

Potensi Pemulihan Terumbu Karang di Pulau Gelasa, Indonesia: Integrasi Kondisi Bentik, Biomassa Ikan, dan Indeks Kesehatan Terumbu Karang

Coral Reef Recovery Potential on Gelasa Island, Indonesia: Integration of Benthic Conditions, Fish Biomass, and Coral Reef Health Indices

Jemi Ferizal^{1*}, M. Rizza Muftiadi², Aditya Pamungkas³, Syahrin Imron Hidayat³, Ervan Maulana³, Muhammad Fajar Hidayatullah³

¹Laboratorium Perikanan Kelautan dan Hatchery, FPPK-UBB Balunijuk

²Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan FPPK-UBB Balunijuk

³Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian FPPK-UBB Balunijuk

Email korespondensi: jemiferizal1212@gmail.com

Abstract

Assessing the recovery potential of coral reefs requires indicators capable of distinguishing habitat conditions from the functional responses of reef fish. This study evaluated the recovery potential of coral reefs in Gelasa Island, Central Bangka Regency, through an integrated assessment of benthic conditions, target fish biomass, and the Coral Reef Health Index (CRHI). Data were collected in March 2024 at four stations using the Underwater Photo Transect (UPT) method to assess benthic conditions and the Underwater Visual Census (UVC) method to measure fish length. Mean live coral cover reached 54.90%, ranging from 36.27% to 76.67%. Other benthic components included dead coral with algae (20.60%), *rubble* (20.20%), and *fleshy seaweed* (0.97%). Target fish biomass ranged from 6.30 to 61.55 kg/ha with the highest value recorded at ST1 and the lowest at ST3. ST3 had the highest live coral cover but the lowest target fish biomass, whereas ST1 showed the opposite pattern despite having a relatively high *rubble* cover of 43.33%. Based on the operational application of the CRHI, the mean index value was 5.5, with ST1–ST3 obtaining a score of 6 and ST4 obtaining a score of 4. Overall, the coral reefs of Gelasa Island have moderate potential for natural recovery but cannot yet be categorized as undergoing good ecological recovery, as biological responses, particularly target fish biomass, remain limited and do not consistently correspond with benthic conditions. Coral reef recovery is still ongoing and should be supported by long-term monitoring that integrates benthic and biological indicators.

Keywords : *Coral reef recovery; benthic condition; reef fish biomass; water quality; Gelasa Island; Bangka Tengah*

PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan ekosistem pesisir yang menyediakan habitat, sumber makanan, tempat berlindung, dan lokasi pemijahan bagi beragam organisme. Penilaian kondisinya sering menggunakan tutupan karang hidup sebagai indikator utama, tetapi satu atribut tidak selalu menggambarkan struktur, fungsi, dan kapasitas pemulihan seluruh ekosistem. Program pemantauan terumbu karang karena itu semakin menekankan penggunaan beberapa atribut bentik, ikan, alga, dan faktor lingkungan untuk diagnosis kondisi dan prognosis pemulihan (Flower *et al.*, 2017; McLeod *et al.*, 2021)

Hubungan antara kondisi bentik dan biomassa ikan juga tidak selalu linear. Biomassa mencerminkan kontribusi ukuran tubuh sehingga dapat memberikan informasi fungsional yang berbeda dari indikator berbasis jumlah. Samoilys *et al.*, (2025) mengatakan bahwa sensitivitas indikator ikan terhadap kondisi terumbu berbeda antar kelompok, sehingga pemilihan indikator perlu disesuaikan dengan tujuan evaluasi dan tekanan lokal. Penilaian pemulihan juga dianjurkan menggunakan beberapa indikator yang mewakili kondisi habitat dan fungsi ekosistem, bukan satu atribut tunggal (Flower *et al.*, 2017; Gudka *et al.*, 2024; McLeod *et al.*, 2021). Skala lokal Bangka Belitung, Ferizal *et al.*, (2025) mengatakan

bahwa perairan Tanjung Labu memiliki nilai indeks kesehatan terumbu rata-rata 5,75 dan potensi pemulihan yang baik, sehingga studi tersebut dapat menjadi pembandingan regional untuk interpretasi kondisi Gelasa.

