

Respon Ekologis dan Potensi Rekrutmen Komunitas Ikan Pada *Fish Shelter* Berbahan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (Faba)

Indra Ambalika Syari¹, Mohammad Oka Arizona^{1*}, Rama Supandji², Haris Apriyanto², Zandi Utama², Martin Yuda Paradise², Yuangga Aji Sulistyawan³, M. Sulthon Akbar³

¹ Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Kelautan, Universitas Bangka Belitung

² Yayasan Sayang Babel Kite

³ PT PLN Nusantara Power Services – PLTU Bangka

*e-mail korespondensi: arizona1lokt@gmail.com.

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 2 November 2025
Disetujui : 12 November 2025
Terbit Online : 24 November 2025

Kata Kunci:

Habitat buatan,
fish shelter,
Rekrutmen alami

ABSTRAK

Degradasi ekosistem pesisir dan terumbu karang di Pulau Bangka akibat kegiatan antropogenis telah mendorong pengembangan inovasi restorasi habitat laut berbasis material alternatif ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi respons ekologis dan potensi rekrutmen komunitas ikan pada *fish shelter* berbahan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA) di Perairan Tuing, Kabupaten Bangka, yang telah ditetapkan sebagai Kawasan Konservasi Perairan (KKP) pada Tahun 2023. Monitoring dilakukan untuk menganalisis keanekaragaman, kelimpahan, biomassa ikan, serta kolonisasi organisme benthik pada media berbasis FABA. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan jumlah spesies ikan dari 29 jenis pada periode Monitoring II menjadi 33 jenis pada pengamatan terkini, dengan total kelimpahan mencapai 538 ekor. Nilai indeks keanekaragaman (H') sebesar 2,75 tergolong kategori sedang, indeks dominasi (D) sebesar 0,10 kategori rendah, dan indeks keseragaman (E) sebesar 0,44 kategori rendah. Biomassa ikan meningkat sebesar 231,40 kg, menjadi 1.499,67 kg/ha. Proses rekrutmen alami organisme benthik juga menunjukkan perkembangan positif, dari 18 jenis (Monitoring II) menjadi 23 jenis dengan total 129 individu. Temuan ini menegaskan bahwa *fish shelter* berbahan FABA berpotensi tinggi sebagai habitat buatan yang efektif dalam mendukung keanekaragaman dan kelimpahan ikan, sekaligus memperkuat upaya restorasi ekosistem laut secara berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Pulau Bangka, wilayah kepulauan kaya sumber daya alam darat dan laut, menghadapi degradasi ekosistem pesisir dan terumbu karang akibat aktivitas pertambangan timah legal dan ilegal (Syari, 2023). Kerusakan ini berdampak pada keanekaragaman hayati dan mata pencaharian masyarakat pesisir. Kawasan perairan Tuing di Kabupaten Bangka ditetapkan sebagai Kawasan Konservasi Perairan seluas 7.327,5 hektar melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan RI No. 1 Tahun 2023, menegaskan pentingnya pengelolaan berkelanjutan dan inovasi restorasi berbasis sains. Secara oseanografi, Tuing memiliki substrat pasir berlumpur, visibilitas air baik, dan arus sedang yang mendukung pengembangan *fish shelter* (Apriyanto *et al.* 2024). Wilayah ini juga menjadi pusat penangkapan cumi-cumi bernilai ekonomi tinggi di Bangka Belitung (Oktariza *et al.* 2016). Rehabilitasi ekologis di sini berpotensi meningkatkan konservasi dan produktivitas perikanan berkelanjutan.

Salah satu inovasi restorasi adalah penggunaan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA), residu PLTU yang tidak lagi dikategorikan limbah B3

menurut PP No. 22 Tahun 2021, sehingga bisa dimanfaatkan luas di sektor kelautan (KLHK, 2023). Studi menunjukkan FABA berbentuk geopolimer memiliki ketahanan struktur tinggi, emisi karbon rendah, dan sifat bioreseptif untuk kolonisasi karang dan organisme laut (Wang *et al.* 2023). Penelitian di Indonesia melaporkan transplantasi karang *Acropora formosa* pada substrat FABA tumbuh lebih cepat dibandingkan substrat konvensional (Khasanah *et al.* 2019). Penelitian ini dilakukan bekerjasama dengan PLN dalam komitmen ESG, memanfaatkan limbah FABA untuk mendukung dekarbonisasi dan pemulihan ekosistem pesisir. Tujuannya mengevaluasi respons ekologis dan rekrutmen alami komunitas ikan pelagis dan ikan karang pada *fish shelter* FABA di perairan Tuing melalui analisis keanekaragaman, kelimpahan, biomassa ikan, dan kolonisasi organisme benthik sebagai habitat buatan untuk restorasi berkelanjutan.

