

**HUBUNGAN PANJANG DAN BERAT KEPITING TAPAL KUDA
(*Limulidae*) DAN PENYEBARANNYA DI KAWASAN MANGROVE DESA
SRIMINOSARI DAN MARGASARI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

SKRIPSI

Oleh

**M. Rizki Renaldi Pratama
1814221012**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**HUBUNGAN PANJANG DAN BERAT KEPITING TAPAL KUDA
(*Limulidae*) DAN PENYEBARANNYA DI KAWASAN MANGROVE DESA
SRIMINOSARI DAN MARGASARI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

Oleh

M. Rizki Renaldi Pratama

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

HUBUNGAN PANJANG DAN BERAT KEPITING TAPAL KUDA (*Limulidae*) DAN PENYEBARANNYA DI KAWASAN MANGROVE DESA SRIMINOSARI DAN MARGASARI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR

Oleh

Muhammad Rizki Renaldi Pratama

Keberadaan kepiting tapal kuda memiliki peran penting dalam ekologi. Namun, degradasi habitat, reklamasi lahan, perburuan untuk kebutuhan komersial, perubahan kondisi perairan, peningkatan predasi, serta tingginya tingkat pemanfaatan oleh masyarakat menyebabkan spesies ini terancam punah. Penelitian ini dilakukan pada Maret–April 2023 di Desa Sriminosari dan Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur dengan tujuan mengidentifikasi panjang dan bobot kepiting tapal kuda, menganalisis pola sebaran, serta mengevaluasi pengaruh habitat terhadap keberadaan spesies ini. Metode yang digunakan adalah survei deskriptif dengan pengambilan data langsung di lapangan menggunakan metode purposive sampling. Hasil penelitian menunjukkan *Carcinocorpius rotundicauda* memiliki pola pertumbuhan allometrik negatif, di mana panjang tubuh bertambah lebih cepat dibandingkan bobot, sedangkan betina memiliki hubungan panjang-berat yang lebih stabil dengan bobot lebih besar untuk mendukung reproduksi. Populasi kepiting tapal kuda di Desa Sriminosari dan Margasari didominasi oleh individu berukuran 22–23 cm, dengan jumlah jantan jauh lebih tinggi dibandingkan betina, sementara penurunan jumlah individu berukuran ≥ 25 cm menunjukkan dampak eksploitasi. Selain itu, hubungan panjang-bobot dan parameter perairan menunjukkan bahwa spesies ini tumbuh lebih besar di perairan dengan salinitas tinggi dan suhu stabil (F1), seperti di Stasiun 1, 2, 3, 7, dan 8, sedangkan pH rendah (F2) berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan, menghambat osmoregulasi dan ketersediaan nutrisi, seperti terlihat di Stasiun 4, 5, dan 6. Kepiting tapal kuda teridentifikasi sebanyak 723 ekor berdasarkan data panjang dan berat tubuh, dengan menunjukkan pola pertumbuhan alometrik negatif. Pola sebaran spesies ini paling banyak ditemukan di Desa Sriminosari. Faktor habitat seperti salinitas dan suhu memiliki pengaruh besar terhadap keberadaan spesies tersebut.

Kata kunci: Bobot, Distribusi, Kepiting, Sebaran.

ABSTRACT

THE LENGTH AND WEIGHT RELATIONSHIP AND DISTRIBUTION OF HORSESHOE CRABS (*Limulidae*) IN THE MANGROVE ECOSYSTEMS OF SRIMINOSARI AND MARGASARI VILLAGES, EAST LAMPUNG REGENCY

Oleh

Muhammad Rizki Renaldi Pratama

The presence of horseshoe crabs played an important role in ecology. However, habitat degradation, land reclamation, commercial hunting, changes in water conditions, increased predation, and high levels of utilization by local communities caused this species to be endangered. This research was conducted in March - April 2023 in Sriminosari Village and Margasari Village, Labuhan Maringgai District, East Lampung Regency, with the aim of identifying the length and weight of horseshoe crabs, analyzing distribution patterns, and evaluating the influence of habitat on their presence. The method used was a descriptive survey with direct data collection in the field using purposive sampling. The research results showed that *Carcinoscorpius rotundicauda* had a negative allometric growth pattern, where body length increased faster than weight. Female individuals had a more stable length-weight relationship, with greater body mass to support reproduction. Females had a more stable length-weight relationship, with greater weight to support reproduction. The population horseshoe crabs in Sriminosari and Margasari was dominated by individuals measuring 22–23 cm, with a significantly higher number of males compared to females, while the decline in individuals measuring ≥ 25 cm indicated the impact of exploitation. Additionally, the length-weight relationship and water parameters revealed that this species grew larger in waters with high salinity and stable temperatures (F1), such as in Stations 1, 2, 3, 7, and 8. Meanwhile, low pH levels (F2) had a negative effect on growth, inhibiting osmoregulation and nutrient availability, as observed at Stations 4, 5, and 6. Horseshoe crabs were identified total of 723 based on length and weight data, showing a negative allometric growth pattern. The distribution of this species was most commonly found in Sriminosari Village. Habitat factors such as salinity and temperature had a significant influence on the presence of the species.

Keywords: Crabs, Distribution, Spread, Weight.

Judul skripsi

**: HUBUNGAN PANJANG DAN BERAT
KEPITING TAPAL KUDA (*Limulidae*) DAN
PENYEBARANNYA DI KAWASAN
MANGROVE DESA SRIMINOSARI DAN
MARGASARI, KABUPATEN LAMPUNG
TIMUR**

Nama Mahasiswa

: Muhammad Rizki Renaldi Pratama

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1814221012

Program Studi

: Ilmu Kelautan

Fakultas

: Pertanian



Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi, M.T.
NIP. 19750516 200212 1 007

Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.
NIP. 19900120 201903 1 011

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP 19830923 200604 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T.



