

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/psnp.20203>

Pengembangan Atraktor Bambu-Beton Berongga (B3) Untuk Peningkatan Stok Ikan Berkelanjutan Berbasis Partisipasi Masyarakat di Kabupaten Tegal

Development Of Bamboo-Hollow Concrete Attractors For Sustainable Fish Stock Improvement Based On Community Participation in Tegal Regency

Suharyanto ¹, Fajar Hermawan ¹, Ani Leilani ¹, Eli Nurlaela ¹, Franky Andrian D ²

¹ Jakarta Technical University of Fisheries (Politeknik Ahli Usaha Perikanan), Jalan AUP no 1 Pasarminggu, Jakarta, 12520

² Bitung Marine and Fisheries Polytechnic, Jalan Tandurusa, Aertembaga, North Sulawesi 95526

*Email correspondence: suharyanto.jfu@gmail.com

Abstrak

Degradasi ekosistem pesisir telah menyebabkan penurunan stok dan keanekaragaman ikan sehingga diperlukan upaya rehabilitasi habitat yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi efektivitas atraktor bambu–beton berongga (B3) sebagai alat bantu penangkapan ikan yang ramah lingkungan berbasis partisipasi masyarakat di perairan Warureja, Kabupaten Tegal. Metode penelitian meliputi perancangan dan pemasangan prototipe atraktor, pemantauan kolonisasi ikan selama dua minggu, analisis keanekaragaman menggunakan indeks Shannon–Wiener, serta analisis persepsi nelayan melalui wawancara terstruktur dengan metode skoring skala Likert. Hasil penelitian menunjukkan bahwa atraktor B3 mampu menarik 233 individu dari 12 spesies ikan dengan nilai indeks keanekaragaman sebesar 1,84 yang tergolong kategori sedang. Kelimpahan relatif tertinggi didominasi ikan gulamah (Sciaenidae) sebesar 45,93%, sedangkan terendah ikan kerapu (Epinephelidae) sebesar 0,43%. Persepsi nelayan menunjukkan persetujuan yang tinggi terhadap pengembangan atraktor B3 sebagai upaya peningkatan stok ikan berkelanjutan dan peluang pengembangan ekonomi pesisir. Penelitian ini menegaskan bahwa atraktor bambu–beton berongga berpotensi mendukung rehabilitasi ekosistem pesisir sekaligus meningkatkan kesejahteraan nelayan secara berkelanjutan.

Kata kunci: atraktor buatan, ekosistem pesisir, perikanan berkelanjutan, stok ikan

Abstract

The degradation of coastal ecosystems has led to declining fish stocks and biodiversity, highlighting the need for sustainable habitat rehabilitation strategies. This study aims to develop and evaluate the effectiveness of hollow bamboo–concrete (B3) attractors as environmentally friendly fishing aids based on community participation in the coastal waters of Warureja, Tegal Regency. The research method included attractor prototype design and installation, biweekly monitoring of fish colonization, analysis of species diversity using the Shannon–Wiener index, and assessment of fishers' perceptions through structured interviews using a Likert-scale scoring method. The results recorded 233 individuals from 12 fish species associated with the B3 attractor, with a diversity index value of 1.84, indicating a moderate level of diversity. The highest relative abundance was observed for gulamah fish (Sciaenidae) at 45.93%, while the lowest was grouper (Epinephelidae) at 0.43%. Fishers' perceptions strongly supported the use and development of B3 attractors as a tool for sustainable fish stock enhancement and coastal livelihood improvement. Overall, this study confirms that hollow bamboo–concrete attractors have significant potential to support coastal ecosystem rehabilitation while providing ecological and socio-economic benefits for local fishing communities.

Keywords: artificial attractions, coastal ecosystems, fish stocks, sustainable fisheries

Pendahuluan

Sebagai negara yang berada di kawasan perairan tropis dengan karakteristik beragam maka sudah menjadi kewajiban agar setiap masyarakat kelautan dan perikanan sadar dan patuh serta menjaga kelestariannya. Program perikanan bertanggung jawab sudah diimplementasikan dengan beberapa terobosan salah satunya yaitu pelarangan alat tangkap pukot dorong dan arad (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015). Fakta empiris nelayan di lapangan diindikasikan masih terjadi penggunaan berbagai jenis alat penangkap ikan yang merusak karena masih rendahnya pengawasan terhadap penggunaan alat penangkap ikan di jalur laut Indonesia. Upaya penggantian alat penangkap ikan tidak ramah lingkungan dari pemerintah sudah setiap tahun dilakukan, namun di berbagai daerah nelayan tetap menggunakan alat yang dilarang dikarenakan alat penangkap ikan bantuan yang diterima masih perlu modifikasi dan biaya tambahan (Hadi & Nur, 2021).

Nelayan di Kabupaten Tegal sebagian besar menggunakan alat penangkap ikan yang bersifat aktif dengan ukuran mata jaring yang kecil. Faktor kebiasaan nelayan menjadi faktor pola pikir atau faktor persepsi yang menjadi pekerjaan rumah bagi pembuat kebijakan serta pemangku kepentingan untuk merancang program terobosan yang bisa mencapai titik keseimbangan antara keseimbangan lingkungan dan keseimbangan produktifitas. Langkah strategis yang dilakukan oleh pemerintah di antaranya pemberlakuan kuota penangkapan ikan (Ramdhani *et al.*, 2022), perpindahan mata pencaharian (Syah & Fitriasia, 2021), pergantian alat tangkap, penambahan alat bantu penangkapan, serta pembuatan paket teknologi sederhana (Hadi & Nur, 2021).