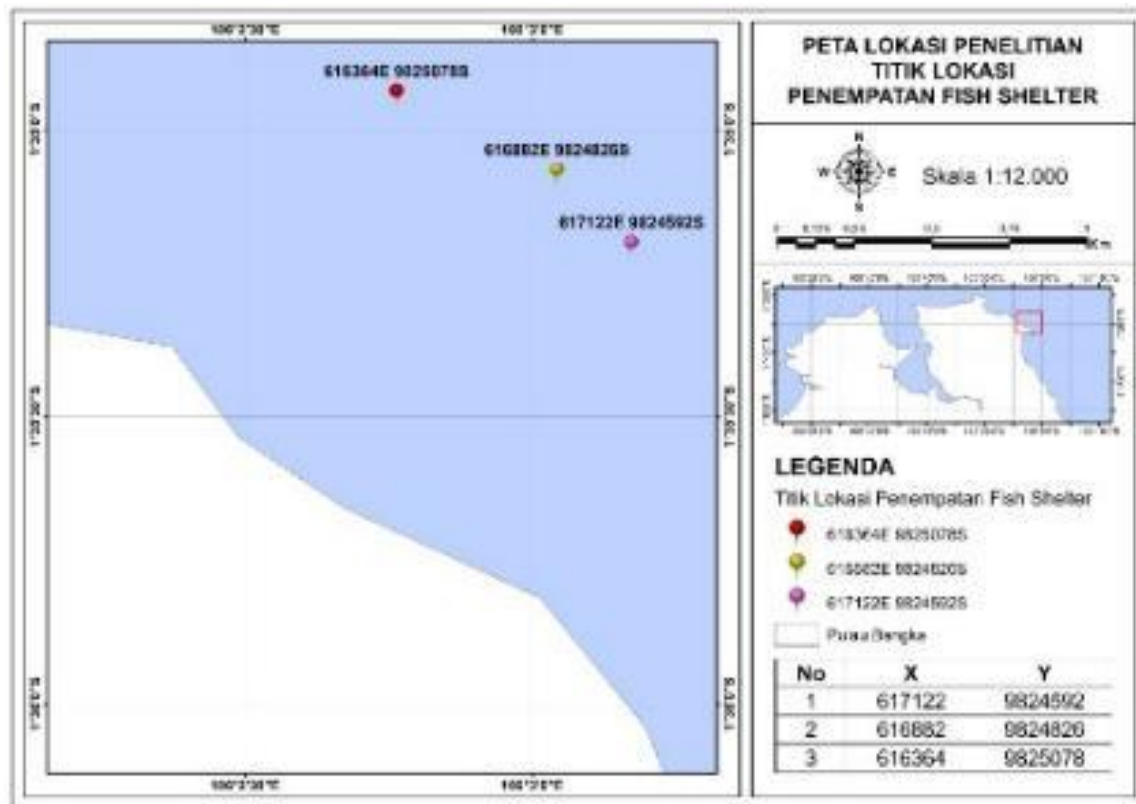
BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Februari–Mei 2025 di perairan Desa Tuing, Kabupaten Bangka,

mencakup tiga titik peletakan *fish shelter* di Pantai Tuing. Identifikasi morfologi dilakukan di lapangan, sedangkan analisis plankton dan data dilakukan di

Laboratorium Manajemen Sumberdaya perairan Universitas Bangka Belitung.

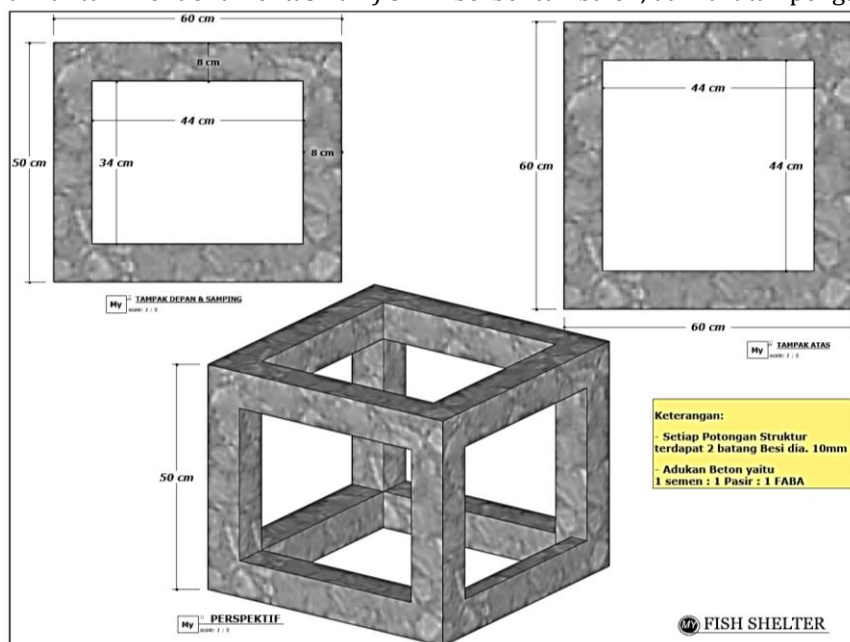


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Perairan Pantai Tuing, Kabupaten Bangka

Alat dan bahan

Monitoring dilakukan menggunakan perlengkapan selam (masker, snorkel, fins) dan kamera bawah air untuk mendokumentasikan *fish*

shelter berbahan FABA. Kualitas air diukur dengan pH meter, DO meter, dan termometer digital. Bahan yang digunakan meliputi 90 unit *fish shelter* berbentuk balok, dan larutan pengawet sampel.



Gambar 2. Desain *Fish shelter* Media FABA

Penempatan Media Penelitian

Penelitian ini melibatkan pemasangan tiga media buatan *fish shelter*, atraktor cumi-cumi, dan *coral garden* di perairan Pantai Tuing, Desa Tuing, Kabupaten Bangka. Peneggelaman dilakukan bertahap pada April–Mei 2025 mempertimbangkan aspek teknis dan kondisi oseanografi. Lokasi *fish shelter* berada pada kedalaman 15–18 meter dengan substrat pasir, jauh dari terumbu karang alami dan area penangkapan ikan (Syari et al, 2024).

