

Kondisi dan Strategi Pengelolaan Ekosistem Karang di Pulau Kedindingan Kota Bontang

Condition and Management Strategy of Coral Ecosystem in Kedindingan Island, Bontang City

Andriyanto Samin✉, Mustakim, Fitriyana, Iwan Suyatna, Andi Nikhlani, Etik Susilowati Ningsih

Magister Ilmu Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Perikanan, Universitas Mulawarman
Jln. Gn. Tabur, Gn Kelua Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75242

✉correspondent author: antosamin@gmail.com

Abstrak

Pulau Kedindingan merupakan salah satu kawasan Konservasi Laut Provinsi Kalimantan Timur yang kaya akan sumber daya alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran karang, dan kondisi kesehatan tutupan karang hidup dan merumuskan strategi pengelolaan ekosistem karang di Pulau Kedindingan untuk mewujudkannya. pengelolaan terumbu karang yang berkelanjutan. Hasil analisis menggunakan citra Landsat 8 didapatkan luas karang hidup Pulau Kedindingan tahun 2015 sebesar 55,44 Ha dan tahun 2022 sebesar 48,06 Ha. Dari 4 stasiun yaitu stasiun 1, 2 dan 4 dikategorikan baik dengan persen tutupan sebesar 52,53%, 53,6% dan 60,34%.sedangkan persen tutupan karang hidup di stasiun 3 dikategorikan sedang dengan persentase tutupan karang sehat sebesar 31,34%. Ada tiga prioritas strategi pengelolaan ekosistem karang di Pulau Kedindingan, yang pertama adalah membentuk tim di setiap daerah yang terdiri dari pembuat kebijakan, akademisi, dan masyarakat, yang kedua adalah meningkatkan peran LSM dan masyarakat lokal dalam memantau dan mengawasi ekosistem karang, dan yang ketiga adalah meningkatkan pengelolaan dan mengembangkan metode rehabilitasi dan pemantauan karang secara berkala di Pulau Kedindingan.

Kata kunci: karang, pulau kedindingan, pengelolaan, pesisir, strategi

Abstract

Kedindingan Island is one of the Marine Conservation areas in East Kalimantan Province with rich natural resource. This study aims to determine the extent of coral distribution and health, determine the health condition of live coral cover and to formulate management strategies in Kedindingan Island for the realization of sustainable coral management. The results of the analysis using Landsat 8 imagery showed live coral was 55.44 Ha in 2015 and 48.06 Ha in 2022. Live coral cover in stations 1,2, and 4 were in good category i.e. 52,53%, 53,6%, and 60,34%, respectively . whilst in station 3 31,34% was moderate category. There are three priority management strategies for coral ecosystem management in Kedindingan Island, the first is to create a team in each region consisting of policy makers, academics, and the community, the second is to increase the role of NGOs and local communities in monitoring and supervising coral ecosystems, and the third is to improve management and develop rehabilitation methods and monitor corals regularly in Kedindingan Island.

Keywords: coastal, coral, kedindingan Island, management, strategies

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Wilayah laut Indonesia menempati 2/3 dari wilayah Indonesia. Perairan Indonesia sangat kaya dengan berbagai biota perairan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber devisa negara. Salah satu biota perairan tersebut adalah karang. Keberadaan karang diketahui penting bagi kelangsungan hidup berbagai jenis ikan. Keanekaragaman ikan menjadikan karang sebagai tempat bertelur

dan mencari makan, sehingga dapat dikatakan bahwa karang merupakan indikator kerusakan lingkungan (Mataburu, 2015).

Berdasarkan hasil penelitian Pusat Pengembangan Oseanologi (P2O) LIPI pada tahun 2017, kondisi terumbu karang Indonesia 35,14% dalam kondisi jelek, cukup (35,06 %), baik (23,4 %), dan sangat baik (6,39%). Berdasarkan hasil tersebut menandakan telah terjadi tekanan yang cukup besar terhadap keberadaan ekosistem karang di Indonesia yang pada umumnya disebabkan dari berbagai ancaman dan faktor-faktor penyebab kerusakan. Salah satu contoh penyebabnya adalah sampah yang terbawa oleh arus (Kamagi, *et al*, 2022). Pulau Kedindingan merupakan wilayah perlindungan untuk tutupan karang laut di Kota Bontang. Pada Pulau Kedindingan memiliki luas tutupan karang sebesar 46.09%, % (Dinas Perikanan dan Kelautan Kaltim, 2020).

Perairan Kota Bontang banyak dimanfaatkan oleh berbagai kalangan masyarakat dan kegiatan industri, Adanya berbagai pemanfaatan tersebut yang saling tumpang tindih berpotensi merusak ekosistem karang dan selanjutnya akan berpengaruh pada tingkat populasi karang sehingga mengurangi sebaran tutupan karang sehat dari tahun ke tahun. Sehingga diperlukan kebijakan yang tepat dalam pengelolaan karang khususnya di perairan Pulau Kedindingan.

Presentase tutupan karang dapat memanfaatkan pengolahan data pengindraan jarak jauh dengan menggunakan citra Landsat 8. Penggunaan metode ini menghasilkan indeks dasar yang tidak dipengaruhi kedalaman dan dapat berhasil pada perairan dangkal yang jernih dihambat terumbu karang. Pemanfaatan dalam teknologi citra Landsat 8 dapat digunakan untuk mengetahui luas dan sebaran terumbu karang dengan cepat (Muslih *et al*, 2023).

