

LAPORAN MONITORING

2020

OTAK JAWARA

Orang Tua Asuh Karang Di Laut Utara Jakarta
Dan Jawa Barat



LAPORAN MONITORING

Program OTAK JAWARA

Orang Tua Asuh Karang di Laut Utara Jakarta dan Jawa Barat

Tahun 2020

Di Wilayah Kerja PT PERTAMINA HULU ENERGI ONWJ

Tim Penyusun

Prof. Dr. Ir. Hefni Effendi, M.Phil

Dr. Wazir Mawardi, M.Si

Dr. Budhi Hascaryo Iskandar, M.Si

Panji Nugraha Darmawangsa, S.Pi

Luluk Dwi Wulan Handayani, SP., M.Si

Pungki Ari Wibowo, S.Si

Muhammad Isnan Zuhri S.Pi., M.Si

PT Pertamina Hulu Energi Offshore North West Java

Menara Standard Chartered Lantai 27 dan 3

Jalan Prof. Dr. Satrio No. 164, Jakarta Selatan 12930

Telp. (021) 57954000

KATA PENGANTAR

PT Pertamina Hulu Energi Offshore North West Java (PHE ONWJ), menyadari kegiatan operasi yang dilakukannya berpotensi menimbulkan dampak berupa gangguan habitat asli beserta ekosistem di dalamnya, sehingga memengaruhi keberlangsungan hidup fauna maupun flora yang ada di sekitarnya. Untuk itu, PHE ONWJ berkomitmen meminimalkan dampak yang ditimbulkan dari kegiatan operasinya dengan melakukan upaya pencegahan, minimalisasi dan mitigasi risiko terhadap keanekaragaman hayati sepanjang siklus bisnis perusahaan, tanggung jawab terhadap tata guna lahan serta merencanakan dan memodifikasi desain, konstruksi dan praktik operasi untuk melindungi spesies fauna dan flora tertentu yang endemik atau dilindungi. Salah satu bentuk komitmen PHE ONWJ dalam melestarikan keanekaragaman hayati adalah melalui restorasi dan monitoring ekosistem terumbu karang.

Program restorasi dan monitoring ekosistem terumbu karang ini dicetuskan karena terumbu karang merupakan salah satu komponen ekosistem pesisir yang memegang peranan penting baik dalam memelihara produktivitas perairan pesisir maupun dalam menunjang kehidupan penduduk di sekitar wilayah tersebut. Terumbu karang (*coral reefs*) merupakan organisme yang hidup di dasar laut daerah tropis dan dibangun oleh biota laut penghasil kapur khususnya jenis-jenis karang dan alga penghasil kapur (CaCO₃). Ekosistem terumbu karang menjadi tempat memijah, pengasuhan dan mencari makan dari kebanyakan ikan. Oleh karena itu, secara otomatis produksi ikan di daerah terumbu karang menjadi tinggi. Terumbu karang juga merupakan habitat bagi banyak spesies laut. Selain itu juga dapat berfungsi sebagai pelindung pantai dari erosi.

Penyusunan Laporan Monitoring Program Orang Tua Asuh Karang di Laut Utara Jakarta dan Jawa Barat oleh PHE ONWJ di Gugus Karang Pulau Biawak, Kabupaten Indramayu Tahun 2020 ini ditujukan untuk memetakan dan menginventarisasi kondisi eksisting ekosistem terumbu karang di sekitar wilayah kerja OHE ONWJ. Dengan adanya dokumen ini diharapkan dapat menjadi acuan dan rekomendasi dalam melakukan kegiatan konservasi keanekaragaman hayati dan berbagai upaya pelestarian lingkungan serta kebijakan-kebijakan lain oleh PT PHE ONWJ sehingga memberikan dampak positif.

Pada kesempatan ini, PHE ONWJ menghaturkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan Laporan Monitoring Program Orang Tua Asuh Karang di Laut Utara Jakarta dan Jawa Barat oleh PHE ONWJ di Gugus Karang Pulau Biawak, Kabupaten Indramayu Tahun 2020 ini. Semoga laporan ini dapat memberikan ilustrasi tentang komitmen dan usaha PHE ONWJ yang berkelanjutan dalam pengelolaan lingkungan.

Jakarta, Juni 2020

PHE ONWJ

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
METODOLOGI	4
2.1. Lokasi Kajian.....	4
2.2. Parameter yang Dikaji	6
2.2.1. Metode Pengumpulan Data.....	6
2.2.1.1. Prosedur Survei Terumbu Karang.....	6
2.2.1.2. Prosedur Survei Ikan Karang dan Biota Asosiasi Karang Lainnya.....	9
2.3. Metode Analisis Data.....	11
2.3.1. Ikan Karang dan Biota Asosiasi Karang Lainnya.....	11
2.3.2.1. Kelimpahan.....	11
2.3.2.2. Indeks Keanekaragaman	11
2.3.2.3. Indeks Keseragaman.....	12
2.3.2.4. Indeks Dominansi.....	13
2.3.2.5. Kelompok Fungsi Ikan Karang.....	13
HASIL STUDI	14
3.1. OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak 14	
3.1.1. Terumbu Karang Hasil Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak.....	14
3.1.1.1 Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak.....	14
3.1.1.2. Life Form dan Genus Karang Transplan di Gugus Karang Pulau Biawak	15
3.1.1.2.1. Life Form Karang Transplan di Gugus Karang Pulau Biawak.....	15
3.1.1.2.2. Genus Karang Transplan di Gugus Karang Pulau Biawak.....	15
3.1.1.3. Media Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak.....	16
3.1.1.4. Kecenderungan Karang Hasil Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	16

3.1.1.4.1. Kecenderungan Luasan Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	
17	
3.1.1.4.2. Kecenderungan Jumlah Media Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	
17	
3.1.2. Keanekaragaman Hayati Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	18
3.1.2.1. Komposisi Jenis Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	18
3.1.2.2. Komposisi Jumlah Individu Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	19
3.1.2.3. Indeks Keanekaragaman Jenis Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	20
3.1.2.4. Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	21
3.1.2.5. Status dan Kecenderungan Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	21
3.1.3. Keanekaragaman Hayati Biota Asosiasi Karang Lainnya di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	22
3.1.3.1. Komposisi Jenis Biota Asosiasi Karang Lainnya di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	22
3.1.3.2. Komposisi Jumlah Individu Biota Asosiasi Karang Lainnya di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	23
3.1.3.3. Indeks Keanekaragaman Jenis Biota Asosiasi Karang Lainnya di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	23
3.1.3.4. Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi Biota Asosiasi Karang Lainnya di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	24
3.1.3.5. Status dan Kecenderungan Biota Asosiasi Lain di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	24
KESIMPULAN	26
DAFTAR PUSTAKA	27

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Daftar Lokasi Montioring Keanekaragaman Hayati Ekosistem Terumbu Karang Hasil Transplantasi.....	4
Tabel 2. Kategori Bentuk Pertumbuhan Substrat Terumbu Karang	7
Tabel 3. Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman Berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H').....	12
Tabel 4. Kriteria Penilaian Indeks Keseragaman.....	12
Tabel 5. Areal Transplantasi Program OTAK JAWARA dengan Menerapkan Inovasi Modul Honai di Gugus Karang Pulau Biawak	15
Tabel 6. <i>Life Form</i> Yang Ditransplan Selama Program Otak Jawa dengan Menerapkan Inovasi Modul Honai Berlangsung	15
Tabel 7. Jumlah Fragmen dari Masing-Masing Genus yang Ditransplan Selama Program Berlangsung	15
Tabel 8. Jumlah dari Setiap Media Transplantasi pada Kegiatan Transplantasi Melalui Program OTAK JAWARA dengan Menerapkan Inovasi Modul Honai	16
Tabel 9. Luas areal transplantasi program OTAK JAWARA di Gugus Karang Pulau Biawak....	17
Tabel 10. Komposisi Jumlah Spesies Ikan Karang di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	19
Tabel 11. Komposisi Jumlah Individu Ikan Karang yang Dijumpai di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	19
Tabel 12. Indeks Keanekaragaman Ikan Karang di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak.....	20
Tabel 13. Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020	21
Tabel 14. Komposisi Jumlah Spesies Biota Asosiasi Karang Lainnya di Lokasi Transplantasi Karang di Gugus Karang Pulau Biawak.....	22
Tabel 15. Komposisi Jumlah Individu Biota Asosiasi Karang Lainnya yang Dijumpai di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak.....	23
Tabel 16. Indeks Keanekaragaman Biota Asosiasi Lain di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak.....	23
Tabel 17. Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Peta Lokasi Monitoring Kegiatan Transplantasi dan Keanekaragaman Hayati Ekosistem Terumbu Karang.....	5
Gambar 2. Pengambilan Data Menggunakan Metode LIT	6
Gambar 3. Proses Pengambilan Data Menggunakan Metode LIT	7
Gambar 4. Pendataan Kondisi Habitat Terumbu Karang Dengan Metode <i>Manta Tow</i>	8
Gambar 5. Kategori Persentase Tutupan Karang (<i>English et al., 1994</i>)	9
Gambar 6. Ilustrasi Pengambilan Data Terumbu Karang (a), dan Ikan Karang Serta Biota Asosiasi Karang Lainnya (b).....	10
Gambar 7. Pengamatan Ikan Karang dan Biota Asosiasi Karang Lainnya.....	11
Gambar 8. Kecenderungan Akumulasi Luas Areal Transplantasi Program OTAK JAWARA dengan Menerapkan Inovasi Modul Honai di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2019 - 2020.....	17
Gambar 9. Kecenderungan Akumulasi Jumlah Modul Honai yang Ditransplantasi pada Tahun 2019 hingga Tahun 2020	18
Gambar 10. Kecenderungan Indeks Keanekaragaman (H') Ikan Karang di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2019-2020.....	22
Gambar 11. Kecenderungan Indeks Keanekaragaman (H') Biota Asosiasi Lainnya di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak Pada Tahun 2019-2020.....	25

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Terumbu karang terbentuk dari endapan masif terutama CaCO_3 yang dihasilkan oleh organisme karang (filum Scnederia, kelas Anthozoa, ordo Madreporaria Scleractinia), algae berkapur dan organisme-organisme lain yang mengeluarkan CaCO_3 (Nybakken, 1988). Terumbu karang merupakan ekosistem yang khas terdapat di daerah tropis. Meskipun terumbu karang dapat ditemukan di seluruh perairan laut dunia, namun hanya dapat berkembang dengan baik di daerah tropis (Supriharyono, 2007).

