

Pharella Acutidens Clams Population Dynamic in Mangrove Ekosistem, Cempi Bay, Woja District, Dompu Regency, West Nusa Tenggara

Awan Dermawan^{1*} & Zaenal Abidin¹

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : November 02th, 2024

Revised : November 30th, 2024

Accepted : December 14th, 2024

*Corresponding Author: **Awaan Dermawan**, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia; awan.dermawan@unram.ac.id
Email: jb.tropis@unram.ac.id

Abstract: This study examines the growth of the *Pharella acutidens* clam in mangrove ecosystem of Cempi Bay, which has a habit of living in the substrate with a vertical shell position. These clams emit siphons when the hole they live is waterlogged to obtain food. Field observations showed that the depth of the *Pharella acutidens* hole was strongly influenced by the tide. During high tide, the clam moves close to the surface up to 10 cm from the substrate, while during low tide, the clam can bury itself to a maximum depth of 70 cm and a minimum of 25 cm. The minimum shell length recorded was 4.90 cm, while the maximum length of *Pharella acutidens* clams was 9.30 cm. the highest L_{∞} (9,71) and K (0.45) is found in locations that are densely vegetated, the lowest L_{∞} (7,88) and K (0.38) is found in low vegetated locations. There is something interesting because the low-vegetated location and higher disturbance has a relatively high recruitment value.

Keywords: Bivalves population, clam growth, estuary resource stock, mangrove organism.

Pendahuluan

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang unik dan memiliki nilai ekologis yang tinggi. Ekosistem ini berkembang di wilayah intertidal tropis dan subtropis yang dipengaruhi oleh pasang surut, menyediakan habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna khas (Kathiresan & Bingham, 2001). Mangrove memainkan peran penting dalam melindungi garis pantai dari abrasi, menyerap karbon, mendukung siklus nutrisi, dan meningkatkan produktivitas perikanan lokal. Kawasan Asia Tenggara, termasuk Indonesia, merupakan salah satu wilayah dengan luas hutan mangrove terbesar di dunia, menjadikannya hotspot keanekaragaman hayati global (Primavera *et al.*, 2018).

Mangrove mendukung keberagaman hayati yang signifikan melalui fungsi ekosistemnya yang kompleks dan dinamis. Berbagai spesies organisme hidup di lingkungan mangrove, mulai dari flora seperti pohon bakau hingga fauna seperti kepiting, ikan, dan kerang. Salah satu organisme kerang yang ditemukan

dalam ekosistem mangrove adalah kerang *Pharella acutidens*. Kerang ini termasuk dalam komunitas bivalvia yang hidup di substrat mangrove. Selain itu, *Pharella acutidens* berperan penting dalam siklus biogeokimia dan interaksi trofik di dalam ekosistem ini (Smith *et al.*, 2017). Organisme seperti *Pharella acutidens* membantu meningkatkan sirkulasi oksigen dalam substrat dan mendukung pertukaran nutrisi, yang berkontribusi terhadap stabilitas ekosistem mangrove (Ginantra *et al.*, 2020).

Pharella acutidens sebagai epifauna memiliki kontribusi dalam mendukung fungsi ekosistem mangrove. Salah satu peran ekologis utama spesies ini adalah membantu meningkatkan kualitas substrat mangrove melalui aktivitas penggalian dan pergerakannya. Aktivitas ini tidak hanya meningkatkan sirkulasi oksigen di dalam substrat tetapi juga memfasilitasi pertukaran gas dan nutrisi yang penting bagi organisme lain (Smith *et al.*, 2017). Proses ini memainkan peran penting dalam siklus karbon dan nitrogen di ekosistem mangrove, yang pada gilirannya mendukung produktivitas

primer dan stabilitas ekologis. *Pharella acutidens* juga menjadi bagian penting dalam jaringan makanan pada ekosistem mangrove. Kerang ini menjadi sumber makanan bagi berbagai predator, seperti kepiting, burung, dan ikan. Posisi *Pharella acutidens* dalam jaring makanan ini menunjukkan pentingnya spesies ini dalam mendukung dinamika trofik di ekosistem mangrove (Kathiresan & Bingham, 2001).