Atraktor beton berongga berfungsi ganda yaitu menjadi perlindungan biota laut serta penumbuhan ekosistem baru, destinasi pemancingan dan bisa juga menjadi budidaya kerang hijau yang melibatkan nelayan. Kegiatan ini di Kabupaten Tegal bisa menjadi usaha alternatif yang menguntungkan dari segi ekologi dan ekonomi jika dikelola dengan baik. Nelayan mendapatkan manfaat dengan memancing disekitar atraktor bambu-beton berongga, disamping menyewakan perahu untuk *recreational fishing* dengan tarif harian.

Melihat permasalahan yang ada, untuk mencari alternatif guna meningkatkan keanekaragaman sumberdaya tanpa menimbulkan tekanan terhadap sumberdaya itu sendiri, pengembangan atraktor bambu-beton berongga diharapkan dapat menaikkan taraf hidup nelayan dengan paket teknologi sederhana yang mudah dalam pengaplikasian dilapangan serta dalam perawatan. Program ini diharap dapat merubah persepsi nelayan dalam mencari dan menangkap ikan dengan menggunakan metode baru dalam penangkapan ikan.

Secara umum di pantai utara pulau Jawa khususnya di perairan Tegal terjadi degradasi lingkungan dan penurunan stok, sehingga perlu perbaikan perairan pesisir dengan atraktor bambu-beton berongga yang di pasang di perairan pesisir yakni di jalur penangkapan ikan 1A. Sebagaimana tujuan penelitian ini, membuat konstruksi atraktor bambu-beton berongga pada perairan jalur penangkapan ikan 1A, mengidentifikasi keanekaragaman biota di sekitar atraktor bambu-beton berongga, dan menganalisis tingkat persepsi nelayan terhadap atraktor ini.

Pemasangan atraktor di jalur penangkapan ikan 1A memiliki dua tujuan utama. Pertama, untuk menguji efektivitas konstruksi bambu-beton berongga dalam menarik

ikan target tangkapan. Kedua, untuk mendukung prinsip perikanan berkelanjutan, yaitu menjaga agar stok ikan tetap lestari dengan menyediakan habitat tambahan yang dapat meningkatkan rekrutmen dan pertumbuhan populasi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pengelolaan perikanan berbasis ekosistem di wilayah pesisir.

Bahan dan Metode

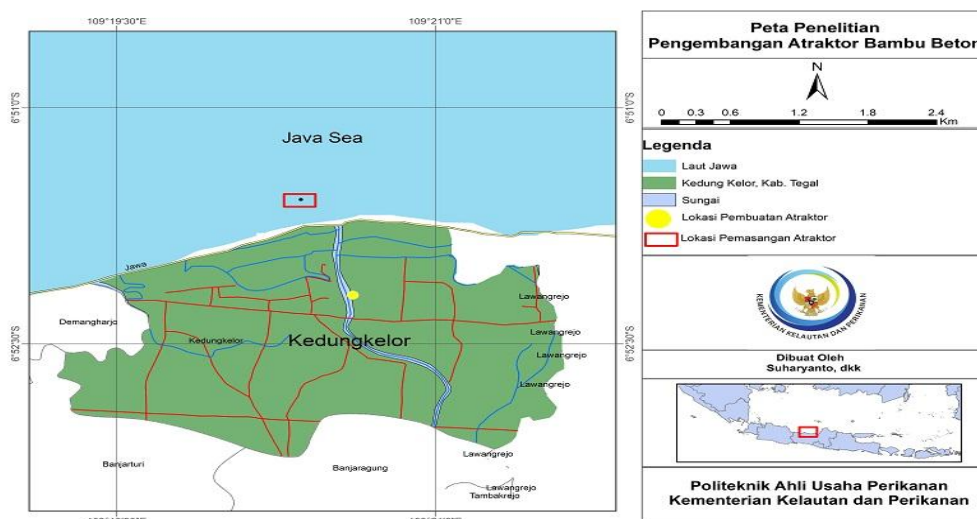
Penelitian ini membahas 3 bagian utama yaitu modifikasi atraktor buatan dari bambu-beton berongga, melihat indek keragaman jenis ikan, dan menganalisa persepsi masyarakat nelayan terhadap habitat buatan tersebut.

Bahan dan Alat

Bahan atraktor yaitu bambu (dia 2-3 inchi), beton berongga, pralon PVC (dia 3 inchi), tali PE (dia 10 mm), batu bangunan, jaring bekas, kawat pengikat, dan pelampung penanda permukaan. Perlengkapan pemasangan berupa kapal nelayan, jangkar sementara, GPS. Alat pengumpulan data yakni berbagai alat penangkapan ikan yakni. bubu, jaring tebar, pancing, dan timbangan digital, disamping dari pengamatan hasil tangkap dari pemancing di atraktor bambu-beton berongga. Sarana yang digunakan pada kegiatan ini adalah kapal nelayan untuk mengangkut dan membawa perlengkapan atraktor tersebut.

Waktu dan Tempat

Kegiatan dilaksanakan mulai Februari – Desember 2024 di perairan wilayah Warureja Kabupaten Tegal (Gambar 1) yang dibagi dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah tahap identifikasi kelompok target dan model spesifik atraktor, tahap kedua berupa perakitan dan pemasangan bambu dan beton, tahap ketiga indeks keragaman ikan dan persepsi nelayan. Kelompok target dari kegiatan ini adalah KUB Nelayan yang berlokasi di Kabupaten Tegal.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Analisis Data

Pengumpulan data dilakukan melalui survei lapang, dimana peneliti melakukan observasi langsung untuk mengumpulkan data, kemudian menganalisis dan menafsirkan data tersebut (Sugiyono, 2010). Metode pengambilan data pada penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dengan beberapa cara: observasi lapang dan wawancara terstruktur dengan responden nelayan sebanyak 30 orang menggunakan kuesioner. Data sekunder diperoleh dari berbagai macam informasi dari data Tempat Pelelangan Ikan (TPI), Dinas Perikanan daerah, dan Asosiasi Nelayan.