Secara umum karang dikelompokkan menjadi dua yaitu karang hermatifik dan ahermatifik. Karang hermatifik memiliki kemampuan menghasilkan terumbu karena bersimbiosis dengan sel-sel tumbuhan yaitu zooxanthellae yang mampu berfotosintesis dimana hasil sampingannya berupa endapan karbonat. Endapan karbonat terakumulasi membentuk bangunan khas yang digunakan untuk mencirikan jenis atau spesies karang. Karang hermatifik hanya ditemukan di daerah tropis sedangkan karang ahermatifik tersebar di seluruh dunia (Dahuri *et al.* 1999).

Terumbu karang terintegrasi dengan ekosistem lain, seperti ekosistem mangrove dan lamun, untuk dapat memberikan jasa lingkungan. Terumbu karang akan memecah gelombang dari lautan,

sehingga menciptakan perairan yang tenang di sekitar daratan. Hal tersebut menurunkan ancaman abrasi bagi ekosistem lamun, mangrove, maupun daratan utama (Moberg dan Rönnbäck, 2003). Sementara itu, ekosistem mangrove dan lamun berfungsi sebagai penyerap polutan dan sedimen yang terbawa dari daratan, sehingga karang dapat tumbuh dengan optimum karena tidak tertutup oleh polutan atau sedimen (Morberg dan Folke, 1999).

Terumbu karang merupakan ekosistem dengan keanekaragaman biota yang paling tinggi dibandingkan ekosistem laut lainnya. Terumbu karang dihuni oleh berbagai organisme bentik dan organisme motil. Namun, keanekaragaman di daerah terumbu karang juga dipengaruhi oleh ekosistem lain di sekitar terumbu karang. Beberapa jenis ikan karang akan berada pada ekosistem lamun atau mangrove ketika fase juvenil untuk berlindung dari predator dan baru akan menetap di terumbu karang ketika telah mencapai ukuran tertentu (Nagelkerken *et al*, 2000).

Hampan terumbu karang yang terbentang di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil memiliki empat fungsi utama bagi kehidupan manusia, yaitu sebagai penyedia sumberdaya alam, penyedia jasa pendukung kehidupan, penyedia jasa kenyamanan, dan pelindung dari berbagai kemungkinan bencana alam. Sebagai penyedia sumberdaya alam, ekosistem terumbu karang mengandung berbagai sumberdaya ikan yang menjadi sumber penghidupan manusia, sebagai penyedia jasa pendukung kehidupan, ekosistem terumbu karang menyediakan objek wisata dan rekreasi yang sangat indah dan mempesona, serta sebagai pelindung dari bencana alam, ekosistem terumbu karang mampu melindungi manusia dari berbagai bahaya alam yang terjadi di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil (Nikijuluw *et al*, 2013).

Organisme yang berada di daerah terumbu karang, seperti ikan kakap, ikan kerapu, tiram, dan timun laut, memiliki nilai ekonomis tinggi bagi kehidupan manusia. Hal tersebut karena organisme tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein bagi manusia. Hasil perikanan dari daerah terumbu karang berkisar 9-12% dari seluruh perikanan dunia (Morberg dan Folke, 1999). Terumbu karang yang sehat dapat menghasilkan 35 ton ikan/km²/tahun. Hasil perikanan karang di beberapa negara berkembang mencapai 25% dari total seluruh tangkapan (Moberg dan Onnbäck 2003). Sementara itu, hasil perikanan karang Indonesia pada tahun 1995, berkisar antara 5-10% dari seluruh hasil perikanan Indonesia (Cesar, 1996).

Terumbu karang sebagai objek wisata memberikan manfaat ekonomi bagi warga di daerah pesisir. Beberapa tahun terakhir, wisatawan lebih tertarik untuk melakukan ekoturisme, yaitu berwisata untuk mengamati keindahan atau keunikan alam. Masyarakat pesisir dapat mengambil keuntungan dengan menyediakan sarana dan prasarana bagi wisatawan yang ingin mengamati keindahan terumbu karang. Salah satu lokasi wisata terumbu karang di dunia berada di Australia, yaitu Great Barrier Reef diperkirakan menghasilkan hingga AUS\$682.000.000 pada tahun 1994 (Moberg dan Folke, 1999).

Aktivitas manusia di daerah terumbu karang memberikan ancaman kerusakan daerah terumbu karang. Hal tersebut disebabkan aktivitas manusia yang berlangsung terus menerus sehingga terumbu karang tidak memiliki waktu pemulihan, atau kehilangan daya lenting lingkungan. Daya lenting lingkungan yang hilang akan menyebabkan hilangnya jasa lingkungan dan manfaat ekonomi terumbu karang.

Kerusakan pada terumbu karang dapat disebabkan oleh faktor alami atau pun kegiatan manusia (antropogenik). Faktor alam yang mempengaruhi terumbu karang antara lain badai, gempa bumi, dan perubahan iklim (Jaap, 2000). Perubahan iklim akan berpengaruh terhadap terhadap terumbu karang karena kenaikan suhu permukaan air laut, peningkatan kadar CO₂ di laut, peningkatan sinar

UVB, dan perubahan cuaca secara ekstrem (Wilkinson 1999). Kegiatan antropogenik di daerah terumbu karang juga meningkatkan ancaman kerusakan terumbu karang. Terumbu karang di Asia tenggara hanya tersisa 5% yang berkondisi baik, dan 38% lainnya telah mengalami kerusakan parah. Hal tersebut disebabkan oleh aktivitas perikanan, pariwisata, transportasi, dan juga penambangan (Jaap 2000, Yeemin *et al* , 2006, dan Tun 2008).

Kondisi ekosistem terumbu karang di laut utara Pulau Jawa mengalami degradasi (Estradivari *et al* , 2007, Tuti, 2010, dan Sudin Kelautan dan Perikanan DKI, 2013). PHE ONWJ melalui Program Orang Tua Asuh Karang di Laut Utara Jakarta dan Jawa Barat (OTAK JAWARA) berupaya untuk merehabilitasi ekosistem terumbu karang tersebut. Dengan demikian penyusunan laporan ini diharapkan mampu menginventarisasi kondisi ekosistem terumbu karang di wilayah laut Utara Jawa agar program rehabilitasi terumbu karang yang telah yang dilaksanakan oleh PHE ONWJ dapat berjalan dengan optimal.

1.2. Tujuan

Tujuan penyusunan laporan ini adalah untuk memetakan dan menginventarisasi kondisi ekosistem terumbu karang di lokasi program OTAK JAWARA tersebut. Beberapa parameter yang menjadi tujuan dari kajian ini diantaranya:

1. Mengkaji luasan areal transplantasi pada lokasi transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak
2. Mengkaji jenis *life form* dan genus karang hasil transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak
3. Mengkaji kegiatan transplantasi yang menggunakan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak
4. Mengkaji keanekaragaman hayati ikan karang dan biota asosiasi karang lainnya di lokasi transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

BAB 2

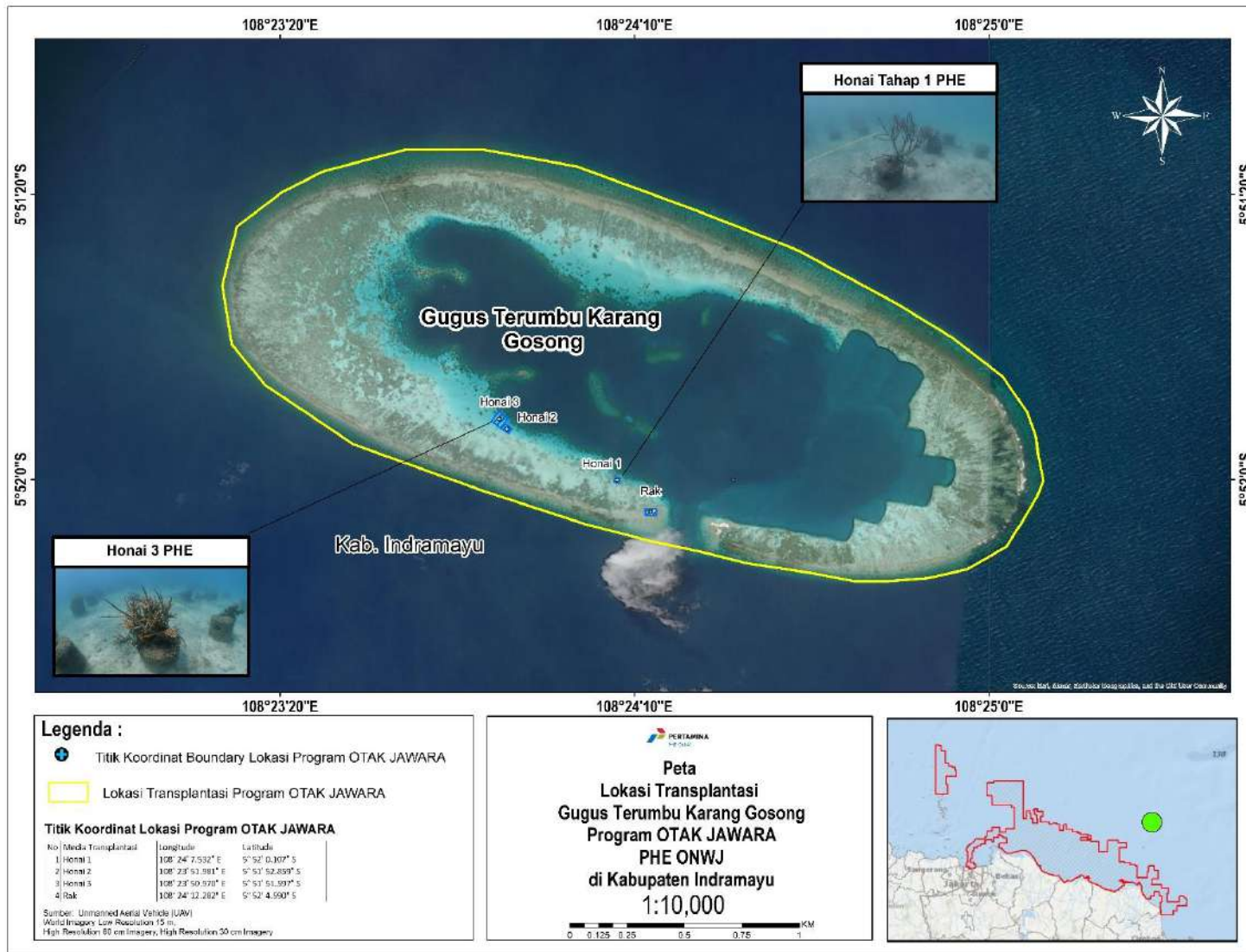
METODOLOGI

2.1. Lokasi Kajian

Lokasi kajian (pengambilan data) terumbu karang hasil transplantasi dilaksanakan di lokasi yang berada di wilayah operasi PHE ONWJ. Data lokasi kajian terumbu karang yang dilakukan selengkapnya tersaji pada **Tabel 1** dan **Gambar 1**.

