistem Padang Lamun Sebagai Daerah Asuhan Biota Laut. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 12(2), 73-79.
- Ahmad, I. and M.A. Dar. 2013. Perspectives in Water Pollution. InTech, Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia, 114 p.
- Ahrentzen, S. 1996. Metode dan pendekatan spasial dan partisipatif untuk penelitian dan perencanaan lingkungan. Training Manual, Proyek Pengembangan Pusat Studi Lingkungan (ESCDI), Jakarta.
- Anggoro, S. 2019. Tatacara pengawasan pengendalian kerusakan pesisir berterumbu karang berbasis komunitas. Program pascasarjana S2 Manajemen Sumberdaya Pantai, UNDIP, Semarang.
- Awaluddin, Y.M. 2011. Introduksi Konsep Bersih Pantai (*Coastal Clean-Up*) Di Pantai Sindangkerta, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Harpodon*, 4(2).
- Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Provinsi Jawa Barat. 2005. *Status Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat*.
- Bala, G. 2014. Can planting new tree help to reduce global warming?. *Curent Science*, 106(12). 1623-1624.
- Bintaro, R. 1997. *Geografi Kota, Pengantar*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Spring.
- Carter, J.A. 1997. Pedoman untuk penilaian, perlindungan dan rehabilitasi habitat-habitat pesisir di Indonesia Timur. Dalhousie University-Proyek Pesisir DIKTI, Jakarta.
- Cole, M., P. Lindeque, C. Halsband, and T.S. Galloway. 2011. Microplastics as Contaminants in The Marine Environment: A Review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(2011): 2588–2597
- Dahuri, R. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Dean, H.K. 2008. The Use of Polychaetes (Annelida) as Indicator Species of Marine Pollution: a Review. *Rev. Biol. Trop. Int. J. Trop. Biol.* ISSN-0034-7744, 56 (Suppl. 4): 11-38.
- Derraiik, J.G.B. 2002. The Pollution of The Marine Environment by Plastic Debris: a Review. *Marine Pollution Bulletin* 44 (2002): 842–852.
- Dewangga, I.G. (2008). *Studi Pengaruh Pengerigan Terhadap Kandungan dan Komposisi Pigmen Utama Rumpul Laut Kappaphycus Alvarezii*

- (Doty) Doty (1986). Skripsi. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Djaguna, A., Pelle, E.W., Schadu, N.W.J., Manengkey, K.W.H., Rumampuk, C.D.N., Ngangi, A.L.E. 2019. Identifikasi Sampah Laut di Pantai Tongkaina dan Talawaan Bajo. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 7(3), 174-182.
- Eckenfelder, jr.W.W. 1978. *Water Quality Engineering for Practicing Engineers*. New York: Barner & Noble Inc.
- Gharib, S.M., Z.M. El-Sherif, A.M. Abdel-Halim and A.A. Radwan. 2011. Phytoplankton and Environmental Variables as a Water Quality Indicator for The Beaches at Matrouh, South-Eastern Mediterranean Sea, Egypt: an Assessment. *Oceanologia* 53(3): 819–836.
- Hasibuan, R. 2016. Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. *Jurnal Ilmiah "Advokasi"*, 4(1), 42-52
- Hutabarat, S., dan S.M. Evans. 1986. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: UI Press.
- Irianto, K.I. 2015. *Buku Bahan Ajar Pencemaran Lingkungan*. Fakultas Pertanian, Program Studi Argoteknologi, Universitas Warmadewa.
- Jorgensen, S., J.G. Tundisi and T.M. Tundisi. 2013. *Handbook of Inland Aquatic Ecosystem Management*. CRC Press, Boca Raton, 409 p
- Johan, Y. 2017. *Kajian Potendi Ekowisata Padang Lamun di Perairan Pantai Basing Dusun Limas Pulau Sebangka Kecamatan Senayang Kabupaten Lingga*. Skripsi. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjung Pinang.
- Josua. 2013. *Dampak Pencemaran Lingkungan dan Usaha-Usaha Pengendaliannya*. Surakarta: AndiOfset.
- Kadi, A. 2005. *Beberapa Catatan Kehadiran Marga Sargassum di Perairan Indonesia*. Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI, Jakarta.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep-45/MENLH/11/1996. Program pantai lestari.
- _____. No. 4 tahun 2001. Kriteria baku kerusakan terumbu karang.
- _____. 51 tahun 2004. Baku mutu air laut.
- Keputusan Kepala Bapedal No. 47 tahun 2001. Pedoman pengukuran kondisi terumbu karang.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 58 tahun 2001. Tatacara pelaksanaan sistem pengawasan masyarakat dalam pengelolaan

sumberdaya kelautan dan perikanan.

- _____, No. 10 tahun 2002.
Pedoman umum perencanaan pengelolaan pesisir terpadu.
Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2015. Penyusunan Profil Pencemaran (Pesisir Kota Semarang). Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. 90 p.
Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2019. *Kolaborasi GITA Laut dengan Ocean Conservancy dalam International Coastal Cleanup 2019*. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta. Diakses: 16 September 2021. <https://kkp.go.id/djprl/artikel/10555-kolaborasi-gita-laut-dengan-ocean-conservancy-dalam-international-cleanup-2019>
Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2019. *Gerakan Coastal Clean Up untuk "Lestari Pesisir dan Lautku"*. Diakses 16 September 2021. https://www.menlhk.go.id/site/single_post/2191
Khasanah, N.E. 2009. Adsorpsi Logam Berat. *Jurnal Oseana*, 34(4), 1-7.
Lila, M.A. 2004. Plant pigments and human health. In: Davis, *Plant Pigments and Their Manipulation*. CRC Press. London.
Lina, W. 2004. *Pencemaran Air: Sumber, Dampak dan Penanggulangannya*. Makalah Pribadi, Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
Marganingrum, D., dan Noviard, R. 2010. Pencemaran Air dan Tanah Di Kawasan Pertambangan Batubara di PT. Berau Coal, Kalimantan Timur. *Riset Geologi dan Pertambangan*, 20(1), 11-20.
Makhlough, A. 2008. Water Quality Characteristics of Mengkuang Reservoir Based On Phytoplankton Community Structure and Physico-Chemical Analysis. [Thesis]. Universiti Sains Malaysia, 43 p.
Manna, S. K. Chaudhuri, S. Bhattacharyya, and M. Bhattacharyya. 2010. Dynamics of Sundarban Estuarine Ecosystem: Eutrophication Induced Threat to Mangroves. *Saline Systems* 6(8): 1-16
Merdekawati, W. 2009. Kandungan dan aktivitas antioksidan klorofil a dan b-karoten *Sargassum* sp. *Jurnal Kelautan Nasional*, 2: 144-145.
Merdekawati, W., dan Susanto, A.B. 2009. Kandungan dan Komposisi Pigmen Rumpun Laut Serta Potensi Untuk Kesehatan. *Squalen*, 4(2), 41-47.
Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No 31 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Kawasan Konservasi.
Peraturan Pemerintah No. 19 tahun 1999. Pengendalian pencemaran dan/atau perusakan laut.