Metode monitoring yang digunakan pada kegiatan ini adalah pengamatan atraktor untuk mengetahui jenis biota, *experimental fishing* dengan pancing dengan umpan udang, bubu, dan jala tebar untuk mengetahui spesies yang berada di lingkungan ini. Sumber data pada monitoring dan evaluasi ini adalah:

Survei darat, nelayan yang memanfaatkan atraktor bambu-beton berongga di fokuskan kepada nelayan pancing dan kelompok nelayan perikanan.

Survei laut, kegiatan monitoring di perairan Warureja dilaksanakan setiap 2 minggu sekali dari nelayan yang memancing di atraktor buatan.

Analisis Data Kelimpahan Ikan

Kelimpahan ikan yang di peroleh melalui monitoring secara visual yaitu :

$$N = \frac{ni}{A}$$

Keterangan

- N : kelimpahan ikan (individu/ trip)
Ni : jumlah individu ikan jenis ke -i
A : luas area sensus

$$\text{Indeks Keragaman } H = \sum_{i=1}^s (Pi) (\ln Pi)$$

Keterangan

- Pi : $\Sigma ni/N$
H : indeks keragaman (*Shannon—Wiener*)
Pi : jumlah individu suatu spesies/jumlah total seluruh spesies
ni : jumlah individu ke-i
N : jumlah total individu

Kriteria Indeks Keragaman *Shannon – Wiener* (Rahayu *et al.*, 2023) dibagi menjadi tiga yaitu

- H < 1 : keragaman rendah
1 < H < 3 : keragaman sedang
H > 3 : keragaman tinggi

Selanjutnya rumus Indeks dominansi dihitung dengan cara berikut

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

Keterangan

- C : indeks dominansi Simpson
- ni : jumlah individu spesies ke-i
- N : jumlah individu semua spesies

Kriteria Indeks Dominansi Simpson (Sudrajat, *et al.*, 2019) adalah sebagai berikut

- $D < 0,4$: dominansi kecil
- $0,4 \leq D \leq 0,6$: dominansi sedang
- $> 0,6$: dominansi tinggi

Persepsi Nelayan

Persepsi nelayan yang berkunjung memancing, dan dari KUB tentang keberadaan atraktor bambu-beton berongga diwawancara terstruktur dengan bantuan koisioner berkaitan dengan beberapa domain: alat tangkap, produktifitas, keberlanjutan, lingkungan, dan habitat. Data dianalisis dengan metode skoring 5 satuan yaitu sangat setuju (SS) nilai skor 5, setuju (S) nilai skor 4, netral (N) nilai skor 3, tidak setuju (TS) nilai skor 2, dan sangat tidak setuju (STS) nilai skor 1. Persepsi menjadi acuan dalam mengambil suatu kebijakan, karena di dasari pengetahuan dan pengalaman para pelaku. Penggunaan skala Likert mempermudah dalam aspek pembobotan. Adapun daftar list koisionernya adalah sebagai berikut

Tabel 1. Daftar Pertanyaan

No	Pertanyaan persepsi nelayan terhadap habitat buatan di Kabupaten Tegal	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Atraktor buatan berguna untuk perbaikan ekosistem perikanan pantai					
2	Hasil tangkapan mengalami peningkatan					
3	Atraktor buatan sebagai tempat berkumpul ikan					
4	Banyak ikan ekonomis penting berkumpul di habitat ikan					
5	Kualitas perairan Tegal dalam kondisi baik					
6	Perubahan iklim mempengaruhi hasil tangkapan					
7	Atraktor buatan bisa bertahan lebih dari 1 tahun					
8	Biaya pembuatan atraktor buatan murah					
9	Lokasi penangkapan ikan menjadi lebih dekat dengan pelabuhan					
10	Atraktor buatan bisa di kembangkan menjadi wisata pemancingan					
11	Atraktor buatan bisa untuk budidaya kerang hijau					
12	Atraktor buatan tidak menimbulkan konflik sosial nelayan					
13	Penggunaan untuk wisata bahari pemancingan					

14	Atraktor buatan mengubah nelayan pukat menjadi nelayan pancing					
15	Atraktor buatan sebagai perbaikan lingkungan perairan berkelanjutan					

Keterangan

Pilihlah jawaban: 5. Sangat Setuju, 4. Setuju, 3. Netral, 2. Tidak Setuju, 1. Sangat Tidak Setuju