Sekretaris

: Anna Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing : Eko Efendi, S.T., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 4 Juni 2025

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana baik di Universitas Lampung maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 20 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



Muhammad Rizki Renaldi Pratama
NPM. 1814221012

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Metro, Provinsi Lampung pada tanggal 16 Juni 2000 sebagai anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan suami istri Bapak Renzi dan Ibu Liberty. Penulis menempuh pendidikan formal dari Taman Kanak-kanak (TK) Aisyah Muhamadiyah Kota Metro pada tahun (2005-2006), Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Kota Metro pada tahun (2007-2012), Sekolah Menengah Pertama (SMP) Kartikatama Kota Metro pada tahun (2012-2015), dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Kota Metro pada tahun (2015-2018). Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2018 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi internal jurusan Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK) Universitas Lampung sebagai Ketua Bidang Kaderisasi pada tahun 2020-2021. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Renang pada tahun 2019 dan Selam pada tahun 2020.

Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Pada tahun 2021 selama 40 hari yaitu pada bulan Februari sampai Maret di Kelurahan Imopuro, Metro Pusat, Lampung. Penulis juga melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) selama 30 hari pada bulan Agustus 2021 di Balai Konservasi Penyu Goa Cemara, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penulis menyelesaikan Tugas Akhir (Skripsi) pada tahun 2025.

Dipersembahkan untuk orang tua tercinta, Ibu Liberty dan Bapak Renzi,
Serta untuk diri sendiri yang tetap memilih bertahan dan berjuang hingga saat ini.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan

Skripsi dengan judul “*Hubungan Panjang dan Berat Kepiting Tapal Kuda (Limulidae) dan Penyebarannya di Kawasan Mangrove Desa Sriminosari dan Margasari, Kabupaten Lampung Timur*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan FP Unila;
2. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan;
3. Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, sekaligus Pembimbing Akademik;
4. Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris;
5. Eko Efendi, S.T., M.Si. selaku Penguji Utama;
6. Kedua orang tua, Ibu Liberty dan Bapak Renzi.

Bandar Lampung, 20 Juni 2025

Muhammad Rizki Renaldi Pratama

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Kerangka Pikir Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Desa Sriminosari dan Desa Margasari.....	5
2.2. Kepiting Tapal Kuda.....	6
2.2.1. Klasifikasi Kepiting Tapal Kuda	7
2.2.2. Morfologi Kepiting Tapal Kuda	13
2.2.3. Keunikan Kepiting Tapal Kuda.....	14
2.2.4. Reproduksi Kepiting Tapal Kuda	14
2.2.5. Ekologi Kepiting Tapal Kuda.....	15
2.3. Ekologi Muara	16
2.3.1. Suhu.....	16
2.3.2. Salinitas	16
2.3.3. Derajat Keasaman (pH)	17
2.3.4. <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	17
2.4. <i>Principal Component Analysis</i> (PCA).....	17
III. METODE PENELITIAN.....	19
3.1. Waktu dan Tempat.....	19
3.2. Alat dan Bahan	20
3.3. Prosedur Kerja	20
3.3.1. Penentuan Stasiun Penelitian.....	20

DAFTAR ISI

iii

3.3.2. Pengambilan Sampel Kepiting Tapal Kuda.....	21
3.3.3. Pengukuran Parameter Lingkungan.....	22
3.4. Analisis Data.....	22
3.4.1. Selang Kelas Kepiting Tapal Kuda.....	22
3.4.2. Hubungan Panjang dan Berat Kepiting Tapal Kuda	22
3.4.3. Faktor Kondisi	23
3.5. Analisis Hubungan Panjang, Berat dan Parameter Lingkungan.....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	24
4.2. <i>Normalize Difference Vegetation Index</i> (NDVI).....	25
4.3. Kelimpahan Kepiting Tapal Kuda	27
4.4. Sebaran Panjang Kepiting Tapal Kuda.....	29
4.5. Sebaran Bobot Kepiting Tapal Kuda.....	31
4.6. Hubungan Panjang dan Berat Kepiting Tapal Kuda.....	32
4.7. Faktor Kondisi	36
4.8. Kondisi Lingkungan Perairan.....	38
4.9. Hubungan Panjang, Berat, dan Parameter Lingkungan.....	39
V. SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1. Simpulan.....	42
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Bahan-bahan penelitian	20
2. Alat-alat penelitian	20
3. Jumlah kelimpahan <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i>	27
4. Parameter lingkungan perairan.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian	4
2. <i>Tachypleus gigas</i>	7
3. <i>Tachyplues tridentatus</i>	9
4. <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i>	10
5. <i>Limulus polyphemus</i>	12
6. Perbedaan antara kepiting tapal kuda jantan dan betina.....	14
7. Lokasi penelitian.	19
8. Jaring insang atau gillnet.	21
9. Peta nilai NDVI mangrove Desa Sriminosari dan Desa Margasari tahun 2023.....	26
10. Sebaran panjang kepiting tapal kuda.....	29
11. Sebaran bobot kepiting tapal kuda	31
12. Hubungan panjang dan berat kepiting tapal kuda Jantan	33
13. Hubungan panjang dan berat kepiting tapal kuda betina.....	35
14. Faktor kondisi kepiting tapal kuda	37
15. Hasil PCA.....	40

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dan maritim yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, sehingga menempatkan Indonesia sebagai salah satu negara yang sangat unik dengan berbagai fenomena yang ada (Kadar, 2015). Posisi Indonesia yang strategis dengan estetika lingkungan yang dimiliki, dimana terdapat gugusan pulau yang indah dan kekayaan keanekaragaman sumber daya hayati lautnya, menjanjikan potensi ekonomi dari kegiatan pariwisata alam, dan pariwisata bahari dengan segala variannya (Lasabuda, 2013).

Salah satu potensi yang ada yaitu keragaman morfologi di setiap wilayah, sebagai contoh yaitu habitat kepiting tapal kuda. Keberadaan kepiting tapal kuda memiliki peran penting bagi ekologi, seperti penyeimbang rantai makanan dan sumber protein bagi 20 spesies burung pantai yang bermigrasi dan monyet mangrove (*Macaca fascicularis*) (Beekey et al., 2013), dan menjadi predator sekaligus mengendalikan hewan benthik invertebrata (John et al., 2012). Selain itu, kepiting tapal kuda berperan sebagai *bioturbation* atau pengolah sedimen dalam ekosistem perairan dangkal. Secara ekonomi, kepiting tapal kuda dapat dimanfaatkan masyarakat sebagai umpan dalam menangkap ikan sembilang, belut, dan siput besar (Anggraini et al., 2017).