- Peraturan Pemerintah No 46 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Kajian Lingkungan Hidup Strategis.
- Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
- Peraturan Pemerintah No. 27 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan bidang kelautan dan perikanan.
- Piranti, A.S. 2019. *Pengendalian Eutrofikasi Danau Rawapening*. Puwokerto: Penerbit Universitas Jendral Soedirman.
- Pramudyanto, B. 2014. Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan di Wilayah Pelembah. *Jurnal Lingkar Widayaiswara*, 1(4), 21-40.
- Pratiwi, Y. 2010. Penentuan Tingkat Pencemaran Limbah Industri Tekstil Berdasarkan *Nutrition Value Coefficient* Bioindikator. *Jurnal Teknologi*, 3(2), 129-137.
- Rahmayanti, E., dan Sitanggang, M. (2006). *Taklukan Penyakit dengan Klorofil Alfalfa*. Argomedia Pustaka, Jakarta.
- Rashed, M.A., L. Long, W.J Mc Kenzie, L.J. Roder, C.A. Roelofs, A.J. Coles, and R.G. Coles. 1995. Port of Karumbu, seagrass Monitoring Baseline Surveys. *EcoPorts Onograph Series*, Numb 4.
- Resita, D. 2008. *Kandungan dan Komposisi Pigmen Sargassum sp. Pada Perairan Teluk Awur, Jepara dengan Perlakuan Segar dan Kering*. Skripsi. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rusman. (2010). *Analisis Kandungan Logam Kromium (Cr) dan Timbal (Pb) dalam Air Muara Sungai Palu*. Skripsi. UNTAD, Palu.
- Sagala, U.R. 2019. *Analisis Kualitas Air Sungai Gajah Wong Ditinjau Dari Konsentrasi Klorofil-a dan Indeks Pencemaran*. Skripsi. Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Said, I., Jalaluddin, M.N., Upe, A., dan Wahab, A.W. 2009. Penetapan Konsentrasi Logam berat krom dan timbal dalam sedimen estuaria sungai matangpondo, Palu. *Jurnal Chemica*, 10(2), 40-47.
- Salim, G., Indarjo, A., dan Meiliyani, N. 2019. *Gerakan Serentak Aksi Bersih-Bersih Pantai (World Cleanup Day) di Daerah Pantai Amal Lama Kota Tarakan*. Laporan Pengabdian Masyarakat, Universitas Borneo Tarakan.
- Setiawan, H. 2014. Pencemaran Logam Berat di Perairan Kota Makassar dan Upaya Penanggulangannya. *Info Teknis EBONI*, 11(1), 1-13.
- Soegiarto, A. 2010. *Ekologi Perairan Tawar*. Surabaya: Pusat Penerbitan

dan Percetakan (AUP).

- Somun, H. 2014. Tinjauan Kriminologis Penggunaan Bahan Peledak Dalam Penangkapan Ikan di Desa Kalupapi Kecamatan Bangkuring Kabupaten Bangkep. *Jurnal Ilmu Hukum Legal Opinion*, vol 2, 1-10.
- Susiati, H., Arman, A., dan Yarianto. 2009. Kandungan Logam Berat (Co,Cr,Cs, As, Sc, Dan Fe) Dalam Sedimen Di Kawasan Pesisir I Semenanjung Muria. *Jurnal Pengembangan Energi*, 11(1).
- Sri Puryono, S. Anggoro, Suryanti dan I.S. Anwar. 2019. Pengelolaan Pesisir dan Laut Berbasis Ekosistem. Badan Penerbit Undip, Semarang.
- Sukmara,A., A.J. Siahainenia dan C. Rotinsulu. 2001. Panduan pemantauan terumbu karang berbasis masyarakat dengan metoda manta-taw. Proyek Pesisir, Publikasi Khusus. Univ. Of Rhode Island, Coastal Resources Center. Narragansett, Rhode Island.
- Suryanti, 2008. Kajian Tingkat Saprobitas di Muara Sungai Morodemak pada Saat Pasang dan Surut. *Jurnal Saintek Perikanan*, 4(1): 76-83.
- Tjahjono, A., A.N. Bambang, and S. Anggoro. 2017. The Impact of Ballast Water Disposal of Commercial Vessels, Diversity of Species and Tide Time in The West Monsoon in Port of Tanjung Emas Semarang. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*. 10(1): 80-89.
- Tugiyono, 2010. Evaluasi Kesuburan Ekosistem Perairan Pesisir di Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringai Kabupaten Lampung Timur, Propinsi Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi V tahun 2010*, pp 61-75.
- Tresna, S.A. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Wardhana, W.A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Wartiniyati dan S. Anggoro. 2016. Kualitas perairan rawa dan estuaria yang terpapar limbah cair domestik. SPS Undip, Semarang.
- Wartiniyati, S. Anggoro, B. Hendrarto and H.R. Sunoko. 2016. Assessment of Leachate Quality by Comparing WQI to Saprobic Index in Plankton. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*. 8(3): 96-106.
- Wartiniyati. 2016. Dampak Pengendalian Pencemaran Lindi terhadap Lingkungan Akuatik Ditinjau dari Aspek Saprobitas dan Kesehatan Lingkungan di Sui Bakau Besar Laut Kabupaten Mempawah. Disertasi. Program Doktor Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana,

Universitas Diponegoro.

Yudo, S. 2006. Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta. *JAI*, 2(1). 1-15.

Zieman, J.C. 2004. *Coastal and marine ecosystem management procedures*. Academic Press., New York.

BIODATA PENULIS

1. **Gazali Salim, S. Kel., M. Si.**



Penulis bernama lengkap **Gazali Salim** dan istri bernama lengkap Kun Retno Handayani (Ombudsman Republik Indonesia Perwakilan Jawa Tengah) dengan di karuniai 2 (dua) anak bernama Almeera Zaskia Gazali dan Arfa Fawwaz Gazali. Penulis dilahirkan di Tegal Propinsi Jawa Tengah dan merupakan anak dari pasangan Bapak Ir. H. Salim Mas'ood, M.M dan Ibu Prof. Dr. Sitti Hartinah, D.S., M.M. Penulis merupakan Dosen tetap ASN PS. Manajemen Sumberdaya Perairan (2010), FPIK, Universitas Borneo Tarakan, Propinsi Kalimantan Utara-sekarang. Jenjang pendidikan penulis adalah SD Al-Irsyad (1989); SLTP Negeri 3 Tegal, (1995); SMA Negeri 2 Tegal (1998); Pendidikan S1 di Jurusan Ilmu Kelautan, FPIK, UNDIP (2006). Pendidikan S2 di Pascasarjana Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai, UNDIP (2009) dengan predikat Cumlaude. Penulis pengalaman penelitian mandiri; penelitian Hibah Bantuan Sosial Pemkot Tarakan; Penelitian hibah DIPA Universitas Borneo Tarakan; penelitian Hibah Dosen Pemula (2013 dan 2015), Penelitian Hibah Bersaing (2013), Penelitian Hibah Fundamental (2017), Penelitian Hibah Dasar (2019-2020) dan Penelitian Hibah INSINAS (Direktur Pengembangan Teknologi Industri) (2020). Penulis memiliki pengalaman pengabdian kepada masyarakat hibah DIPA Universitas Borneo Tarakan dan hibah program kemitraan masyarakat dari KemristekDikti. Penulis telah menghasilkan karya ilmiah secara Nasional (Jurnal Harpodon Borneo UBT ; Jurnal Saintek UBT ; Jurnal Akuatika-Universitas Padjadjaran Bandung ; Jurnal Omni-Akuatika-Universitas Jendral Soedirman Purwokerto, Indonesian Journal Marine Science–Universitas Diponegoro Semarang, Buletin Marina Sosial Ekonomi; Jurnal Sosial ekonomi-KKP RI ; Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan-Universitas Airlangga ; Jurnal Pengabdian Masyarakat Borneo UBT, Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia / Berdikari) dan Jurnal Internasional (Jurnal Internasional Bioflux ; Jurnal Internasional Biodiversitas). Penulis mengikuti kegiatan Seminar Nasional dan Seminar Internasional dalam Prosiding Internasional dan Jurnal Internasional Scopus. Penulis telah menghasilkan karya ilmiah berupa Buku dengan judul “Domestikasi Udang Prospek Masa Depan Sumber Pangan Dari Laut“, Biologi Perikanan dan