Pulau Gelasa memiliki fungsi ekologis dan sosial-ekonomi yang berlapis. Perairannya dimanfaatkan sebagai daerah penangkapan ikan dan cumi-cumi, sementara bentang bawah airnya menjadi lokasi kegiatan wisata bahari, termasuk snorkeling dan penyelaman. Ferizal *et al.*, (2025) juga mencatat bahwa perairan sekitar Gelasa digunakan untuk penambatan perahu dan daerah penangkapan oleh nelayan. Kondisi tersebut menjadikan terumbu karang Gelasa bukan hanya habitat biota, tetapi juga fondasi bagi jasa ekosistem perikanan dan wisata bahari.

Kerangka tata ruang, Peraturan Daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Nomor 3 Tahun 2020 tentang Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K) 2020–2040 menempatkan perairan sekitar Pulau Gelasa dalam konteks pemanfaatan ruang yang mencakup wisata alam pantai/pesisir dan pulau-pulau kecil serta perikanan tangkap (Ferizal *et al.*, 2025; Pemerintah Daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 2020). Dengan demikian, pengelolaan Pulau Gelasa perlu menjaga fungsi ekologis terumbu karang sekaligus

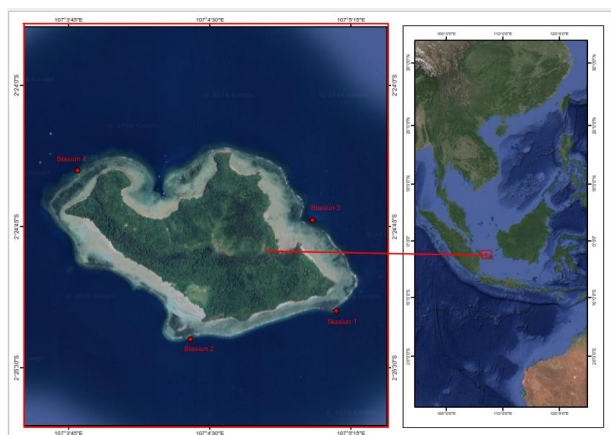
mendukung pemanfaatan wisata dan perikanan secara berkelanjutan. Nilai konservasinya diperkuat oleh keberadaan habitat peneluran penyu, kima *Tridacna squamosa* dan *T. crocea* dan ditemukannya cangkang *Nautilus* (Adriyansyaha *et al.*, 2023; Ferizal *et al.*, 2025; Marselino *et al.*, 2024), sehingga perlindungan kualitas habitat pesisir dan terumbu karang menjadi penting dalam pengelolaan Pulau Gelasa.

Pulau Gelasa menghadapi tekanan pemanfaatan yang berpotensi memengaruhi kondisi terumbu karang, termasuk penggunaan alat tangkap tidak ramah lingkungan (Adi *et al.*, 2020). Dugaan penggunaan bom, potas, dan trawl belum diverifikasi secara kuantitatif dalam penelitian ini sehingga diposisikan sebagai potensi tekanan antropogenik yang memerlukan pemantauan lebih lanjut. Selain itu, Gelasa telah dikaji sebagai calon tapak pembangkit listrik tenaga nuklir berbasis thorium (PLTT), yang menunjukkan potensi perubahan pemanfaatan ruang di masa mendatang (Cusmanri, 2024; Septia & Elgi Fienda, 2024). Kondisi tersebut menjadikan data bentik dan biomassa ikan penelitian ini penting sebagai baseline ekologis untuk pemantauan perubahan lingkungan. Tingginya tutupan karang hidup tidak selalu diikuti biomassa ikan yang tinggi, sehingga penilaian potensi pemulihan perlu mengintegrasikan indikator habitat dan respons biologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi bentik, menghitung biomassa ikan target, menerapkan IKTK secara operasional, serta menilai potensi pemulihan terumbu karang Pulau Gelasa dengan mempertimbangkan kondisi perairan dan keterbatasan spasial-temporal penelitian.

METODE PENELITIAN

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada Maret 2024 di perairan Pulau Gelasa, Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Empat stasiun pengamatan mewakili variasi kondisi habitat. Peta Penelitian disajikan pada gambar 1 dan Koordinat stasiun disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1. Koordinat stasiun pengamatan.