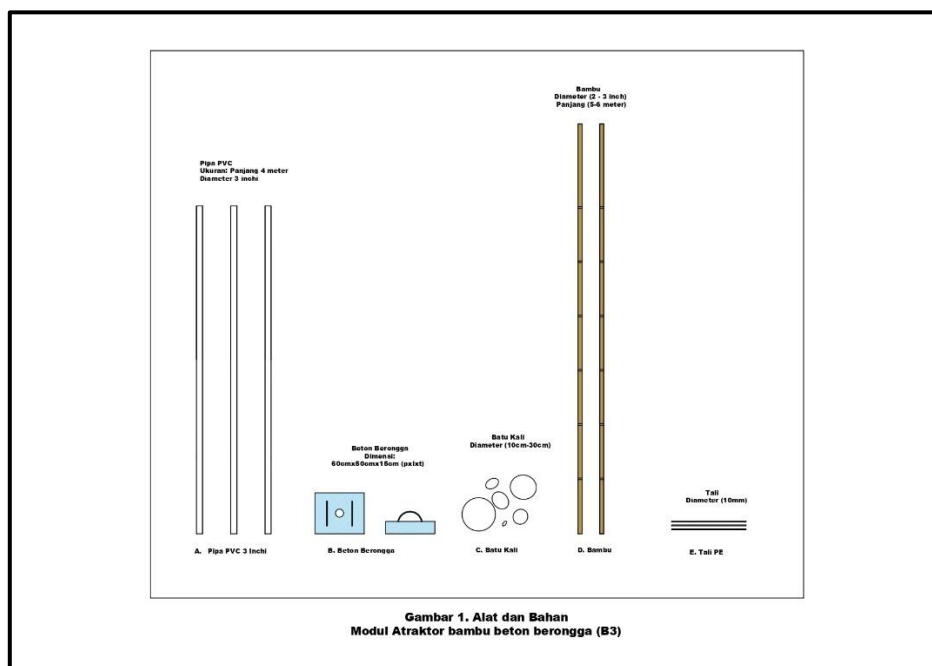
Hasil dan Pembahasan

Hasil

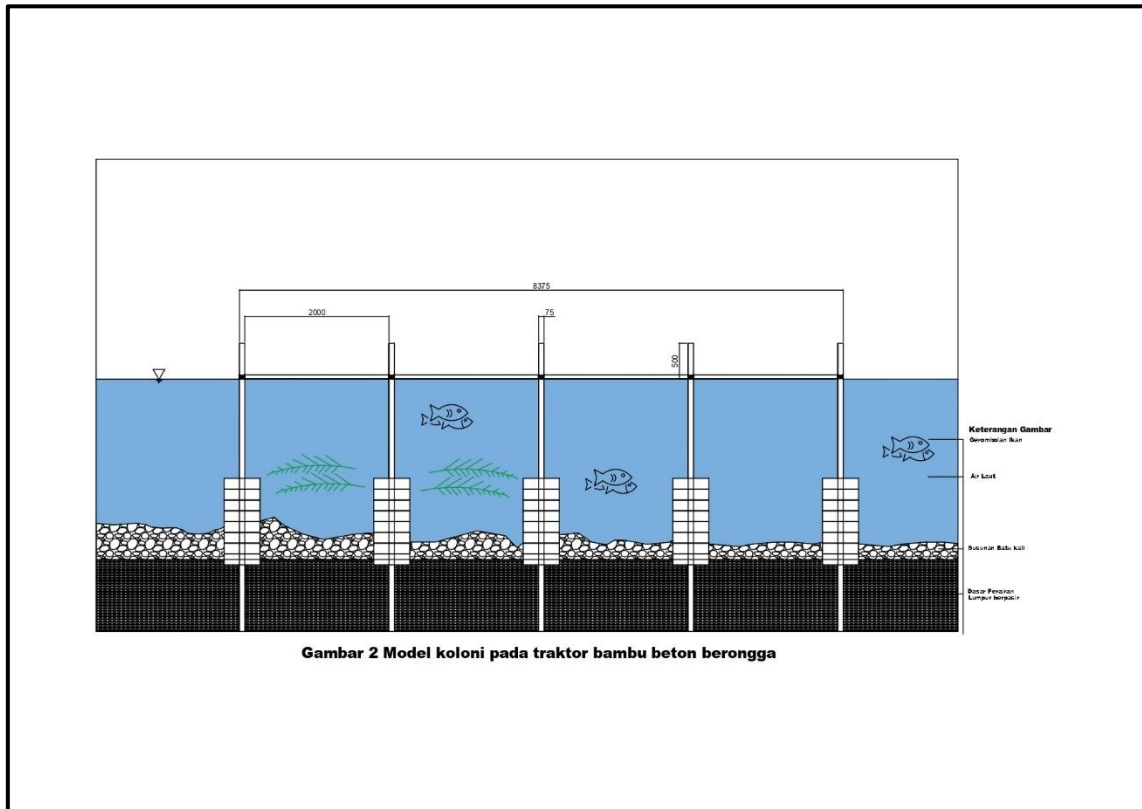
Rancang Bangun Atraktor Bambu-Beton Berongga

Rancangan atraktor buatan dari berbagai wilayah mempunyai tujuan utama yaitu mengumpulkan ikan dan menjadikan sebagai target tangkapan. Pemilihan bahan dan lokasi menjadi kunci sukses atraktor yang bisa memberi dampak positif bagi lingkungan perairan serta kesejahteraan nelayan. Atraktor sebaiknya berbahan dasar alami sehingga tidak merusak lingkungan.

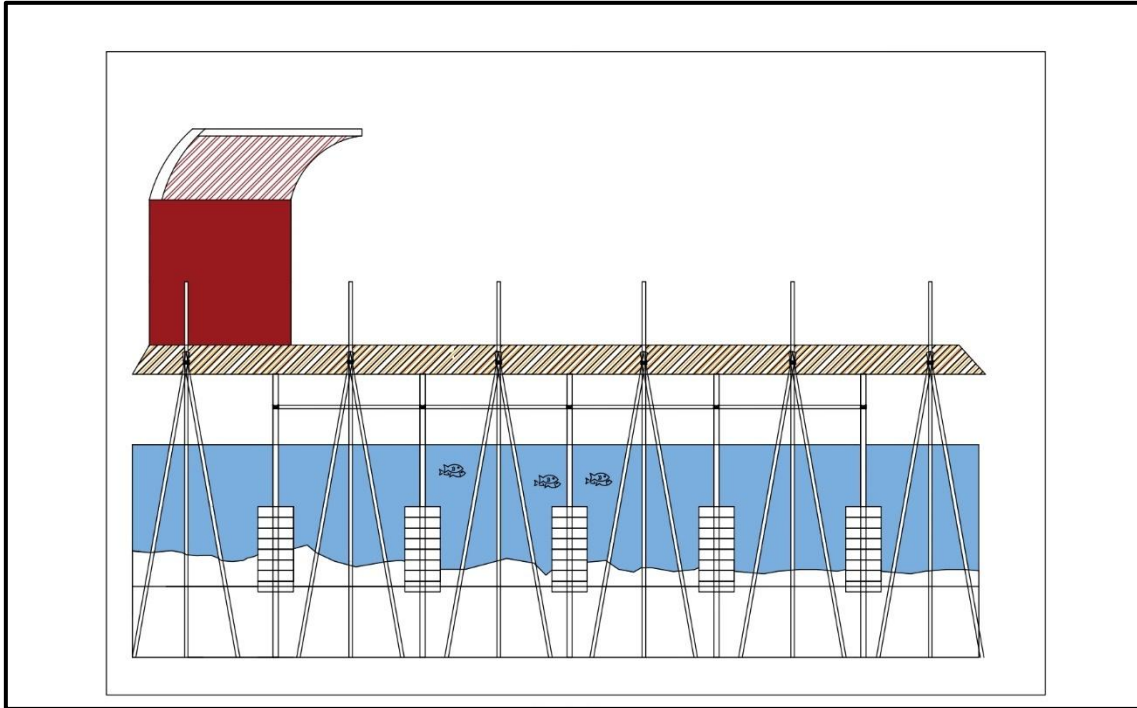
Pemilihan lokasi di perairan Warureja Kabupaten Tegal Provinsi Jawa Tengah memberikan tantangan tersendiri bagi kemajuan riset bidang perikanan tangkap. Pengembangan atraktor buatan diharapkan memberikan dampak sebagai pelindung daerah asuhan (*nursery ground*) serta menjaga keanekaragaman hayati biota pada perikanan pantai.