Meskipun banyak penelitian telah membahas fungsi ekosistem mangrove secara umum dan biota didalamnya, namun penelitian spesifik tentang peran dan kontribusi *Pharella acutidens* masih terbatas. Studi sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Tanaka et al. (2019) menyoroti pentingnya fauna penggali dalam mendukung siklus biogeokimia, tetapi spesifikasi tentang peran *Pharella acutidens* belum dijelaskan secara rinci. Studi lain oleh Bui et al. (2020) menunjukkan pentingnya interaksi trofik di ekosistem mangrove, namun kontribusi *Pharella acutidens* dalam mendukung jaringan makanan mangrove belum menjadi fokus utama. Selain itu, Nugroho et al., (2022) menekankan perlunya penelitian lebih lanjut tentang interaksi spesifik antara organisme mangrove dan ekosistem mereka, terutama dalam konteks perubahan lingkungan dan tekanan antropogenik.

Beberapa penelitian dalam lima tahun terakhir telah menunjukkan urgensi untuk memahami lebih dalam tentang keanekaragaman hayati mangrove dan peran spesifik organisme tertentu. Contohnya, penelitian oleh Sillanpaa et al., (2021) mengidentifikasi dampak penurunan habitat mangrove terhadap keanekaragaman hayati epifauna, termasuk *Pharella acutidens*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tekanan antropogenik seperti konversi lahan dan polusi berdampak langsung pada distribusi dan populasi spesies ini. Selain itu, studi oleh Zuazo et al., (2023) menyoroti bagaimana perubahan kualitas substrat akibat aktivitas manusia dapat memengaruhi fungsi ekologi spesies bivalvia dalam mendukung siklus biogeokimia.

Studi-studi ini menunjukkan bahwa *Pharella acutidens* memiliki peran penting yang masih kurang dieksplorasi sepenuhnya, terutama dalam konteks ekologi dan pangan. Dengan demikian, diperlukan penelitian yang lebih mendalam untuk mengeksplorasi dinamika populasi kerang *Pharella acutidens* dalam ekosistem mangrove khususnya di Teluk Cempì.

Penelitian ini secara spesifik bertujuan untuk 1) menganalisis kelimpahan kerang *Pharella acutidens* dalam suatu ekosistem mangrove. 2) Menganalisis pola pertumbuhan kerang *Pharella acutidens*. 3) Menganalisis dampak perubahan lingkungan terhadap kemungkinan tertangkapnya (*probability of capture*) kerang *Pharella acutidens*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru yang berguna untuk mendukung pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan dan pengelolaan sumber daya hayati di kawasan pesisir.

Ekosistem mangrove adalah lingkungan yang kompleks dan dinamis yang mendukung beragam flora dan fauna, yang masing-masing memainkan peran penting dalam keseimbangan dan fungsi ekosistem secara keseluruhan. *Pharella acutidens* merupakan spesies kerang yang umumnya ditemukan di hutan mangrove di Indonesia (Ginantra et al., 2020). *Pharella acutidens* adalah salah satu organisme yang memiliki posisi penting dalam komunitas hewan perairan mangrove. (Kathiresan & Bingham, 2001). *Pharella acutidens*, sebagai anggota komunitas epifauna ini, berkontribusi terhadap keanekaragaman hayati dan proses ekologi di dalam ekosistem mangrove.