Stasiun	Lintang (°)	Bujur (°)
ST1	-2.419978	107.086203
ST2	-2.422500	107.073307
ST3	-2.411930	107.084105

Stasiun	Lintang (°)	Bujur (°)
ST4	-2.407535	107.063302

Pengamatan kondisi bentik dan ikan terumbu karang

Kondisi bentik diamati menggunakan *Underwater Photo Transect* (UPT) (Giyanto *et al.*, 2017; Siringoringo *et al.*, 2023). Transek sepanjang 50 m dibentangkan mengikuti kontur terumbu, kemudian foto kuadrat diambil secara sistematis untuk menghasilkan 50 frame per stasiun. Foto dianalisis menggunakan *Coral Point Count with Excel extensions* (CPCe) untuk mengestimasi persentase tutupan *live hard coral* (HC), *dead coral with algae* (DCA), *rubble*, *fleshy seaweed* (FS), *soft coral*, *sand*, *silt*, *recent dead coral*, dan kategori bentik lainnya. Kategori kondisi HC mengikuti kriteria yang digunakan dalam kerangka kesehatan terumbu Indonesia, sedangkan komponen FS dan *rubble* digunakan dalam penilaian potensi pemulihan (Giyanto. *et al.*, 2017). Evaluasi potensi pemulihan digunakan kerangka Indeks Kesehatan Terumbu Karang Indonesia karena kerangka tersebut secara eksplisit memasukkan *fleshy seaweed* dan *rubble* sebagai indikator resiliensi/pemulihan (Giyanto. *et al.*, 2017).

Ikan terumbu karang diamati menggunakan *Underwater Visual Census* (UVC) pada belt transect 70 m × 5 m (350 m²) di setiap stasiun (Ferizal *et al.*, 2025; Suharti *et al.*, 2017). Panjang ikan yang terlihat di dalam batas transek dicatat untuk keperluan estimasi biomassa. Identifikasi mengacu pada (Ahyong *et al.*, 2023; Froese & Pauly, 2022; Kuiter & Tonoziuka, 1991a, 1991b, 2001). Kelompok ikan target mengikuti kerangka (Giyanto. *et al.*, 2017; Suharti *et al.*, 2017)

Potensi pemulihan

Potensi pemulihan dinilai menggunakan kerangka Indeks Kesehatan Terumbu Karang Indonesia (Giyanto. *et al.*, 2017). Tutupan karang hidup >35% dikategorikan tinggi. Potensi pemulihan dikategorikan tinggi ketika *fleshy seaweed* <3% dan *rubble* <60% atau memenuhi kriteria tutupan karang hidup dalam kerangka indeks; kategori rendah digunakan ketika *fleshy seaweed* >3% atau memenuhi kombinasi *rubble* tinggi dan HC sangat rendah. Komponen ikan menggunakan biomassa kelompok target dengan ambang rendah <970 kg/ha sedang 970–1.940 kg/ha dan tinggi >1.940 kg/ha sesuai kerangka indeks yang digunakan. Konsistensi analisis dipertahankan dengan menggunakan definisi operasional kelompok ikan pada pengolahan awal. *Scarus* dan *Chlorurus* tidak dimasukkan dalam estimasi biomassa target, sehingga nilai IKTK merupakan penerapan operasional indeks, bukan estimasi lengkap seluruh kelompok indikator. Secara taksonomi, kedua genus tersebut termasuk Labridae, subfamili Scarinae (Westneat & Alfaro, 2005), yang dicatat sebagai konteks harmonisasi taksonomi tanpa mengubah hasil analisis awal.

Analisis data

Analisis terumbu karang menggunakan aplikasi CPCE (*Coral Point Count with excel extension*) mengacu pada (Kohler & Gill, 2006). Jumlah foto yang dianalisis sejumlah 50 foto/stasiun pengamatan. Persentase tutupan

dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{ kategori} = \frac{\text{Jumlah titik kategori tersebut}}{\text{Jumlah titik acak}} \times 100\%$$

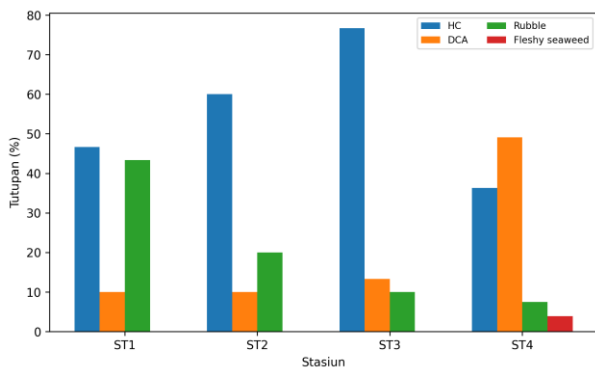
Hasil analisis disesuaikan dengan kategori persentase tutupan terumbu karang berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 4 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang. Kriteria kerusakan terumbu karang diklasifikasikan sebagai berikut: 0-24,99% tergolong rusak; 25-49,99% tergolong rusak sedang; 50-74,99% tergolong baik; dan 75-100% tergolong sangat baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi benthik dan tutupan karang hidup