Kepiting tapal kuda juga memiliki potensi ilmiah yang signifikan, misalnya melalui aplikasinya dalam bidang bioteknologi. Namun, potensi ini belum diimbangi oleh pemahaman yang memadai tentang aspek-aspek biologis dan ekologis spesies tersebut di berbagai habitat lokal. Rendahnya data dasar mengenai keberadaan dan karakteristik populasi kepiting tapal kuda di wilayah pesisir Indonesia dan belum ada tindakan monitoring yang mendukung menjadi tantangan tersendiri dalam merumuskan kebijakan pelestarian.

Penelitian kepiting tapal kuda dilakukan di Desa Sriminosari dan Desa Margasari, Lampung Timur, karena wilayah ini memiliki ekosistem pesisir yang mendukung keberadaan spesies tersebut, terutama ekosistem mangrove yang berperan sebagai habitat utama dengan menyediakan tempat perlindungan, sumber makanan, dan lingkungan yang sesuai untuk siklus hidupnya. Namun, wilayah ini juga mengalami tekanan ekologis akibat aktivitas manusia, seperti reklamasi lahan, perburuan komersial, serta perubahan kondisi perairan yang dapat mengancam kelangsungan populasi. Oleh karena itu, diperlukan kajian mendalam untuk memahami hubungan panjang dan berat serta menganalisis pengaruh kondisi habitat kepiting tapal kuda di habitat alami yang memiliki tekanan ekologis dan antropogenik.

1.2. Rumusan Masalah

Keberadaan populasi tapal kuda sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya faktor alam yaitu kondisi lingkungan, dan karakter daur hidup ada juga faktor manusia yaitu berupa eksploitasi dan kegiatan antropogenik. Berdasarkan informasi dari masyarakat yang berkegiatan sebagai nelayan mereka menganggap kepiting tapal kuda sebagai parasit karena kepiting tapal kuda yang tertangkap dapat merusak jaring nelayan, oleh karena itu kepiting yang tertangkap pada jaring nelayan tersebut dibuang ke daratan yang tidak terkena pasang air laut dan dibiarkan mati. Kepiting tapal kuda banyak dimanfaatkan secara ilegal oleh oknum tertentu, karena kepiting tapal kuda memiliki nilai materi yang cukup tinggi yaitu pada darahnya, sehingga penangkapan yang berlebihan ini dapat memberikan dampak negatif yaitu berupa kepunahan.

Sehingga rumusan masalah yang terfokuskan pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hubungan panjang dan berat kepiting tapal kuda (*Limulidae*) di Desa Sriminosari dan Desa Margasari?
2. Bagaimana sebaran panjang bobot kepiting tapal kuda (*Limulidae*) di Desa Sriminosari dan Desa Margasari?
3. Bagaimana pengaruh kondisi habitat terhadap panjang dan bobot tapal kuda (*Limulidae*) di Desa Sriminosari dan Desa Margasari?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis hubungan panjang dan berat kepiting tapal kuda (*Limulidae*) di Desa Sriminosari dan Desa Margasari.
2. Menganalisis sebaran kepiting tapal kuda (*Limulidae*) di Desa Sriminosari dan Desa Margasari.
3. Menganalisis pengaruh kondisi habitat terhadap panjang dan bobot tapal kuda (*Limulidae*) di Desa Sriminosari dan Desa Margasari.

1.4. Manfaat Penelitian

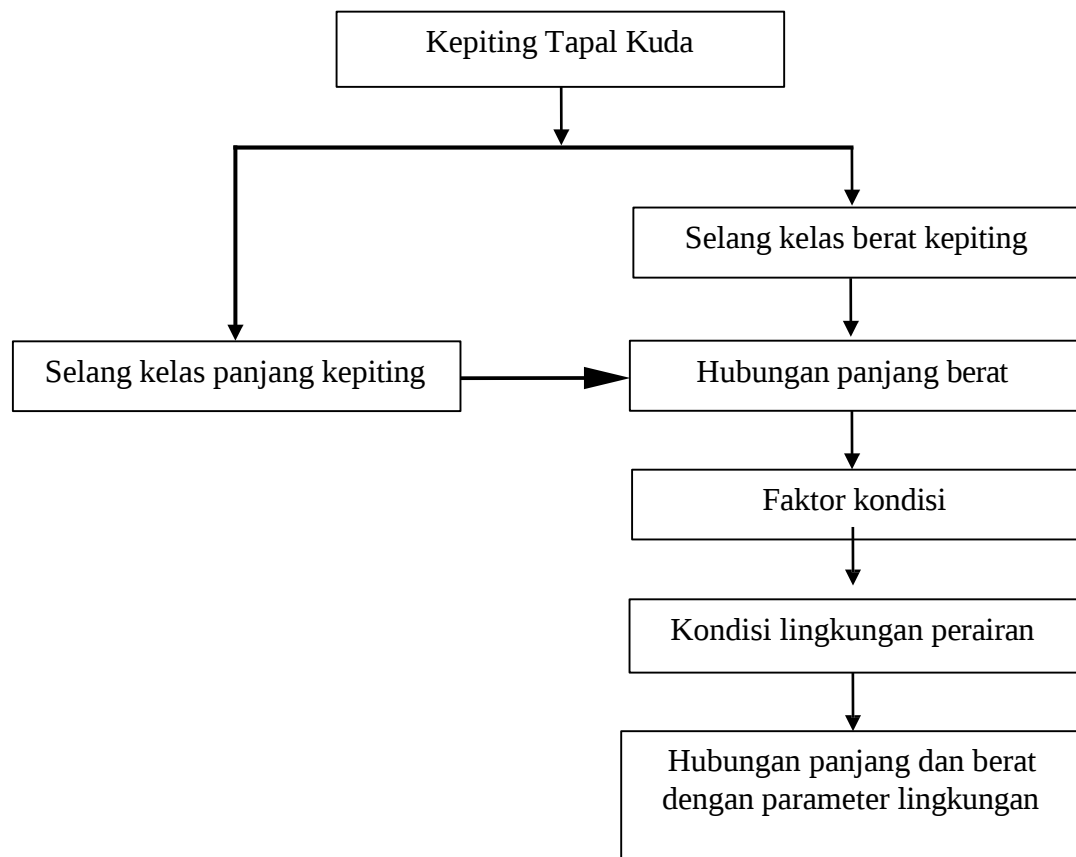
Manfaat yang terdapat dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi civitas akademika mengenai tempat sebaran kepiting tapal kuda pada wilayah Desa Sriminosari dan Desa Margasari;
2. Penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan dalam konservasi kepiting tapal kuda sebagai biota yang dilindungi.