Gambar 2. Bahan Atraktor



Gambar 3. Rancangan Model Atraktor B3



Gambar 4. Layout Desain Bambu-Beton Berongga

Gambar 3 menunjukkan penampang atraktor bambu-beton berongga di jalur penangkapan ikan 1A perairan Warureja Kabupaten Tegal. Beton berongga dengan dimensi 60x50x15 cm ditumpuk, kemudian dimasukkan pipa pralon, dan disiapkan lebih dulu. Kemudian ditaruh di perairan didasar perairan dan ditimbun batu kali. Satu set atraktor bambu-beton berongga terdiri atas 5 buah beton berongga yang masing-masing berjarak 2 meter. Bambu dipasang di sekeliling beton-berongga tersebut, dan sebagai pancang/penguat landasan pemancing sebagaimana Gambar 4. Selanjutnya jaring bekas diikat di sekeliling bambu dan beton berongga. Transfer teknologi ini ke pelaku usaha perikanan diharapkan dapat menumbuhkan kesejahteraan nelayan, dan perbaikan ekosistem kerusakan akibat alat penangkap ikan yang tidak ramah lingkungan.

Indek Keragaman

Berdasarkan hasil pengamatan 2 minggu didapatkan 233 ekor dari 12 jenis spesies ikan, tersaji dalam tabel berikut

Tabel 2. Spesies Hasil Pengamatan

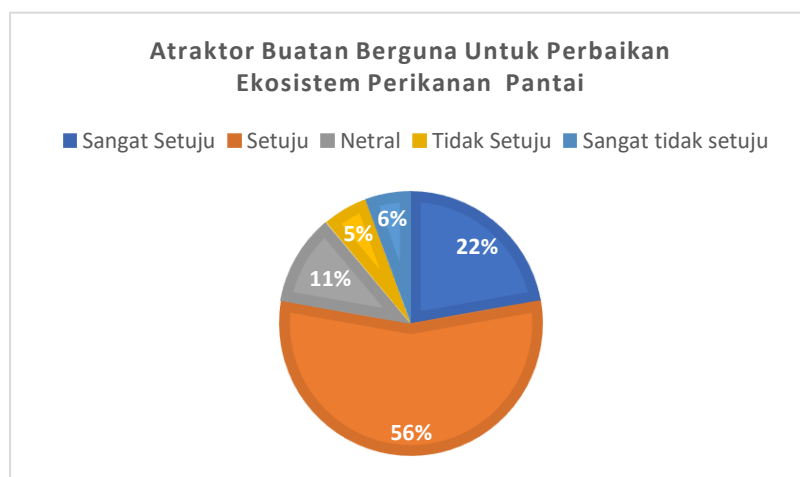
No	Nama Spesies	Nama Latin	Total	Kelimpahan Relatif	Pi	LnPi	Pi(LnPi)
1	Baramundi	<i>Lates calcarifer</i>	19	8,15%	0,0815	-2,5066	-0,2044
2	Gulamah	<i>Sciaenidae</i>	107	45,92%	0,4592	-0,7782	-0,3574
3	Buntal laut	<i>Tetraodontidae</i>	27	11,59%	0,1159	-2,1552	-0,2497
4	Kuro	<i>Polynemidae</i>	23	9,87%	0,0987	-2,3155	-0,2286
5	Pari	<i>Pastinachus sephen</i>	4	1,72%	0,0172	-4,0647	-0,0698

6	Ketang-ketang	<i>Scatophagus argus</i>	18	7,73%	0,0773	-2,5607	-0,1978
7	Tembang	<i>Sardinella fimbriata</i>	6	2,58%	0,0258	-3,6593	-0,0942
8	Belanak	<i>Mugilidae</i>	9	3,86%	0,0386	-3,2538	-0,1257
9	Rajungan	<i>Portunus pelagicus</i>	6	2,58%	0,0258	-3,6593	-0,0942
10	Sembilang	<i>Plotosidae</i>	7	3,00%	0,0300	-3,5051	-0,1053
11	Kerapu	<i>Epinephelidae</i>	1	0,43%	0,0043	-5,451	-0,0234
12	Teri	<i>Engraulis spp</i>	6	2,58%	0,0258	-3,6593	-0,0942
			233				1,8447