Rata-rata tutupan karang hidup (HC) pada empat stasiun mencapai 54,90%, dengan kisaran 36,27–76,67%. Tutupan tertinggi ditemukan pada ST3 (76,67%), diikuti ST2 (60,00%), ST1 (46,67%), dan ST4 (36,27%). Seluruh stasiun berada di atas ambang 35% untuk kategori HC tinggi dalam kerangka IKTK. Namun, HC tidak berdiri sendiri sebagai ukuran pemulihan karena komponen substrat dan biomassa ikan menunjukkan pola spasial yang berbeda.

Komponen benthik lain memperlihatkan kontras yang kuat. DCA rata-rata 20,60% dan rubble 20,20%, sedangkan fleshy seaweed rata-rata 0,97%. ST1 memiliki rubble tertinggi (43,33%) meskipun HC 46,67%, sedangkan ST4 memiliki DCA tertinggi (49,07%) dan fleshy seaweed 3,87%. ST3 memiliki kombinasi paling menguntungkan berupa HC 76,67%, rubble 10,00%, dan DCA 13,33%. Pola tersebut menunjukkan bahwa nilai HC yang tinggi dapat muncul bersama tingkat substrat non-hidup yang berbeda, sehingga indikator pemulihan perlu dibaca secara multidimensi.



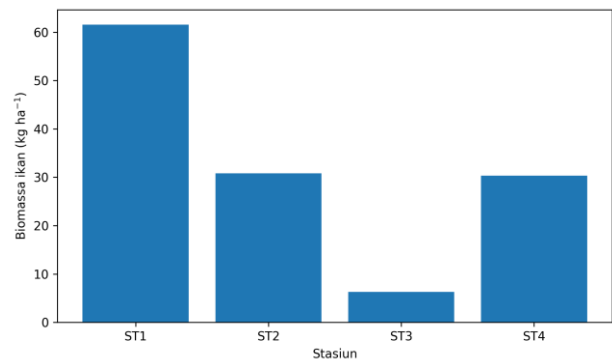
Gambar 2. Komposisi benthik pada empat stasiun pengamatan Pulau Gelasa.

Tabel 2. Komponen utama tutupan benthik (%) pada empat stasiun

Stasiun	HC (%)	DCA (%)	Rubble (%)	FS (%)
ST1	46,67	10,00	43,33	0,00
ST2	60,00	10,00	20,00	0,00
ST3	76,67	13,33	10,00	0,00
ST4	36,27	49,07	7,47	3,87
Rata-rata	54,90	20,60	20,20	0,97

Biomassa ikan target

Biomassa ikan target menunjukkan variasi spasial yang jelas, yaitu 61,55 kg/ha pada ST1, 30,80 kg/ha pada ST2, 6,30 kg/ha pada ST3, dan 30,33 kg/ha pada ST4. Nilai rata-rata mencapai 32,25 kg/ha. ST1 memiliki biomassa tertinggi dan terutama ditopang oleh *Cephalopholis boenak* yang menyumbang 72,54% biomassa stasiun. ST3 memiliki biomassa terendah dan didominasi kontribusi *Cephalopholis cyanostigma* sebesar 72,22%. Pola tersebut memperlihatkan bahwa biomassa ikan target tidak mengikuti urutan tutupan karang hidup secara langsung. Temuan ini konsisten dengan bukti lintas lokasi bahwa respons indikator ikan terhadap kondisi benthik bersifat spesifik menurut kelompok, sementara tekanan manusia dapat menjadi prediktor yang lebih kuat bagi sebagian indikator biomassa (Samoilys *et al.*, 2025).



Gambar 2. Biomassa ikan target pada empat stasiun pengamatan Pulau Gelasa.

Tabel 3. Biomassa ikan target dan spesies dengan kontribusi terbesar pada setiap stasiun.