Tabel 1. Daftar Lokasi Montioring Keanekaragaman Hayati Ekosistem Terumbu Karang Hasil Transplantasi

No	Lokasi
A	KABUPATEN INDRAMAYU
1	Gugus Karang Pulau Biawak



Gambar 1. Peta Lokasi Monitoring Kegiatan Transplantasi dan Keanekaragaman Hayati Ekosistem Terumbu Karang

2.2. Parameter yang Dikaji

Parameter terumbu karang, ikan karang, dan biota asosiasi karang yang dikaji meliputi persen tutupan karang (*% coral coverage*), jenis, kelimpahan, serta struktur komunitas ikan karang dan biota asosiasi karang lainnya.

2.2.1. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data terumbu karang, ikan karang, dan biota asosiasi karang lainnya dilakukan dengan observasi bawah air secara langsung (*SCUBA diving*).

2.2.1.1. Prosedur Survei Terumbu Karang

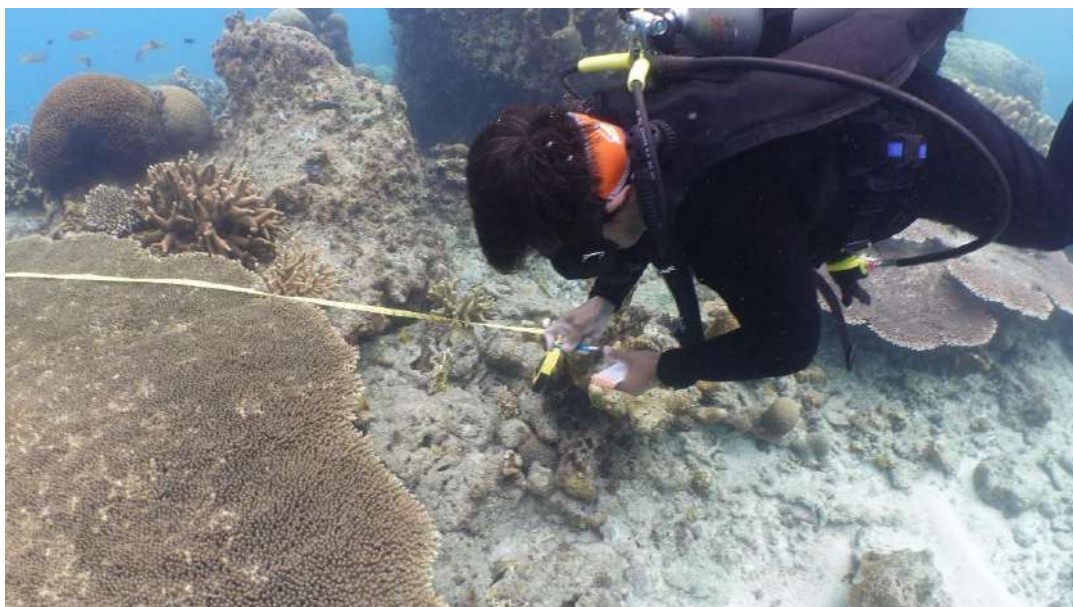
Metode pengumpulan data kondisi terumbu karang ditujukan untuk mendata data karang hasil transplantasi. Metode yang akan digunakan adalah *Line Intercept Transect* (LIT) dan *Manta Tow*.

1. Metode Line Intercept Transect (LIT)

Metode transek garis menyinggung (*Line Intercept Transect - LIT*), menggunakan *roll meter* sepanjang 30 meter yang dibentangkan di atas substrat terumbu karang, sejajar garis pantai pada kedalaman yang telah ditentukan (**Gambar 2** dan **Gambar 3**). Data yang dicatat mencakup bentuk pertumbuhan (*life form*) koloni karang keras dan tipe substrat lain serta biota lain yang menyinggung *roll meter*. Keluaran dari hasil data yang diambil dari metode ini jumlah media transplantasi karang, jenis *life form* karang, genus karang transplantasi, serta luasan areal transplantasi.



Gambar 2. Pengambilan Data Menggunakan Metode LIT



Gambar 3. Proses Pengambilan Data Menggunakan Metode LIT

English *et al.* (1997) menggolongkan bentuk pertumbuhan karang keras menjadi dua kelompok besar, yaitu *Acropora* dan *Non-Acropora*. Secara lengkap bentuk pertumbuhan dari masing-masing kelompok tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kategori Bentuk Pertumbuhan Substrat Terumbu Karang

Kategori		Kode	Keterangan
<i>Dead Coral</i>		DC	<i>Recently dead coral, white colored</i>
<i>Dead Coral with Algae</i>		DCA	<i>Dead coral overgrown with algae</i>
<i>Hard Coral:</i>			
<i>Acropora</i>	<i>Branching</i>	ACB	<i>Branching life form like a twig. Example: A. formosa, A. palmate</i>
	<i>Encrusting</i>	ACE	<i>Encrusting life form like an imperfect Acropora. Example: A. Cuneata</i>
	<i>Submassive</i>	ACS	<i>Branching plate and solid. Example: A. palifera</i>
	<i>Digitate</i>	ACD	<i>Branching tightly like fingers. Example: A. digitifera, A. Humilis</i>
	<i>Tabulate</i>	ACT	<i>Branching flat direction. Example: A. hyacinthus</i>
<i>Non Acropora</i>	<i>Branching</i>	CB	<i>Branching like a tree branch. Example: Seriatopora ystrix</i>
	<i>Encrusting</i>	CE	<i>Creeping form, attached to substrate. Example: Montipora undata</i>
	<i>Foliose</i>	CF	<i>Form like a foliage. Example: Merulina ampliata</i>
	<i>Massive</i>	CM	<i>Form like a big rock. Example: Platygyra daedalea</i>
	<i>Submassive</i>	CS	<i>Solid shape with a bulge. Example: Porites lichen</i>
	<i>Mushroom</i>	CMR	<i>Form like mushroom, solitary. Example: Fungia repanda</i>
	<i>Millepora</i>	CME	<i>All fire corals, yellow tip of the colony.</i>
	<i>Heliopora</i>	CHL	<i>Coral blue, the blue color on the skeleton</i>
<i>Other Fauna</i>			
<i>Soft Coral</i>		SC	<i>Soft coral</i>
<i>Sponge</i>		SP	
<i>Zoanthids</i>		ZO	
<i>Others</i>		OT	<i>Anemone, crinoid, holothurian, gorgonian, giant shell, ascidian</i>
<i>Algae</i>	<i>Alga Assemblage</i>	AA	<i>More than one species of algae</i>
	<i>Coralline Algae</i>	CA	<i>Algae that have a limestone structure</i>
	<i>Halimeda</i>	HA	<i>Algae of genera Halimeda</i>
	<i>Macroalgae</i>	MA	<i>Large algae</i>
	<i>Turf Algae</i>	TA	<i>Resembling a fine grass</i>
<i>Abiothic</i>	<i>Sand</i>	S	<i>Sand</i>
	<i>Rubble</i>	R	<i>Rubbles of coral</i>
	<i>Silt</i>	SI	<i>Mud</i>

Kategori	Kode	Keterangan
Water	WA	Water column /gap with depth of > 50 cm
Rock	RCK	
Other	DDD	Data is not recorded or missing

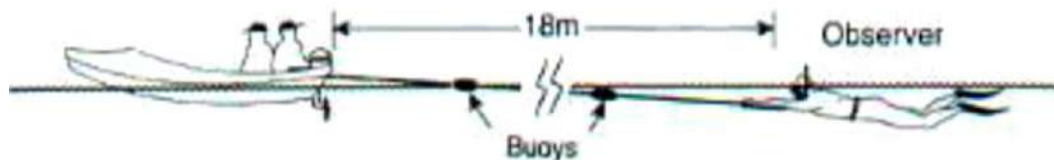
Sumber: English *et al.* 1997

Penggunaan metode *Line Intercept Transect* (LIT) akan lebih baik, jika kondisi perairan aman bagi penyelam, mengingat:

- Area pengamatan lebih luas (30 meter).
- Data yang diperoleh lebih presisi karena pengambilan data dilakukan dengan cara pengukuran bukan perkiraan.
- Disesuaikan dengan kondisi terumbu karang berdasarkan perkiraan awal penutupan dan topografi.

2. Metode Manta Tow

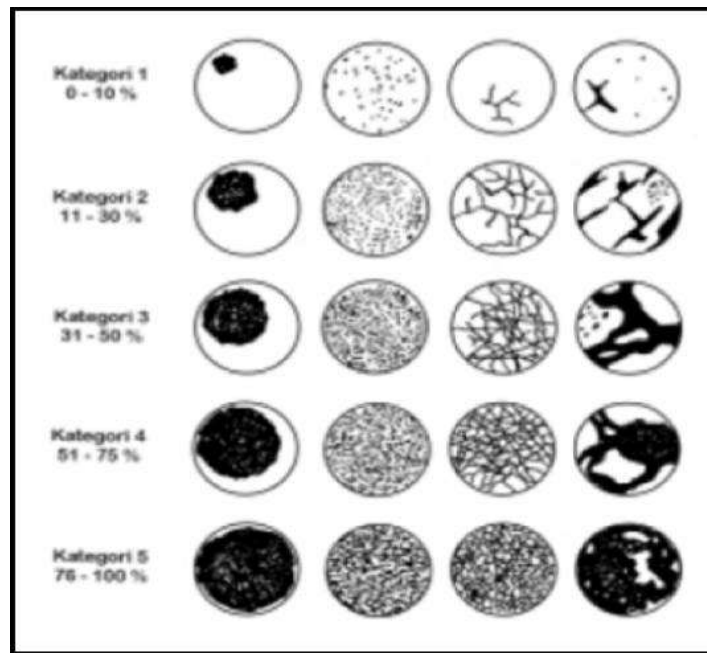
Metode *Manta Tow* adalah suatu teknik pengamatan terumbu karang dengan cara pengamat ditarik di belakang perahu kecil bermesin dengan menggunakan tali sebagai penghubung antara perahu dengan pengamat. Dengan kecepatan perahu yang tetap dan melintas di atas terumbu karang dengan lama tarikan 2 menit, pengamat akan melihat beberapa obyek yang terlintas serta nilai persentase penutupan karang hidup (karang keras dan karang lunak) dan karang mati. Pada saat bersamaan, pengendara *boat* mencatat posisi dan mengambil foto daerah daratan (**Gambar 4**)



Gambar 4. Pendataan Kondisi Habitat Terumbu Karang Dengan Metode *Manta Tow*

Posisi pengamat sejajar dengan tubir (*reef crest*) sehingga dapat mengamati kemiringan (*slope*) dengan maksimal. Lebar pengamatan bervariasi berkisar antara 10 - 12 meter. Penentuan arah pengambilan data dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti angin, arus, dan arah sinar matahari. Arah pengambilan data biasanya searah jarum jam; utara selatan; atau timur barat mengikuti arah terumbu karang.