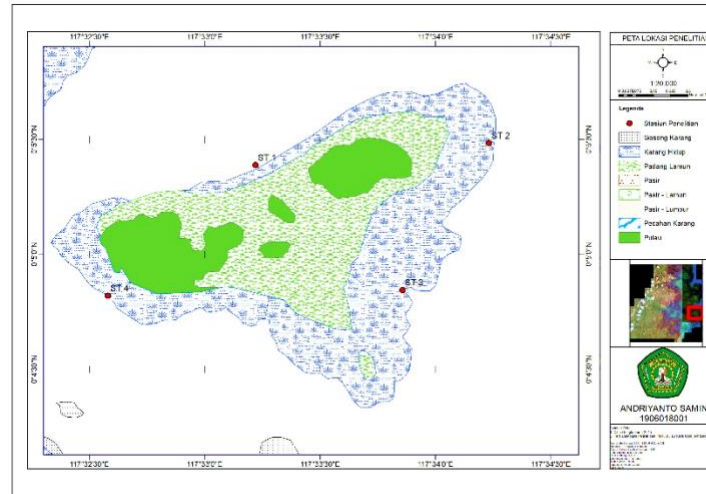
Hasil analisis dari citra dan didukung dengan data lapangan, maka tujuan penelitian ini untuk mengetahui luas sebaran karang Pulau Kedindingan menggunakan citra Landsat 8, dengan mengetahui tutupan karang hidup yang berada diperairan Pulau Kedindingan dengan menggunakan metode UPT (Underwater Photo Transect) dan merumuskan strategi kebijakan pengelolaan kawasan konservasi Pulau Kedindingan demi terwujudnya pengelolaan karang berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pulau Kedindingan Bontang, Kalimantan Timur. Pengambilan data karang dilakukan di pesisir Perairan Pulau Kedindingan. Stasiun yang ditetapkan sebagai area pengamatan di Perairan Kedindingan terdiri atas 4 stasiun yang

ditetapkan dengan metode analisis *random sampling* (Gambar 1). Pada stasiun 1 berada dibagian Utara, stasiun 2 pada bagian Timur, stasiun 3 pada bagian Selatan dan stasiun 4 pada bagian Barat.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Data Kondisi Karang di Pulau Kedindingan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah GPS (*Global Positioning System*) housing kamera android, roll meter, alat menulis bawah air (Sabak), peralatan scuba, software Arcmap, software ErMapper, speed boat, notebook atau laptop, thermometer, refractometer, pH meter, DO Meter.

Prosedur Pengamatan Tutupan Karang

Metode yang digunakan untuk mengamati kondisi tutupan karang adalah metode *Underwater Photo Transect* (UPT) (Giyanto, 2013). Pengambilan gambar dimulai dari meter pertama hingga 50 meter, jarak antar pengambilan gambar adalah 1 meter menggunakan transek 44cm x 58cm. Pengambilan data untuk setiap titik dilakukan dengan menggunakan kamera bawah air untuk setiap bingkai. Data tutupan karang dianalisis menggunakan software CPCe versi 4.0. (*Coral Point Count with Excel Extended*) (Kohler dan Gill, 2006) dengan tujuan mengetahui bentuk pertumbuhan karang (Coral Lifeform), persentase setiap tutupan masing masing kelas kategori, biota dan substrat.

Analisis persentase biota menggunakan kategori dari (English et al, 1987) dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persen tutupan} : \frac{\text{Jumlah kategori ke-}i}{\text{Banyaknya titik acak}} \times 100\%$$

Dari hasil analisis tersebut, kondisi terumbu karang atau tingkat kerusakan terumbu karang ditentukan berdasarkan kategori/kriteria yang diutarakan oleh Gomez dan Yap (1988) dalam Thovyan (2017) pada tabel 1.

Tabel 1. Kategori Penilaian Tutupan Karang

Tutupan Karang Hidup	Kriteria
0-24,9 %	Buruk/Sangat Rusak
25-49, 9%	Sedang
50-74,9 %	Baik
75-100 %	Sangat Baik

Prosedur Pengolahan Citra Landsat 8

Data dasar penelitian ini adalah citra Landsat 8 tahun 2015 dan 2022 pemilihan bulan berdasarkan kecerahan atmosfer Pulau kedindingan. Melakukan koreksi geometric, Koreksi ini bertujuan untuk mengakurasi setiap pixel citra satelit berada pada posisi sebenarnya. Melakukan koreksi radiometrik untuk memodifikasi nilai DN (Digital Number) sehingga pengaruh noise terkait dapat dikurangi. Koreksi radiometrik ini dilakukan untuk memperbaiki nilai pixel yang diakibatkan dari gangguan atmosfer. Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan objek dipermukaan bumi yang terekam oleh sensor menjadi bukan nilai aslinya tetapi menjadi lebih besar karena adanya hamburan ataupun adanya serapan (USGS, 2019). Dengan rumus $\rho\lambda' = M\rho Q_{cal} + A\rho$.

Menampilkan citra karang dengan menggunakan RGB (red Green Blue) bertujuan untuk mengidentifikasi lokasi karang dalam komposisi RGB 321. Terakhir menggunakan klasifikasi citra tidak terbimbing dengan melibatkan saluran 1 (biru), saluran 2 (hijau) dan saluran 3 (merah). Program pengolah citra pada klasifikasi tak terbimbing secara otomatis akan mengelompokkan kedalam kelas dengan jumlah kelas yang ditentukan. Objek dasar perairan akan dikelompokkan oleh program pengolah citra dengan mencocokkan objek dilapangan dengan bantuan GPS.

Prosedur Pengambilan Data Analisis SWOT

Metode penarikan contoh responden pada kawasan di karang Kota Bontang dilakukan secara sederhana. Pemilihan responden untuk analisis SWOT dilakukan secara purposive sampling, dengan responden ditentukan dari pemangku kebijakan, akademisi dan LSM.

Rencana strategi penggunaan pengelolaan karang dilakukan dengan metode SWOT. Penentuan faktor internal (kekuatan – kelemahan) dan faktor eksternal (peluang – ancaman) dilakukan dengan pengisian kuisioner.