Stasiun	Spesies	Biomassa (kg/ha)	Kontribusi dominan
ST1	<i>C. boenak</i> ; <i>C. cyanostigma</i> ; <i>P. maculatus</i> ; <i>S. fuscescens</i>	61,55	<i>C. boenak</i> (72,54%)
ST2	<i>C. boenak</i> ; <i>C. cyanostigma</i> ; <i>E. quoyanus</i> ; <i>P. maculatus</i> ; <i>L. carponotatus</i> ; <i>L. vitta</i>	30,80	<i>E. quoyanus</i> (32,44%)
ST3	<i>C. boenak</i> ; <i>C. cyanostigma</i>	6,30	<i>C. cyanostigma</i> (72,22%)
ST4	<i>L. vitta</i> ; <i>S. fuscescens</i> ; <i>S. virgatus</i> ; <i>S. vulpinus</i>	30,33	<i>S. vulpinus</i> (43,06%)

Perbedaan antarstasiun terutama terlihat pada kontribusi biomassa spesies. Pada ST1, *Cephalopholis boenak* menyumbang 72,54% biomassa target; pada ST2, *Epinephelus quoyanus* menjadi penyumbang terbesar (32,44%); pada ST3, *Cephalopholis cyanostigma*

menyumbang 72,22%; sedangkan ST4 didominasi kontribusi *Siganus vulpinus* sebesar 43,06%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa nilai biomassa agregat dibentuk oleh komposisi ukuran dan taksa target yang berbeda antar lokasi.

Nilai IKTK 6 pada ST1–ST3 tidak berarti bahwa seluruh komponen ekosistem telah pulih atau bahwa pemulihan telah berlangsung pada laju tertentu. Nilai tersebut merupakan keluaran kombinasi indikator yang diterapkan secara operasional dalam penelitian ini. Sebaliknya, kategori biomassa ikan target yang rendah tidak boleh diterjemahkan sebagai rendahnya biomassa seluruh komunitas ikan karena analisis hanya mempertahankan kelompok dan definisi biomassa tertentu.

Berdasarkan kriteria Giyanto *et al.* (2017), seluruh stasiun memiliki HC >35% sehingga komponen kondisi bentik termasuk kategori tinggi. ST1–ST3 memenuhi kriteria potensi pemulihan tinggi karena *fleshy seaweed* berada di bawah 3% dan *rubble* di bawah 60%. ST4 masuk kategori potensi pemulihan rendah karena *fleshy seaweed* mencapai 3,87% meskipun HC masih berada pada kategori tinggi. Dengan demikian, evaluasi pemulihan menangkap kondisi bentik yang tidak sepenuhnya tercermin hanya oleh persentase karang hidup.

Penilaian IKTK operasional dan ketidaksesuaian spasial

Tabel 4. IKTK operasional pada empat stasiun pengamatan.

Stasiun	HC	Potensi pemulihan	Skor bentik	Biomassa ikan	Skor ikan	IKTK
ST1	Tinggi	Tinggi	6	61,55 (Rendah)	2	6
ST2	Tinggi	Tinggi	6	30,80 (Rendah)	2	6
ST3	Tinggi	Tinggi	6	6,30 (Rendah)	2	6
ST4	Tinggi	Rendah	4	30,33 (Rendah)	2	4

Hasil penelitian menunjukkan perlunya strategi pengelolaan yang dibedakan antarstasiun. ST3 memiliki profil bentik paling baik dan layak dipertimbangkan sebagai lokasi perlindungan habitat serta titik acuan pemantauan. ST1 memerlukan perhatian terhadap tingginya *rubble* meskipun biomassa target relatif tinggi. ST4 perlu menjadi fokus pengurangan tekanan lokal karena kombinasi HC rendah, DCA tinggi, dan *fleshy seaweed* yang relatif meningkat. Pemantauan biomassa ikan dapat digunakan sebagai indikator pelengkap untuk menilai perubahan fungsi ekosistem dari waktu ke waktu.

Kerangka tersebut konsisten dengan prinsip bahwa indikator monitoring harus dibaca sesuai fungsi dan

batasannya. Flower *et al.* (2017) menekankan bahwa atribut monitoring memiliki sensitivitas berbeda terhadap tekanan dan pemulihan, sedangkan McLeod *et al.* (2021) mendorong penggunaan penilaian yang mengintegrasikan beberapa atribut ekosistem. Kajian terbaru juga menunjukkan bahwa indikator ikan dapat memberikan respons yang berbeda terhadap kondisi bentik, sehingga interpretasi biomassa perlu ditempatkan dalam konteks habitat dan tekanan lokal (Samoilys *et al.*, 2025). Temuan di Tanjung Labu juga menunjukkan bahwa indeks kesehatan terumbu dapat digunakan untuk menilai potensi pemulihan pada konteks kawasan konservasi di Bangka Selatan, dengan nilai rata-rata 5,75 yang dikategorikan baik (Ferizal *et al.*, 2025). Perbandingan ini menunjukkan bahwa IKTK dapat berfungsi sebagai kerangka pembandingan antar-lokasi, tetapi nilai indeks tetap perlu ditafsirkan bersama kondisi bentik dan karakteristik tekanan setempat. Menjadi dasar penting untuk pemantauan temporal berikutnya. Studi pemulihan terumbu menunjukkan bahwa biomassa ikan dapat menjadi komponen penting dalam menilai kapasitas pemulihan fungsi ekosistem, sementara respons ikan terhadap pemulihan bentik tidak selalu seragam antar lokasi (MacNeil *et al.*, 2015; McDevitt-Irwin *et al.*, 2024).