Kehadiran *Pharella acutidens*, bersama dengan organisme penggali lainnya, dapat membantu meningkatkan sirkulasi oksigen dalam sedimen, memfasilitasi pertukaran nutrisi dan gas, yang sangat penting untuk kestabilan ekosistem mangrove secara keseluruhan. (Smith et al., 2017). Selain peran langsungnya dalam dinamika sedimen, *Pharella acutidens* juga berfungsi sebagai sumber makanan bagi berbagai predator, termasuk kepiting, burung, dan organisme laut lainnya. Posisi ini dalam jaring makanan mangrove menyoroti pentingnya penelitian terkait pertumbuhan *Pharella acutidens* dalam mendukung interaksi trofik yang ada pada ekosistem mangrove.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini berlangsung selama tujuh bulan, mulai dari Mei sampai November 2015, di ekosistem Mangrove Teluk Cempì. Data dikumpulkan menggunakan teknik purposive sampling yang difokuskan pada keberadaan

kerang *Pharella acutidens* di lokasi penelitian. Penelitian mencakup enam stasiun (lihat Gambar 1), penempatan transek ditentukan secara purposive dengan memilih lokasi secara sengaja untuk dilakukan pengamatan.

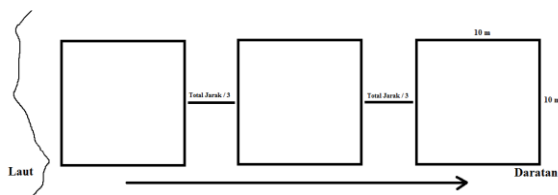
Metode penelitian

Metode yang digunakan adalah metode transek garis berdasarkan pedoman yang dijelaskan oleh Bengen (2001) (dalam Elisabet et al., 2009). Pelaksanaan penelitian dilakukan sebagai berikut:

- Garis acuan dipasang tegak lurus terhadap garis pantai, dimulai dari area terluar pohon mangrove menuju ke arah daratan atau tambak, di setiap stasiun.
- Pada setiap stasiun terdapat tiga sub-stasiun atau petak pengamatan berukuran 10 x 10 meter, dengan posisi ditentukan berdasarkan pembagian jarak total lintasan menjadi tiga bagian yang sama. Jarak antar petak dihitung dari hasil pembagian tersebut.
- Pengamatan dilakukan terhadap kelimpahan dan panjang kerang *P. acutidens*, serta identifikasi vegetasi mangrove di setiap petak sampel. Jumlah individu tegakan mangrove dengan lingkaran batang lebih dari 10 cm dan tinggi lebih dari 1,5 meter dihitung secara terperinci.



Gambar 1. Stasiun Penelitian



Gambar 2. Ilustrasi line transek

Sebelum pengamatan kerang *Pharella acutidens*, transek ditempatkan di dalam area mangrove di masing-masing stasiun (lihat Gambar 2). Transek tersebut digunakan untuk

mengukur populasi *Pharella acutidens*. Pengambilan kerang dilakukan dengan metode yang menyerupai praktik nelayan, yaitu mengamati lubang kerang terlebih dahulu, kemudian menggali dengan menggunakan sekop. Cara ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kesulitan dalam menemukan dan mengambil kerang di setiap stasiun yang memiliki karakteristik vegetasi mangrove yang berbeda-beda.

Cangkang kerang kemudian diukur panjangnya, dan setelah pengukuran, kerang tersebut dikembalikan ke substrat asalnya. Langkah ini bertujuan untuk mengamati sejauh mana penurunan populasi *Pharella acutidens* terjadi di setiap stasiun akibat aktivitas pemanfaatan kerang oleh masyarakat. Bagian ini memaparkan informasi mengenai lokasi dan periode penelitian, peralatan serta bahan yang digunakan, desain penelitian atau hipotesis (jika relevan), prosedur penelitian yang terperinci, dan metode analisis data. Kajian meliputi kelimpahan, pertumbuhan, serta probabilitas tertangkap (*Probability of Capture*) dari *Pharella acutidens*. Untuk menghitung kelimpahan kerang *Pharella acutidens*, digunakan rumus yang merujuk pada Krebs (1978) pada persamaan 1.

$$\text{Kelimpahan} \left(\frac{\text{ind}}{\text{m}^2} \right) = \frac{\text{Jumlah individu suatu spesies}}{\text{Total area pengamatan}} \quad (1)$$