Hasil dan Pembahasan

Luas Sebaran Karang di Pulau Kedindingan

Untuk mengetahui luas sebaran karang di Pulau Kedindingan penelitian menggunakan pengolah citra digital dengan memanfaatkan citra Landsat 8. Spesifikasi citra Landsat 8 yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Citra Landsat 8

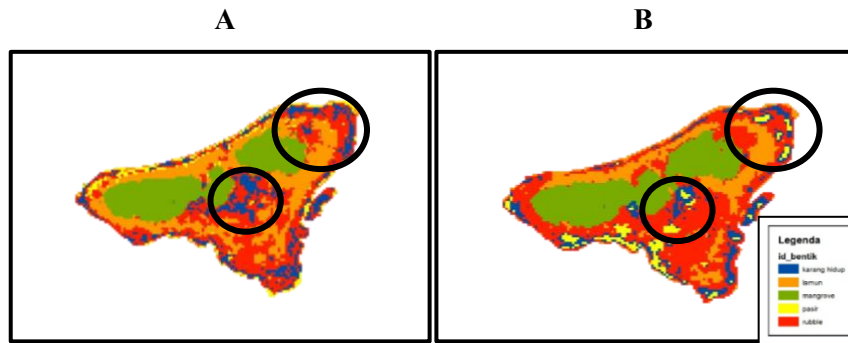
Deskripsi	Akuisisi Citra	
	26 Februari 2015	05 Juni 2022
Resolusi Spasial	30 Meter	30 Meter
Sensor ID	OLI_TIRS	OLI_TIRS
Jam Perekaman	02:21:12	02:21:27
Proyeksi Peta	UTM	UTM
Zona	50	50
Referensi Datum	WGS84	WGS84

Hasil dari koreksi radiometric dimana merubah nilai dari citra mentah berupa DN (Digital Number) yaitu 16 bit dengan rentang 0 - 65491 menjadi nilai pantulan spektral antara 0 – 1 pulau kedindingan sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Koreksi Radiometrik

Tahun			Band Citra Landsat		
			3	2	1
2015	Sebelum Koreksi	Min	6182	7041	7725
		Max	65021	65491	65331
	Setelah koreksi	Min	0,005677	0,002152	0,035257
		Max	1,19358	1,19358	1,19358
2022	Sebelum Koreksi	Min	6596	8012	9107
		Max	50903	50271	48474
	Setelah koreksi	Min	0,035623	0,064808	0,09484
		Max	1,2682	1,2532	1,19408

Setelah dilakukan koreksi radiometric kemudian dilakukan klasifikasi citra tak terbimbing dengan membagi kelas sesuai nilai pixelnya. Badan Informasi Geospasial (BIG) hanya membatasi 4 kelas umum untuk pemetaan tutupan habitat bentik, yaitu karang, padang lamun, makroalga, dan substrat. Aturan tersebut mengacu pada Perka BIG Nomor 8 Tahun 2014 (BIG, 2014).



Gambar 2. Sebaran Karang Hidup di Pulau Kedindingan Tahun : A) Tahun 2015 B) Tahun 2022 Pada lingkaran hitam menampilkan perubahan sebaran karang

Daerah pada citra hasil klasifikasi dikelompokkan menjadi lima kelas yaitu, karang hidup, mangrove, pasir, lamun dan pecahan karang atau rubble. Kelas karang hidup mewakili karang massive yang berukuran besar dan terdiri dari karang-karang yang masih hidup yang tumbuh dengan baik. Kelas pasir mewakili daerah yang terdiri dari pasir-pasir halus. Kelas *rubble* atau karang alga merupakan kumpulan pecahan kecil karang-karang mati. Kelas lamun adalah kawasan padang lamun dengan pertumbuhan lamun yang terlihat secara visual tumbuh dengan baik, dan kelas mangrove merupakan kawasan hutan mangrove yang secara alami tumbuh dengan baik.

Luasan karang hidup pada tahun 2015 sebesar 55,44 Ha dan pada tahun 2022 mengalami penurunan menjadi 48,06 Ha. Karang membutuhkan waktu yang lama untuk melakukan pemijahan dan hanya pada waktu musim tertentu. Menurut (Bachtiar, 2003) karang di Indonesia bagian timur mungkin memiliki musim pemijahan yang berbeda dengan di Indonesia bagian barat karena terkena arus yang berbeda dan dipengaruhi oleh siklus suhu air laut yang berbeda. Diperkirakan setiap tahunnya ekosistem karang mengalami degradasi. Hasil klasifikasi didapatkan sebaran karang hidup yang berada pada lingkaran memiliki perbedaan, dimana pada Tahun 2015 masih banyak sebaran karang hidup sedangkan pada Tahun 2022 semakin sedikit jumlahnya dan tergantikan oleh pasir, perbedaan dapat dilihat pada Gambar 2. Kondisi terumbu karang di Indonesia sekarang ini mengalami degradasi lingkungan yang diakibatkan oleh perubahan alam itu sendiri ataupun akibat ulah tangan manusia (Taufina *et al*, 2018).

Salah satu faktor penyumbang kerusakan ekosistem karang adalah banyaknya aktifitas penangkapan yang dilakukan pada daerah perairan Pulau Kedindingan. Menurut (Webler & Jakubowski, 2016), adapun kegiatan manusia yang dapat mengakibatkan kerusakan pada karang diantaranya seperti pengambilan karang untuk bahan bangunan secara berlebihan, kegiatan penangkapan ikan menggunakan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan,

kegiatan pariwisata, konversi lahan atas pesisir dan pencemaran laut, hal ini dapat dilihat pada tabel 4 bahwa terjadi penurunan luasan pada ekosistem karang, mangrove dan lamun.