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. Pengamat harus memperhatikan total persen dari penjumlahan tutupan karang ditambah dengan pasir dan tutupan lainnya jangan sampai melebihi 100%.



Gambar 5. Kategori Persentase Tutupan Karang (English et al., 1994)

2.2.1.2. Prosedur Survei Ikan Karang dan Biota Asosiasi Karang Lainnya

Metode yang digunakan untuk survei sumberdaya ikan karang dan biota asosiasi karang lainnya adalah sensus visual yang sudah dikembangkan oleh *Australian Institute of Marine Science – AIMS* (English et al., 1997). Metode *visual sensus* ini dilakukan di sepanjang garis LIT dengan lebar pengamatan 2,5 meter ke kiri dan ke kanan LIT. *Observer* yang melakukan *visual sensus* dilengkapi dengan alat SCUBA untuk dapat secara langsung melakukan estimasi jenis dan kelimpahan ikan di area yang telah ditentukan (di dalam transek).

1. Rancangan Sampling

Dalam pemilihan rancangan *sampling* sangat ditentukan oleh lokasi pengamatan dan tujuan dari pencatatan data ikan dan biota asosiasi karang lainnya itu dilakukan. Pemilihan *site* ini sangat penting misalnya pendataan dilakukan di rata-rata terumbu (*reef flat*), tubiran (*reef crest*) atau lereng terumbu (*reef slope*). Dalam kegiatan monitoring ini *visual sensus* dilakukan disepanjang LIT untuk monitoring terumbu karang, di mana lokasinya mengikuti titik koordinat stasiun monitoring yang telah dilakukan pada tahun-tahun sebelumnya.

2. Pengumpulan Data

Peralatan yang digunakan dalam survei adalah 3 set lengkap alat SCUBA, sabak, pensil, *data sheet*, *roll meter* (30 meter), dan *Global Positioning System* (GPS) untuk menentukan posisi. Kegiatan ini membutuhkan total 4 (empat) orang dalam 1 tim dengan pembagian tugas sebagai berikut :

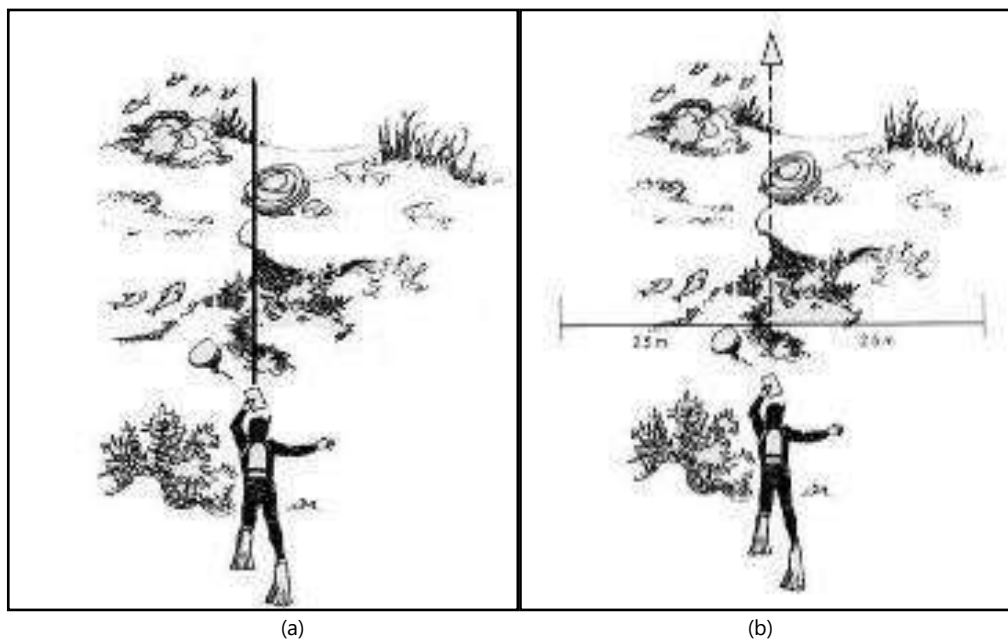
- 2 (dua) penyelam sebagai pengambil data/*observer*;
- 1 (satu) penyelam bertugas membentangkan *roll meter* sepanjang 30 meter dan melakukan dokumentasi foto dan video; dan
- 1 (satu) orang dibutuhkan di atas kapal sebagai *supervisor* kegiatan penyelaman.

3. Prosedur Sampling

Monitoring dilakukan di titik/stasiun pengamatan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Saat di lapang penentuan posisi transek mengikuti koordinat yang sudah direkam dalam unit *GPS*. Posisi kapal diusahakan sedekat mungkin dengan lokasi transek dan perhatikan arah arus dan angin. 3 (tiga) penyelam masuk ke air. Penyelam pertama membawa *underwater camera* dan *roll meter*, penyelam kedua (*observer* Ikan karang) dan penyelam ketiga (*observer* terumbu karang) membawa pensil dan sabak bawah air (*underwater slate & pencil*).

Penyelam pertama memasang transek sepanjang 30 meter. Setelah transek dipasang, penyelam kedua dan ketiga masing-masing mengambil data terumbu karang dan ikan karang. Setelah penyelam pertama memasang transek, dilanjutkan dengan melakukan dokumentasi kegiatan yang sedang berlangsung dan kondisi lingkungan bawah air di lokasi transek. Ilustrasi pengambilan data terumbu karang dan ikan karang dapat dilihat pada **Gambar 6.** dan **Gambar 7.**

Akurasi data dari kegiatan ini sangat tergantung dari keahlian dan pengalaman *observer* dalam observasi terumbu karang dan ikan karang. Beberapa buku yang umum digunakan sebagai referensi identifikasi terumbu karang dan ikan karang antara lain English *et al.* (1994), Veron, J.E.N. (2000), dan Allen G.R. (2000).



Gambar 6. Ilustrasi Pengambilan Data Terumbu Karang (a), dan Ikan Karang Serta Biota Asosiasi Karang Lainnya (b)



Gambar 7. Pengamatan Ikan Karang dan Biota Asosiasi Karang Lainnya

4. Manajemen Data

Hasil pengumpulan data di lapangan yang berupa *data sheet* kemudian dipindahkan ke komputer untuk selanjutnya diolah dan dianalisis. Pindahan data ini dilakukan oleh *observer* yang bersangkutan dan pemeriksaan/validasi data perlu dilakukan oleh *observer* tersebut untuk menghindari kesalahan dalam *entry* data dan analisa data. Data yang sudah selesai dianalisis kemudian di - *backup* dalam bentuk *soft copy* ke dalam *external harddisc* atau *flash drive*.

2.3. Metode Analisis Data

2.3.1. Ikan Karang dan Biota Asosiasi Karang Lainnya

Analisis terhadap data ikan karang dan biota asosiasi karang lainnya hasil pengamatan dilakukan untuk mengetahui jenis, kelimpahan, indeks keragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi.

2.3.2.1. Kelimpahan

Kekayaan jenis ini untuk melihat jumlah ikan dan biota asosiasi karang lainnya yang berada dalam suatu kawasan tertentu. Hal ini berpengaruh nyata terhadap keanekaragaman ikan karang.

2.3.2.2. Indeks Keanekaragaman

Indeks ini merupakan perhitungan yang didasarkan pada informasi mengenai keteracakan dalam sebuah sistem dan logaritma basis dua. Indeks yang digunakan adalah indeks keanekaragaman Shannon - Wiener dengan rumus:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

Keterangan :

H' : Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

- Pi : n_i/N
- n_i : Jumlah individu jenis ke-i
- N : Jumlah total individu seluruh jenis
- S : Jumlah jenis

Indeks keanekaragaman digolongkan dalam kriteria sesuai dengan klasifikasi indeks Shannon – Wiener (**Tabel 5**).

Tabel 3. Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman Berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H').

Nilai Indeks (H')	Kriteria
< 1	Keanekaragaman kecil, penyebaran jumlah individu tiap jenis rendah, kestabilan komunitas rendah, tekanan ekologi besar
1 – 3	Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap jenis sedang, kestabilan komunitas sedang, tekanan ekologi sedang
> 3	Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap jenis tinggi, kestabilan komunitas tinggi, tekanan ekologi rendah

2.3.2.3. Indeks Keseragaman

Nilai indeks keseragaman digunakan untuk menggambarkan komposisi individu setiap spesies yang terdapat dalam satu komunitas ikan karang. Indeks ini dihitung menggunakan rumus:

$$E = \frac{H'}{H_{maks}}$$

Keterangan:

- E : Indeks keseragaman
- H' : Indeks keanekaragaman
- H_{maks} : Logaritma natural dari jumlah jenis yang ditemukan ($H_{maks} = \ln S$)
- S : Jumlah jenis yang ditemukan

Indeks keseragaman berkisar antara 0-1. Semakin kecil nilai E, semakin kecil pula keseragaman antar populasi di dalam suatu komunitas, sebagai contoh bila nilai indeks keseragaman kecil maka ada kecenderungan penyebaran jumlah individu pada setiap jenis tidak sama dan ada kecenderungan spesies tertentu yang dominan dan sebaliknya.

Untuk menilai kondisi komunitas ikan karang digunakan kisaran indeks keseragaman yang dinyatakan oleh Krebs (1989) pada **Tabel 6**.