ST1 memperlihatkan bahwa biomassa tinggi dapat bertahan pada habitat dengan proporsi *rubble* yang relatif besar. Hal ini dapat berkaitan dengan karakteristik ukuran dan habitat ikan target, sejarah gangguan, tekanan penangkapan, atau faktor lingkungan yang tidak diukur dalam penelitian ini. Karena itu, biomassa tidak sebaiknya digunakan sebagai pengganti langsung tutupan karang hidup, melainkan sebagai indikator pelengkap yang menangkap dimensi ekologis berbeda. Pemantauan perubahan substrat dan biomassa ikan secara berkala. Pada terumbu yang dipengaruhi sedimen, kandungan material halus juga dapat menjadi indikator penting yang berkaitan dengan tutupan karang dan proses pemulihan (Joppien & Morgan, 2025).

Harmonisasi taksonomi juga penting untuk menjaga konsistensi indikator. Dalam dataset awal terdapat taksa parrotfish yang pada klasifikasi modern ditempatkan dalam Labridae, subfamili Scarinae, sedangkan panduan COREMAP-CTI 2017 menggunakan Scaridae. Dalam penelitian ini, *Scarus* dan *Chlorurus* tidak dimasukkan dalam estimasi biomassa target, sehingga perubahan nomenklatur tersebut tidak mengubah nilai biomassa yang dipertahankan. Informasi taksonomi disajikan sebagai catatan metodologis untuk mendukung keterbandingan data monitoring.

Tabel 5. Harmonisasi klasifikasi parrotfish untuk analisis biomassa.

Takson dalam data	Perlakuan COREMAP-CTI 2017	Klasifikasi modern	Implikasi pada IKTK
<i>Scarus ghobban</i>	Scaridae	Labridae: Scarinae	Dikecualikan dari perhitungan biomassa target

<i>Chlorurus rivulatus</i>	Scaridae	Labridae: Scarinae	Dikecualikan dari perhitungan biomassa target
<i>Chlorurus sordidus</i>	Scaridae	Labridae: Scarinae	Dikecualikan dari perhitungan biomassa target

Hasil penelitian menunjukkan perlunya strategi pengelolaan berbeda antarstasiun. ST3 memiliki profil bentik paling baik dan dapat diprioritaskan sebagai lokasi perlindungan habitat. ST1 memerlukan perhatian terhadap tingginya *rubble* meskipun biomassa target relatif tinggi. ST4 perlu menjadi prioritas pengurangan tekanan lokal karena kombinasi HC rendah, DCA tinggi, dan *fleshy seaweed* yang relatif meningkat. Pemantauan biomassa ikan dapat digunakan sebagai indikator pelengkap untuk menilai perubahan fungsi ekosistem dari waktu ke waktu.

Pada skala pulau, pengelolaan sebaiknya tidak hanya menargetkan peningkatan tutupan karang hidup. Perlindungan habitat, pengurangan tekanan lokal, pengelolaan aktivitas penangkapan, dan pemantauan biomassa ikan perlu dilakukan secara terpadu. Pendekatan multi-indikator lebih sesuai karena kondisi bentik dan biomassa dapat memberikan sinyal ekologis yang berbeda pada lokasi yang sama. Bukti terbaru juga menunjukkan bahwa penggabungan indikator kondisi, struktur, dan fungsi dapat memperkuat dasar pengambilan keputusan berbasis ketahanan terumbu (Burt *et al.*, 2025; Davey *et al.*, 2025). Temuan juga menunjukkan pentingnya harmonisasi nomenklatur dalam monitoring jangka panjang. Ketika seri waktu membandingkan data yang dikumpulkan dengan klasifikasi berbeda, perubahan nama famili dapat menghasilkan perbedaan administratif pada indikator tanpa perubahan ekologis yang setara. Karena artikel ini mempertahankan definisi biomassa awal dan mengecualikan *Scarus* dan *Chlorurus*, hasil IKTK harus dibaca sebagai keluaran operasional yang spesifik terhadap definisi tersebut.