Kelautan di Indonesia”, “Bioluminesensi Laut”, “Domestikasi Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii) Estuaria”, “Bioekologi dan Bioteknologi Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii) Estuaria”. Penulis telah mengasikkan enam (6) HKI dari Buku referensi sebanyak 5 judul dan HKI dari dari Program Software dengan judul “Petunjuk Penggunaan aplikasi SICC (Sistem Informasi Coastal Cleanup) Indonesia”. Penulis pernah menjadi pembimbing karya ilmiah mahasiswa ke tingkat nasional dalam bentuk PKM-P (Program Kreativitas Mahasiswa-Penelitian) (7); Penulis mendapatkan penghargaan sebagai Dosen pembimbing atas peran serta dalam dalam rangka mengikuti “PEKAN ILMIAH NASIONAL (PIMNAS) XXV di Yogyakarta yng di berikan oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian dan Kebudayaan RI bekerjasama dengan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta- Indonesia. Penulis juga aktif mengikuti organisasi ilmiah (Masyarakat Akuakultur Indonesia, Masyarakat Nano Teknologi Indonesia, ADRI (Ahli dan Dosen Republik Indonesia) ataupun non ilmiah (Gerakan Nasional Anti Narkotika / GRANAT). Pengalaman amanah jabatan struktural penulis sebagai Koordinator OJS Jurnal Harpodon Borneo, Sekertaris Jurnal Harpodon Borneo, Ketua Jurnal Harpodon Borneo, Kepala Laboratorium GIS (Geografis Infornasi Sistem), Kepala Laboratorium Mangrove dan Bekantan, Kepala Unit Pelaksana MKWU UBT. Saat ini penulis diberikan amanah menjadi Kepala Laboratorium Lingkungan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan.

2. Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, M. Si.



Penulis bernama lengkap **Sutrisno Anggoro** dilahirkan di Klaten Provinsi Jawa Tengah. Penulis merupakan anak pertama dari enam bersaudara pasangan Bapak H. Palil Koesnoprawoto (alm) dan Ibu Hj Rr Soekati (Alm). Jenjang pendidikan penulis adalah SD Negeri Tarubasan Klaten (1999); SLTP Negeri Karangnom Klaten, (lulus tahun 1968); SMA Negeri Jatinom Klaten (lulus tahun 1970); Jurusan Perikanan, Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro berafiliasi dengan Institut Pertanian Bogor (lulus tahun 1977). Pendidikan S2 dan S3 diperoleh di Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB) dalam bidang Ilmu Perairan, lulus masing-masing pada tahun 1988 dan 1992 dengan predikat Cumlaude. Pendidikan tambahan dalam bidang Pengelolaan Sumberdaya Pesisir diperoleh dari SEARCA- UPLB Los Banos tahun 1986 dan Kagoshima University pada tahun 1996.

Jabatan akademik selaku Guru Besar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Undip dikukuhkan pada tahun 2001. Jabatan struktural yang pernah

diemban di Undip, antara lain pernah menjabat sebagai: Sekretaris Jurusan Perikanan, Pembantu Dekan I dan III di Fakultas Peternakan dan Perikanan, Dekan Fakultas Perikanan & Ilmu Kelautan, Ketua Program S2 dan S3 Manajemen Sumberdaya Pantai, dan saat ini menjabat Ketua Laboratorium Pengelolaan Sumberdaya Perikanan.

Selama bertugas sebagai dosen di Universitas Diponegoro, penulis mengajar di jenjang S1, S2 dan S3, serta menekuni bidang pengelolaan pesisir dengan konsentrasi: ekofisiologi udang dan ikan, pemodelan ekosistem dan manajemen sumberdaya akuatik. Karya ilmiahnya banyak dipublikasikan di Jurnal Nasional serta Jurnal Internasional Bereputasi. Berdasarkan karya penelitian dan publikasi ilmiahnya mulai tahun 2017-2019, penulis ditetapkan oleh Kementerian Riset dan Teknologi sebagai peneliti terbaik ranking 245 dari 500 peneliti terbaik Indonesia pada tahun 2020.

3. Prof. Dr. Adri Patton, M.Si



Penulis bernama lengkap **Adri Patton** dan istri bernama lengkap Deasy Liza Damayanti, SH dengan di karuniai 5 (lima) anak bernama Pradivta Indriati, Ardila Indriati, Deandlles Christover, Delaila Chrisendy dan Larisa Lea Nata Patton. Penulis dilahirkan di Tanjung Selor, 15 Agustus 1963. Penulis merupakan Guru Besar FISIP UNIVERSITAS MULAWARMAN dan REKTOR Universitas Borneo Tarakan masa jabatan periode pertama tahun 2017-2021 dan periode kedua tahun 2021-sekarang. Jenjang pendidikan penulis adalah Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Tanjung Selor Kab. Bulungan (1976) ; Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Tanjung Selor Kabupaten Bulungan (1979); Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Tanjung Selor Kab. Bulungan (1982) ; Pendidikan S1 di Jurusan Administrasi Negara Universitas Mulawarman (1986). Pendidikan S2 di Pascasarjana Program Studi Magister Administrasi Pembangunan Universitas Brawijaya (1999). Pendidikan S3 di Pascasarjana Program Studi Doktor Manajemen Publik Universitas Brawijaya (2005). Pengalaman amanah jabatan structural dan fungsional penulis sebagai Dosen FISIP Universitas Mulawarman (1988 – 2000) ; Asisten Direktur I Pascasarjana FISIP Universitas Mulawarman (2000 – 2003) ; Direktur Pascasarjana FISIP Universitas Mulawarman (2003 – 2009) ; Kepala Badan Pengelolaan Kawasan Perbatasan, Pedalaman dan Daerah tertinggal (BPKP2DT) Provinsi Kalimantan Timur (2009 – 2012) ; Sekretaris

Daerah Kabupaten Malinau (2012 – 5 September 2015) ; Guru Besar pada Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Mulawarman (5 September 2015- Sekarang) ; Ketua Assessment Center Universitas Mulawarman (27 Januari 2016- Sekarang) ; Ketua Lembaga Perguruan Tinggi Nahdlatul Ulama (21 Juli 2016-Sekarang) ; REKTOR Universitas Borneo Tarakan – Sekarang.