Indeks Keanekaragaman(H^1)

Indeks Keanekaragaman yang digunakan adalah Indeks Shanon-Wiener (Kennish, 1990), dengan rumus sebagai berikut :

$$H^1 = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Keterangan :

H^1 = Indeks Keanekaragaman Spesies atau lebih dikenal sebagai Indeks Shannon

p_i = Hasil bagi antara jumlah individu dari spesies ke-i (n_i) dengan total jumlah individu dalam komunitas (N)

S = Pernyataan jumlah macam spesies yang menyusun komunitas plankton bersangkutan.

Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman (*evenness*) menggunakan rumus sebagai berikut (Kennish, 1990).

$$E = \frac{H'}{H_{\max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

E = Indeks keseragaman spesies

H' = Nilai Indeks Keanekaragaman

S = Jumlah macam spesies penyusun komunitas

Kepadatan ikan

Kepadatan dihitung dari jumlah individu ikan per luas area pengamatan, berdasarkan total unit *fish shelter* (0,3 m² per unit). Nilai kepadatan diperoleh dengan membagi total individu (sediaan ikan) dengan luas area pengamatan (transek) sebagaimana dirumuskan berikut:

$$\text{Kepadatan ikan (ind/m}^2\text{)} = \frac{\text{Luas area transek (m}^2\text{)}}{\text{jumlah individu ikan}}$$

Keterangan kelimpahan organisme dibagi menjadi lima kategori, yaitu: 1–5 individu dikategorikan sangat jarang, 6–10 individu jarang, 11–20 individu cukup melimpah, 21–50 individu melimpah, dan lebih dari 51 individu sangat melimpah (Arifin et al. 2017). Kriteria untuk ikan karang menurut Arifin et al. (2017) tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Indeks Ekologis Ikan Karang

Dominasi		Keanekaragaman		Keseragaman	
D<0,30	: Rendah	H' ¹ <1	: Rendah	E<0,4	:Rendah
0,30≤D<0,60	: Sedang	1≤H' ¹ <3	: Sedang	0,4≤E<0,6	: Sedang
D≥0,60	: Tinggi	H' ¹ ≥3	: Tinggi	E≥0,6	: Tinggi

Hubungan Panjang-Berat dan Estimasi Biomassa

Analisis biomassa dilakukan untuk mengetahui berat ikan di habitat baru (*fish shelter*), menggunakan metode LIPI (2017). Berat ikan dihitung dari estimasi panjang dengan rumus:

$$W = aL^b$$

dengan W adalah berat (gram), L = panjang (cm), dan a & b adalah parameter spesifik tiap jenis (Froese dan Pauly, 2014). Panjang ikan diambil dari nilai tengah kelas panjang (Edrus et al. 2017). Untuk mengetahui biomassa ikan, maka diperlukan nilai berat untuk masing-masing individu ikan. Nilai tersebut dapat diestimasi dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat (gram)} = a \times (\text{Panjang (cm)})^b$$

Biomassa merupakan jumlah berat individu-individu ikan per luas area monitoring. Rumus untuk menghitung biomassa ikan untuk setiap suku adalah sebagai berikut:

$$\text{Biomassa (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Total Berat Ikan Setiap Suku (kg)}}{\text{Jumlah modul fish shelter ditemukan} \times 0,30 \text{ m}^2}$$

Penempelan Alami (Natural Recruitment)

Penempelan alami diamati lewat dokumentasi foto bawah air pada seluruh bagian *fish shelter*, termasuk sinker. Biota yang diamati mencakup karang, benthos, spons, avertebrata, serta makro- dan mikroalga (Colin & Arneson, 1995).

Kualitas Air

Pengukuran kualitas air mencakup kecerahan (*secchi disc*), kedalaman dan suhu (menggunakan *Dive Computer*), serta pH dan salinitas (uji laboratorium). Sampel air dianalisis dengan *water quality checker* dan refraktometer (Muhtadi et al., 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fish shelter Recruitment

Hasil pengamatan menunjukkan media *fish shelter* dalam kondisi baik dan stabil, dengan

struktur beton utuh serta formasi awal terjaga, shelter pada monitoring terakhir disajikan pada menandakan ketahanan fisik terhadap tekanan Tabel 2. bawah air. Hasil monitoring *recruitment* pada fish