Tabel 4. Hasil Klasifikasi Data Citra

Kelas	2015		2022	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
Karang Hidup	55,44	15,56	48,06	13,65
Mangrove	32,57	9,14	37,44	10,63
Pasir	25,74	7,23	21,87	6,21
Lamun	99,68	27,99	52,02	14,77
Karang alga/rubble	142,76	40,08	192,8	54,74

Kondisi Perairan Pulau Kedindingan

Tabel 5. Kondisi Kualitas Perairan Pulau Kedindingan

Kualitas Perairan	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Baku Mutu
Suhu (°C)	30,55	30,30	30,50	30,20	28-30
Salinitas (ppt)	31,40	31,60	31,00	31,30	33-34
pH	9,10	8,80	8,80	8,90	7-8,5
DO (mg/L)	8,82	7,45	8,60	8,10	>5

Nilai rata-rata suhu perairan di Pulau Kedindingan pada stasiun 1 adalah 30,55°C, stasiun 2 adalah 30,3°C, stasiun 3 adalah 30,5°C dan stasiun 4 adalah 30,2°C. Hasil pengukuran suhu yang dilakukan sesuai dengan baku mutu suhu perairan antara 28-30°C (Peraturan Pemerintah, 2021). Nilai suhu pengukuran tersebut masih pada kisaran nilai pada perairan umumnya berkisar antara 25-31°C (Hamuna *et al*, 2015)

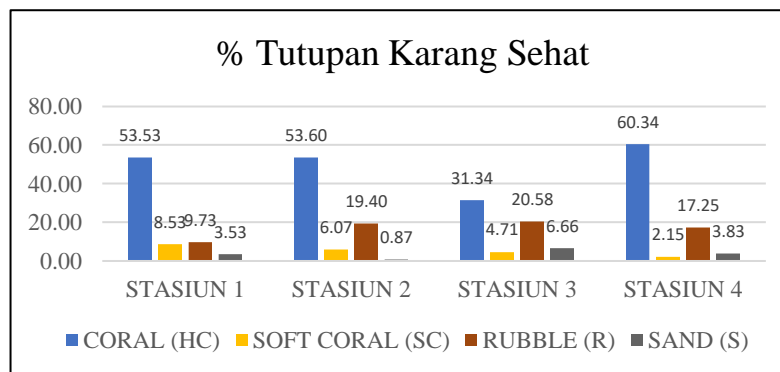
Untuk nilai salinitas di perairan Pulau Kedindingan pada stasiun 1 adalah 31,4⁰/₀₀, stasiun 2 adalah 31,6⁰/₀₀, stasiun 3 adalah 31,00⁰/₀₀ dan pada stasiun 4 adalah 31,30⁰/₀₀. Hasil pengukuran salinitas pada semua stasiun menunjukkan nilai salinitas yang relative sama. Salinitas pada Pulau Kedindingan berkisar antara 31,00⁰/₀₀-31,40⁰/₀₀ jika melihat baku mutu menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, salinitas perairan Pulau Kedindingan kurang dari nilai baku mutu.

Pada pengukuran pH pada keempat stasiun yang dilakukan menunjukkan hasil yang realtif sama, dimana nilai pH stasiun 1, 2, 3 dan 4 adalah 9,10, 8,80, 8,80 8,90 secara berturut-turut. Berdasarkan baku mutu Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 perairan Pulau kedindingan bernilai cukup baik karena rata-rata berkisar pada angka baku mutu. Jika terjadi perubahan pH pada suatu perairan makan terindikasi perubahan kualitas perairan didaerah tersebut (I.Patty & Nebuchadnezzar, 2018). Pada umumnya air laut relative alkali

(basa) sekitar 8,0‰ akan tetapi biota laut relative dapat beradaptasi dan bertahan hidup di tempat yang memiliki pH tinggi (Udi.P *et al*, 2011).

Dari hasil pengukuran DO perairan Pulau Kedindingan didapatkan nilai pada stasiun 1, 2, 3 dan 4 sebesar 8,82 mg/L, 7,45mg/L 8,6mg/L dan 8,1mg/L secara berturut-turut. Nilai tersebut di beberapa stasiun melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Faktor suhu, kecerahan, salinitas, pH, oksigen terlarut (DO) dan kecepatan arus penting bagi pertumbuhan karang yang menunjukkan bahwa keseimbangan ekosistem karang sangat rentan terhadap perubahan faktor tersebut (Malik *et al*, 2023). Kelarutan oksigen (DO) merupakan faktor penentu dalam suatu perairan (Bai'un, 2021). Menurut Ramadhan *et al*, (2018) Kadar oksigen terlarut dalam suatu perairan akan tinggi karena adanya sirkulasi arus di wilayah tersebut yang menyebabkan kandungan oksigen terlarut tinggi

Kondisi Tutupan Karang



Gambar 3. Presentase Karang di Pulau Kedindingan

Secara umum karang berkembang dan tumbuh dengan baik pada kedalaman kurang dari 20 meter (Supriharyono, 2007). Kedalaman pada perairan Pulau Kedindingan berada pada 3-6 meter dari permukaan laut. Sebaran karang yang efektif sekitar 10 meter dari permukaan laut. Hal ini karena kebutuhan sinar matahari yang dapat terpenuhi (Dahuri,R, 2003). Kondisi karang pada semua stasiun dapat dilihat pada gambar 3. Kategori tutupan karang pada stasiun 1 yang berada pada koordinat 0° 5' 23.298" N dan 117° 33' 13.111" E termasuk dalam kategori baik dengan persentase yang didapat yaitu 53,53% karang hidup, 8,53% soft coral, 9,73% patahan karang atau rubble, dan 3,53% pasir. Faktor pendukung untuk kondisi karang pada stasiun 1 juga mendukung dalam pertumbuhan karang dimana kecerahan yang diamatai secara visual dan kedalaman pada stasiun 1 yaitu 3.8 m dimana cahaya menembus hingga kedasar perairan yang artinya kecerahan 100% serta kedalaman

perairan yang masih dalam batas optimum pertumbuhan karang, menurut (Nybakken, 1992 dalam Adriman et al, 2012) kedalaman optimum bagi kehidupan karang adalah 3 – 10 meter.