Tabel 4. Kriteria Penilaian Indeks Keseragaman

Nilai Indeks Keseragaman (E)	Kondisi Komunitas
0.00 – 0.50	Tertekan/Rendah
0.51 – 0.75	Labil/Sedang
0.75 – 1.00	Stabil/Tinggi

2.3.2.4. Indeks Dominansi

Indeks dominansi digunakan untuk menggambarkan ada tidaknya dominansi suatu jenis dalam satu komunitas. Rumus yang digunakan untuk menghitung indeks ini adalah Indeks dominansi Simpson :

$$C = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Keterangan:

- C : Indeks dominansi
- n_i : Jumlah individu jenis ke-i
- N : Jumlah total individu
- S : Jumlah jenis yang ditemukan

Kisaran nilai indeks dominansi adalah 0 – 1, jika nilainya mendekati 0 (0,00 – 0,50) berarti hampir tidak ada spesies/genera yang mendominasi dan apabila nilai indeks dominansi mendekati 1 (0,51 – 1,00) berarti ada salah satu spesies/genera yang mendominasi populasi (Odum E.P., 1993).

2.3.2.5. Kelompok Fungsi Ikan Karang

Berdasarkan fungsi dalam sistem terumbu karang, ikan terumbu dibagi atas tiga kelompok (Adrim dan Yahmantoro, 1993) yaitu:

1. Ikan mayor adalah ikan-ikan yang berperan secara umum dalam sistem rantai makanan di daerah terumbu karang;
2. Ikan target adalah ikan yang mempunyai nilai ekonomis dan dikonsumsi oleh masyarakat
3. Ikan indikator adalah ikan yang menjadi parameter terhadap kesehatan terumbu karang dalam hal ini dari famili Chaetodontidae.

BAB 3

HASIL STUDI

3.1. OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak

3.1.1. Terumbu Karang Hasil Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

3.1.1.1 Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Monitoring kegiatan transplantasi terumbu karang yang telah dilaksanakan PHE ONWJ melalui program OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 mengidentifikasi kondisi terumbu karang hasil transplantasi serta keanekaragaman biota yang berasosiasi di terumbu karang hasil transplantasi tersebut.

Secara keseluruhan, areal transplantasi yang telah dilaksanakan PHE ONWJ melalui program OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak adalah seluas 0,05 ha. Luasan areal transplantasi program OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai yang telah dilaksanakan di Gugus Karang Pulau Biawak disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Areal Transplantasi Program OTAK JAWARA dengan Menerapkan Inovasi Modul Honai di Gugus Karang Pulau Biawak

Lokasi	Transplantasi Sebelum Tahun 2020	Transplantasi Tahun 2020	Transplantasi Keseluruhan	Satuan
Gugus Karang Pulau Biawak	0,05	-	0,05	ha

3.1.1.2. Life Form dan Genus Karang Transplan di Gugus Karang Pulau Biawak

3.1.1.2.1. Life Form Karang Transplan di Gugus Karang Pulau Biawak

Karang keras pada dasarnya hewan yang hidup berkoloni. Karang yang hidupnya berkoloni memiliki variasi bentuk pertumbuhan (*life form*). Bentuk pertumbuhan karang dibagi atas karang Acropora dan karang non Acropora (Zurba, 2019). Jumlah *life form* yang telah ditransplan selama program berjalan adalah 1.496 fragmen. Secara umum, *life form* yang ditransplan pada program transplantasi terumbu karang OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak terdiri dari jenis Acropora Branching (ACB) sebanyak 766 fragmen dan Acropora Tabulate (ACT) sebanyak 564 fragmen. Kedua *life form* tersebut paling banyak ditransplan karena ketersediaannya di lokasi karang alami di dekat lokasi transplantasi paling banyak ditemukan. Acropora merupakan salah satu kelompok karang yang sangat dominan pada suatu perairan. Genera karang Acropora umumnya memiliki bentuk morfologi koloni yang bercabang yang merupakan salah satu komponen utama pembangun terumbu karang (Thamrin, 2012). *Life form* lain yang ditransplan diantaranya adalah Acropora submassive (ACS), Coral Branching (CB), Coral Massive (CM), dan Coral Encrusting (CE). Jumlah dari masing-masing *life form* yang ditransplan selama program OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai berjalan di Gugus Karang Pulau Biawak berlangsung disajikan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. *Life Form* Yang Ditransplan Selama Program Otak Jawara dengan Menerapkan Inovasi Modul Honai Berlangsung

No.	<i>Life Form</i>	Jumlah <i>Life Form</i> (Fragmen)
1	Acropora Branching (ACB)	766
2	Acropora Tabulate (ACT)	564
3	Acropora submassive (ACS)	10
4	Coral Branching (CB)	127
5	Coral Massive (CM)	21
6	Coral Encrusting (CE)	8
Jumlah		1.496

3.1.1.2.2. Genus Karang Transplan di Gugus Karang Pulau Biawak

Genus terumbu karang merupakan klasifikasi ilmiah yang digunakan untuk mengelompokkan beragam jenis terumbu karang berdasarkan karakteristik morfologi dan genetik yang serupa. Jenis genus terumbu karang yang ditransplan pada program OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak adalah Acropora, Porites, dan Stylophora. Jumlah fragmen dari masing-masing genus yang ditransplan selama program berlangsung disajikan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Jumlah Fragmen dari Masing-Masing Genus yang Ditransplan Selama Program Berlangsung

No	Genus	Jumlah	Satuan
1	Acropora sp.	1.288	batang

2	Porites sp.	162	batang
3	Stylophora sp.	46	batang
Jumlah		1.496	batang

Genus karang yang paling banyak ditransplan adalah Acropora. Genus Acropora adalah genus karang yang paling beragam, dan paling banyak ditemukan. Karang Acropora memiliki bentuk yang beragam, mulai dari bercabang, seperti pohon, hingga seperti pipa. Karang Acropora dikenal dengan pertumbuhan yang cepat dan cenderung mendominasi bagian atas terumbu karang (Dubinsky, 2011). Acropora yang telah ditransplantasi adalah sebanyak 1.288 fragmen.

Kecepatan pertumbuhan karang bervariasi dan tergantung bentuk koloni. Jenis karang dalam bentuk *massive* hanya memiliki kecepatan pertumbuhan diameter sekitar 2 cm/tahun, sementara untuk pertumbuhan ke atas hanya kurang dari 1 cm/tahun. Pertumbuhan yang relatif cepat dimiliki karang dengan genus Acropora, dimana kelompok genus ini bisa tumbuh sekitar 5 sampai 10 cm/tahun atau lebih. Kecepatan pertumbuhan karang termasuk lambat dan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dimana karang tersebut berada (Veron, 2000).

Selain Acropora, genus karang yang ditransplan pada kegiatan transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak adalah Porites dan Stylophora. Karang genus Porites cenderung memiliki bentuk bulat atau tumpul dengan struktur yang kokoh serta dengan pertumbuhan yang relatif lambat. Beberapa jenis Porites dapat membentuk karang yang sangat besar dan memberikan fondasi penting bagi ekosistem terumbu karang (Dubinsky, 2011). Jumlah Porites yang telah ditransplan pada kegiatan transplantasi terumbu karang ini adalah sebanyak 162 fragmen. Stylophora adalah genus karang yang memiliki bentuk seperti meja, karang ini biasanya berwarna putih, krem, atau coklat. Karang Stylophora dapat hidup di perairan dangkal hingga laut dalam (Spalding *et al.*, 2001). Jumlah Stylophora yang telah ditransplan pada kegiatan transplantasi terumbu karang ini adalah sebanyak 46 fragmen.

3.1.1.3. Media Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Jumlah media transplantasi pada program OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak sampai Tahun 2020 adalah 350 modul honai dan 6 rak. Jumlah dari setiap media transplantasi yang telah dilaksanakan PHE ONWJ melalui OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak sampai Tahun 2020 disajikan pada **Tabel 8** berikut.

Tabel 8. Jumlah dari Setiap Media Transplantasi pada Kegiatan Transplantasi Melalui Program OTAK JAWARA dengan Menerapkan Inovasi Modul Honai

Media Transplantasi	Jumlah Sebelum Tahun 2020	Jumlah Tahun 2020	Jumlah Keseluruhan	Satuan
Honai	350	-	350	modul
Rak	6	-	6	rak

3.1.1.4. Kecenderungan Karang Hasil Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang di Gugus Karang Pulau Biawak melalui program OTAK JAWARA telah dilaksanakan PHE ONWJ sejak tahun 2016. Pada Tahun 2016, PHE ONWJ

mulai melaksanakan kegiatan transplantasi terumbu karang di Gugus Karang Pulau Biawak dengan menerapkan inovasi media transplantasi honai.

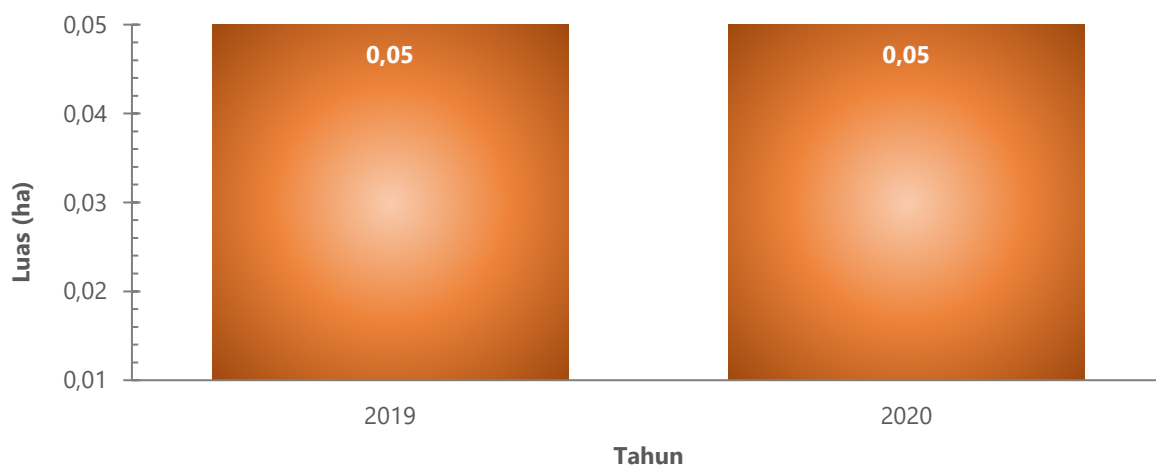
3.1.1.4.1. Kecenderungan Luasan Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Kegiatan transplantasi terumbu karang di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2016 adalah seluas 0,02 ha, kemudian pada Tahun 2017 dan 2018 masing-masing 0,01 ha dan 0,02 ha. Luas areal transplantasi program OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak Tahun 2019 – 2020 secara detil disajikan pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Luas areal transplantasi program OTAK JAWARA di Gugus Karang Pulau Biawak

Lokasi	Luas Areal Transplantasi		Satuan
	2019	2020	
Gugus Karang Pulau Biawak	0,05	-	ha

Akumulasi luasan areal transplantasi terumbu karang yang tersebar di Gugus Karang Pulau Biawak tersebut adalah seluas 0,05 ha. Kecenderungan akumulasi luasan areal transplantasi terumbu karang melalui program OTAK JAWARA pada Tahun 2019 hingga 2020 disajikan pada **Gambar 11**.