Tabel 2. Hasil Monitoring ke III Ikan di Media *Fish shelter* Tahun 2025

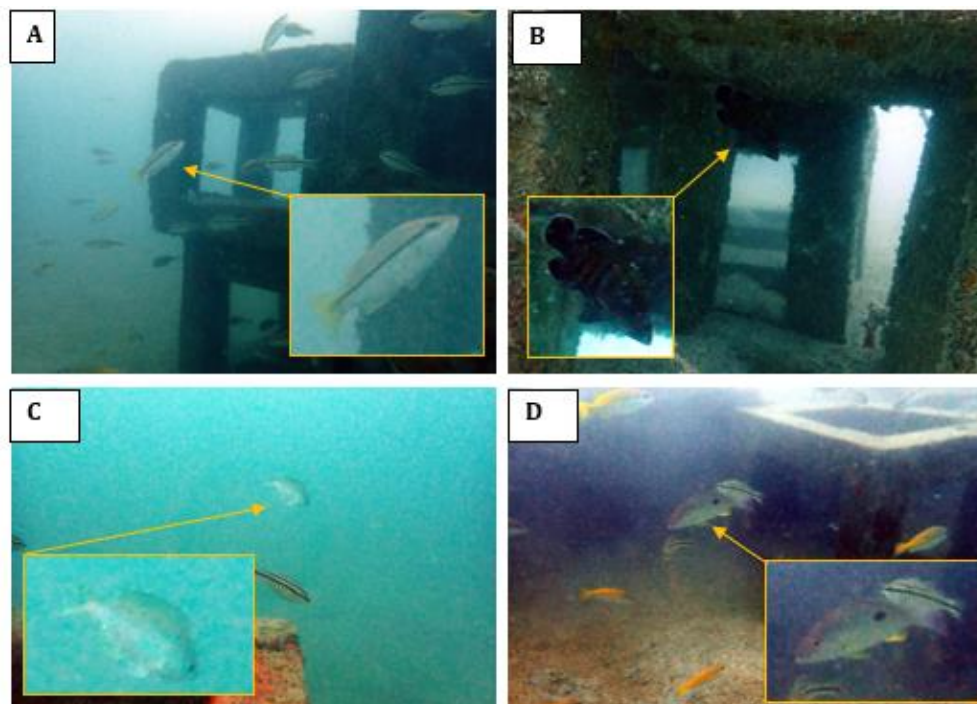
No	Jenis ikan	Famili	Nama lokal	Jumlah	P _i	Ln P _i	H'	D
1	<i>Lutjanus vitta</i>	Lutjanidae	Ikan Seruit	15	0,03	3,58	0,10	0,00
2	<i>Lutjanus madras</i>		Ikan Seruit	73	0,14	2,00	0,27	0,02
3	<i>Lutjanus malabaricus</i>		Kakap Merah	8	0,01	4,21	0,06	0,00
4	<i>Lutjanus rusellii</i>		Ikan Tande	3	0,01	5,19	0,03	0,00
5	<i>Selaroides leptolepis</i>	Carangidae	Ciw	109	0,20	1,60	0,32	0,04
6	<i>Carangoides armatus</i>		Cantik Manis	4	0,01	4,90	0,04	0,00
7	<i>Atule mate</i>		Hapau	5	0,01	4,68	0,04	0,00
8	<i>Apogon sp.</i>	Apogonidae	Seriding laut	75	0,14	1,97	0,27	0,02
9	<i>Apogon cavitensis</i>		Seriding Laut	28	0,05	2,96	0,15	0,00
10	<i>Nemipterus furcosus</i>	Nemipteridae	Kerisi Merah	21	0,04	3,24	0,13	0,00
11	<i>Scolopsis monogramma</i>		Kerisi Pasir	14	0,03	3,65	0,09	0,00
12	<i>Pentapodus bifasciatus</i>		Kerisi Pasir	7	0,01	4,34	0,06	0,00
13	<i>Pentapodus setosus</i>		Kerisi Ijau	42	0,08	2,55	0,20	0,01
14	<i>Scolopsis vosmeri</i>	Tetraodontidae	Kerisi Pasir	7	0,01	4,34	0,06	0,00
15	<i>Arothron stellatus</i>		Buntal	4	0,01	4,90	0,04	0,00
16	<i>Tetraodon lunaris</i>		Buntal Pisang	11	0,02	3,89	0,08	0,00
17	<i>Arothron reticularis</i>		Buntal	4	0,01	4,90	0,04	0,00
18	<i>Trachinocephalus myops</i>	Synodontidae	Tabu Gendang	21	0,04	3,24	0,13	0,00
19	<i>Abalistes stellatus</i>	Balistidae	Jebung	3	0,01	5,19	0,03	0,00
20	<i>Upeneus tragulla</i>	Mullidae	Bijik Nangka	10	0,02	3,99	0,07	0,00
21	<i>Scorpaenopsis ramaraoi</i>	Scorpaenidae	Ikan Lepuk	2	0,00	5,59	0,02	0,00
22	<i>Scorpaenopsis diabolus</i>		Ikan Lepuk Batu	1	0,00	6,29	0,01	0,00
23	<i>Cephalopholis boenak</i>	Seranidae	Kerapu Item	5	0,01	4,68	0,04	0,00
24	<i>Epinephelus coioides</i>	Haemulidae	Kerapu	4	0,01	4,90	0,04	0,00
25	<i>Diagramma pictum</i>		Seminyak	4	0,01	4,90	0,04	0,00
26	<i>Choerodon schoenleinii</i>	Labridae	Ketarap	2	0,00	5,59	0,02	0,00
27	<i>Siganus marginiferus</i>	Siganidae	Bingkis	6	0,01	4,50	0,05	0,00

No	Jenis ikan	Famili	Nama lokal	Jumlah	P _i	Ln P _i	H'	D
28	<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	Pleuronectidae	Ikan Sebelah	2	0,00	5,59	0,02	0,00
29	<i>Monacanthus chinensis</i>	Monacanthidae	Tunjang Langet	6	0,01	4,50	0,05	0,00
30	<i>Gymnothorax javanicus</i>	Muraenidae	Morai	1	0,00	6,29	0,01	0,00
31	<i>Neopomacentrus cynomos</i>	Pomacentridae	Kepatung Laut	35	0,07	2,73	0,18	0,00
32	<i>Pomacentrus callainus</i>		Kepatung Laut	5	0,01	4,68	0,04	0,00
33	<i>Nebrius ferrugineus</i>	Ginglymostomatidae	Hiu Isep	1	0,00	6,29	0,01	0,00
Total				538			2,75	0,10

*E: 0,44 dan Di: 20

Secara umum kondisi komunitas ikan pada media *fish shelter* dalam kondisi yang cukup kompleks ditandai dengan cukup beragamnya jumlah ikan yang ditemukan. Selain itu, ditemukan juga ikan pionir pada *fish shelter* yaitu ikan dari keluarga Carangidae yaitu Ikan Ciw (*Selaroides leptoleptis*)

karakteristik ikan ini adalah bergerombol pada suatu tempat atau habitat baru sehingga keberadaannya akan menjadi penarik bagi kehadiran jenis-jenis ikan lain khususnya ikan predator pada modul *fish shelter*.