Stasiun 2 (koordinat 0° 5' 29.011" N dan 117° 34' 13.832" E) termasuk dalam kategori baik dengan persentase 53,6% karang hidup, 6,07% soft coral, 19,04% pecahan karang dan 0,87 pasir. Faktor pendukung kualitas perairan pada stasiun 2 tidak berbeda jauh dengan nilai DO yang bernilai 7,45 mg/L. Menurut Prasetyo *et al.* (2018) Kadar oksigen dikatakan dalam kondisi baik adalah kadar oksigen yang melebihi baku mutu atau lebih dari 5 mg/L.

Pada stasiun 3 (0° 4' 50.653" N dan 117° 33' 51.307" E) dengan komposisi karang sehat 31,34%, 4,71% soft coral, 20,58% rubble atau pecahan karang dan 6,66% pasir. Komposisi karang sehat pada stasiun 3 dikategorikan sedang menurut KEPMEN LH No.4 Tahun 2001 berkisar antara 25 - 49,9%. Faktor kerusakan karang secara alami dapat terjadi karena arus laut, perubahan iklim dan hama penyakit (Suhery, 2017). Selain itu kerusakan karang pada stasiun 3 disebabkan oleh jangkar kapal dan kecenderungan kapal nelayan kecil yang masih masih melakukan aktivitas penangkapan didaerah tersebut.

Pada stasiun 4 (0° 4' 49.177" N dan 117° 32' 34.775" E) memiliki komposisi karang sehat 60,34%, 2,15% soft coral, 17,25 rubble atau pecahan karang dan 3,83% pasir. Komposisi karang sehat yang ada pada stasiun 4 cukup tinggi dibandingkan dengan stasiun 1, 2 dan 3. Terlepas dari status Pulau Kedindingan dari Zona Inti dan Aktivitas langsung yang dilakukan manusia dan penangkapan yang berada pada kawasan konservasi masih menyebabkan faktor kerusakan karang. Terumbu Karang jenis *Acropora* dibandingkan dengan spesies karang yang lain, diketahui dapat beradaptasi baik dengan perubahan lingkungan yang tinggi dan hidup lebih lama (Vina *et al.*, 2021). Menurut (Burke *et al.*, 2002) kerusakan utama karang di Indonesia berkisar 85% disebabkan oleh kegiatan manusia. Pembangunan pesisir dan meningkatnya kegiatan wisata bahari menghasilkan limbah panas yang dapat meningkatkan suhu air di sekitarnya. Penggundulan hutan menyebabkan erosi, yang terbawa aliran sungaidan menutupi tempat tumbuh berkembangnya terumbu karang (Tinumbian, 2016)

Strategi Pengelolaan Kawasan Konservasi Pulau Kedindingan

Analisis SWOT dilakukan untuk menyusun strategi kebijakan pengelolaan karang. Menurut (Triwibowo, 2023) proses manajemen strategis pengelolaan terumbu karang terdiri dari fase manajemen strategis. Proses manajemen strategis yaitu analisis kekuatan, kelemahan,, peluang, dan ancaman (SWOT) (eksternal dan internal), Analisis faktor eksternal menggabungkan berbagai faktor peluang yang dapat mendukung pengelolaan

karang dan faktor ancaman yang harus diwaspadai dalam pengelolaan karang pada Kawasan konservasi. Pemberian bobot masing-masing faktor digunakan untuk menghitung peringkat (rangking) tingkat kepentingan faktor sebagaimana disajikan

Tabel 6. Faktor Internal dan Eksternal

Faktor-faktor strategi internal					
Kekuatan		Bobot	Rating	Score	
S1	Terdapat potensi karang yang masih alami dan kondisi biofisik yang masih dalam kategori baik	3	0,20	0,6	
S2	Dukungan APBD untuk pengelolaan kawasan konservasi Pulau Kedindingan	3	0,15	0,45	
S3	Dukungan kebijakan dari pemangku kepentingan untuk melestarikan ekosistem karang	3	0,18	0,525	
kelemahan					
W1	Menurunnya kondisi kesehatan karang di beberapa titik wilayah Konservasi Pulau Kedindingan	3	0,15	0,45	
W2	Penegakkan Perda yang dianggap tidak berjalan dikarenakan keterbatasan SDM	3	0,10	0,3	
W3	Belum ada partisipasi masyarakat dalam pengelolaan karang	2	0,13	0,25	
W4	Lemahnya penegakkan hukum dan inkonsistensi Pemerintah terhadap kebijakan pengelolaan karang	3	0,10	0,3	
Total Skor			1	2,88	
Faktor-faktor strategi Eksternal					
Peluang		Bobot	Rating	Skor	
O1	Perkembangan teknologi untuk melakukan rehabilitasi karang	3	0,13	0,375	
O2	Ditetapkannya Pulau Kedindingan sebagai kawasan konservasi dalam Perda Provinsi Kaltim tentang RZWP3K No.2 Tahun 2021	3	0,15	0,45	
O3	Adanya kegiatan formal dan informal yang mendukung program pengelolaan dan rehabilitasi karang	3	0,10	0,3	
O4	Terdapat dukungan untuk membangun jejaring kerjasama yang sinergis dengan kalangan asosiasi profesional, akademisi / peneliti dan LSM untuk membangun model pengelolaan kawasan konservasi yang berkelanjutan dan berkeadilan	3	0,08	0,225	
Ancaman					
T1	Konflik Kepentingan pemanfaatan wilayah konservasi	2	0,20	0,4	
T2	Masyarakat pesisir yang belum sadar tentang pemanfaatan ekosistem karang yang berkelanjutan	3	0,13	0,375	
T3	Terdapat dampak perubahan iklim pada struktur ekologis (kerusakan karang) pada pulau kecil yang rentan terhadap perubahan (hidrodinamika laut, curah hujan ekstrim)	3	0,13	0,375	
T4	Meningkatnya permintaan hasil perikanan	3	0,10	0,3	
Total Skor			1	2,80	