Karya Tulis dan Penelitian : Peran Adat Gotong Royong Suku Dayak Lepu Ta'u Dalam Mendorong Swadaya Masyarakat Dalam Pembangunan Di Desa Mara Satu Kecamatan Tanjung Palas Kabupaten Bulungan, Skripsi, (1986) ; Peranan Sumber Daya Manusia Dalam Meningkatkan Kinerja Karyawan Pt. Makindo Utama Cabang Samarinda (Penelitian, 2001) ; Kemampuan Lurah Sebagai Pejabat Pelayanan Publik Pemerintahan Lokal Untuk Meningkatkan Partisipasi Masyarakat Dalam Pembangunan ; Studi Kasus Kelurahan Sei Dama Kecamatan Samarinda Hilir) (Penelitian, 2001) ; Studi Tentang Peningkatan Pendapatan Penerimaan Asli Daerah Dalam Menunjang Pelaksanaan Otonomi Daerah Di Kabupaten Pasir (Penelitian, 2001) ; Tinjauan Tentang Kepedulian Orang Tua Dalam Membimbing Anak Menonton Televisi (Penelitian, 2001) ; Pembangunan Desa Perbatasan Suatu Kajian Tentang Proses Tantangan Dan Peluang Pelaksanaan Pembangunan Di Desa Nawang Baru Kabupaten Bulungan Jurnal (Tesis), 2002 ; Peran Informal Leader Dalam Pelaksanaan Pembangunan Di Daerah Perbatasan Kabupaten Malinau. Disertasi, 2004.

Karya terpenting: Pemimpin Informal, Budaya Lokal dan Pembangunan Daerah, tahun 2005. Buku, ISBN, 979-25-1980-7; Perilaku dan Pengembangan Organisasi, tahun 2006. Buku, ISBN 979-495- 875-1; Manajemen Pengembangan Organisasi, 2006. Buku, ISBN, 979-25-4960-9; Akuntabilitas Pejabat Publik, 2008. Buku, ISBN, 979-495-841-7.

Penghargaan : Piagam Penghargaan dalam Rapat Kerja Terbatas WANTANAS tentang: "Pokok-pokok Pikiran Strategi Peperangan Informasi untuk Memperkokoh Kelangsungan Hidup Bangsa dan Negara" di Hotel Saphir Yogyakarta, tgl 17-20 Juli 2007 ; Piagam Penghargaan dalam Rapat Kerja Terbatas WANTANAS tentang: " Kebijakan Strategis Memperkuat Wawasan Kebangsaan Dalam Rangka Mencegah terjadinya Disintegrasi Bangsa dan Negara" di Hotel Purajaya Bidakara, Nongsa Batam tgl 20-22 Juni 2007 ; Piagam Penghargaan dalam Rapat Kerja Terbatas WANTANAS tentang: " Kebijakan Strategis Mengembangkan Daya Tangkal Bangsa dan Negara Guna Menghadapi Dinamika Kehidupan Lingkungan strategis" di Hotel Bumi Minang Padang Sumatera Barat tgl 05-07 juni 2007 ; Sijil Penyertaan Seminar Sejarah Borneo di Brunei Darussalam tgl 03-05 Desember 2007.

4. Dr. Ir. Agus Indarjo, M. Phill.



Penulis bernama lengkap **Agus Indarjo** dan istri bernama Dra. Triwiyanti Rahayu dengan di karuniai 2 (dua) anak bernama Paramita Indiyanti, SH., M.Kn dan Hikmia Rahadini Pradipta, SIP. Penulis dilahirkan di Sragen Propinsi Jawa Tengah dan merupakan anak dari pasangan Bapak Hadi Sunaryo (alm) dan Ibu Sumiyem (Alm). Penulis merupakan Dosen tetap ASN di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Semarang, Propinsi Jawa Tengah (1987) - sekarang. Jenjang pendidikan penulis adalah SD Negeri Ngampunan Sragen (1972); SLTP Negeri 2 Sragen (1975); SMA Negeri 1 Sragen (1979); Jurusan Perikanan, Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro Semarang (1985). Pendidikan Magister (S2) di Newcastle University Inggris (1995); Pendidikan Doktor (S3) Jurusan Manajemen Sumberdaya Pantai di Universitas Diponegoro Semarang (2012). Pelatihan 3 tahun terakhir dalam APEC Chinese Taipei, Taiwan di Chinese Taipei mengenai Regional Industry-Academia Collaboration for Talent Development : An Exchange of Skill Training, Internship and Jobs (2018) ; Pelatihan berbicara profesional berbasis pesan kunci di Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2019); Pelatihan Co-Incubation and Incubator Training di Yerevan yang di selenggarakan oleh Foundation for Armenian Science and Technology (FAST) Armenia (2019). Jabatan akademik 3 tahun terakhir yaitu Plt Rektor Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah (2017-2018) ; Ketua Senat Universitas Palangka Raya (2017-2018); Plt Rektor Universitas Riau (2018-2019); Anggota senat Universitas Riau (2018-2019); Sekretaris Direktorat Jenderal Kelembagaan IptekDIKTI Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (2015-2019); Plt Direktur Pendidikan Tinggi Vokasi dan Profesi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia (Januari 2020 – Sekarang).

Penulis pernah menduduki jabatan Wakil Rektor II dan Anggota senat Universitas Borneo Tarakan (2013-2015). Pengalaman Organisasi dalam 3 tahun terakhir yaitu Ikatan Sarjana Perikanan Indonesia sebagai Anggota (1985-sekarang) ; Himpunan Ahli Pengelolaan Pesisir Indonesia, Provinsi Jawa Tengah (2010 – sekarang); Yayasan Pendidikan Ikhlasul Abror, Semarang (2011-sekarang); Ikatan Sarjana Oseanografi Jawa Tengah (2007 – sekarang) ; Ikatan Keluarga Alumni Universitas Diponegoro Semarang (1985-sekarang) ; Forum Majelis Rektor Indonesia (2017-2019); Kalimantan University Consursium (2017-2018) ; Asosiasi Dosen Republik Indonesia (ADRI)

(2018-sekarang); Aliansi Pendidikan Vokasi Seluruh Indonesia / APVOKASI (Januari 2020 – sekarang). Karya ilmiah dalam bentuk HKI mengenai Sistem Informasi Coastal Cleanup Indonesia nomor Pencatatan 000178187 (2020). Karya ilmiah dalam bentuk publikasi jurnal nasional bereputasi dan jurnal internasional bereputasi baik dalam bentuk pengabdian ataupun dalam bentuk penelitian. Pengalaman seminar dalam 3 tahun terakhir yaitu Internasional Seminar : Improving Quality Strategy of Higher Education in Indonesia. Taitung University, Taiwan. Presenter 2018. Establishing Business of Innovation Through Sustainable Productive Collaborations Industrial Gathering Science Techno Park (STP) Universitas Andalas. Padang. Pemakalah 2019. Seminar Nasional Penguatan Sinergi UIG (University Industry Government) dalam Era Globalisasi Industri 4.0 di Kawasan Timur Indonesia. Kerjasama Universitas Hasanuddin dengan JICA Makassar. Pemakalah 2019. Percepatan Kabupaten Pakpak Barat dan Kabupaten Dairi Menuju Sumatera Utara Bermartabat. Ikatan Masyarakat Pakpak Indonesia dan Yayasan Konstruksi dan Infrastruktur Indonesia. Jakarta. Pemakalah 2019. Penulis mendapatkan Penghargaan dari Presiden Republik Indonesia atas Satyalancana Karya Satya 10 tahun (2001) ; Satyalancana Karya Satya 20 tahun (2016) ; Satyalancana Karya Satya 30 tahun (2018) dan Pengabdian 25 tahun terus menerus dari Rektor Universitas Diponegoro Semarang (2012) dan pernah menjadi dosen teladan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang.