Pemulihan habitat sebaiknya disertai pengurangan tekanan lokal, perlindungan ikan target, pengendalian aktivitas yang dapat merusak substrat, dan pemantauan biomassa ikan secara berkala. Dengan demikian, perubahan tutupan karang dan biomassa dapat dievaluasi secara bersamaan untuk membedakan perbaikan habitat dari perubahan fungsi ekosistem.

KESIMPULAN DAN SARAN

Terumbu karang Pulau Gelasa menunjukkan variasi kondisi bentik dan biomassa ikan target antarlokasi. Perbedaan pola kedua indikator menegaskan bahwa kondisi habitat dan biomassa ikan perlu dievaluasi secara komplementer dalam menilai pemulihan ekosistem. Penerapan operasional IKTK menunjukkan perbedaan status antarlokasi, dengan keterbatasan

interpretasi akibat pengecualian *Scarus* dan *Chlorurus* dalam penghitungan biomassa. Pengelolaan perlu disesuaikan dengan karakteristik setiap lokasi, disertai pemantauan jangka panjang untuk mengevaluasi perubahan ekologis.

Pernyataan Data dan Etika

Data penelitian dikumpulkan pada Maret 2024. Sebagian dataset yang sama telah digunakan dalam Ferizal *et al.* (2025), dengan fokus pada komunitas ikan. Manuskrip ini memiliki fokus berbeda, yaitu kondisi bentik, biomassa ikan target, dan penerapan operasional IKTK. Penggunaan dataset yang sama dinyatakan secara transparan untuk memperjelas kontribusi ilmiah dan menghindari duplikasi analisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, W. (2019). Pemetaan Pulau Kecil Gelasa Kabupaten Bangka Tengah. *Journal of Tropical Marine Science*, 2(1), 11–14. <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v2i1.909>.
- Adi, W., Komarullah, U., Dedi, Sanjaya, H., Ardyansah, R., Gunawan, R., *et al.* (2020). Kondisi terumbu karang di Pulau Gelasa Kabupaten Bangka Tengah. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 14(2), 13–19. <https://doi.org/10.33019/akuatik.v14i2.1789>.
- Adriyansyah, N. A., Supratman, O., Muftiadi, M. R., & Abdullah, M. M. (2023). Abundance megabentos in coral reef ecosystems in the waters of Gelasa Island, Central Bangka Regency. *Coastal and Marine Journal*, 1(2), 57–66. <https://doi.org/10.61548/cmj.v1i2.15>.
- Burt, A. J., Koester, A., Bunbury, N., Haupt, P., Walton, R., Fleischer-Dogley, F., *et al.* (2025). Supporting resilience-based coral reef management using broadscale threshold approaches. *Scientific Reports*, 15, 25836. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-09531-9>.
- Culhane, F., Austen, M. C., Ashley, M., Javier, J., Kuit, S. H., Hung, N. P., Tran, H. D., Praptiwi, R. A., Sainal, S., Justine, E., Wulandari, P., Broszeit, S., Jontila, J. B., Johari, S., Creencia, L., Then, A. Y.-H., Gajardo, L. J., Maharja, C., Goh, H. C., Syazwan, W. M., Affendi, Y. A., Thào, L. N., Sugardjito, J., Mullier, T., & Langmead, O. (2024). Assessing impact risk to tropical marine ecosystems from human activities with a Southeast Asian example. *Journal of Applied Ecology*, 61(12), 2897–2911. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14812>.
- Cusmanri, F. P. (2024). Penerapan Reactor Technology Assessment untuk pemilihan tapak PLTN apung. *Jurnal Pengawasan Tenaga Nuklir*, 4(2), 58–66. <https://doi.org/10.53862/jupeten.v4i2.009>.
- Davey, K., *et al.* (2025). A review of the application of coral reef condition indicators in conservation planning. *Ecological Indicators*, 179, 114222. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.114222>.