Setelah dilakukan penyusunan matriks factor strategi internal dan factor strategi eksternal, langkah selanjutnya adalah membuat matriks SWOT (Tabel 14). Dari matriks SWOT ini dapat

digambarkan dengan jelas bagaimana kekuatan dan kelemahan yang ada disinergikan dengan peluang dan ancaman yang kemudian akan menghasilkan suatu alternatif strategi dalam pengelolaan karang di Pulau Kedindingan.

Tabel 7. Analisis SWOT

		Kekuatan		Kelemahan			
IFAS	S 1	Terdapat potensi karang yang masih alami dan kondisi biofisik yang masih dalam kategori baik	W 1	Menurunnya kondisi kesehatan karang di beberapa titik wilayah Konservasi Pulau Kedindingan			
	S 2	Dukungan APBD untuk pengelolaan kawasan konservasi Pulau Kedindingan	W 2	Pengakkan Perda yang dianggap tidak berjalan dikarenakan keterbatasan SDM			
	S 3	Dukungan kebijakan dari pemangku kepentingan untuk melestarikan ekosistem karang	W 3	Kurangnya partisipasi masyarakat dalam pengelolaan karang			
EFAS			W 4	Lemahnya penegakkan hukum dan inkonsistensi Pemerintah terhadap kebijakan pengelolaan karang			
Peluang		SO		WO			
O1	Perkembangan teknologi untuk melakukan rehabilitasi karang	1	S1, O1, O2	Peningkatan pengelolaan dan mengembangkan metode rehabilitasi, serta memonitoring karang secara berkala pada kawasan konservasi	1	W1, W4, O2, W2	Meningkatkan peran LSM dan masyarakat setempat dalam melakukan pengawasan dan monitoring ekosistem karang pada kawasan konservasi Pulau Kedindingan
O2	Ditetapkanny Pulau Kedindingan sebagai kawasan konservasi dalam Perda Provinsi Kaltim tentang RZWP3K No.2 Tahun 2021	2	S2, O3, O4	Membuat program kerja melalui APBD untuk pengelolaan kawasan konservasi yang berkelanjutan dengan melibatkan asosiasi profesional, akademisi, dan masnyarakat	2	W3, O3, W2	Mengadakan kegiatan pelatihan bagi aparatur dan masyarakat agar bekerja secara optimal dalam pengawasan Kawasan Konservasi
O3	Adanya kegiatan formal dan informal yang mendukung program pengelolaan dan rehabilitasi karang	3	S2, O3	Peningkatan dana APBD untuk kegiatan yang mendukung program pengeloaan kawasan konservasi			
O4	Terdapat dukungan untuk membangun jejaring kerjasama yang sinergis dengan kalangan asosiasi profesional, akademisi / peneliti dan LSM untuk membangun model pengelolaan kawasan consevasi yang berkelanjutan dan berkeadilan						

Ancaman		ST		WT		
T1	Konflik Kepentingan pemanfaatan wilayah konservasi	1	S3, T1	Koordinasi antara pemangku kebijakan dengan para pihak yang memanfaatkan wilayah konservasi	1 W2, W3, W4, T1, T2	Membuat tim kecil disetiap daerah yang memiliki kawasan konservasi yang terdiri dari pemangku kebijakan, akademisi, masyarakat untuk mengawasi dan mengelola kawasan konservasi
T2	Masyarakat pesisir yang belum sadar tentang pemanfaatan ekosistem karang yang berkelanjutan	2	S3, T2, T4	Mengedukasi masyarakat pesisir mengenai pemanfaatan ekosistem karang yang berkelanjutan	W1, T3, T4	Melakukan kampanye sosialisasi tentang pentingnya mengurangi emisi gas rumah kaca yang akan mempengaruhi peningkatan suhu permukaan laut sehingga mempengaruhi hasil penangkapan jenis ikan karang ekonomis tinggi..
T3	Dampak perubahan alam yang merubah struktur ekologis (kerusakan karang) pada pulau kecil yang rentan terhadap perubahan (hidrodinamika laut, curah hujan ekstrim)					
T4	Meningkatnya permintaan hasil perikanan					

Tiga strategi prioritas tertatas dari delapan strategi yaitu membuat tim kerja disetiap daerah yang memiliki kawasan konservasi yang terdiri dari pemangku kebijakan, akademisi, masyarakat untuk mengawasi dan mengelola kawasan konservasi (WT), dimana strategi ini berusaha meminimumkan kelemahan dengan menghindari ancaman yang ada. Tim atau badan kerja yang dimaksud merupakan kelompok kerja yang secara khusus mengelola Kawasan Konservasi Kedindingan, dimana masyarakat masuk ke dalam tim untuk mengetahui arah pengembangan dan pengelolaan kawasan konservasi lestari ke depan, dan juga mengawasi langsung sejauh mana kerusakan karang akibat penangkapan ikan yang masih terjadi di wilayah Pulau Kedindingan.

Strategi yang kedua yaitu Meningkatkan peran LSM dan masyarakat setempat dalam melakukan pengawasan dan monitoring ekosistem karang pada kawasan konservasi Pulau Kedindingan (WO) dimana strategi ini berusaha untuk mendapatkan keuntungan dari peluang yang ada dengan mengatasi kelemahan-kelemahan. Tidak sedikit kerusakan karang yang ditimbulkan oleh perilaku masyarakat. Untuk mencapai perlindungan ekosistem terumbu karang yang bermanfaat bagi masyarakat, diperlukan kesadaran, pembelajaran, dan bantuan dalam mengambil langkah-langkah yang mendukung upaya ini (Marhaeni, 2019).