5. Prof. Dr. Sitti Hartinah, D.S., M.M.



Sitti Hartinah D.S., lahir di Karanganyar Surakarta, 17 Nopember 1954, dari seorang ibu bernama Suharmi dan bapak bernama Amir Darmo Soewito, menikah dengan putra Sulawesi Ir Salim Mas'oeed MM, yang dikaruniannya empat orang putra/i, yaitu; (1) Evi Yuniati Salim S.T (Kandidat Magister, Pegawai BKPM Jakarta) (2) Gazali Salim S. Kel, M.Si. (Dosen Universitas Negeri Borneo Tarakan ; (3) Mohammad Nashir Salim, SE, Akt. MSi (S2 UGM, Akuntan Publik KAP; (4) Nashiatul Aisyah S. S.KM.

MPh (S2 Fakultas Kedokteran UGM) .

Pendidikan formal yang pernah dijalannya adalah Sekolah Dasar lulus pada tahun 1966; Pendidikan Guru Agama Pertama lulus pada tahun 1969; Pendidikan Guru Agama Atas lulus tahun 1972; Sarjana Muda PS-FIP IKIP Surakarta lulus tahun 1977; Sarjana Lengkap PS-FIP Universitas Sebelas Maret lulus tahun 1979; Akta Mengajar V lulus tahun 1984; Program Magister Manajemen Konsentrasi Manajemen Sumber Daya Manusia Universitas Muhammadiyah Jakarta lulus tahun 2002; Program Doktor pada Universitas

Negeri Semarang Konsentrasi Manajemen Pendidikan lulus tahun 2010

Pekerjaan yang pernah ditekuninya antara lain diawali dengan menjadi dosen tetap Yayasan Pancasila tahun 1979-1981, ujian PNS Dosen Kopertis Wilayah VI Jawa Tengah dan lulus diangkat menjadi CPNS tahun 1981 selanjutnya diberikan kepercayaan untuk menjadi Dosen tetap Kopertis yang diperbantukan terhitung semenjak tahun 1981 sampai dengan sekarang.

Jenjang Jabatan Akademik yang dilaluinya, antara lain; Asisten Ahli Madya 1 Maret 1981 SK No; 64363/C/4/1981 (CPNS) dpk IKIP Veteran Jateng; Asisten Ahli Universitas Pancasakti Tegal; Lektor Muda pada Kopertis Wil VI, dpk Universitas Pancasakti Tegal; Lektor Madya Kopertis Wil VI, dpk Universitas Pancasakti Tegal; Lektor pada Kopertis Wil VI dpk Universitas Pancasakti Tegal; Lektor Kepala Madya Kopertis Wil VI, dpk Universitas Pancasakti Tegal; Lektor Kepala pada Kopertis Wilayah VI, dpk FKIP Universitas Pancasakti Tegal dan Jabatan Guru Besar /Pembina Utama Muda tgl 1 Nopember 2019 dan Jabatan Guru Besar /Pembina Utama Madya Guru Besar Golongan Iv/d (1 April 2021)

Jenjang karir yang dilaluinya, antara lain: Sekretaris Rektor tahun 1980-1982; merangkap BAU dan Ketua Jurusan PPB-UNPA Tegal; Pembantu Dekan II FKIP UPS Tegal; Kepala Biro Administrasi Akademik Kemahasiswaan Universitas Pancasakti Tegal periode I; Kepala Biro Administrasi Akademik Kemahasiswaan Universitas Pancasakti Tegal periode II ; Penatar P4 Tingkat Nasional ; Pembantu Rektor I UPS Tegal; Kepala LPPM Universitas Pancasakti Tegal; Ketua Jurusan BK FKIP UPS Tegal ; Pembantu Dekan I FKIP Pancasakti Tegal ; Pembantu Dekan II FKIP Pancasakti Tegal (2006-2007); dan Pembantu Dekan I FKIP UPS Tegal, Kepala BAPSIK, Kepala Humproker, Direktur Pasca Sarjana UPS Tegal, Anggota Senat sejak tahun 1996

Beberapa karya tulis yang pernah dimuat pada beberapa jurnal baik regional maupun nasional tidak dapat disajikan disini, Buku yang telah dibuat sejak tahun 1984, Psikologi Sosial; (1998); Bimbingan Konseling Keluarga (2003); Bimbingan Kelompok (2003); Konseling Agama (2006); Profesi Kependidikan (2003); Pengantar Pendidikan (2004) Bimbingan Belajar (2005); Perkembangan Peserta Didik (ISBN 979-1073-10-4); Konsep Dasar Bimbingan Kelompok (ISBN 979-1073-63-5) (2009).Perkembangan Peserta Didik Ber ISBN 979-1073-10-4 Penerbit PR Refika Aditama Bandung (2009), Konseling Keluarga Ber ISBN 978-602-95031-8-0 Penerbit Balitbang UPS Tegal, (2009), Konsep Dasar Bimbingan Kelompok Ber ISBN 979-1073-63-5 Penerbit Refika Aditama Bandung Cet1 (2009), Pengantar Pendidikan Ber ISBN 978-602-8617-16-1 Penerbit CV Bintang Warli Artika (2014), Landasan dan Konten Pendidikan Cetakan 1 978-602-8617-65-9 Penerbit CV Bintang Warli Artika (2015), Konsep Dasar Bimbingan Kelompok Ber ISBN 979-1073-63-5 Penerbit Refika Aditama Bandung Cet2 (2017), Landasan dan

Konten Pendidikan Cet. 2978-602-8617-65-9 Penerbit CVBintang Warli Artika (HAKI), (2019) Pengembangan Model Kepemimpinan Transformasional Kepala SMK Negeri (2019) ber ISBN 978-623-7045-63-2 Penerbit Leisyah Makasar (HAKI). 2019 Derap Langkah Tiada Henti ber ISBN 978-602-489-795-6 Penerbit Komunitas Sastrawan Tegal. Penelitian sejak tahun 1984 sampai sekarang tidak bisa terhitung dokumen ada direpository kampus . Penyaji seminar baik lokal, nasional dan internasional, Aktif diberbagai organisasi besar seperti Assosiasi Profesor Indonesia, ADRI, Abkin, ISPI, IKA Unnes, IKA UNS, Ormas sebagai wakil ketua dan Pembina. Penerima Piagam Penghargaan dari Presiden 20 tahun dan 30 tahun Mengabdikan sebagai PNS, Penghargaan 40 Tahun Mengabdikan oleh Yayasan Pendidikan Pancasakti Tegal, dan Penghargaan Adri Satya Tridharma Paripurna dari Ahli dan Dosen Republik Indonesia

6. Prof. Madya. Dr. Julian Ransangan, M.Sc., Ph.D



Julian Ransangan dilahirkan pada 18 Disember 1973 di Kota Marudu, Sabah, Malaysia dan mendapat pendidikan awal di Sekolah Rendah Kebangsaan Kota Marudu dari tahun 1980-1985. Beliau kemudian meneruskan pendidikan peringkat menengah di Sekolah Menengah Kebangsaan Kota Marudu dari tahun 1986-1990. Beliau mendapat keputusan cemerlang dalam peperiksaan Sijil Pelajaran Malaysia (SPM) dan melanjutkan pendidikan peringkat menengah tinggi sains di Sekolah Kebangsaan Mat Saleh Ranau pada tahun 1991-1992.