1.5. Kerangka Pikir Penelitian

Kepiting tapal kuda (*Limulidae*) memiliki nilai ekologi yang tinggi tetapi belum mendapat perhatian. Sebagai makhluk laut purba, spesies ini tidak hanya menjadi indikator kualitas lingkungan, tetapi juga memiliki peran dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir. Kepiting tapal kuda (*Limulidae*) merupakan salah satu biota yang terdapat pada ekosistem mangrove di Desa Sriminosari dan Desa Margasari, Labuhan Maringgai, Lampung Timur. Keberadaan kepiting tapal kuda memberikan manfaat ekologi, seperti pengolah sedimen dalam ekosistem perairan dangkal. Pada ekosistem mangrove di Desa Sriminosari dan Desa Margasari, jumlah kepiting tapal kuda belum diketahui karena belum ada penelitian yang mengkaji mengenai populasi kepiting tapal kuda. Oleh karena itu, maka dilakukan penelitian ini untuk mengetahui Sebaran Kepiting Tapal Kuda (*Limulidae*) pada Habitat Muara di Ekosistem Mangrove Desa Sriminosari dan Desa Margasari, Lampung Timur.

Penelitian ini menggunakan metode *Von Bertalanffy* untuk mengetahui selang kelas panjang dan berat kepiting tapal kuda mulai dari per stasiun dan total dari seluruh stasiun. Data primer yang dikumpulkan mencakup sebaran individu, suhu, salinitas, pH, serta kadar Dissolved Oxygen (DO). Analisis data difokuskan pada hubungan panjang-berat, faktor kondisi, rasio jenis kelamin, serta keterkaitan panjang-berat dengan parameter lingkungan perairan. Selain itu, data sekunder diperoleh dari studi literatur yang telah ada (Gambar 1).



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Desa Sriminosari dan Desa Margasari

Kecamatan Labuhan Maringgai merupakan salah satu wilayah di pesisir timur yang memiliki beberapa desa yang berbatasan langsung dengan laut. Wilayah pesisir ini memiliki ekosistem mangrove yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan melindungi daratan dari dampak abrasi serta erosi pantai. Desa yang memiliki ekosistem mangrove yang luas dan berkembang baik adalah Desa Sriminosari dan Desa Margasari.

Desa Sriminosari memiliki Hutan Mangrove Pandan Alas dengan luas 321,81 hektar (Putra et al., 2015), yang didominasi oleh *Avicennia sp.* (Sari, 2021). Namun, pada tahun 2020, luasnya berkurang menjadi 220 hektar, berdasarkan analisis pencitraan satelit Google Earth. Penurunan luas hutan ini disebabkan oleh faktor alami dan aktivitas manusia. Konversi lahan untuk permukiman, pertanian, tambak, dan industri serta adanya penebangan liar menjadi penyebab utama degradasi ekosistem mangrove. Selain itu, gelombang laut yang terus menerus dan serangan hama menyebabkan kematian tanaman mangrove, mempercepat penurunan vegetasi.

Hutan Mangrove Pandan Alas memiliki peran ekologis penting, seperti mencegah banjir, erosi, dan intrusi air laut, serta menjaga kesuburan tanah. Selain fungsi lingkungan, hutan ini juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai objek wisata dan sumber ekonomi. Ekosistem mangrove di wilayah ini memiliki keunikan tersendiri, yaitu merupakan kawasan pasang surut dengan jenis tanah berlumpur, berlempung, atau berpasir yang terendam air laut. Selain itu, hanya jenis tertentu seperti *Rhizophora sp.*, *Sonneratia sp.*, dan *Avicennia sp.* yang dapat bertahan dalam kondisi tersebut, membentuk komunitas vegetasi khas pesisir.

Desa Margasari, yang memiliki luas hutan mangrove mencapai 1.702 hektar. Mangrove di Desa Margasari berfungsi sebagai benteng alami yang melindungi garis pantai dari gelombang dan arus laut, serta membantu dalam menjaga kestabilan ekosistem pesisir. Keberadaan hutan mangrove ini juga memberikan manfaat ekologis yang signifikan, seperti menjaga kualitas air, menyediakan habitat bagi berbagai spesies biota laut, serta menyerap karbon yang berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim.

Selain berperan dalam aspek ekologi, hutan mangrove di Desa Margasari juga memiliki nilai ekonomi dan sosial bagi masyarakat sekitar. Penduduk setempat memanfaatkan ekosistem mangrove untuk kegiatan perikanan, budidaya kepiting dan ikan, serta sebagai sumber mata pencaharian melalui pengelolaan ekowisata dan hasil hutan non-kayu seperti madu mangrove. Oleh karena itu, keberlanjutan ekosistem mangrove di wilayah ini menjadi krusial dalam mendukung kesejahteraan masyarakat dan menjaga keseimbangan lingkungan pesisir.

2.2. Kepiting Tapal Kuda

Kepiting tapal kuda merupakan salah satu satwa dilindungi berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 12/KPTS-II/1987 dan Peraturan Pemerintah Nomor 7 tahun 1999. Kondisi kepiting tapal kuda saat ini terus mengalami penurunan populasi di alam. Menurut Ubaidillah et al., (2013) kepiting tapal kuda merupakan hewan yang masuk dalam kategori rawan atau jarang ditemukan. Terdapat 4 jenis kepiting tapal kuda di dunia, untuk kepiting tapal kuda jenis *Limulus polyphemus* hanya dapat ditemukan di Pantai Atlantik Amerika Utara, sedangkan untuk tiga jenis kepiting tapal kuda lainnya, yaitu *Tachypleus gigas*, *Tachypleus tridentatus*, dan *Carcinoscorpius rotundicauda* dapat ditemukan di Asia.