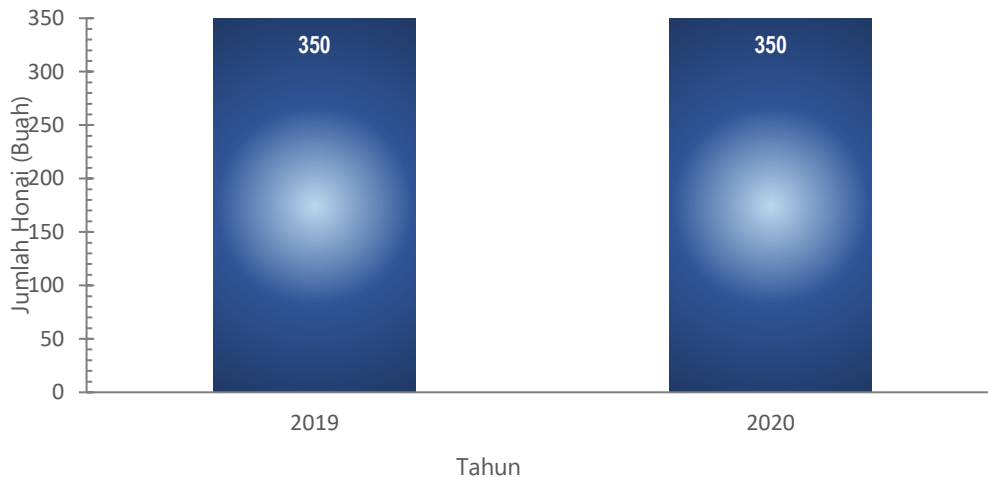
Gambar 8. Kecenderungan Akumulasi Luas Areal Transplantasi Program OTAK JAWARA dengan Menerapkan Inovasi Modul Honai di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2019 - 2020

3.1.1.4.2. Kecenderungan Jumlah Media Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Selama kegiatan transplantasi terumbu karang melalui program OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak dilaksanakan, terdapat beberapa jenis media transplantasi terumbu karang yang telah di implementasikan PHE ONWJ. Jenis-jenis media transplantasi tersebut diantaranya modul honai, dan rak. Pemilihan jenis media transplantasi tersebut adalah dengan mempertimbangkan peluang keberhasilan kegiatan, didasarkan pada kondisi lokasi transplantasi, serta mempertimbangkan sumberdaya yang dimiliki dalam melaksanakan kegiatan tersebut.

Salah satu media transplantasi tersebut merupakan inovasi yang dikembangkan oleh PHE ONWJ. Media transplantasi tersebut adalah modul honai. Modul honai merupakan inovasi media transplantasi terumbu karang yang digunakan pada kegiatan transplantasi terumbu karang di

Gugus Karang Pulau Biawak yang didesain sedemikian rupa sehingga dapat menunjang pertumbuhan fragmen karang transplan serta dapat berfungsi sebagai *artificial reef*. Jumlah modul honai yang telah ditransplantasi hingga Tahun 2020 adalah sebanyak 350 buah, Kecenderungan akumulasi jumlah media transplantasi honai dari Tahun 2019 hingga Tahun 2020 disajikan pada **Gambar 12** berikut.



Gambar 9. Kecenderungan Akumulasi Jumlah Modul Honai yang Ditransplantasi pada Tahun 2019 hingga Tahun 2020

3.1.2. Keanekaragaman Hayati Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Ekosistem terumbu karang sebagai ekosistem kompleks dan produktif yang dominan tersebar di kawasan pulau-pulau kecil Indonesia berperan penting sebagai habitat bagi berbagai jenis ikan, sehingga memberikan dampak pada tingginya produktivitas perikanan (ikan-ikan karang) yang bernilai ekonomis tinggi, dan juga sebagai aset yang berharga bagi kegiatan pariwisata bahari karena memiliki beraneka ragam biota laut dan panorama yang sangat indah (Nikijuluw *et al.* 2013).

Ikan karang merupakan jenis ikan yang habitat umumnya pada karang hidup. Keberadaan ikan karang sangat dipengaruhi oleh kondisi kesehatan terumbu. Terumbu karang yang sehat merupakan indikator kelimpahan ikan karang. Kebanyakan dari ikan-ikan tersebut bersembunyi di celah-celah karang sebagai tempat berlindung. Selain itu, ikan tersebut merupakan target tangkapan nelayan karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Zurba, 2019).

Ikan karang adalah salah satu biota yang hidup pada ekosistem terumbu karang dan hidupnya sangat bergantung pada kondisi terumbu karang. Peranan biofisik ekosistem terumbu karang sangat beragam, diantaranya sebagai tempat tinggal, tempat berlindung, tempat mencari makan dan berkembang biak bagi beragam biota laut, termasuk didalamnya ikan karang.

3.1.2.1. Komposisi Jenis Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Jumlah spesies ikan karang yang dijumpai pada Tahun 2020 di lokasi transplantasi Gugus Karang Pulau Biawak adalah sebanyak 24 spesies. Jumlah spesies ikan karang pada Tahun 2020 mengalami

peningkatan jika dibandingkan dengan Tahun 2019. Jenis spesies ikan karang di lokasi transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak disajikan pada **Tabel 10** berikut.

Tabel 10. Komposisi Jumlah Spesies Ikan Karang di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

No	Spesies	Keberadaan Spesies		Satuan
		2019	2020	
1	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	1	1	spesies
2	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>	1	1	spesies
3	<i>Amphiprion clarkii</i>	1	1	spesies
4	<i>Caesio teres</i>	1	1	spesies
5	<i>Chaetodon baronessa</i>	1	1	spesies
6	<i>Chaetodon octofasciatus</i>	1	1	spesies
7	<i>Chaetodontoplus mesoleucus</i>	1	1	spesies
8	<i>Chlorurus sordidus</i>	1	1	spesies
9	<i>Chromis viridis</i>	1	1	spesies
10	<i>Chrysiptera rex</i>	1	1	spesies
11	<i>Dascyllus reticulatus</i>	1	1	spesies
12	<i>Dischistodus perspicillatus</i>	1	1	spesies
13	<i>Dischistodus prosopotaenia</i>	1	1	spesies
14	<i>Epibulus insidiator</i>	1	1	spesies
15	<i>Halichoeres chloropterus</i>	1	1	spesies
16	<i>Halichoeres melanochir</i>	-	1	spesies
17	<i>Labroides dimidiatus</i>	1	1	spesies
18	<i>Lutjanus decussatus</i>	1	1	spesies
19	<i>Neoglyphidodon crossi</i>	1	1	spesies
20	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	1	1	spesies
21	<i>Pterocaesio tessellatus</i>	1	1	spesies
22	<i>Scarus flavipectoralis</i>	1	1	spesies
23	<i>Scarus quoyi</i>	1	1	spesies
24	<i>Thalassoma lunare</i>	1	1	spesies
Jumlah		23	24	spesies

Keterangan :

(1) : ditemukan

(-) : tidak ditemukan

3.1.2.2. Komposisi Jumlah Individu Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Jumlah individu ikan karang yang ditemukan pada saat pengamatan di lokasi transplantasi Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 adalah 734 ekor. Jenis ikan karang dengan jumlah individu yang paling banyak ditemukan adalah jenis *Caesio teres* dengan jumlah individu sebanyak 143 ekor. Jenis ikan karang dengan jumlah individu paling sedikit ditemukan adalah jenis *Amphiprion clarkii* dengan jumlah individu sebanyak 3 ekor. Jumlah individu ikan karang pada Tahun 2020 mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan Tahun 2019. Jumlah individu dari setiap jenis yang ditemukan disajikan pada **Tabel 11** berikut.

Tabel 11. Komposisi Jumlah Individu Ikan Karang yang Dijumpai di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

No	Spesies	Jumlah Individu		Satuan
		2019	2020	
1	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	25	30	ekor
2	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>	29	22	ekor
3	<i>Amphiprion clarkii</i>	2	3	ekor

No	Spesies	Jumlah Individu		Satuan
		2019	2020	
4	<i>Caesio teres</i>	97	143	ekor
5	<i>Chaetodon baronessa</i>	3	5	ekor
6	<i>Chaetodon octofasciatus</i>	2	18	ekor
7	<i>Chaetodontoplus mesoleucus</i>	27	29	ekor
8	<i>Chlorurus sordidus</i>	12	10	ekor
9	<i>Chromis viridis</i>	29	31	ekor
10	<i>Chrysiptera rex</i>	26	34	ekor
11	<i>Dascyllus reticulatus</i>	5	7	ekor
12	<i>Dischistodus perspicillatus</i>	58	64	ekor
13	<i>Dischistodus prosopotaenia</i>	34	45	ekor
14	<i>Epibulus insidiator</i>	16	17	ekor
15	<i>Halichoeres chloropterus</i>	6	7	ekor
16	<i>Halichoeres melanochir</i>	0	7	ekor
17	<i>Labroides dimidiatus</i>	4	3	ekor
18	<i>Lutjanus decussatus</i>	4	4	ekor
19	<i>Neoglyphidodon crossi</i>	8	11	ekor
20	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	64	77	ekor
21	<i>Pterocaesio tessellatus</i>	5	6	ekor
22	<i>Scarus flavipectoralis</i>	45	57	ekor
23	<i>Scarus quoyi</i>	15	14	ekor
24	<i>Thalassoma lunare</i>	87	90	ekor
Jumlah		603	734	ekor

3.1.2.3. Indeks Keanekaragaman Jenis Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Indeks keanekaragaman jenis (H') ikan karang di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada pengamatan Tahun 2020 adalah sebesar 2,69 dengan kategori sedang. Kondisi ikan karang di lokasi pengamatan adalah Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap jenis sedang, kestabilan komunitas sedang, tekanan ekologi sedang. Indeks keanekaragaman jenis (H') ikan karang dari Tahun 2019 hingga Tahun 2020 disajikan pada **Tabel 12** berikut.