Dengan keputusan yang cemerlang dalam Peperiksaan Tinggi Persekolahan Malaysia (STPM), beliau melanjutkan pendidikan peringkat sarjana muda dalam bidang Bioteknologi di Universiti Malaysia Sarawak pada tahun 1993. Beliau berjaya menamatkan pengajian peringkat sarjana muda sains dengan kepujian dalam bidang Bioteknologi pada tahun 1997. Selanjutnya, beliau menyambung pengajian peringkat Sarjana dalam bidang Biologi Marin di Universiti Malaysia Sabah (UMS) pada tahun 1999 dan memulakan kerjaya beliau sebagai seorang pensyarah di Institut Penyelidikan Marin Borneo pada tahun yang sama. Setelah 10 tahun berkhidmat sebagai pensyarah, beliau kemudian menyambung pengajian peringkat Doktor Falsafah (PhD) beliau pada tahun 2006. Pada tahun 2009, beliau berjaya menamatkan pengajian dan dianugerahkan ijazah Doktor Falsafah dalam bidang patologi dan penyakit ikan.

Setelah menamatkan pengajian Doktor Falsafah, beliau menyambung semula kerjaya beliau sebagai pensyarah di Institut Penyelidikan Marin Borneo, Universiti Malaysia Sabah (UMS) pada tahun 2009. Sepanjang berkhidmat sebagai pensyarah di UMS, beliau telah banyak menyumbang kepada pengajaran, penyelidikan, penerbitan, penyeliaan dan khidmat masyarakat dalam bidang akuakultur dan perikanan. Setakat ini beliau telah berjaya menerbitkan lebih daripada 70 artikel di jurnal berwasiat antarabangsa. Selain itu, beliau juga telah berhasil menyelia 4 orang pelajar doktor falsafah (PhD) dan lebih dari 15 orang pelajar sarjana (MSc). Beliau juga pernah menjawat sebagai Timbalan Pengarah (Akademik dan Antarabangsa) Institut Penyelidikan Marin Borneo dari tahun 2011-2015, Penyelaras Program Pascasiswazah, Institut Penyelidikan Marin Borneo dari tahun 2010-2011 dan Ketua Program Akuakultur dari tahun 2000-2005. Kini, beliau giat menjalankan penyelidikan dalam bidang perikanan dan akuakultur moluska.

7. Kolonel Laut (E) Dr. Lukman Yudho Prakoso., S.IP., M.AP.



Penulis bernama lengkap **Lukman Yudho Prakoso**. Saat ini menjabat sebagai Kepala Pusat (Kapus) Bangdik LP3M Universitas Pertahanan Republik Indonesia. Penulis juga sebagai Dosen Tetap di Prodi Strategi Pertahanan laut-Fakultas Strategi Pertahanan-Universitas Pertahanan RI. Lahir di Cirebon, 9 Juli 1973, menamatkan SD dan SMP di Ujung Pandang- Sulawesi Selatan. Menamatkan SMA di Cibinong-Bogor. Lulus dari Akademi TNI AL (AAL) tahun 1994 dan Lulus dari Pendidikan Militer tertinggi di Seskoal Angkatan 47 tahun 2009. Pendidikan S1 di Universitas Terbuka Jurusan Administrasi Negara. Pendidikan S2 di Universitas Hang Tuah Jurusan Magister Administrasi Publik. Pendidikan S3 di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Jurusan Administrasi. Pengalaman Penugasan diantaranya adalah Di Satuan Kapal Eskorta Koatmatim, Satsurvei Dishisroos, Diskomlek Mabesa TNI AL, Satgas Corvette Class KRI DPN-365-Disadal TNI AL, Arsenal Disenlek TN AL, Akademi Angkatan Laut Surabaya, Satgas MLM KRI Fatahila 361- Disadal TNI AL, Puslitbang Strahan-Balitbang Kemhan RI, Pokgadik Kodiklat TNI AL, LP3M universitas Pertahanan RI. Penugasan luar negeri diantaranya : Pengawakan Peralatan Komunikasi di Nanjing China, Exocet MM40Block II, IFF, Spare Part Exocet Bloc III di Prancis, Combat System di Belanda, Navigation System di Jerman, Inspektor Project KFX/IFX di Inggris. Prestasi akademik diantaranya lulusan terbaik Dikpafung II Hidroos 2002, Lulus S2 dengan predikat Cumlaude 2013. Lulus S3 dengan

Predikat Cumlaude 2016. Dosen Tutor Online Terbaik Universitas Terbuka Tahun 2019. Tanda Jasa yang dimiliki Kesetiaan VIII, XVI, XXIV, serta Jalsena Nararya.

8. Rukisah Saleh, S.Pi., M.Sc., P.hD



Penulis bernama lengkap **Rukisah Saleh** dan istri bernama Nurhayati, SE di karuniai 4 (empat) anak bernama Muhammad Naufal Baureksa; Muhammad Nafil Pasha; Naurah Puspita dan Muhammad Nadhif Ardhani. Penulis dilahirkan di Ujung Pandang Sulawesi Selatan, merupakan anak dari ketiga pasangan Bapak Drs. HM. Saleh Muthalib dan Siti Rukiah Jalil. Jenjang pendidikan penulis adalah Politeknik Pertanian Universitas Hasanuddin, Indonesia (1992), Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Indonesia (1998), Pendidikan Magister (S2) Sistem-Sistem Pertanian Konsentrasi Perikanan Universitas Hasanuddin, Indonesia (2005), Pendidikan Doktoral (S3) dalam bidang Aquaculture and Sea Farming, University Malaysia Sabah (UMS), Malaysia (2015). Pelatihan Profesional/Keilmuan/Keahlian Penyusunan Peraturan Perundangan, Tarakan ((2002); Integrated Coastal Zone Management, Tarakan (2002); Lokakarya Nasional Perikanan Ikan Terbang, Makassar (2005); Writing Workshop For Marine Related Institution, Malaysia Sabah (2008); International Capacity Development Program, Malaysia Sabah (2008); Pelatihan untuk Pelatih Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS), Banjarmasin (2017); Pelatihan Penilaian Sertifikasi ASC (Aquaculture Stewardship Council, Tarakan (2017); Pengembangan Kelembagaan Inkubator dan Penguatan Interpreneur Millennial, Tarakan (2019); Pelatihan Aspek Teknis Pengolahan Air Limbah dan Industri, (2020). Pengalaman jabatan akademik yaitu Wakil Dekan Bagian Kemahasiswaan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Borneo Tarakan (2002-2005); Wakil Dekan Bagian Akademik Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Borneo Tarakan (2007-2008); Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Borneo Tarakan (2016 – Sekarang). Pansel pada Lelang Jabatan Pejabat Pratama Kota Tarakan (2019- Sekarang). Pengalaman Penelitian. Carapace length-weight and width-weight relationships of *Scylla serrata* in Bulungan District, North Kalimantan, Indonesia, (2017); Milkfish (*Chanos Chanos*) Gelatin as Biosensor Material for Chromium (III) Detection, (2018); Sunscreen Cream Based On Local Raw Materials Of *Sonneratia Alba* From Tarakan City, (2018); The expression of the body shape in fish species *Harpodon nehereus* (Hamilton, 1822) in the waters of Juata Laut, Tarakan city, North Kalimantan, (2018); Inculcating Halal Values in Seaweed Production for