Jenis *Carcinoscorpius rotundicauda* dan *Tachypleus gigas* berstatus konservasi *Data Deficient* (DD) atau kekurangan data (*World Conservation Monitoring Centre*, 1996). Makna dari status tersebut adalah informasi yang ada saat ini belum memadai untuk menentukan resiko kepunahan dari kedua jenis kepiting tapal kuda ini. *Tachypleus tridentatus* mempunyai status perlindungan *Endangered* (EN) atau

terancam punah (Aini et al., 2020). Status konservasi *Tachypleus tridentatus* diperbarui pada bulan April 2019, status konservasi sebelumnya adalah *Data Deficient* (DD) (World Conservation Monitoring Centre, 1996). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor P.92/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2018 menetapkan bahwa ketiga jenis kepiting tapal kuda ini sudah dikategorikan sebagai hewan yang dilindungi (Hidayatullah, 2020). Selain itu, kepiting tapal kuda jenis *Limulus polyphemus* masuk dalam daftar status *Vulnerable* (VU) atau rentan (Smith et al., 2016).

2.2.1. Klasifikasi Kepiting Tapal Kuda

Kepiting tapal kuda (*Limulidae*) mencakup empat jenis hewan beruas (arthropoda) yang menghuni perairan dangkal wilayah paya-paya dan kawasan mangrove. Berikut taksonomi dari kepiting tapal kuda (Leach, 1819)).

Kingdom : Animalia
 Phylum : Arthropoda
 Subphylum : Chelicerata
 Ordo : Xiphosura
 Family : *Limulidae*
 Genera : *Tachypleus gigas*, *Tachypleus tridentatus*, *Limulus polyphemus*, dan *Carcinoscorpius rotundicauda*

a. *Tachypleus gigas*



Gambar 2. *Tachypleus gigas*
 Sumber : www.biolib.cz

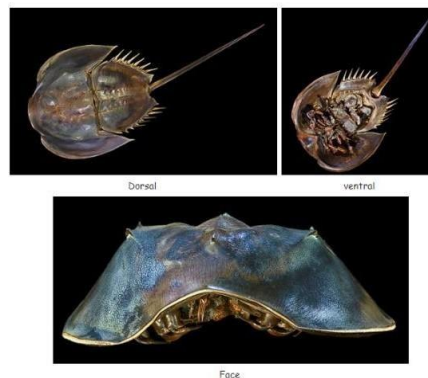
Muller (1785), mengklasifikasikan kepiting tapal kuda sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Arthropoda
 Subphylum : Chelicerata
 Ordo : Xiphosura
 Family : *Limulidae*
 Genus : *Tachypleus*
 Species : *Tachypleus gigas*

Tachypleus gigas, umumnya dikenal sebagai kepiting tapal kuda Indo-Pasifik, kepiting tapal kuda Indonesia, kepiting tapal kuda India, atau kepiting tapal kuda selatan, merupakan salah satu dari empat spesies tapal kuda yang masih ada. Panjangnya mencapai sekitar 50 cm (20 inci) termasuk ekornya dan ditutupi oleh karapas kokoh yang lebarnya mencapai sekitar 26,5 cm (10,4 inci). Kepiting ini dapat ditemukan di perairan pantai di Asia Selatan dan Tenggara (mulai dari Teluk Benggala sampai Laut Cina Selatan, India, Malaysia, Singapura, Indonesia, Thailand, Vietnam dan Filipina). *T. gigas* mendiami pantai berpasir dan berlumpur pada kedalaman hingga 40 m (130 ft) dan merupakan satu-satunya kepiting tapal kuda yang pernah diamati berenang di permukaan laut. Hal ini terjadi di perairan laut dan payau dengan salinitas hingga 15 PSU, tetapi telurnya hanya menetas di atas 20 PSU (Jawahir et al., 2017).

Siklus hidup *T. gigas* relatif panjang dan melibatkan sejumlah besar instar. Telurnya berdiameter sekitar 3,7 mm (0,15 inci). Larva yang baru menetas dikenal sebagai larva trilobite, tidak memiliki ekor, dan panjangnya 8 mm (0,31 inci). *T. gigas* jantan diperkirakan melewati 12 mabung sebelum mencapai kematangan seksual, sementara betina melewati 13 mabung. Karena kepiting tapal kuda tidak berganti kulit setelah mencapai kematangan seksual, mereka sering dijajah oleh epibion. Makanan *T. gigas* terutama terdiri dari moluska, *detritus*, dan *polychaeta*, yang terdapat di dasar laut (Vestbo et al., 2018). *Tachypleus gigas* terdaftar sebagai kekurangan data atau *data deficient* (DD) pada daftar merah IUCN.

b. *Tachypleus tridentatus*



Gambar 3. *Tachyplues tridentatus*.

Sumber : The IUCN Red List of Threatened Species

Leach (1819), mengklasifikasikan kepiting tapal kuda sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Subphylum : Chelicerata

Ordo : Xiphosura

Family : *Limulidae*

Genus : *Tachypleus*

Species : *Tachypleus tridentatus*

T. tridentatus memiliki ekor dengan duri panjang dikenal sebagai telson. Seperti kepiting tapal kuda lainnya, karapas *T. tridentatus* terdiri dari karapas depan yang lebih besar (*prosoma*) dan karapas belakang yang lebih kecil (*opisthosoma*). Ada enam pasang pelengkap/kaki prosomal, terdiri dari sepasang frontal kecil di depan mulut dan lima kaki berjalan/mendorong yang lebih besar di kedua sisi mulut. Insang buku terletak di bagian bawah opisthosoma. *T. tridentatus* memiliki tiga tulang berduri kecil di bagian belakang opisthosoma (satu tulang belakang di tengah dan diatas ekor, dua lainnya berada di kedua sisi), sementara spesies lain hanya memiliki tulang belakang tunggal (di tengah) (Manca et al., 2017).