Gambar 3. Beberapa ikan yang berada di area Fish shelter (A) *Lutjanus vitta*, (B) *Cephalopholis boenak*, (C) *Pomacentrus callainus*, dan (D) *Lutjanus ruselli*

Ikan Ciw (*Selaroides leptoleptis*) adalah jenis ikan yang ditemukan pada perairan dangkal dengan kondisi substrat pasir halus sedikit berlumpur dan ditemukan dalam jumlah yang besar atau bergerombol (Allen et al., 1999). Ikan keluarga Carangidae juga memberikan gambaran bahwa kualitas perairan di lokasi penenggelaman media *fish shelter* cukup baik. Selain itu, keberadaan ikan dari keluarga Carangidae menunjukkan bahwa ketersediaan makanan cukup melimpah di lokasi

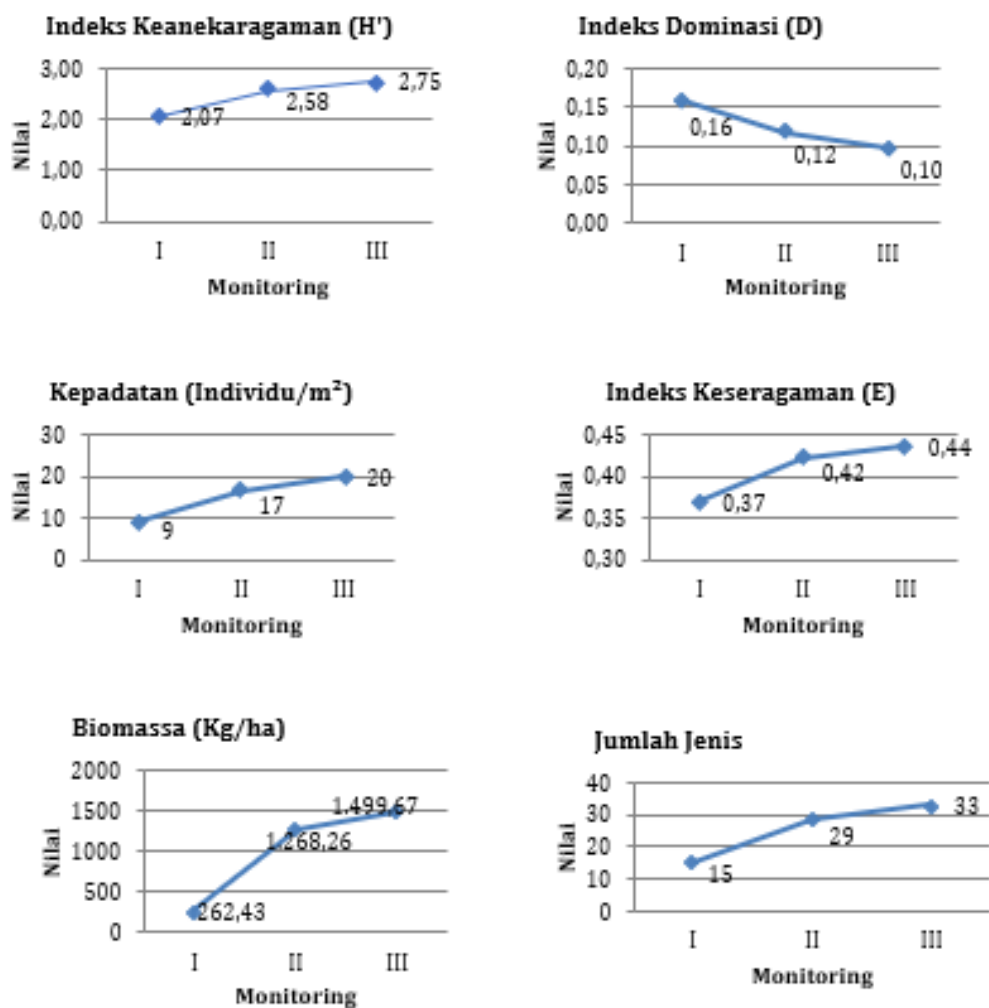
tersebut. Syari et al, (2024) menyebutkan pada tahun pertama setelah penenggelaman *fish shelter* ditempat oleh ikan-ikan pionir yang masih berukuran kecil dan didominasi jenis ikan *schooling*/berkelompok. Hasil monitoring ke-III menunjukkan bahwa media *fish shelter* berbahan Fly Ash dan Bottom Ash (FABA) mulai berfungsi efektif sebagai habitat buatan yang mendukung *natural recruitment* organisme laut. Dari hasil monitoring tersebut diidentifikasi sebanyak 33

jenis ikan dengan jumlah total 538 ekor, yang terdiri atas ikan mayor, ikan target, dan ikan indikator. Mayoritas ikan yang ditemukan merupakan ikan konsumsi ekonomis, disertai jenis seperti *Arothron stellatus*, *Scorpaenopsis diabolus*, dan *Apogon sp.*, yang menunjukkan komunitas ikan mulai kompleks. Kehadiran pionir seperti *Selaroides leptoleptis* (ikan Ciw) dari famili Carangidae, yang biasa ditemukan di substrat pasir halus berlumpur, mengindikasikan kondisi perairan dan pakan yang mendukung (Syari et al, 2024). Komunitas awal umumnya didominasi ikan schooling kecil, lalu diikuti oleh predator dan ikan target (Syari et al, 2024). Di Brebes, teknologi serupa berbahan beton berongga meningkatkan kelimpahan ikan demersal seperti kakap dan kerapu (Mahulette et al. 2017). FABA mengandung oksida seperti Fe_2O_3 , SiO_2 , dan Al_2O_3 dengan logam berat terkendali (Kusdarini et al. 2024), dan mendukung pertumbuhan karang di Lombok (Herawati et al. 2023). Penggunaan rumah ikan

menciptakan mikrohabitat yang kompleks dan mendukung ekosistem pakan alami, sehingga meningkatkan jumlah serta keanekaragaman ikan karang yang berasosiasi di perairan tersebut (Tahapary et al, 2024) sejalan dengan hasil Biorock di Bali (Arifin et al. 2017) dan rumpon di Rebo (Syari, 2023), menunjukkan potensi fish shelter FABA sebagai strategi restorasi berkelanjutan.