Secara keseluruhan sumberdaya manusia penegak hukum dan pemangku kebijakan tidak akan cukup untuk mengawasi wilayah konservasi maka diperlukan mitra untuk menjadi perpanjangan tangan dari pemerintah. Menurut (Fadillah, 2019) Ekosistem laut Indonesia semakin terkendala oleh tindakan-tindakan individu yang tidak takut akan hukuman dan kurang memperhatikan kesehatan ekosistem di perairan bawah laut.. Peran dan keterlibatan masyarakat tersebut tergantung dari pemahaman mereka terhadap maksud dan tujuan manfaat yang diperoleh dari adanya kegiatan pengelolaan kawasan konservasi. Menurut (Inggeni, 2021) perlindungan terumbu karang sebaiknya melibatkan masyarakat setempat dan mendidik mereka tentang pentingnya perlindungan terumbu karang. Dalam upaya melibatkan masyarakat, pada awal program, pemerintah melakukan berbagai kegiatan yang bertujuan untuk memberikan pemahaman tentang pentingnya pelestarian karang dan manfaatnya bagi kehidupan masyarakat. Kegiatan ini penting untuk mendorong keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan program pengawasan dan monitoring karang di kawasan konservasi Pulau Kedindingan.

Tabel 8. Rangkang Strategi Prioritas

No	Unsur SWOT	Keterkaitan	Skor	Ranking
Strategi SO				
1	Peningkatan pengelolaan dan mengembangkan metode rehabilitasi, serta memonitoring karang secara berkala pada kawasan konservasi	S1, O1, O2	1,43	3
2	Membuat program kerja melalui APBD untuk pengelolaan kawasan konservasi yang berkelanjutan dengan melibatkan asosiasi profesional, akademisi, dan masyarakat	S2, O3, O4	0,98	5
3	Peningkatan dana APBD untuk mendukung kegiatan program pengelolaan kawasan konservasi	S2, O3	0,75	9
Strategi WO				
4	Meningkatkan peran LSM dan masyarakat setempat dalam melakukan pengawasan dan monitoring ekosistem karang pada kawasan konservasi Pulau Kedindingan	W1, W4 O2, W2	1,50	2
5	Mengadakan kegiatan pelatihan bagi aparatur dan masyarakat agar bekerja secara optimal dalam pengawasan Kawasan Konservasi	W3, O3, W2	0,85	8
Strategi ST				
6	Koordinasi antara pemangku kebijakan dengan para pihak yang memanfaatkan wilayah konservasi	S3, T1	0,93	6
7	Mengedukasi masyarakat pesisir mengenai pemanfaatan ekosistem karang yang berkelanjutan	S3, T2, T4	1,20	7
Strategi WT				
8	Membuat tim disetiap daerah yang memiliki kawasan konservasi yang terdiri dari pemangku kebijakan, akademisi, masyarakat untuk mengawasi dan mengelola kawasan konservasi	W2, W3, W4, T1, T2	1,63	1
9	Melakukan kampanye tentang pentingnya mengurangi emisi gas rumah kaca yang akan mempengaruhi iklim sehingga membuat suhu permukaan laut naik dan sosialisasi dampak negatif penangkapan jenis ikan karang yang berlebihan	W1, T3, T4	1,13	4

Strategi ketiga adalah peningkatan pengelolaan dan mengembangkan metode rehabilitasi, serta memonitoring karang secara berkala pada kawasan konservasi (SO). Dimana strategi ini menggunakan kekuatan yang dimiliki untuk mengambil peluang yang ada. Menurut (Dedi, 2017) Ketika kondisi lingkungan berubah, gangguan kesehatan dan penyakit karang dapat terjadi. Kehidupan karang sangat dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan yang ada. Diperlukan riset untuk mengembangkan dan mengetahui metode rehabilitasi karang disuatu perairan. Terdapat beberapa metode restorasi terumbu karang yang biasa dilakukan di wilayah pesisir, mulai dari membangun terumbu buatan hingga transplantasi terumbu karang (Firihi *et al*, 2022). Diperlukan mitra seperti akademisi atau asosiasi profesional untuk mengetahui hal tersebut Menentukan beberapa titik pengamatan permanen kemudian dilakukan secara berkala sangat direkomendasikan untuk memonitor kondisi tutupan karang pada Kawasan konservasi.

Simpulan

1. Sebaran luas karang hidup pada tahun 2015 sebesar 55,44 Ha dan tahun 2022 sebesar 48,06 Ha.
2. Presentase kondisi karang yang masih sehat pada empat stasiun pengamatan adalah 52,53% di stasiun 1, 53,6% di stasiun 2, 31,34% distasiun 3 dan 60,34% distasiun 4. Berdasarkan Kepmen LH No.4 Tahun 2021 nilai presentase kondisi karang pada stasiun 1, 2 dan 4 dikategorikan baik sedangkan pada stasiun 3 dikategorikan sedang.
3. Hasil analisis SWOT merekomendasi tiga strategi skala prioritas untuk pengelolaan ekosistem karang pada kawasan Pulau Kedindingan yaitu:

Daftar Pustaka

- Bachtiar, I. (2003). Reproduksi seksual karang *Sclerectinia*. *Jurnal Biota*, 8(3), 131-134.
- Bai'un, N. H. (2021). Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kondisi perairan di ekosistem mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 227-238.
- BIG. (2014). *Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Habitat Dasar perairan laut Dangkal*. Jakarta: Badan Informasi Geospasial.
- Dahuri,R. (2003). *Keanekaragaman Hayati Laut*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Dedi. (2017). Hubungan parameter lingkungan terhadap gangguan kesehatan karang di Pulau Tunda - Banten. *Jurnal Kelautan Nasional*, 105-106.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Kaltim. (2020, Februari). *Dokumen Final, Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K)*. Samarinda: Provinsi Kalimantan Timur.
- Fadillah, S. A. (2019). Ulasan hukum pidana sanksi pada terumbu karang rusak. *Jurnal Lex Scientia Law Review*, 219-226.