Tabel 12. Indeks Keanekaragaman Ikan Karang di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

No	Spesies	Indeks Keanekaragaman Jenis (H')	
		2019	2020
1	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	0,13	0,13
2	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>	0,15	0,11
3	<i>Amphiprion clarkii</i>	0,02	0,02
4	<i>Caesio teres</i>	0,29	0,32
5	<i>Chaetodon baronessa</i>	0,03	0,03
6	<i>Chaetodon octofasciatus</i>	0,02	0,09
7	<i>Chaetodontoplus mesoleucus</i>	0,14	0,13
8	<i>Chlorurus sordidus</i>	0,08	0,06
9	<i>Chromis viridis</i>	0,15	0,13
10	<i>Chrysiptera rex</i>	0,14	0,14

No	Spesies	Indeks Keanekaragaman Jenis (H')	
		2019	2020
11	<i>Dascyllus reticulatus</i>	0,04	0,04
12	<i>Dischistodus perspicillatus</i>	0,23	0,21
13	<i>Dischistodus prosopotaenia</i>	0,16	0,17
14	<i>Epibulus insidiator</i>	0,10	0,09
15	<i>Halichoeres chloropterus</i>	0,05	0,04
16	<i>Halichoeres melanochir</i>	-	0,04
17	<i>Labroides dimidiatus</i>	0,03	0,02
18	<i>Lutjanus decussatus</i>	0,03	0,03
19	<i>Neoglyphidodon crossi</i>	0,06	0,06
20	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	0,24	0,24
21	<i>Pterocaesio tessellatus</i>	0,04	0,04
22	<i>Scarus flavipectoralis</i>	0,19	0,20
23	<i>Scarus quoyi</i>	0,09	0,08
24	<i>Thalassoma lunare</i>	0,28	0,26
Indeks Keanekaragaman Jenis (H')		2,67	2,69

Keterangan :

(-) : tidak ditemukan

3.1.2.4. Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Indeks keseragaman (E) ikan karang di areal transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 adalah 0,85. Nilai tersebut menunjukkan kelimpahan individu dari berbagai spesies ikan karang di areal transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak tersebar secara merata, yang berarti terdapat banyak spesies ikan karang yang hidup di komunitas tersebut.

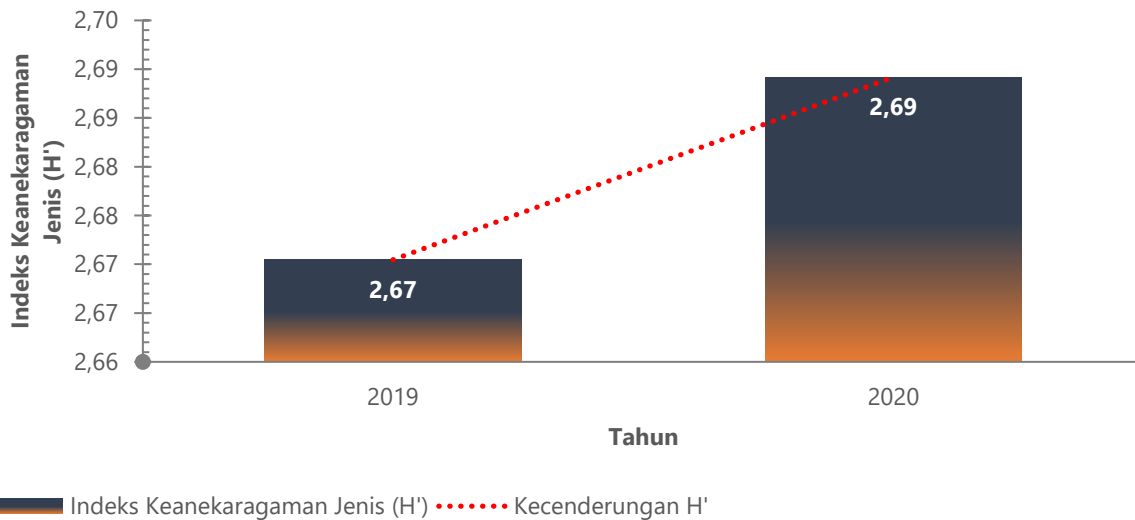
Indeks dominansi (C) ikan karang di areal transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 adalah 0,09. Nilai tersebut menunjukkan distribusi ikan dalam ekosistem tersebut relatif merata. Tidak ada satu spesies ikan yang mendominasi sepenuhnya, serta variasi spesies ikan dalam populasi terbilang seimbang. Indeks keseragaman dan indeks dominansi ikan karang di areal transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 disajikan pada **Tabel 13** berikut.

Tabel 13. Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020

Indeks	Nilai	Status
Keseragaman (E)	0,85	stabil/tinggi
Dominansi (C)	0,09	tidak ada spesies yang mendominasi

3.1.2.5. Status dan Kecenderungan Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Nilai indeks keanekaragaman jenis (H') ikan karang di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak dari Tahun 2019 hingga 2020 selalu mengalami peningkatan. Pada Tahun 2019 indeks keanekaragaman ikan karang adalah sebesar 2,67 (kategori sedang) dan pada Tahun 2020 indeks keanekaragaman ikan karang meningkat menjadi sebesar 2,69 (kategori sedang). Kecenderungan indeks keanekaragaman ikan karang dari Tahun 2019 hingga 2020 disajikan pada **Gambar 13** berikut.



Gambar 10. Kecenderungan Indeks Keanekaragaman (H') Ikan Karang di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2019-2020

3.1.3. Keanekaragaman Hayati Biota Asosiasi Karang Lainnya di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Keanekaragaman hayati biota asosiasi karang lainnya (makrozoobenthos) di ekosistem terumbu karang merujuk pada beragamnya organisme makroskopis yang hidup di dasar laut di sekitar terumbu karang. Makrozoobenthos mencakup berbagai jenis invertebrata laut seperti moluska, krustasea, echinodermata, dan berbagai jenis hewan lainnya. Keanekaragaman makrozoobenthos di ekosistem terumbu karang sangat penting karena organisme ini berperan dalam berbagai fungsi ekologi, termasuk pemakan detritus, proses dekomposisi, dan interaksi dengan organisme lain dalam rantai makanan laut (Purnomo, 2008).

3.1.3.1. Komposisi Jenis Biota Asosiasi Karang Lainnya di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Jumlah spesies biota asosiasi karang lainnya yang ditemukan pada Tahun 2020 di lokasi transplantasi Gugus Karang Pulau Biawak adalah 6 spesies. Jenis spesies biota asosiasi karang lainnya di lokasi transplantasi Gugus Karang Pulau Biawak disajikan pada **Tabel 14** berikut.

Tabel 14. Komposisi Jumlah Spesies Biota Asosiasi Karang Lainnya di Lokasi Transplantasi Karang di Gugus Karang Pulau Biawak

No	Spesies	Keberadaan Spesies	
		2019	2020
1	<i>Balanomorpha sp</i>	1	1
2	<i>Calyptraea sp</i>	1	1
3	<i>Ciprea sp</i>	1	1
4	<i>Didemnum sp</i>	1	1
5	<i>Harpago sp</i>	1	1
6	<i>Pinctada sp</i>	1	1
Jumlah spesies		6	6

Keterangan :

(-) : tidak ditemukan

Honai yang juga berfungsi sebagai *artificial reef* menjadi tempat berlindung komunitas biota asosiasi karang. Dengan semakin meningkatnya keanekaragaman komunitas biota asosiasi karang di lokasi transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak, hal tersebut menandakan terjadi perbaikan kualitas lingkungan di lokasi tersebut.

3.1.3.2. Komposisi Jumlah Individu Biota Asosiasi Karang Lainnya di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Jumlah individu biota asosiasi karang lainnya yang ditemukan pada saat pengamatan di lokasi transplantasi Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 adalah 3.042 individu. Jenis biota asosiasi karang lainnya dengan jumlah individu yang paling banyak ditemukan adalah jenis *Didemnum sp.* dengan jumlah individu sebanyak 2.306. Jenis biota asosiasi lain dengan jumlah individu paling sedikit ditemukan adalah jenis *Harpago sp* dengan jumlah individu sebanyak 10. Jumlah individu biota asosiasi karang lainnya pada Tahun 2020 mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan Tahun 2019. Jumlah individu dari setiap jenis biota asosiasi karang lainnya yang ditemukan selama pengamatan disajikan pada **Tabel 15** berikut.

Tabel 15. Komposisi Jumlah Individu Biota Asosiasi Karang Lainnya yang Dijumpai di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

No	Spesies	Jumlah Individu	
		2019	2020
1	<i>Balanomorpha sp</i>	564	588
2	<i>Calyptreaea sp</i>	124	108
3	<i>Ciprea sp</i>	10	16
4	<i>Didemnum sp</i>	2.311	2.306
5	<i>Harpago sp</i>	4	10
6	<i>Pinctada sp</i>	8	14
Jumlah Individu		3.021	3.042

3.1.3.3. Indeks Keanekaragaman Jenis Biota Asosiasi Karang Lainnya di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Indeks keanekaragaman jenis (H') biota asosiasi karang lainnya di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada pengamatan Tahun 2020 adalah sebesar 0,72. Indeks keanekaragaman jenis biota asosiasi karang lainnya di lokasi transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan Tahun 2019. Indeks keanekaragaman jenis (H') biota asosiasi lain disajikan pada **Tabel 16** berikut.

Tabel 16. Indeks Keanekaragaman Biota Asosiasi Lain di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

No	Spesies	Indeks Keanekaragaman Jenis (H')	
		2019	2020
1	<i>Balanomorpha sp</i>	0,313	0,318
2	<i>Calyptreaea sp</i>	0,131	0,119
3	<i>Ciprea sp</i>	0,019	0,028
4	<i>Didemnum sp</i>	0,205	0,210
5	<i>Harpago sp</i>	0,009	0,019
6	<i>Pinctada sp</i>	0,016	0,025
Indeks Keanekaragaman Jenis (H')		0,69	0,72

Keterangan :

(-) : tidak ditemukan

3.1.3.4. Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi Biota Asosiasi Karang Lainnya di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Indeks Keseragaman (E) biota asosiasi karang lainnya di areal transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 adalah 0,40. Indeks keseragaman biota asosiasi lain dengan nilai 0,40 tersebut menunjukkan bahwa kelimpahan individu dari berbagai spesies biota asosiasi karang lainnya di areal transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak cukup merata. Hal ini berarti bahwa terdapat berbagai spesies biota asosiasi karang lainnya yang hidup di komunitas tersebut, tetapi terdapat satu atau dua spesies yang memiliki kelimpahan individu yang lebih tinggi dibandingkan spesies lainnya.