Indeks Ekologis

Hasil perhitungan masing-masing indeks disajikan pada Gambar 3 sebagai dasar dalam menilai struktur dan kestabilan ekosistem perairan pada media *fish shelter*. Gambar 3. Indeks Ekologis dalam 3 periode monitoring (A) Indeks keanekaragaman, (B) Indeks Dominansi, (C) Indeks keseragaman, (D) Kepadatan Individu, (E) Jumlah Jenis, (F) Biomassa.



Gambar 4 Indeks ekologi monitoring

Monitoring ke-III mencatat indeks keanekaragaman (H') 2,575 (sedang), naik 0,16 dari Monitoring ke-II, menandakan komunitas ikan lebih merata. Indeks dominasi (D) 0,10 (rendah) menurun, menunjukkan tidak ada spesies terlalu dominan meski Ikan Ciu (*Selaroides leptolepis*) masih tertinggi (20%). Spesies schooling seperti Ikan Buntal *Apogon sp.* (14%), Ikan Kurisi seperti *Pentapodus setosus* (8%), dan *Neopomacentrus cyanomos* (7%) turut berkontribusi. Indeks keseragaman (E) 0,42 (sedang) memperlihatkan habitat buatan mulai menyerupai alami. Kepadatan ikan 20 ekor/m², naik 3 ekor/m², dipengaruhi ikan pionir namun rentan terhadap gangguan (Syari et al, 2024). Biomassa meningkat signifikan menjadi 1.499,67 kg/ha berkat ikan besar seperti Ikan Kerapu (*Epinephelus coioides*) dan Ikan Jebung (*Abalistes stellatus*). Jumlah jenis naik menjadi 31 dengan penambahan empat spesies baru,

menandakan komunitas makin kompleks. Carangidae mencerminkan kualitas perairan, Lutjanidae menandakan habitat alami, dan penempelan organisme memperkuat kondisi ini (Syari et al, 2024). Dalam konteks MPA, *fish shelter* berfungsi sebagai refugia mikro (KKP, 2022) sejalan dengan Yuliana et al, (2017), serta mendukung pemulihan ekosistem dan keberlanjutan perikanan.

Natural Recruitment pada Media Fish shelter

Data dari modul artificial reef yang ditenggelamkan menunjukkan penempelan alami beragam, termasuk Sponge, Cnidaria, Mollusca, Crustacea, Echinodermata, Ascidian, serta berbagai makroalga dan tumbuhan laut tingkat rendah lainnya, seperti tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. *Natural Recruitment* yang ditemukan pada area Media Fish shelter