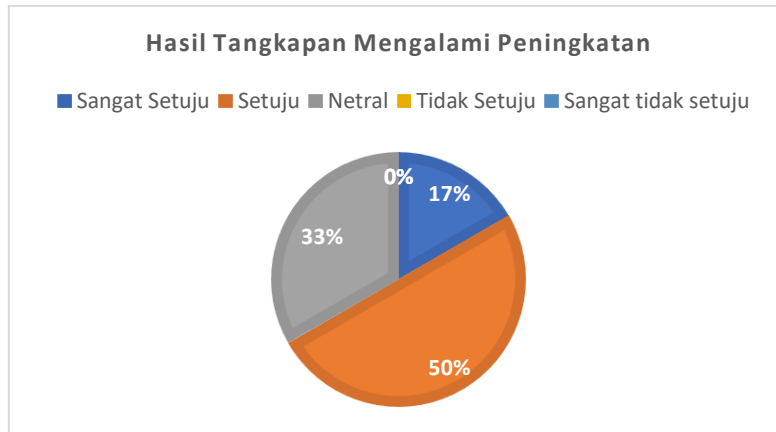
Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai indek keragaman dalam kategori sedang, hal ini sependapat dengan penelitian (Ridho & Patriono, 2017) pada perairan pantai tergolong indek keragaman sedang, maka kelimpahan jenisnya menjadi tinggi. Nilai kelimpahan relatif tertinggi yaitu ikan gulamah dengan 107 ekor ikan atau 45,93 %, sedangkan nilai kelimpahan relatif terkecil adalah ikan kerapu 0,43%.

Persepsi Nelayan Pemancing

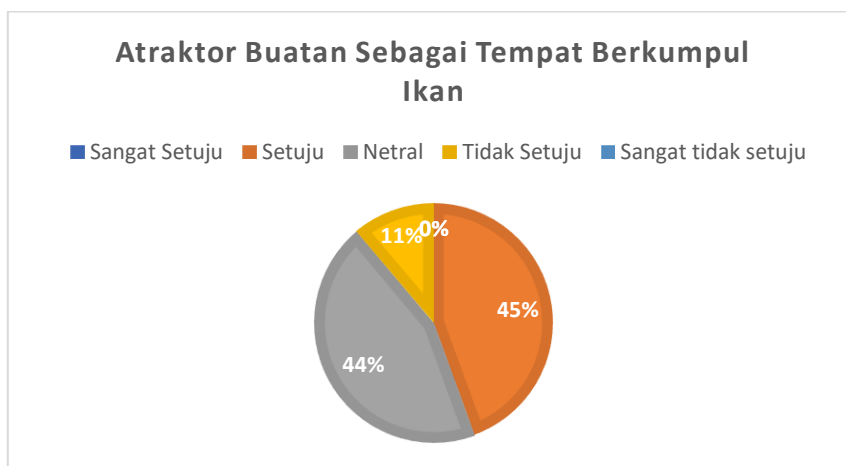
Nelayan pemancing di Kecamatan Warureja yang ikut dalam kegiatan penangkapan ikan di atraktor bambu-beton berongga tergolong menjadi 2 yaitu nelayan penuh dan nelayan sambilan. Atraktor bambu-beton berongga digunakan oleh penduduk sekitar sebagai tujuan wisata pemancingan. Selama penelitian, nelayan dan pemancing sambilan berkunjung ke atraktor ini berangkat dengan *one day fishing*, dan sebagai responden.



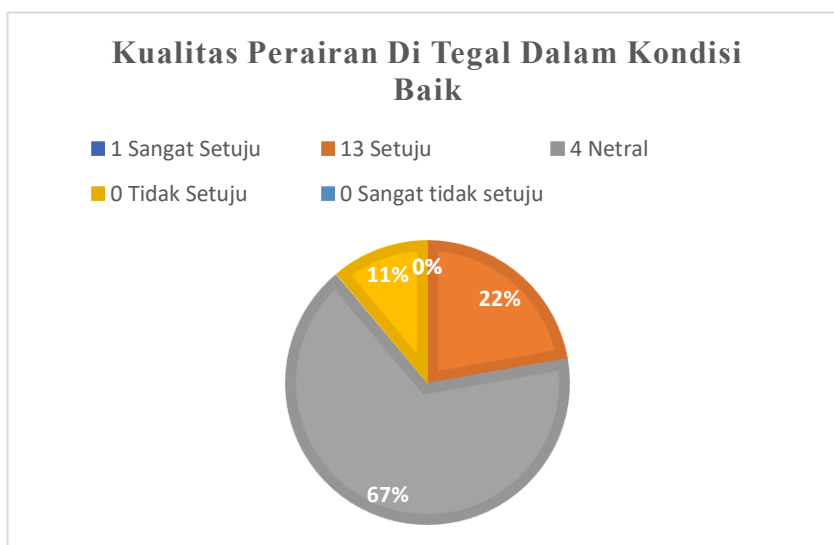
Gambar 5. Atraktor buatan untuk perbaikan ekosistem



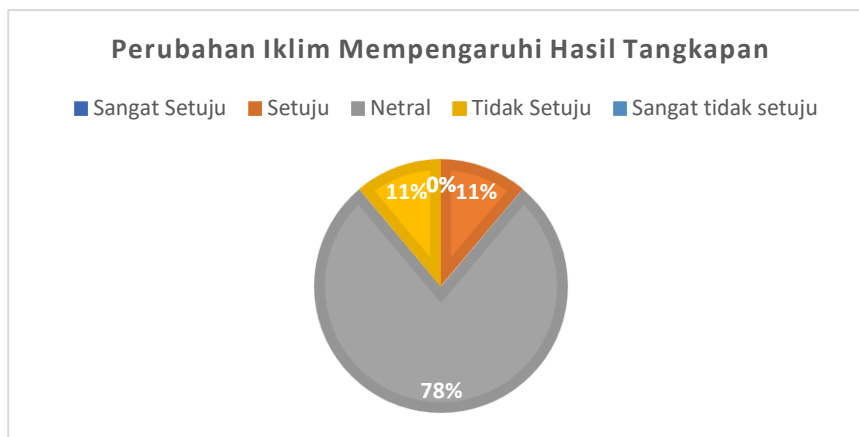
Gambar 6. Hasil tangkapan mengalami peningkatan