T. tridentatus betina memiliki ukuran tubuh yang lebih besar daripada jantan. Kepiting tapal kuda betina dewasa memiliki panjang mencapai 79,5 cm (31,3 inci), termasuk ekornya. Rata-rata di Sabah, Malaysia, *T. tridentatus* betina memiliki

panjang sekitar 66,5 cm (26,2 inci) termasuk ekor sekitar 34,5 cm (13,6 inci), dan lebar karapas (prosoma) mereka sekitar 31 cm (12 inci). Sebagai perbandingan, panjang rata-rata untuk jantan sekitar 54 cm (21 inci), termasuk ekor sekitar 28,5 cm (11,2 inci), dan lebar karapasnya sekitar 25,5 cm (10,0 inci). *T. tridentatus* betina memiliki berat 1,4-4 kg (3,1-8,8 lb) dan jantan 0,6-1,7 kg (1,3-3,7 lb). Selain perbedaan ukuran, dua pasang kaki depan jantan, pelengkap prosomal dua dan tiga, memiliki kait (seperti gunting pada wanita) dan mereka memiliki enam (tiga pada wanita) duri panjang di kedua sisi karapas belakang. Dari telur menetas hingga dewasa membutuhkan waktu 4 tahun dan melibatkan 15 fase instar (14 mabung) (Vestbo et al., 2018).

c. *Carcinoscorpius rotundicauda*



Gambar 4. *Carcinoscorpius rotundicauda*
Sumber : The IUCN Red List of Threatened Species

Latreille (1802), mengklasifikasikan kepiting tapal kuda sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Subphylum	: Chelicerata
Ordo	: Xiphosura
Family	: <i>Limulidae</i>
Genus	: <i>Carcinoscorpius</i>
Species	: <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i>

Kepiting tapal kuda bakau (*Carcinoscorpius rotundicauda*) juga dikenal sebagai kepiting tapal kuda ekor bundar, merupakan arthropoda chelicerata yang ditemukan di laut tropis dan perairan payau di India, Bangladesh, Indonesia, Malaysia, Brunei, Singapura, Thailand, Kamboja, Vietnam, Cina, dan Hongkong. Terlepas

dari namanya, *C. rotundicauda* lebih dekat hubungannya dengan laba-laba dan kalajengking (semuanya termasuk dalam subfilum Chelicerata) daripada kepiting. *C. rotundicauda* satu-satunya spesies dalam genus Carinoscorpius. Ada empat spesies kepiting tapal kuda yang masih ada (hidup). Dari keempat spesies kepiting tapal kuda yang masih ada secara anatomis sangat mirip, tetapi *C. rotundicauda* jauh lebih kecil daripada yang lain dan satu-satunya spesies di mana penampang ekor (telson) dibulatkan, bukan berbentuk segitiga (Bellesteros & Sharma, 2019).

Ukuran tubuh *C. rotundicauda* betina lebih besar daripada jantan. Rata-rata di Semenanjung Malaysia, betina memiliki panjang sekitar 30,5-31,5 cm (12,0-12,4 inci), termasuk ekor yang berukuran sekitar 16,5-19 cm (6,5-7,5 inci), dan karapas (prosoma) mereka sekitar 16-17,5 cm (6,3-6,9 inci) lebar. Sebagai perbandingan, panjang rata-rata untuk jantan sekitar 28-30,5 cm (11,0-12,0 inci), termasuk ekor sekitar 15-17,5 cm (5,9-6,9 inci), dan karapasnya lebar sekitar 14,5-15 cm (5,7-5,9 inci). Di tempat lain rata-rata bahkan lebih kecil, seperti di wilayah Balikpapan dan Belawan di Indonesia dimana lebar karapas betina sekitar 13 cm (5,1 inci)

Pada jantan 11 cm (4,3 inci). Ukuran *C. rotundicauda* betina dewasa dapat mencapai panjang hingga 40 cm (16 inci), termasuk ekornya. Fungsi utama mata majemuk pada *C. rotundicauda* adalah untuk mencari pasangan. Selain itu, *C. Rotundicauda* memiliki dua mata median, dua mata lateral yang belum sempurna, dan mata edo parietal pada karapasnya dan dua mata ventral yang terletak dibagian bawah mulut. Para ilmuwan percaya bahwa dua mata bagian perut membantu dalam orientasi kepiting tapal kuda saat berenang (Shingate et al., 2020).

Setiap individu memiliki enam pasang kaki. Sepasang kaki pertama memiliki ukuran kecil dan berada di depan mulut. Kaki-kaki tersebut digunakan untuk memasukkan makanan ke mulut. Lima pasang kaki tersisa ditempatkan di kedua sisi mulut dan digunakan untuk berjalan/mendorong. Sebagian besar kaki memiliki cakar lurus seperti gunting (tetapi pada jantan, sepasang kaki pertama dan kedua digunakan untuk mencengkeram betina saat kawin). Terletak di belakang kaki ter-

dapat insang buku. Insang ini untuk berenang dan untuk pertukaran gas pernapasan (Cartwright-Taylor et al., 2019).

d. *Limulus polyphemus*



Gambar 5. *Limulus polyphemus*.

Sumber : The IUCN Red List of Threatened Species

Linnaeus (1758), mengklasifikasikan kepiting tapal kuda sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Subphylum : Chelicerata

Ordo : Xiphosura

Family : *Limulidae*

Genus : *Limulus*

Species : *Limulus polyphemus*

Beberapa orang menyebut *L. polyphemus* sebagai kepiting helm, tetapi nama umum ini lebih sering digunakan untuk spesies *Telmessus cheiragonus*. *Limulus* berarti miring dan *polyphemus* berarti raksasa dalam mitologi Yunani. *L. Polyphemus* memiliki tiga bagian utama tubuh, yaitu daerah kepala, yang dikenal sebagai prosoma, daerah perut atau opisthosoma, dan ekor seperti tulang belakang atau telson. Cangkang halus atau karapasnya berbentuk seperti tapal kuda, berwarna abu-abu kehijauan sampai coklat tua. *L. polyphemus* betina memiliki ukuran 25 hingga 30% lebih besar dari jantan, baik dalam hal panjang, lebar (dapat mencapai lebih dari dua kali berat jantan). Betina dapat tumbuh hingga 60 cm (24 inci), termasuk ekor, dan berat 4,8 kg (11 pon). Di Teluk Delaware, betina dan jantan memiliki lebar karapas rata-rata masing-masing sekitar 25,5 cm (10,0 inci) dan 20 cm (7,9 inci). Di Florida, rata-rata betina sekitar 21,5 cm (8,5 inci) dan jantan 16 cm (6,3 inci) (Lamsdell, 2012).