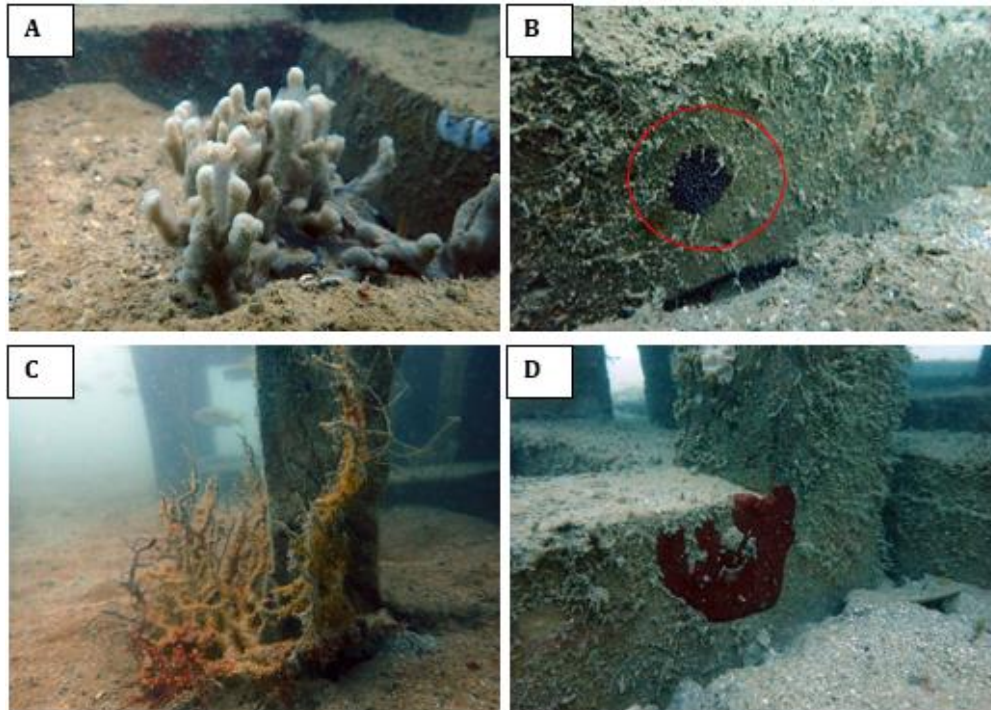
No	Jenis	Nama Nasional	Nama Lokal	Hasil			
				Survei	Monev I	Monev II	Monev III
1	<i>Cymbiola nobilis</i>	Siput Mulia	Siput	1	1	1	2
2	<i>Laevistrombus canarium</i>	Keong lola	Siput Gonggong	4	3	4	-
3	<i>Chicoreus ramosus</i>	Keong duri besar	Siput Duri	1	1	1	-
4	<i>Sponge</i>	Spons laut	-	1	1	3	5
5	<i>Encrusting sponge</i>	Spons kerak	-	-	-	5	7
6	<i>Cerianthus sp.</i>	Anemon tabung	-	1	1	2	2
7	<i>Crinoids</i>	Lilia laut	-	-	1	4	4
8	<i>Clavelina sp.</i>	-	Bulu Ayem	-	4	3	5
9	<i>Aglaophenia cupressina</i>	Hydroid laut	Bulu Ayem	-	-	2	5
10	<i>Euapta sp.</i>	Teripang pita	-	-	1	-	-
11	<i>Charybdis sp.</i>	Kepiting renang	Ketem Batu	-	1	3	3
12	<i>Chutona sp.</i>	-	Kelinci Laut	-	-	2	1
13	<i>Pseudocolochirus sp.</i>	Teripang apel	Teripang	-	-	1	1
14	<i>Amphibalamus sp.</i>	Poliket laut	Teritip	-	-	21	32
15	<i>Perophora sp.</i>	Ascidian transparan	-	-	-	3	4
16	<i>Carijoa sp.</i>	Karang lunak	-	-	-	8	11
17	<i>Triphyllozoon inornatum</i>	Lumut laut	-	-	-	15	18
18	<i>Juvenile Coral</i>	Karang anakan	-	-	-	4	6
19	<i>Didemnum sp.</i>	-	-	-	-	2	4
20	<i>Dysidea sp.</i>	Spons bercabang	-	-	-	-	3
21	<i>Haliclona koremella</i>	Spons ungu	-	-	-	-	2
22	<i>Botrylloides violaceus</i>	-	-	-	-	-	4
23	<i>Junceella sp.</i>	-	-	-	-	-	2
24	<i>Diadema sp.</i>	Bulu Babi	-	-	-	-	1
25	<i>Macrorhynchia sp.</i>	-	-	-	-	-	5

26	<i>Salmacina dysteri</i>	Cacing Tabung halus	-	-	-	-	2
Total			8	14	84	129	

Sumber : Hasil Monitoring ke III Natural Recruitment pada Media Fish shelter Tahun 2025

Organisme menempati media *fish shelter* yang ditenggelamkan. Penempatan media *fish shelter* menunjukkan telah terbentuknya habitat baru bagi organisme *natural recruitment*. Kondisi

ini akan semakin alami seiring berjalannya waktu. Foto organisme *natural recruitment* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 5. (A) *Haliclona koremella*, (B) *Encrusting sponge*, (C) *Sponge*, dan (D) *Encrusting sponge*

Hasil Monev I–III fish shelter menunjukkan peningkatan individu dari 8 menjadi 129, dengan spesies seperti *Amphibalamus* dan *Triphylozoon inornatum* bertambah signifikan. Suksesi komunitas bentik dimulai dari barnacles dan alga, diikuti spons dan organisme motil (Toledo et al. 2020). Studi di Laut Merah juga menunjukkan struktur buatan mendukung biomassa dan keanekaragaman invertebrata lebih tinggi dibanding substrat alami (Higgins et al. 2019).

pengukuran pada saat survei di sekitar area lokasi penenggelaman media *fish shelter* disajikan pada Tabel 4.

Kualitas Air pada Media *Fish shelter*

Hasil pengukuran kualitas air pada saat monitoring yang dibandingkan dengan hasil

Tabel 4. Parameter kualitas air pada area Media *Fish shelter*

No	Parameter Kualitas air	Hasil				Satuan
		Survei	Monev I	Monev II	Monev III	
1	Kedalaman Perairan	15-16	16-17	14-15	14-15	Meter
2	Suhu	28	27	29	28	Celsius
3	Kecerahan	12,5	10,5	10,5	4,25	Meter
4	Salinitas	33	33	33	33	‰
5	pH	8,04	8	8,05	8,04	

Sumber : Hasil Monitoring Media *Fish shelter* Tahun 2025

Hasil menunjukan tidak terjadi perubahan kualitas air yang signifikan kecuali kecerahan perairan. Perubahan parameter kedalaman, suhu, dan kecerahan merupakan parameter yang berubah-ubah mengikuti pola musim (Rasyid, 2025). Rentang pengamatan merupakan penghujung musim angin barat sekitar November hingga Mei dan sudah akan beralih ke musim angin timur. Pada musim peralihan (barat ke timur), kondisi air laut relatif tenang. Perairan relatif dangkal karena terjadi surut pada pagi hari dan mulai pasang sore hingga malam hari.