Gambar 7. Atraktor buatan sebagai tempat berkumpul ikan



Gambar 8. Kualitas perairan di Tegal dalam kondisi baik



Gambar 9. Perubahan iklim mempengaruhi hasil tangkapan

Dari gambar diagram pie di atas menunjukkan bahwa persepsi nelayan terhadap atraktor bambu-beton berongga mempunyai berbagai manfaat adalah sebagai berikut

- Nelayan setuju bahwa atraktor dapat digunakan sebagai perbaikan ekosistem, khususnya di daerah perairan Kabupaten Tegal.
- Nelayan setuju atraktor sangat banyak manfaatnya terutama meningkatkan hasil tangkapan, tempat berkumpul ikan, pada zona 1 A daerah penangkapan ikan, dan sebagai awal pengembangan wisata bahari atau pemancingan.

Pembahasan

Peran atraktor bambu-beton berongga

Peningkatan kelimpahan dan keanekaragaman selaras dengan konsep atraktor sebagai struktur yang memfasilitasi pengumpulan ikan dan menyediakan mikrohabitat, sehingga meningkatkan peluang ikan untuk beraktivitas (feeding, sheltering) di sekitar atraktor (Riyadi, 2010; Fabi *et al.*, 2011). Bambu adalah bahan alami, mudah diperoleh, murah, dan biodegradable.

Temuan ini sejalan dengan literatur yang menempatkan atraktor sebagai komponen pendukung pada alat tangkap yang mengandalkan agregasi ikan. Kombinasi bambu (sifat alami) dan beton berongga (rugositas, pori) menciptakan gradien celah untuk juvenil dan ikan kecil, serta substrat bagi biota benthik (Amrullah & Putrananda, 2018; Ayob *et al.*, 2003). Kolonisasi organisme penempel meningkatkan kualitas habitat dan menjadi basis pakan.

Implikasi terhadap keberlanjutan stok ikan

Adanya rongga dan penutup biota benthik mendukung fase awal kehidupan ikan (habitat tambahan bagi juvenil), berpotensi meningkatkan rekrutmen lokal jika tekanan penangkapan tetap terkelola (Yanuar & Aunurohim, 2015; Tahapary & Marrasabesy,

2023). Atraktor meningkatkan efisiensi penangkapan di sekitarnya, namun penempatan area kontrol dan pembatasan effort diperlukan agar tidak memicu overfishing lokal (Kambey *et al.*, 2017; Ayob *et al.*, 2003). Pendekatan ini sejalan dengan prinsip perikanan berbasis ekosistem yang menyeimbangkan produktivitas dengan konservasi habitat (Hermawan *et al.*, 2022).

Kinerja operasional dan aspek teknis

Desain rangka bambu dengan modul beton berongga terbukti stabil di arus sedang, kebutuhan perawatan minimal misalnya pengencangan ikatan. Beton memberikan daya tahan terhadap arus, sedangkan bambu memperkaya fungsi ekologis. Peningkatan hasil di sekitar atraktor konsisten dengan bukti bahwa modifikasi konstruksi atau penambahan atraktor dapat meningkatkan efektivitas alat tangkap, selama effort dikendalikan dan selektivitas diperhatikan (Rumpa *et al.*, 2022; Dollu *et al.*, 2023).

Kesimpulan

Pengembangan atraktor bambu-beton berongga digunakan sebagai sarana teknologi terbaru dalam pembuatan alat bantu penangkapan ikan, dengan penambahan beton berongga bisa memberikan dampak penggunaan yang lebih lama.

Nilai Indek keragaman biota perikanan pada atraktor di perairan Warureja Kabupaten Tegal menunjukkan angka 1,84 atau dalam kategori sedang. Pada perairan pantai tergolong indek keragaman sedang, maka kelimpahan jenisnya tinggi. Nilai kelimpahan relatif tertinggi yaitu ikan gulamah (*Sciaenidae*) dengan 107 ekor ikan atau 45,93 %, sedangkan nilai kelimpahan relatif terkecil adalah ikan kerapu (*Epinephelidae*) 0,43%. Persepsi masyarakat terhadap atraktor bambu-beton berongga menyetujui pengembangan alat bantu penangkapan tersebut sebagai upaya peningkatan stok ikan berkelanjutan dan Kabupaten Tegal.

Ucapan terima kasih

Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan yang telah memberi dukungan dana hingga terlaksananya penelitian ini, masyarakat Kecamatan Warureja Kabupaten Tegal yang telah berpartisipasi dalam proses konstruksi bambu-beton berongga, dan pengisian kuesioner.

Daftar Pustaka

Amrullah MY, Putrananda H. 2018. Kelimpahan Ikan Karang Pada Terumbu Karang Buatan Di Lokasi Yang Berbeda Perairan Kota Padang. *UNES Journal of Scientech Research*, 3(1): 1–8.

Ayob MAA, Ali M, Nadia H, Arshad AHHA. 2003. Development of Artificial Reefs in Southeast Asia: Malaysia in focus. *Fish for the People*, 21(1): 16–26. <http://hdl.handle.net/20.500.12066/7354>.