- Ferizal, J., Adi, W., Hafizah, A., Angelia, F., Ramadhani, F. H., Maulana, E., *et al.* (2024). Kajian ikan terumbu karang dengan persentase tutupan terumbu karang hidup di kawasan konservasi perairan Tanjung Labu Kabupaten Bangka Selatan. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 9(2), 227–240. <https://doi.org/10.24843/jmas.2023.v09.i02.p08>.
- Ferizal, J., Muftiadi, M. R., Pamungkas, A., Hidayat, S. I., Maulana, E., & Hidayatullah, M. F. (2025). Abundance of coral reef fishes in the waters of Gelasa Island, Central Bangka District. *Journal of Tropical Marine Science*, 8(2), 132–142. <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v18i2.6946>.
- Ferizal, J., Sudarmo, A. P., & Susanto, A. (2025). Potensi pemulihan terumbu karang dinilai dari indeks kesehatan pada kawasan konservasi Tanjung Labu. *Jurnal Ilmu Kelautan Lesser Sunda*, 5(2), 36–48. <https://doi.org/10.29303/jikls.v5i2.137>.
- Flower, J., Ortiz, J.-C., Chollett, I., Abdullah, S., Castro-Sanguino, C., Hock, K., Lam, V., & Mumby, P. J. (2017). Interpreting coral reef monitoring data: A guide for improved management decisions. *Ecological Indicators*, 72, 848–869. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.09.003>.
- Froese, R., & Pauly, D. (Eds.). (2025). FishBase. World Wide Web electronic publication. <https://www.fishbase.org>.
- Giyanto, Abrar, M., Manuputty, A. E., Siringoringo, R. M., Tuti, Y., & Zulfianita, D. (2017). Panduan pemantauan kesehatan terumbu karang. Edisi 2. COREMAP-CTI, P2O-LIPI.
- Gudka, M., Obura, D., Treml, E. A., & Nicholson, E. (2024). Strengthening resilience potential assessments for coral reef management. *Methods in Ecology and Evolution*, 15, 612–627. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14303>.
- Joppien, M., & Morgan, K. (2025). Benthic mud content is a strong indicator of coral cover and ecosystem recovery on turbid coral reefs. *Marine Pollution Bulletin*, 212, 117596. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.117596>.
- Kohler, K. E., & Gill, S. 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. *Computers & Geosciences*, 32(9), 1259–1269. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.11.009>.
- MacNeil, M. A., Graham, N. A. J., Cinner, J. E., Wilson, S. K., Williams, I. D., Maina, J., Newman, S., Friedlander, A. M., Jupiter, S., Polunin, N. V. C., & McClanahan, T. R. (2015). Recovery potential of the world's coral reef fishes. *Nature*, 520(7547), 341–344. <https://doi.org/10.1038/nature14358>.
- McDevitt-Irwin, J. M., Chapuis, M., Carlson, R., Meekan, M., Palmisciano, M., Roche, R., Taylor, B. M., Tietjen, K. L., Tillman, C., & Micheli, F. (2024). Coral reef recovery in a remote and large marine protected area is resilient to cascading trophic interactions. *Biological Conservation*, 298, 110771. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110771>.
- McLeod, E., Shaver, E. C., Beger, M., Koss, J., & Grimsditch, G. (2021). Using resilience assessments to inform the management and conservation of coral reef ecosystems. *Journal of Environmental Management*, 277, 111384. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111384>.
- Marselino, F., Yusuf, M., & Redjeki, S. (2024). Karakteristik fisik habitat peneluran penyu di Pulau Gelasa, Kepulauan Bangka Belitung. *Journal of Marine Research*, 13(2), 171–184. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i2.39011>.
- Pemerintah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. (2020). Peraturan Daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Nomor 3 Tahun 2020 tentang Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Tahun 2020–2040.
- Samoilys, M. A., Roche, R. C., Gudka, M., Thouless, C. J., Obura, D., Rowlands, S., Mbugua, J., & Osuka, K. (2025). Fish as indicators of coral reef ecosystem status. *Ecological Indicators*, 179, 114137. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.114137>.
- Septia, R., & Fienda, T. E. (2024). Dinamika sosial dan kebijakan dari pengenalan energi nuklir berbasis thorium di Kabupaten Bangka Tengah. *Jurnal Ilmiah Dinamika Sosial*, 8(2), 193–205. <https://doi.org/10.38043/jids.v8i2.5521>.
- Suharti, S. R., Wibowo, K., & Edrus, I. N. (2017). Panduan pemantauan ikan terumbu karang. Edisi 2. COREMAP-CTI, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.
- Westneat, M. W., & Alfaro, M. E. (2005). Phylogenetic relationships and evolutionary history of the reef fish family Labridae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 36(2), 370–390. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2005.02.001>.