Estimasi pertumbuhan kerang *Pharella acutidens* dianalisis menggunakan metode *Electronic Length Frequency Analysis* (ELEFAN I). Data yang dianalisis berupa distribusi frekuensi panjang cangkang pada setiap kelas panjang (kohort) dengan interval 0,25 cm, yang merupakan interval terkecil dalam aplikasi FiSAT II. Parameter yang dihitung meliputi panjang cangkang maksimum (L_{∞}), koefisien pertumbuhan (K), serta model pertumbuhan yang mengikuti formula Von Bertalanffy sebagaimana dijelaskan oleh Pauly dan David (1981) serta Sparre dan Venema (1999):

$$L(t) = L_{\infty} [1 - \exp(-K(t - t_0))] \quad (2)$$

Usia awal atau usia teoritis saat panjangnya nol (tahun atau bulan) dihitung menggunakan *empirical formula* yang dikemukakan oleh Pauly (1984) pada persamaan 3.

$$\log(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 * \log(L_\infty) - 1,038 * \log(K) \quad (3)$$

Estimasi tingkat mortalitas dilakukan menggunakan metode *Length-Converted Catch Curves* yang diterapkan melalui aplikasi FiSAT II dengan menggunakan formula:

$$\ln(N_i/\Delta t_i) = a + b \cdot t_i \quad (4)$$

Koefisien mortalitas alami per tahun (M) dihitung menggunakan formula empiris yang dikembangkan oleh Pauly (1980):

$$\log(M) = - 0.0066 - 0.279 * \log(L_\infty) + 0.6543 * \log(K) + 0.4634 * \log(T) \quad (5)$$

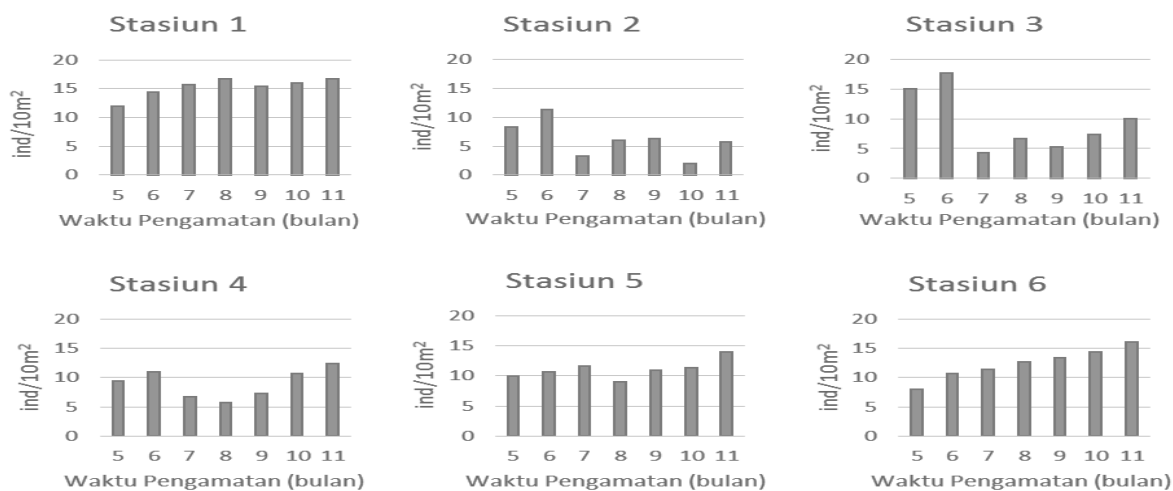
Sparre dan Venema (1999) menjelaskan bahwa Pauly (1980) mengembangkan formula untuk menghitung nilai M (koefisien mortalitas alami per tahun) berdasarkan parameter K (per tahun), L_∞ (cm), dan T (rata-rata suhu dalam derajat Celsius). Meskipun demikian, formula ini

hanya menghasilkan estimasi dengan kategori "estimated qualified" yang lebih cocok untuk analisis stok ikan (*pisces*). Akurasinya dapat menurun jika diterapkan pada spesies non-ikan (*non-pisces*). Oleh karena itu, dalam penelitian ini, analisis mortalitas dilakukan untuk mengidentifikasi kemungkinan kerang tertangkap atau tereksplotasi (*probability of capture*) di setiap lokasi penelitian