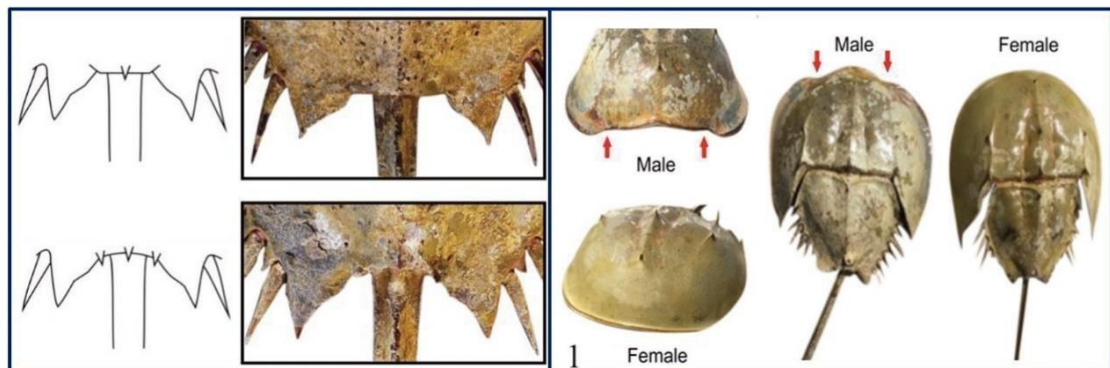
Kepiting tapal kuda memiliki kemampuan langka untuk menumbuhkan kembali anggota tubuh yang hilang, dengan cara yang mirip dengan bintang laut. Otak dan jantungnya terletak di prosoma, sedangkan bagian bawah prosoma terdapat enam pasang kaki. Kaki pertama (penjepit kecil atau *chelicerae*) digunakan untuk memasukkan makanan ke dalam mulut. Meskipun sebagian besar arthropoda memiliki rahang bawah, tetapi *L. polyphemus* tidak memiliki rahang. Sepasang kaki kedua (*pedipalpus*) digunakan untuk berjalan, pada *L. polyphemus* jantan digunakan sebagai alat kawin untuk memegang karapas betina. Empat pasang kaki yang tersisa adalah kaki pendorong yang digunakan dalam bergerak. Empat pasang kaki pertama memiliki cakar, pasangan terakhir memiliki struktur seperti daun yang digunakan untuk mendorong (Anderson et al., 2013).

Pada opisthosoma *L. polyphemus* terdapat enam pasang kaki lainnya, pasangan kaki pertama digunakan sebagai pori-pori alat kelamin, sedangkan lima pasang kaki lainnya dimodifikasi menjadi insang buku, yang memungkinkan mereka bernafas di bawah air, dan juga dapat memungkinkan mereka bernafas di darat untuk waktu yang singkat, asalkan insangnya tetap lembab. Telson merupakan ekor atau tulang belakang ekor digunakan untuk menentukan arah di dalam air dan juga untuk membalikkan diri jika terjebak atau terbalik. Di antara indera lainnya, *L. polyphemus* memiliki organ kemoreseptor kecil yang dapat mendeteksi bau terdapat di dekat mata perut (Leschen et al., 2010).

2.2.2. Morfologi Kepiting Tapal Kuda

Dimuat pada *Biodiversity Journal* yang berjudul “*Two morphotypes of trispine horseshoe crab, Tachypleus tridentatus* (Leach, 1819) (*Xiphosura Limulidae*) in Indonesia and implications for species identification”, maka akan diperoleh informasi mengenai pembeda antara jantan dan betina, yaitu pada jumlah dan posisi duri di cangkang atau karapas yang berada pada bagian belakang kepiting tapal kuda. Pendekatan karakter morfologi dapat digunakan dalam melakukan identifikasi terhadap jenis hewan ini. Morfologi sendiri dimaknai sebagai suatu penampakan atau bentuk struktur tubuh makhluk hidup yang biasanya dapat dilihat secara fisik. Secara kasat mata, karapas atau cangkang keras yang merupakan pelindung tubuh hewan ini menjadi pembeda antara jantan dan betina, dimana jenis

kelamin jantan memiliki bentuk lekukan pada cangkangnya dan untuk jenis betina tidak.



Gambar 6. Perbedaan antara kepiting tapal kuda jantan dan betina
Sumber: Aini et al., (2020)

2.2.3. Keunikan Kepiting Tapal Kuda

Salah satu keunikan yang dimiliki oleh kepiting tapal kuda yaitu darah yang berada didalam tubuh tidak mengandung Hemoglobin, melainkan mengandung Hemocyanin. Kandungan ini berfungsi untuk mengangkut oksigen dan mengandung unsur tembaga yang mengakibatkan warna darah kepiting menjadi biru. Darah kepiting juga mengandung unsur amoebosit yang berfungsi sebagai pertahanan organisme untuk melawan patogen. Ameobosit ini yang akan memproduksi *Limulus Amebocyte Lysate*(LAL) sebagai alat pendeteksi kandungan endotoksin bakteri dalam pengobatan. Banyak manfaat yang terkandung dalam LAL, terutama di bidang medis. Salah satunya yaitu sebagai detektor alat medis, sehingga bebas dari kandungan bakteri dan jamur. Manfaat lain dari LAL ini sebagai bahan baku pembuatan vaksin (Azizah et al., 2019). Keunikan lainnya yaitu kepiting tapal kuda memiliki kemampuan membedakan warna dan bentuk, serta mampu melihat dengan baik pada perairan keruh (Supadminingsih et al., 2021).

2.2.4. Reproduksi Kepiting Tapal Kuda

Persebaran mimi di perairan berkaitan dengan kondisi arus dan fase larva (*planktonik*) (Shanks, 2009). Mimi dewasa cenderung akan melakukan migrasi ke pantai untuk proses pemijahan dan meletakkan telur. Telur tersebut akan menetas setelah masa inkubasi selama kurang lebih dua hingga empat minggu (Sekiguchi et

al., 1988). Setelah menetas menjadi larva, mimi akan bergerak menuju ke perairan terbuka untuk tumbuh dan berkembang. Larva mimi akan berenang bebas kurang lebih selama enam hari sebelum menetap (*settle*) di dasar perairan. Kondisi lingkungan perairan menentukan pergerakan larva mimi sebelum akhirnya menetap di dasar wilayah lokasi tertentu.