Competitive Positioning, (2018); RNA/DNA ratio in milkfish (*Chanos Chanos*) larvae reared at different stocking densities, (2019); In Vitro Antibacterial Efficacy Of Leaves Extract Of *Centela Asiatica* Against *Vibrio Harveyi* And *Aeromonas Hydrophil*, (2019); Monitoring Penyakit WSSV Pada Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon*) Di Tambak Tradisional Kota Tarakan, (2019). Increasing Growth Tiger Prawn (*Penaeus monodon*) Using Organic Diet of *Sauropus androgynous*, (2020); Utilization of Paku Uban (*Nephrolepis biserrata*) Extract as a Molting Stimulant of Mangrove Crabs (*Scylla spp.*) In Traditional Ponds, (2020); Pengaruh Kedalaman Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Serta Warna Rumput Laut (*Kappaphycus Alvarezii*) Di Perairan Pantai Amal Kota Tarakan, (2020); Chemistry and Physic Characterization of Milkfish (*Chanos chanos*) Gelatin from Tarakan, North Borneo, Indonesia, (2020).

9. Dr. Mufrida Zein, S.Ag., M.Pd



Dr. **Mufrida Zein**, S.Ag., M.Pd., lahir di Martapura, pada tanggal 17 Juni 1968, suami bernama Dr. Sihabuddin Chalid, M.M.Pd dan di karuniai 2 (dua) anak bernama Ir. Muhammad Khalil, S.T., M.T.; dan Ahmad Ziyad. Penulis merupakan anak dari pasangan Bapak H. Muhammad Irsyad Zein (alm) dan Hj. Mastuah. Jenjang pendidikan penulis adalah S1 Pendidikan Agama Islam di Fakultas Tarbiyah IAIN Antasari Banjarmasin pada tahun 1992. Pendidikan Magister (S2) di S2 Manajemen Pendidikan di Universitas Lambung Mangkurat

Banjarmasin pada tahun 2009; Pendidikan Doktor (S3) Doctor dalam bidang ilmu Ekonomi di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya di Surabaya pada tahun 2015. Pelatihan Kepemimpinan (Leadership) Pengelolaan Administrasi Kegiatan dan Pengelolaan Keuangan, Alur Komunikasi pada SOTK (2017). Workshop Kepemimpinan bagi pemimpin Perguruan Tinggi Negeri (2017). Workshop Kepemimpinan bagi pemimpin Perguruan Tinggi Negeri (2018). Pelatihan Teknisi Akuntansi (2018). Bimbingan Teknis Pengangkatan Jabatan Akademik/ Fungsional Dosen (2019). Keanggotaan dalam Organisasi Asosiasi Dosen Indonesia. Pengalaman jabatan akademik yaitu Wakil Direktur Bidang Umum dan Keuangan Politeknik Negeri Tanah Laut (2014 - 2016). Direktur Politeknik Negeri Tanah Laut (2017 - Sekarang); Pansel Jabatan Tinggi Pratama Pemkab Tanah Laut (2019); Pansel Jabatan Tinggi Pratama Pemkab Tanah Laut (2021); Kerjasama Penelitian: Anggota Tim Peneliti analisis kelayakan aplikasi pembelajaran vocabulary berbasis mobile (M-learning)

untuk usia dini (studi kasus pada paud); Ketua Tim Peneliti Indonesian coffee trade: e commerce and supply chain management; Anggota Tim Peneliti pengembangan digital marketing minimarket syariah insan nurul muhibbin menggunakan whatsapp business.

10. Abdul Muis Prasetya, M.T.



Penulis dilahirkan di Tuban Provinsi Jawa Timur. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara pasangan Bapak Munthalib (alm) dan Ibu Siti Ningmah. Jenjang pendidikan penulis mulai tingkat MI Muhammadiyah V Widang (1999); MTs Negeri Babat (2002); SMK Muhammadiyah 5 Babat (2005); Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan (2010). Pendidikan S2 diperoleh di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2015).

Sekarang penulis terdaftar sebagai Dosen PNS di Fakultas Teknik, Program studi Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan, Kalimantan Utara. Penulis pengalaman penelitian mandiri; Penelitian hibah DIPA Universitas Borneo Tarakan; penelitian Hibah Dosen Pemula (2018). Penulis memiliki pengalaman pengabdian kepada masyarakat hibah DIPA Universitas Borneo Tarakan dan hibah program kemitraan masyarakat dari KemristekDikti.

11. Kennedy Aaron Aguol



Kennedy Aaron Aguol dilahirkan pada 8hb November 1970 di Cottage Hospital, Labuan, Sabah, Malaysia dan mendapat pendidikan awal Sekolah Rendah di Daerah Ranau, Penampang dan Papar, Sabah. Beliau kemudian meneruskan pendidikan peringkat menengah di Sekolah Menengah St. Joseph Papar diantara tahun 1983-1987. Beliau mendapat keputusan cemerlang dalam peperiksaan Sijil Pelajaran Malaysia (SPM) dan telah melanjutkan pendidikan peringkat Sijil Teknologi Pemrosesan Makanan menjurus pada Teknologi Fermentasi

dan Mikologi di Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah (POLISAS), Semambu, Kuantan, Pahang Darul Makmur diantara tahun 1988-1990. Sejurus itu beliau bekerja sebagai Pegawai Kawalan Mutu Makanan untuk produk Serbuk Kopi, Jus Buah Markisah dan Tepung Ubi Kayu di Sabah Food Corporation Sdn. Bhd sebuah anak Syarikat Korperasi Pembangunan Desa (KPD) 1990-