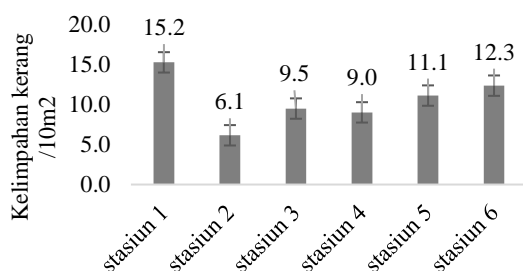
Hasil dan Pembahasan

Kelimpahan dan Distribusi

Sampel diambil satu kali setiap bulan selama periode tujuh bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerang *Pharella acutidens* ditemukan di semua stasiun, meskipun dengan populasi yang bervariasi, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2. Stasiun 1 tercatat memiliki kepadatan *Pharella acutidens* tertinggi, yaitu sebanyak 1,52 individu per meter persegi.



Gambar 3. Fluktuasi Kelimpahan *Pharella acutidens* Setiap Stasiun



Gambar 4. Kelimpahan Kerang *Pharella acutidens*

Gambar 4 menunjukkan bahwa rata-rata kelimpahan tertinggi ditemukan di Stasiun 1, sementara kelimpahan terendah tercatat di Stasiun 2. Variasi kelimpahan *Pharella acutidens* di setiap stasiun diduga dipengaruhi oleh perbedaan habitat, seperti kerapatan dan penutupan vegetasi, jenis mangrove, parameter perairan, serta aktivitas pemanfaatan oleh manusia. Penelitian yang dilakukan oleh Elisabet *et al.*, (2009) pada bivalvia di ekosistem mangrove Sungai Bakau, Riau, menemukan pola

serupa, di mana kelimpahan bivalvia dipengaruhi oleh kerapatan mangrove. Peningkatan kerapatan vegetasi mangrove dilaporkan searah dengan peningkatan kelimpahan bivalvia.

Pola pertumbuhan

Data yang digunakan untuk analisis pertumbuhan *Pharella acutidens* dalam penelitian ini adalah data panjang cangkang bivalvia yang dikelompokkan berdasarkan frekuensi panjang dengan interval kelas sebesar 0,25 cm. Selama periode pengamatan tujuh bulan di enam stasiun, panjang minimum yang tercatat adalah 4,90 cm. Panjang ini diduga merupakan ukuran di mana lubang kerang *Pharella acutidens* mulai terlihat dengan jelas. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami siklus hidup *Pharella acutidens* pada ukuran yang lebih kecil dari panjang minimum yang ditemukan dalam penelitian ini. Panjang maksimum kerang yang tercatat adalah 9,30 cm. Analisis pertumbuhan menggunakan program FiSAT II dengan metode *Electronic Length Frequency Analysis* (ELEFAN I) menghasilkan data yang disajikan dalam Tabel 1.

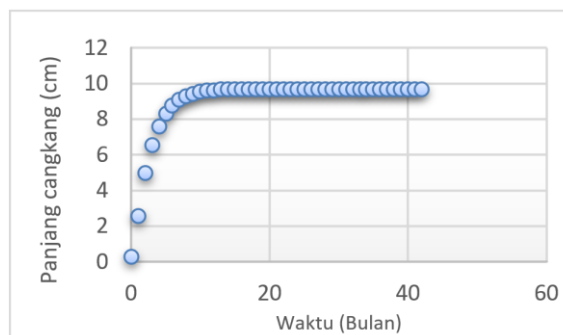
Nilai L_{∞} dan K yang tinggi di Stasiun 1 diduga disebabkan oleh kondisi habitat yang mendukung, seperti vegetasi mangrove yang relatif baik serta minimnya aktivitas eksploitasi kerang di area tersebut. Hal ini memungkinkan *Pharella acutidens* tumbuh hingga mencapai panjang maksimal yang tercatat dalam penelitian ini, yaitu 9,3 cm. Sebaliknya, Stasiun 2 memiliki nilai L_{∞} terendah dibandingkan stasiun lainnya, yaitu 7,88 cm. Hal ini diperkirakan akibat tingginya aktivitas eksploitasi kerang di lokasi tersebut, yang menyebabkan kerang sulit mencapai ukuran panjang maksimal.