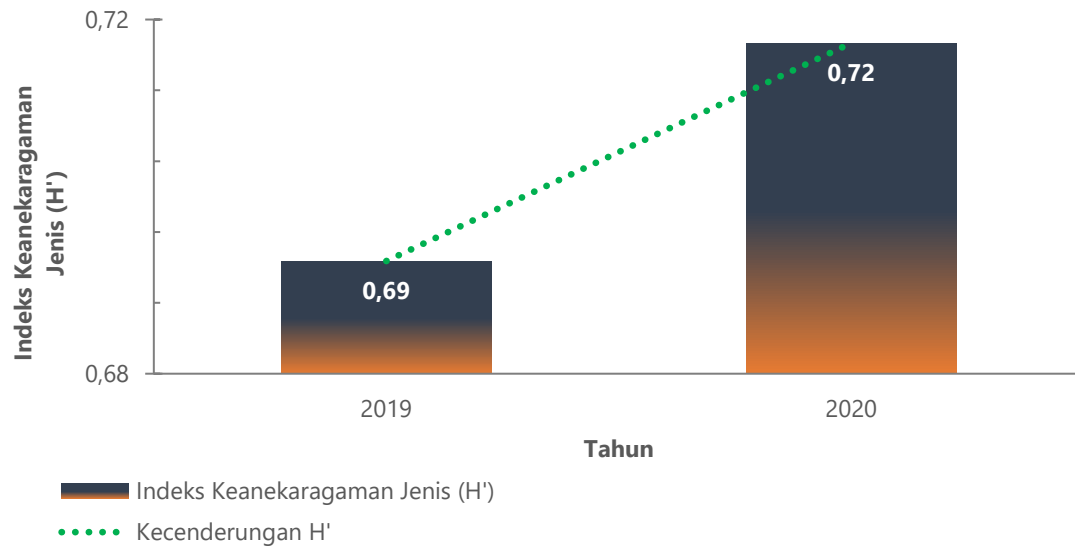
Indeks dominansi (C) biota asosiasi karang lainnya di areal transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 adalah 0,61. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ada tingkat dominansi yang cukup tinggi dari satu atau beberapa jenis biota dalam komunitas tersebut. Artinya, satu atau beberapa jenis biota tersebut memiliki jumlah individu yang lebih besar dibandingkan dengan jenis biota lainnya. Indeks keseragaman dan indeks dominansi biota asosiasi karang lainnya di areal transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 disajikan pada **Tabel 17** berikut.

Tabel 17. Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi Ikan Karang di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Indeks	Nilai	Status
Keseragaman (E)	0,40	rendah
Dominansi (C)	0,61	ada spesies yang mendominasi

3.1.3.5. Status dan Kecenderungan Biota Asosiasi Lain di Areal Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak

Kecenderungan nilai indeks keanekaragaman jenis (H') biota asosiasi karang lainnya di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan Tahun 2019. Indeks keanekaragaman biota asosiasi karang lainnya pada Tahun 2019 adalah sebesar 0,69 kemudian pada Tahun 2020 indeks keanekaragaman biota asosiasi lainnya meningkat menjadi sebesar 0,72. Kecenderungan indeks keanekaragaman biota asosiasi karang lainnya dari Tahun 2019 hingga 2020 disajikan pada **Gambar 14** berikut.



Gambar 11. Kecenderungan Indeks Keanekaragaman (H') Biota Asosiasi Lainnya di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak Pada Tahun 2019-2020

BAB 4

KESIMPULAN

- Luas areal transplantasi yang telah dilaksanakan PHE ONW melalui program OTAK JAWARA dengan menerapkan inovasi modul honai di Gugus Karang Pulau Biawak adalah 0,05 ha.
- Secara umum, *life form* yang ditransplan pada program transplantasi terumbu karang OTAK JAWARA terdiri dari jenis Acropora Branching (ACB) fragmen dan Acropora Tabulate (ACT), *life form* lain yang ditransplan diantaranya adalah Acropora submassive (ACS), Coral Branching (CB), Coral Massive (CM), dan Coral Encrusting (CE).
- Jumlah *life form* yang ditransplan pada kegiatan transplantasi di kegiatan Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak sebanyak 1.496 fragmen, jumlah *life form* Acropora Branching (ACB) yang ditransplan adalah sebanyak 766 fragmen, dan Acropora Tabulate (ACT) sebanyak 564 fragmen.
- Genus karang yang umum ditransplan adalah Acropora, selain itu genus karang lain yang ditransplan adalah Porites, dan Stylophora.
- Pada kegiatan transplantasi terumbu karang di Gugus Karang Pulau Biawak, jumlah genus Acropora yang ditransplan adalah sebanyak 1.288 fragmen, Porites sebanyak 162 fragmen, dan Stylophora sebanyak 46 fragmen.
- Jumlah spesies ikan karang yang ditemukan di lokasi transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 adalah sebanyak 20 spesies.
- Jumlah individu ikan karang yang ditemukan pada saat pengamatan di lokasi transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 adalah 734 ekor.
- Indeks keanekaragaman jenis (H') ikan karang di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada pengamatan Tahun 2020 adalah sebesar 2,69 dengan kategori sedang.
- Jumlah spesies biota asosiasi karang lainnya yang ditemukan pada Tahun 2020 di lokasi transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak adalah sebanyak 6 spesies.
- Jumlah individu biota asosiasi karang lainnya yang ditemukan pada saat pengamatan di lokasi transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada Tahun 2020 adalah 3.042 individu.
- Indeks keanekaragaman jenis (H') biota asosiasi karang lainnya di Lokasi Transplantasi di Gugus Karang Pulau Biawak pada pengamatan Tahun 2020 adalah 0,72.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrim, M. & Yahmantoro. (1993) Komposisi jenis, sebaran dan kelimpahan ikan-ikan perairan karang di perairan Selat Gelasa, Belitung. Dalam: Praseno, D. P., Soeharsono, Adrim, M., Mudjiono, Suryana, I., Subardi & Ibrahim, A. (editor) Wisata Bahari Pulau Belitung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI. Jakarta. hal. 65 – 84.
- Cesar, Herman. 1996. Economic analysis of Indonesian coral reefs. The World Bank: v+97 hlm.
- Dahuri R. 1999. Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Terumbu Karang Indonesia. Makalah disampaikan pada Lokakarya Pengelolaan dan Iptek Terumbu Karang Indonesia. Jakarta, 22-23 November 1999.
- Dubinsky Zvy, Stambler Noga, 2011. Coral Reefs: An Ecosystem in Transition. Springer.
- English, S. Wilkinson, C and Baker, V. 1997. Survey Manual for Tropical Marine Resources. Australian Institute of Marine Science. Queensland, Australia. 390pp.
- Estradivari et al. 2007. Terumbu Karang Jakarta. Laporan Pengamatan Panjang Kepulauan Seribu (2004-2005). Yayasan Terumbu Karang Indonesia (Terangi).
- Jaap, Water C. 2000. Coral reef restoration. Elsevier Ecological Engineering Vol 15: 345—364.
- Krebs, C. J. (1989). Ecological Methodology. New York: Harper & Row.
- Moberg, F. & C. Folke. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. Ecological Economic 29: 215-233 pp.
- Moberg, F. & P. Rönnbäck. 2003. Ecosystem services the tropical seascape: interactions, substitutions and restoration. Ocean & Coastal Management 46: 27-46 pp.
- Nagelkerken, I., G. van der Velde, M.W. Gorissen, G.J. Meijer, T. Van't Hof, & C. den Hartog. 2000. Important of mangroves, seagrass beds and the shallow coral reef as a nursery for important coral reef fishes, using a visual census technique. Estuarine, Coastal and Shelf Science 51: 31-44.
- Nikijuluw Victor PH, Adrianto Luky, Bengen Dietriech G, Sondita M. Fedi A, Monintja Daniel, Siry Hendra Yusran, Nainggolan Pahala, Susanto Handoko Adi, Megawanto Rony, Koropitan Alan F, Amin Imran, Wiryawan Budy, Kinseng Rilus A, Zulbainarni Nimmi, Suryawati Siti Hajar, Purnomo Agus Heri, Djohani Rili, Subijanto Johannes. 2013. Coral Governance. IPB Press. Bogor.
- Nybakken, J.W. 1986. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologi (Penerjemah: M. Eidman; Koesoebiono; Dietriech; Hutomo; dan Sukardjo). PT. Gramedia, Jakarta.
- Odum, E. P. (1993). Dasar-dasar Ekologi. Diterjemahkan oleh Tjahjono Samingan. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

- Purnomo, S.W., T. Soegiarto, dan J.W. Purnomo. 2008. Ekosistem Terumbu Karang. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- [Sudin Kelautan] 2013. Luas Tutupan Karang dan Kondisi Karang di Kepulauan Seribu Tahun 2013. Laporan Pemantaun Sudin Kelautan dan Pertanian Provinsi DKI Jakarta.
- Spalding Mark, Ravilous C, Green, E. (2001). World Atlas of Coral Reefs. The University of California Press. London.
- Supriharyono 2007. Konservasi Sumber daya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Thamrin. 2012. Ekosistem Terumbu Karang, Hubungan antara Karang dan Zoonxanthellae. UR Press. Pekanbaru.
- Tuti, M.I.Y., Giyanto, S., & R. Manogar. 2010. Pengaruh Kekeruhan Terhadap Ekosistem Terumbu Karang di Kepulauan Seribu. LIPI, Jakarta.
- Tun, K. 2006. Review of Project on Coral Reef Management Implemented by COBSEA Through the EASTAsian Seas Regional Coordinating Unit (EAS/RCU). United Nation Environment Program (UNEP).
- Veron J.E.N. 2000. Corals Of The World. Australian Institute of Marine Science and CRR Ald Pty Ltd.
- Wilkinson, Clive R. 1999. Global and local threat to coral reef functioning and existence: review and predictions. Marine & Freshwater Research : 867—878pp.
- Yeemin, T., M. Sutthacheep, & R. Petthongma. 2006. Coral reef restoration projects in Thailand. Ocean & Coastal Management: 562-575 pp.
- Zurba Nabil. 2019. Pengenalan Terumbu Karang Sebagai Pondasi Utama Laut Kita. Unimal Press.