Dollu EA, Plaimo PE, Wabang IL, Kurang RY. 2023. Efektivitas pemanfaatan

- rumpon pada operasi penangkapan ikan di Perairan Kabola Kabupaten Alor Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*, 8(1): 19–24.
- Fabi G, Spagnolo A, Bellan-Santini D, Charbonnel E, Ali B, Garc JG, Jensen AC, Kallianiotis A, dos Santos MN. 2011. Overview on artificial reefs in Europe. *Brazilian Journal of Oceanography*, 59(1): 155–166. <https://doi.org/10.1590/s1679-87592011000500017>.
- Handayani M, Sukandar S. 2022. Komposisi Jenis Ikan di Fish Apartment Perairan Situbondo. *Journal of Marine Research*, 11(4): 567–576. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i3.34195>.
- Hermawan F, Suharyanto, Baskoro MS. 2020. Bioeconomic model of largehead hairtail fisheries (*Trichiurus lepturus*) in Cilacap Waters, Central Java, Indonesia: as an approach to fisheries management. *AACL Bioflux*, 13(2): 684–693.
- Isdianto A, Luthfi OM. 2019. Persepsi dan Pola Adaptasi Masyarakat Teluk Popoh Terhadap Perubahan Iklim. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 5(2): 123-130. <https://doi.org/10.20956/jiks.v5i2.8935>.
- Isoni W, Pramudia Z, Bahri AS, Risqiana MA, Maulida N, Irawandani TD. 2023. Comparative study of the application fish apartments in Situbondo and Probolinggo, East Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(7): 4034–4045. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240741>.
- Kambey AD, Bataragoa NE, Wantasen AS. 2017. Kajian Penempatan Terumbu Buatan Dari Bahan Bambu ‘Bamboreef’ Di Perairan Malalayang Dua Kecamatan Malalayang Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Platax*, 5(1): 43-48.
- KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan). 2015. *Per Men KP 2/2015: Larangan Penggunaan Alat Penangkapan Ikan Pukat Hela (Trawls) Dan Pukat Tarik (Seine Nets) Di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia*.
- KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan). 2022. *Kep Men KP 19/2022: Tentang estimasi potensi sumber daya ikan, jumlah tangkapan yang diperbolehkan, dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia*.
- Mahyam AA, Sollahuddin MI, Jamaludin AR, Ibrahim. 2004. *A Guide To Make And Set Durable Artificial Reef Fish Aggregating Devices (ARFADs) For Coastal Areas*. Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC) / Marine Fishery Resources Development and Management Department (MFRDMD). 50p
- Muhaimin, Rumkel N, Karianga H, Adhyaksa A. 2023. Peningkatan Pemahaman Masyarakat Tentang Teknologi, Administrasi di

- Padukuhan Pledesan. *Khairun Journal of Advocacy and Legal Services*, 1(2): 65–70.
- Rahayu M, Rizal M, Hafinuddin, Bahri S, Khairi I, Fuadi A, Zakaria M, Sarong MA. 2023. Analisis Indeks Keragaman Hasil Tangkapan pada Rumpon Berbasis Sumberdaya Lokal di Perairan Kuala Daya Kabupaten Aceh Jaya. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 7(2): 175–190. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2023.vol.7.no.2.303>.
- Ramdhani NM, Sondita F, Nurani TW. 2022. Strategies to Develop Catch Quota Monitoring System in Indonesian Fisheries. *Marine Fisheries*, 13(1): 15–29. www.ccsbt.org.
- Ridho MR, Patriono E. 2017. Keanekaragaman Jenis Ikan di Estuaria Sungai Musi, Pesisir Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 19(1): 45–56.
- Riyadi A. 2010. Penerapan Terumbu Karang Buatan (rumpon) Di Perairan Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*, 5(2): 63–71.
- Rizal M. 2017. Light Emitting Diode (LED) Hijau dan Pengaruhnya Terhadap Pengurangan Bycatch pada Perikanan Gillnet di Perairan Paloh. *Marine Fisheries*, 8(1): 73–86.
- Rumpa A, Najamuddin, Safruddin, Hajar MAI. 2022. Studying the relationship of immersion duration and the characteristics of natural materials FAD to fish aggregation in the sea. *Biodiversitas*, 23(10): 5481–5490. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231060>.
- Simbolon D. 2019. *Daerah Penangkapan Ikan: Perencanaan, Degradasi dan Pengelolaan*. Bogor. IPB Press. 246p
- Sudarmo AP, Baskoro MS, Wiryawan B, Monintja DR. 2013. Perikanan Skala Kecil : Proses Pengambilan Keputusan Nelayan Dalam kaitanya Dengan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penangkapan Ikan. *Marine Fisheries*, 4(2):195–200.
- Sudrajat D, Baskoro MS, Zulkarnaian, Yusfidayani R. 2019. Asosiasi Ikan Karang Pada Atraktor Cumi-Cumi Berbahan Pipa PVC. *Jurnal Kelautan Nasional*, 14(2): 113–124. <https://doi.org/10.15578/jkn.v14i2.7234>.
- Suliswati R, Tarigan SAR. 2021. Mewujudkan wisata berkelanjutan di Taman Nasional Karimunjawa. *Journal of Empowerment Community and Education*, 1(3): 235–242.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung. Alfabeta. 334p
- Syah A, Fitrisia A. 2021. Perpindahan Mata Pencarian Masyarakat Nelayan di Pesisir Pantai Maligi Tahun 2010-2017. *Jurnal Kronologi*, 3(1): 252–262. <https://doi.org/10.24036/jk.v3i1.113>.

Tahapary J, Marasabessy F. 2023. Tropik Level Ikan Karang Di Rumah Ikan.
Jurnal Perikanan Kamasan, 3(2): 92–99.

Yanuar A, Aunurohim. 2015. Komunitas Ikan Karang pada Tiga Model
Terumbu (Artificial Reef) di Perairan Pasir Putih Situbondo Jawa
Timur. *Jurnal Sains dan Seni*, 4(1):45-56