Tabel 1. Hasil Analisa pertumbuhan kerang *Pharella acutidens*

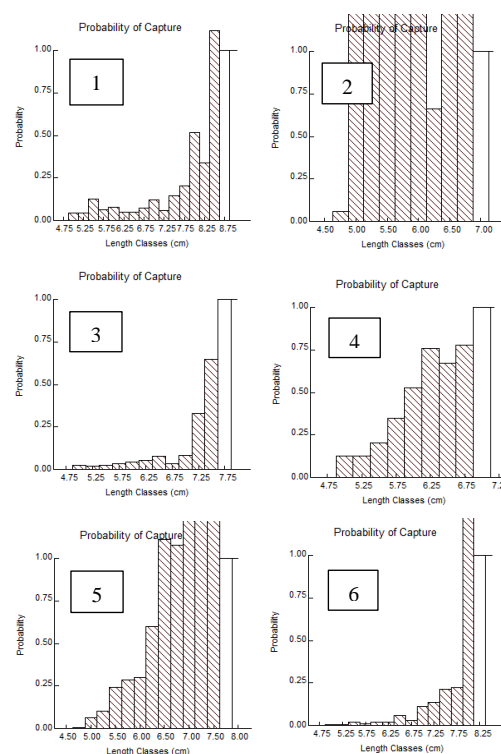
Stasiun	Parameter		
	K (per tahun)	t_0 (tahun)	L_{∞} (cm)
1	0.45	-0.304	9.71
2	0.39	-0.214	7.88
3	0.38	-0.214	8.66
4	0.40	-0.237	8.66
5	0.43	-0.270	8.66
6	0.41	-0.255	9.19

Hasil analisis pertumbuhan dari 1.329 data panjang cangkang yang diperoleh dari seluruh

stasiun dan pengulangan, estimasi umur maksimal (t_{max}) kerang *Pharella acutidens* adalah 3,42 tahun (42 bulan). Dengan menggunakan nilai rata-rata L_{∞} sebesar 9,71 cm dan K sebesar 0,41, pola pertumbuhan kerang *Pharella acutidens* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pola pertumbuhan kerang *Pharella acutidens*



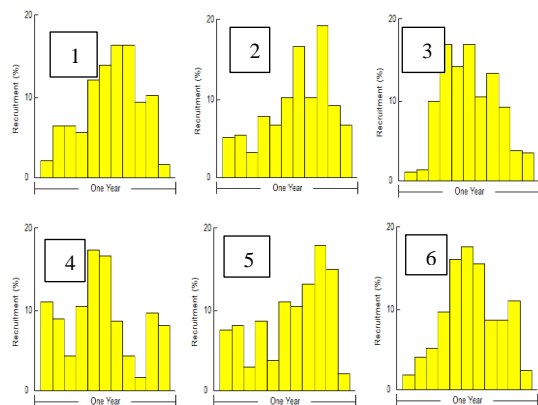
Gambar 6. Rekrutmen Kerang *Pharella acutidens*