KESIMPULAN

Media *fish shelter* berbahan campuran *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA) menunjukkan peningkatan signifikan pada keanekaragaman dan kelimpahan biota mulai dari penengggelaman hingga monitoring III. Tercatat 33 jenis ikan dengan total 538 ekor, menunjukkan adanya peningkatan jumlah individu yaang dari sebelumnya hanya hamparan pasir di laut. Analisis komunitas ikan menghasilkan nilai indeks keanekaragaman (H') sebesar 2,75 yang tergolong kategori sedang, indeks dominasi (D) sebesar 0,10 pada kategori rendah, serta indeks keseragaman (E) sebesar 0,44 yang termasuk kategori sedang. Biomassa ikan mencapai 1.499,67 kg/ha mengalami kenaikan sebesar 231,40 kg dibandingkan periode sebelumnya. Selain itu, proses *natural recruitment* menunjukkan perkembangan positif dengan ditemukannya 23 jenis organisme berjumlah total 129 individu, meningkat dari 18 jenis pada Monitoring ke II. Hasil ini mengindikasikan bahwa media berbasis FABA mulai berfungsi efektif sebagai habitat buatan yang mendukung pertumbuhan komunitas ikan dan organisme bentik secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT PLN (Persero) atas dukungan pendanaan, dan tak lupa juga kami ucapkan terima kasih kepada PT PLN Nusantara Power Services – PLTU Bangka karena telah memfasilitasi dan mendampingi dalam pelaksanaan program pemanfaatan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA) untuk konservasi kelautan di Perairan Tuing, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yang menjadi dasar penelitian ini. Terima kasih juga kami ucapkan kepada para masyarakat Desa Mapur, yang telah membantu dalam terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Apriyanto, H., Syari, I. A., & Hudatwi, M. 2024. Invertebrata pada modul *fish shelter* dan transplantasi karang: program reklamasi

laut PT Timah Tbk 2018–2023. Bangka: UBB Press.

Arifin, F., Faiqoh, E., Dirgayusa, I. G. 2017. Struktur Komunitas Ikan dan Tutupan Karang di Area Biorock Desa Pemuteran, Buleleng, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 3(1), 59-69

Herawati, E. Y., Hariati, A. M., Mahmudi, M., Sartimbul, A., Wiadnya, D. G. R., Asrial, E., & Nabil, E. 2019. Growth rate of *Acropora formosa* coral fragments transplanted on different composition of FABA kerbstone artificial reef. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(12), 3593–3598. DOI: <http://doi.org/10.13057/biodiv/d201218>

Higgins, E., Scheibling, R. E., Desilets, K. M., & Metaxas, A. 2019. Benthic community succession on artificial and natural coral reefs in the northern Gulf of Aqaba, Red Sea. *PLoS ONE*, 14(2), e0212842. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212842>

Khasanah, R. I., Herawati, E. Y., Hariati, A. M., Mahmudi, M., Sartimbul, A., Wiadnya, D. G. R., Asrial, E., Yudatomo, & Nabil, R. 2019. Growth rate of *Acropora formosa* coral fragments transplanted on different composition of FABA kerbstone artificial reef. *Biodiversitas*, 20(12), 3593–3598. DOI: <http://doi.org/10.13057/biodiv/d201218>

Kusdarini, E., Febriyandi, D., & Cahyono, Y. D. G. 2024. Analisa kandungan unsur dan oksida limbah fly ash dan bottom ash serta potensi pemanfaatannya. *Jurnal Reka Lingkungan*, 12(1), 1–10. <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/lingkungan/article/view/12355>

Mahulette, R. T., Nugroho, D., & Thomas, D. 2017. Dampak pemasangan hunian ikan buatan sebagai upaya pemulihan habitat sumberdaya ikan demersal di perairan pantai Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 9(1), 31–40. DOI: <http://doi.org/10.15578/jkpi.9.1.2017.31-40>

Oktariza, W., Wiryawan, B., Baskoro, M. S., Kurnia, R., & Wisudo, S. H. 2016. Model bioekonomi perikanan cumi-cumi di Perairan Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Marine Fisheries*, 7(1), 97–107. ISSN 2087-4235.

Pickering, H., & Whitmarsh, D. 1997. Artificial reefs and fisheries exploitation: A review of the 'attraction versus production' debate, the influence of design and its significance for policy. *Fisheries Research*, 31(1–2), 39–59.

- Rasyid, M. 2025. *Kajian Kualitas Air Laut Berdasarkan Parameter Fisika Dan Kimia Menggunakan Metode Storet Pada Kawasan Wisata Pantai Cemara Kabupaten Bireuen*. J. Segara Vol. 19 No.1 April 2024: 58-64.
- Reynolds, C. S. 2006. *Ecology of Phytoplankton*. Cambridge University Press.
- Snelgrove, P. V. R. 1999. Getting to the bottom of marine biodiversity: Sedimentary habitats. *BioScience*, 49(2), 129–138. DOI: <https://doi.org/10.2307/1313538>
- Syari, I. A., Supanji, R., Apriyanto, H., Gautama, Z., Paradise, M. Y., & Ferizal, J. 2023. Evaluasi Jenis Rumpon Di Perairan Rebo Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Journal of Tropical Marine Science*, 6(1), 59-68.
- Syari, I. A. 2023. Reklamasi laut – rehabilitasi ekosistem laut dalam perspektif pertambangan. Bangka: UBB Press.
- Tahapary, J., Simbolon, D., Zulkarnain, Z., & Wiryawan, B. 2024. Aktivitas ikan karang di rumah ikan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 17(3), 226-234.
- Toledo, M.-I., Torres, P., Díaz, C., Zamora, V., López, J., & Olivares, G. 2020. Ecological succession of benthic organisms on niche-type artificial reefs. *Ecological Processes*, 9, 38. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00242-9>
- Wang, Q., Chen, Y., & Liu, Z. 2023. Marine bioreceptivity of fly ash-based geopolymers for artificial reef applications. *Journal of Cleaner Production*, 401, 136789.
- Yuliana, E., Boer, M., Fahrudin, A., & Kamal, M. M. 2017. Biodiversity of reef fishes in marine protected area of Karimunjawa National Park. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1), 29–43. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalikt/article/view/1795>