1991, beliau melanjutkan pendidikan peringkat Diploma Sains Pertanian dalam bidang Sains Rumput dan Mikologi di Universiti Pertanian Malaysia Kampus Bintulu (UPMKB) Sarawak pada tahun 1991-1994 dan seterusnya menyambung pengajian peringkat Sarjana Muda Sains Perikanan dengan Kepujian dalam bidang Akuakultur dan Toksikologi di Universiti Putra Malaysia (UPM), Serdang, Selangor Darul Ehsan pada tahun 1994-1998. Selanjutnya, beliau menyambung pengajian peringkat Sarjana dalam bidang Bioteknologi menjurus Mikroalga dan Bioremediasi di Universiti Putra Malaysia (UPM) pada tahun 1999 dan memulakan kerjaya beliau sebagai seorang Tutor di Institut Penyelidikan Marin Borneo pada tahun yang sama. Setelah menamatkan pengajian Sarjana, beliau menyambung semula kerjaya beliau sebagai pensyarah di Institut Penyelidikan Marin Borneo (IPMB), Universiti Malaysia Sabah (UMS) pada tahun 2003-2015. Sepanjang berkhidmat sebagai pensyarah di UMS, beliau telah banyak menyumbang kepada pengajaran, penyelidikan, penerbitan, penyeliaan dan khidmat masyarakat dalam bidang akuakultur dan mikroalga. Semenjak 2015 beliau giat menjalankan pengajaran dan pembelajaran jarak jauh teradun (PJJT) Kursus UK01902 Pengenalan kepada Alam Marin dan Kursus UL03202 Marin dan Pembangunan Komuniti, Pengembangan, Komunikasi untuk Pembangunan (C4D), penyelidikan dalam bidang Bioteknologi mikroalga, makanan tradisional etnis asal Borneo, teknologi pendidikan dan Pelestarian Persekitaran Marin di Gugusan Elektif Liberal (GEL), Pusat Penataran Ilmu dan Bahasa (PPIB), Universiti Malaysia Sabah (UMS).

12. Dr. Meiryani, SE., Ak., MM., M.Ak., CA



Dr. Meiryani adalah dosen dalam bidang sistem informasi akuntansi, sistem informasi manajemen, corporate reporting, introduction to accounting and research methodology of accounting and finance. Lahir di Pontianak tahun 1988. Menyelesaikan SI Jurusan Akuntansi tahun 2010 di UNTAN, Magister Akuntansi tahun 2012 di STIE YAI Jakarta Pusat, menyelesaikan Magister Manajemen tahun 2012 di UNTAN, menyelesaikan Pendidikan Profesi Akuntansi (PPAk) pada tahun 2013 di UNTAN. Pendidikan Doktor diselesaikan tahun 2016 pada program Pasca

Sarjana UNPAD dengan yudisium cumlaude. Selain sebagai dosen di BINUS University, beliau juga aktif sebagai penulis buku, peneliti dan konsultan pengembangan sistem informasi akuntansi/manajemen. Beberapa tulisan tersebar dalam berbagai jurnal internasional bereputasi terindeks scopus. Buku lain yang pernah ditulis adalah Analisis dan Perancangan Sistem (2015),

Sistem Informasi Manajemen (2016), Sistem Informasi Akuntansi (2019), Metodologi Penelitian Akuntansi (2021).

13. Nabila Meiliyani, S.Pi.



Penulis dilahirkan di Tarakan pada tanggal 11 Mei 1998 dari ayah Misno dan ibu Muriyani. Penulis adalah putri kedua dari 5 bersaudara. Penulis mulai mengikuti pendidikan sekolah dasar di SD Negeri Utama 2 dan lulus pada tahun 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Tarakan hingga tahun 2011 lalu lanjut di SMP Negeri 16 Samarinda dan lulus pada tahun 2013. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sekolah menengah atas di SMA Negeri 3 Samarinda hingga tahun 2014 lalu lanjut di SMA Negeri 1 Bunyu dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun yang sama penulis lulus seleksi SBMPTN dan diterima di Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan, dan lulus pada Tahun 2021 dengan predikat Sarjana Perikanan. Tugas akhir dalam pendidikan tinggi pada jenjang S1 diselesaikan dengan menulis skripsi dengan judul “Nilai Jasa Ekosistem Mangrove Melalui Pendekatan *Effect on Production* di Kabupaten Tana Tidung”.

Indonesia merupakan negara kepulauan memiliki potensi sumberdaya perairan memiliki peran penting dalam pembangunan ekonomi masyarakat perlu di manfaatkan dengan baik, serta dijaga agar sumberdaya ini bisa terus tetap ada. Potensi yang sumberdaya yang berada di wilayah pesisir yaitu potensi perikanan, hutan mangrove, rumput laut, terumbu karang, padang lamun, sumberdaya mineral dan energy, kultural, Transportasi Laut Dan Jasa Lingkungan, Industri dan Jasa Maritim.

Dahuri (2001) menyebutkan permasalahan timbul di daerah pesisir yaitu Habitat Ekosistem Yang Mengalami Kerusakan, Pemanfaatan Sumber Daya Laut Secara Berlebihan Atau Over-Eksploitasi, Pencemaran Lingkungan, Konflik Dalam Pemanfaatan Ruang, Masalah-masalah lain yang seperti kurangnya pendanaan untuk melakukan pembangunan, kualitas sumberdaya manusia yang rendah sehingga menghambat proses pembangunan serta pemanfaatan sumberdaya, tingkat kemiskinan yang tinggi di kalangan masyarakat pesisir, koordinasi antar pelaku pembangunan yang kurang, serta lemahnya hukum yang dimiliki. Belakangan ini, perhatian dunia internasional terhadap pencemaran lingkungan yang terjadi di laut meningkat. Hal ini dikarenakan bencana ekologis yang muncul dan mulai dirasakan oleh masyarakat dunia. Sampah-sampah yang mencemari laut juga memberikan kerugian ekonomi secara global, yang dirasakan pada semua bidang seperti bidang perikanan, maupun bidang pariwisata. Dampak seperti ini tentu lebih besar dirasakan oleh daerah yang memiliki wilayah pesisir, seperti wilayah Indonesia, karena Indonesia adalah negara kepulauan yang sumberdayanya sangat bergantung pada sumberdaya yang berada di lautan.

Pencemaran dapat terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhinya yaitu Adanya Pembuangan Limbah Industri, Kegiatan Pertambangan di Daerah Lepas Pantai, Eutrofikasi, Sampah yang Menumpuk, Penangkapan Ikan Berlebihan. Indonesia merupakan negara dengan wilayah lautan lebih dari 250 juta km² (KKP, 2019), sehingga pencemaran lingkungan khususnya wilayah pesisir pun rentan terjadi. Karena itu, melakukan kegiatan bersih-bersih pantai atau Coastal Clean-Up merupakan salah satu langkah untuk menjaga kelestarian sumberdaya pesisir dan lautan. Coastal Clean Up atau CCU ini merupakan salah satu kegiatan yang melibatkan berbagai macam kalangan yang memiliki kepedulian terhadap kelestarian lingkungan pesisir dan laut, serta sebagai salah satu kampanye kepada masyarakat untuk menjaga lingkungan serta pengendalian pencemaran pesisir dan lautan (KLKH, 2019).



SYIAH KUALA UNIVERSITY PRESS

Jln. Tgk. Chik Pante Kulu No. 1,
Kopelma Darussalam
Telp. 0651-812221
Email: upt.percetakan@unsyiah.ac.id
unsyiahpress@unsyiah.ac.id



UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Jalan Amal Lama Nomor 1, Tarakan
Telp. 08115307023
Fax. 08115307023
Email: ubt@borneo.ac.id