Rekrutmen individu baru pada kerang *Pharella acutidens* terjadi sepanjang tahun, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 6. Temuan ini mendukung Efriyeldi (2012) menyatakan *Pharella acutidens* melakukan pemijahan sepanjang tahun. Rekrutmen tertinggi ditemukan di Stasiun 2, yang merupakan stasiun dengan tingkat aktivitas eksploitasi yang tinggi

terkait pemanfaatan mangrove dan kerang *Pharella acutidens*. Sejalan dengan Elliott & Quintino (2007) dan Vasconcelos et al. (2014), yang menjelaskan gangguan yang disebabkan manusia (disturbances) merupakan faktor kompleks yang dapat memicu rekrutmen, guna memperbaharui dan melanjutkan populasi yang ada, terutama pada fauna yang menghuni ekosistem estuari. Tingginya tingkat rekrutmen di Stasiun 2, selain dipengaruhi oleh gangguan, juga diduga terkait dengan luasnya substrat yang tersedia untuk settlement. Rijnsdorp *et al.*, (1992) berpendapat bahwa semakin luas wilayah asuhan (nursery ground), semakin besar pula potensi rekrutmen yang terjadi.

Kemungkinan Tertangkap (*Probability of Capture*)

Analisis kemungkinan tertangkap (*probability of capture*) dilakukan menggunakan aplikasi FiSAT II dengan metode *Length-Converted Catch Curves*. Hasil analisis berupa grafik kemungkinan tertangkap disajikan pada Gambar 7. Berdasarkan analisis, kondisi vegetasi mangrove di masing-masing stasiun diduga berperan sebagai perlindungan alami bagi kerang *Pharella acutidens* dari aktivitas eksploitasi. Grafik *probability of capture* di Stasiun 2 menunjukkan bahwa Sebagian besar kelas panjang kerang di lokasi tersebut memiliki kemungkinan tereksploitasi yang tinggi, dengan nilai probabilitas mendekati 1. Kondisi ini diduga terkait dengan rendahnya kerapatan dan penutupan vegetasi mangrove di Stasiun 2, yang menyebabkan aktivitas eksploitasi kerang di area tersebut menjadi lebih mudah dilakukan.



Gambar 7. Grafik *probability of capture*

Stasiun 1, grafik *probability of capture* menunjukkan nilai probabilitas tertangkap yang relatif rendah. Namun, pada kelas panjang 8,0 cm dan seterusnya, terlihat peningkatan probabilitas tertangkap (probabilitas $\geq 0,50$). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tingginya jumlah individu pada kelas panjang tersebut, yang berkontribusi pada meningkatnya nilai probabilitas tertangkap.

Stasiun 3, meskipun terdapat aktivitas eksploitasi, grafik probabilitas tertangkap menunjukkan bahwa peningkatan nilai probabilitas (probabilitas $\geq 0,50$) mulai terlihat pada ukuran panjang 7,5 cm ke atas. Pada Stasiun 4, peningkatan nilai probabilitas tertangkap dimulai pada kelas panjang 6,0 cm, sedangkan di Stasiun 5, peningkatan tersebut mulai terlihat pada kelas panjang 6,25 cm. Grafik probabilitas tertangkap di Stasiun 6 memiliki pola yang mirip dengan Stasiun 1, di mana peningkatan nilai probabilitas (probabilitas $\geq 0,50$) mulai terlihat pada kelas panjang 8,0 cm. Secara umum, stasiun dengan kerapatan vegetasi mangrove dan total penutupan jenis yang lebih tinggi cenderung memberikan perlindungan alami yang lebih baik bagi kerang *Pharella acutidens* terhadap aktivitas eksploitasi. Hal ini tercermin dalam analisis probabilitas tertangkap yang lebih rendah di lokasi-lokasi tersebut.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini antarlain adanya indikasi bahwa kondisi habitat mempengaruhi kelimpahan kerang *Pharella acutidens* pada ekosistem mangrove. Umur maksimal berdasarkan analisis *Electronic Lengths Frequency Analysis (ELEFAN I)* yaitu 42 bulan, Panjang maksimal 9,3 cm dengan L_{∞} 9.71 dan K rata-rata sebesar 0.41. Habitat yang memiliki nilai kerapatan pohon mangrove tinggi memiliki proteksi terhadap sumberdaya kerang yang berada pada substrat habitat tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada rekan-rekan dosen Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, khususnya pada Prodi Budidaya Perairan yang sangat mendukung penulis agar dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.