- Firihu, M. Z., Variyani, V. I., Sudarsono, Nurjannah, I., & Takwir, A. (2022). Rehabilitasi Ekosistem Terumbu Karang Menggunakan Metode Rangka Spider-Web. *Jurnal Meambo*, 48-55.
- Giyanto;. (2013). Metode Transek Foto Bawah Air untuk Penilaian Kondisi Terumbu karang. *Oseana*.
- Hamuna, B., Paulangan, Y. P., & Dimara.L. (2015). Kajian Suhu Permukaan Laut Menggunakan Data Satelit Aqua-MODIS di Perairan jayapura. *Jurnal Imu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 4(3);160-167.
- I.Patty, S., & Nebuchadnezzar. (2018). Kondisi suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut di perairan terumbu karang Ternate, Tidore dan sekitarnya. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 1(2), 1-10.
- Kamagi, J. W., Djamali, R., Towoliu, R. D., & Polii, A. (2022). Tingkat kesehatan karang berdasarkan coral health chart di tiga daerah penyelaman di Taman Nasional Bunaken. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 6(3), 205-216.
- Kohler, K., & Gill, M. (2006). Coral Point Count with Excel extensions (CPCe) : a visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Comput Geosci*.
- Kuncahyo, I., Pribadi, R., & Pratikto, I. (2020). Komposisi dan Tutupan Kanopi Vegetasi Mangrove di Perairan Bakauheni Kabupaten Lampung Selatan. *Journal of Marine Research*, 444-452.
- Lince Septiani Inggeni, e. a. (2021). Analisis dampak kerusakan terumbu karang pada ekonomi dan sosial masyarakat di Desa Perea. *Journal of Scientech Research*, 6(2), 139-149.
- Malik, A., Minsaris, L. A., & Anzani, L. (2023). Pengaruh Perbedaan Modul Transplantasi Karang Terhadap Pertumbuhan Karang di Pulau Pramuka. *Jurnal Juvenil*, 90-103.
- Marhaeni, B. (2019). Upaya meningkatkan peran masyarakat kampung laut Cilacap dalam merestorasi terumbu karang. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers*, 9(1).
- Mataburu, I. B. (2015, Maret). Identifikasi Kondisi Terumbu Karang Perairan Bagian Selatan Pulau Sepanjang, Kabupaten Sumenep Dengan Menggunakan Citra Landsat 8. *Spatial Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi*, 21.
- Muslih M., dan Fitri Nuaini Sekarsih. Terumbu Karang Dengan Menggunakan Landsat 8 Untuk Pariwisata Di Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. 2023. *Seminar Nasional Corisndo*. 26-32
- Nybakken, J. W. (1992). *Biologi laut*. Jakarta: Gramedia.
- Peraturan Pemerintah. (2021). Peraturan pemerintah republik Indonesia No. 22 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
- Ramadhan, M., Arifin, T., & Arlyza, I. 2018. Pengaruh Lokasi Dan Kondisi Parameter Fisika-Kimia Oseanografi Untuk Produksi Rumput Laut Di Wilayah Pesisir Kabupaten Takalar. *Sulawesi Selatan*. LIPI.
- Renta, P. P. (2016). Struktur komunitas mangrove di desa Mojo Kabupaten Pemanlang Jawa Tengah. *Jurnal Enggano*, 1-10.

- Reza P. Tinumbian, (2016). Penerapan prinsip ekowisata pada perancangan fasilitas pengelolaan ekosistem terumbu karang di Gili Trawangan. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur Universitas Brawijaya*, 4(1).
- Suhery, A. (2017). Indeks kerentanan ekosistem terumbu karang terhadap tumpahan minyak; kasus Pulau Pramuka dan Pulau Belanda di Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu Kelautan Tropis*, Vol.9, No.1, Hlm 67-90.
- Supriharyono. (2007). *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta: Djambatan.
- Taufina, Faisal, & Lova, S. M. (2018). Rehabilitasi Terumbu Karang Melalui Kolaborasi Terumbu Buatan Dan Transplantasi Karang Di Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 730-739.
- Thovyan, A.D., V. Sabariyah, D. Parenden. Persentase Tutupan Terumbu Karang Di Perairan Pasir Putih Kabupaten ManokwarI (Percent Cover Coral Reef at Pasir Putih Waters in Manokwari Regency). *Jurnal Akuatik Indopasifik*. 1(1), 67-69
- Triwibowo, A. (2023). Strategi pengelolaan ekosistem terumbu karang di wilayah pesisir. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 61-66.
- Udi.P, & Nana, S. (2011). *Manajemen Kualitas air pada kegiatan perikanan budidaya*. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat jendral Perikanan Budidaya Balai Budidaya Air Payau Takalar.
- USGS. (2019). Retrieved Oktober 2019.https://www.usgs.gov/faqs/howlandsat-8-cirrus-band-9-used?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products .
- Vina, A., Hamidun, M. S., & Ibrahim, M. (2021). *Jambura Edu Biosfer Journal*, 3(2), 74-81.
- Webler, & Jakubowski. (2016). Mitigating Damaging Behaviors of Snorkelers to Coral Reefs in Puerto Rico Through a Pre-Trip Media Based Intervention. *Biological Conservation*, 197, 223–228.