Referensi

- Bui TH, Quan TM, Doan TT, Nguyen TH. (2020). The trophic interaction in mangrove forests: Implications for biodiversity conservation. *Marine Biology Research*, 16(4):295-305.
- Bengen, D. G., Affandi, R., & Prariono, T. Ekobiologi kerang sepetang (*Pharella acutidens* Broderip & Sowerby, 1828) di Ekosistem Mangrove Pesisir Kota Dumai Riau.
- Elisabet, R., Kasry, A., & El Fajri, N. (2010). Mangrove Density And Abundance Of Bivalvia In Sungai Bakau Region Sinaboi Sub Distric Rokan Hilir Regency Riau Province. *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 8(2), 54-63.
- Elliott, M., & Quintino, V. (2007). The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Marine pollution bulletin*, 54(6), 640-645.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.02.003>
- Ginantra IM, Riani E, Putri MR. (2020). Diversity and ecological role of bivalves in mangrove ecosystems in Indonesia. *Journal of Coastal Development*, 23(3):231-245.
- Kathiresan, K., & Bingham, B. L. (2001). Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advances in Marine Biology*, (40): 81-251: DOI: 10.1016/S0065-2881(01)40003-4
- Krebs C. J. (1989). *Ecological Methodology*. University of British Columbia. Harper, Inc. New York.
- Nugroho AA, Budiman MA, Santosa A. (2022). Conservation priorities in mangrove habitats: Addressing anthropogenic pressures and biodiversity losses. *Indonesian Journal of Marine Science*, 27(2):145-156.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES journal of Marine Science*, 39(2), 175-192. 10.1093/icesjms/39.2.175.
- Pauly, D. (1983). *Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks* (No. 234). Food & Agriculture Org..
- Pauly, D., & David, N. (1981). ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, 28(4), 205-211.
- Primavera, J., Sadaba, R., Leбата, M. J. H. L., & Altamirano, J. (2004). *Handbook of mangroves in the Philippines-Panay*. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center.
- Rijnsdorp, A. D., Van Beek, F. A., Flatman, S., Millner, R. M., Riley, J. D., Giret, M., & De Clerck, R. (1992). Recruitment of sole stocks, *Solea solea* (L.), in the Northeast Atlantic. *Netherlands Journal of Sea Research*, 29(1-3), 173-192. 10.1016/0077-7579(92)90018-A
- Sillanpää M, Vanninen P, Nguyen MT. (2021). The impact of habitat degradation on mangrove epifauna biodiversity. *Ecological Indicators*. 125:107573.
- Smith AB & Jones CD. (2020). Role of epifauna in mangrove ecosystems: Biodiversity and ecological processes. *J Mangrove Res*. 12(4):123-34
- Smith TJ, Whelan KR, Harris MS, et al. (2017). Mangrove ecosystem dynamics and response to changing environments. *Coastal Ecosystem Processes*. 12:101-115.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1999). Introduction to tropical fish stock assessment-Part 2: Exercises.
- Tanaka Y, Suyadi, Yamamoto M. (2019). Fauna associated with mangroves and its ecological importance. *Tropical Ecology*. 60(2):320-333.
- Vasconcelos, R. P., Eggleston, D. B., Le Pape, O., & Tulp, I. (2014). Patterns and processes of habitat-specific demographic variability in exploited marine species. *ICES Journal of Marine Science*, 71(3), 638-647. 10.1093/icesjms/fst136
- Zuazo VH, Aragon GS, Gardeazabal J. (2023). Sediment quality and its effect on mangrove fauna in tropical regions. *Journal of Coastal Conservation*. 27(1):20-35.

Zuazo VH, Flores-Paz R, Santillan ME. (2023).
Human impacts on sediment properties and

epifaunal dynamics in mangrove systems.
Mangrove Ecology Today. 12(3):233-246.