Keterkaitan antara populasi di lokasi satu dengan lainnya dapat diketahui melalui penanda genetik. Penanda genetik merupakan urutan DNA yang dapat diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Urutan basa nukleotida yang beragam antar spesies dapat digunakan sebagai penanda spesifik yang memberikan pengetahuan mengenai hubungan filogenetik untuk mengatasi keraguan dalam sistematika. Penanda genetik *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD) merupakan amplifikasi genom DNA berdasarkan teknik PCR (Williams et al., 1990).

2.2.5. Ekologi Kepiting Tapal Kuda

Kepiting tapal kuda merupakan komponen penting pada komunitas makrozoobentos di wilayah perairan dengan substrat berlumpur atau berpasir halus. Menurut Manca et al., (2017), kepiting tapal kuda dapat ditemukan di area estuari dan pantai selama musim non monsoon (spawning season). Karakteristik lingkungan estuari yang membuat berbagai spesies flora dan fauna mangrove dapat berkembang biak dengan baik di wilayah ini (Nugroho et al., 2018). Sebuah studi yang dilakukan oleh Chabot & Watson (2010), menemukan bahwa kepiting tapal kuda menetap di laut dalam secara pasif dengan mengubur diri dengan pasir selama monsoon (*non-spawning season*). Secara ekologi kepiting tapal kuda berperan sebagai bioturbation dan mengendalikan hewan benthik (John et al., 2012).

Habitat kepiting tapal kuda adalah perairan dangkal yang berada di kawasan mangrove dan termasuk ke dalam fauna akuatik. Fauna akuatik merupakan fauna (udang, kepiting, ikan, dan kerang) yang menempati kolom air di kawasan mangrove (Putri & Salma, 2020). Diduga salah satu faktor penyebab menurunnya jumlah populasi kepiting tapal kuda di alam adalah karena menurunnya kualitas perairan yang diakibatkan karena adanya pencemaran. Parameter kualitas air meliputi faktor fisika kimia yang merupakan faktor pembatas (*limiting factor*), sangat di-

butuhkan oleh biota akuatik dimana tempat mereka hidup, salah satunya adalah kepiting tapal kuda (Khairul et al., 2019). Biasanya kepiting tapal kuda mencari makan di malam hari. Biota laut yang menjadi makanan kepiting tapal kuda antara lain alga, cacing, dan kerang. Menurut Gauvry (2015), menyatakan bahwa pada musim kawin, kepiting tapal kuda akan berbondong-bondong menuju mangrove dan kepiting tapal kuda betina akan menggali lubang untuk meletakkan telurnya.

2.3. Ekologi Muara

2.3.1. Suhu

Suhu alami di perairan tropis yang layak untuk kehidupan organisme berkisar antara 23-32°C (Hidayatullah et al., 2021). Menurut Khairul et al., (2019) perbedaan suhu bisa terjadi dikarenakan beberapa hal, seperti perairan yang terbuka, badan sungai yang lebih lebar, dan keberadaan tumbuhan di sekitarnya. Menurut Pratama et al., (2015) distribusi suhu secara umum mengalami penurunan yang cukup signifikan ada periode musim Peralihan I (musim barat ke timur) hingga periode musim Peralihan II (musim timur ke barat).

2.3.2. Salinitas

Suriani (2013), mangrove hidup pada kisaran salinitas 5-30%. John et al., (2012) menjelaskan bahwa kisaran toleransi salinitas kepiting tapal kuda berada pada kisaran 25-35 ppt. Nilai variasi salinitas dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain masukan air sungai, hujan, evaporasi, dan sirkulasi massa air. Menurut Meilana (2015), *C. rotundicauda* banyak ditemukan pada perairan dengan salinitas rendah. Pernyataan ini diperkuat dengan penelitian Anggraini et al., (2017), dimana menurut penelitiannya kepiting tapal kuda umumnya menyebar pada kawasan pesisir bermangrove dan bersubstrat lumpur berpasir, serta bersalinitas rendah.

Daerah tersebut bertipe pantai berpasir dan berlumpur yang ditumbuhi oleh hutan mangrove sebagai daerah pemijahan, pengasuhan dan mencari makan bagi kepiting tapal kuda. Berbeda halnya dengan kepiting tapal kuda jenis *T. gigas* lebih menyukai air yang bersalinitas tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Fauziyah

et al., (2019) yang menemukan *T. gigas* dekat dengan perairan laut. Tipe pantai berpasir halus hingga sedang dan pantai terbuka merupakan habitat dari *T. gigas* dan *T. tridentatus* (Hidayatullah et al., 2021).

2.3.3. Derajat Keasaman (pH)

Menurut Hidayatullah et al., (2021) pH perairan yang ideal untuk kehidupan biota akuatik berkisar 6,5-8,5. Tinggi rendahnya nilai pH di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh kadar CO₂ yang terlarut dalam perairan tersebut dan aktivitas fotosintesis merupakan proses yang sangat menentukan kadar CO₂ dalam suatu perairan (Salim et al., 2017). pH sangat penting dalam menentukan nilai guna perairan untuk kehidupan organisme perairan.

2.3.4. Dissolved Oxygen (DO)

Kisaran nilai DO, secara umum menunjukkan nilai sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota laut berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut, yaitu >5 mg/l. Namun ada yang dibawah 5 mg/l sehingga dikategorikan tercemar. Jika DO rendah, dapat diketahui bahwa air tersebut telah tercemar (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015). DO merupakan variabel kimia yang mempunyai peranan yang sangat penting bagi kehidupan biota air sekaligus menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota (Siburian et al., 2017)

Perbedaan nilai DO hampir sama dengan pH, yakni tidak terlalu berbeda nyata dan masih dalam batas yang masih ditolerir. Kondisi DO di suatu perairan dipengaruhi oleh proses respirasi biota air dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Kepiting tapal kuda biasanya hidup di daerah mangrove dan berlumpur tinggi yang menyediakan berbagai jenis makanan untuk dijadikan sumber nutrisi penting bagi kehidupan kepiting tapal kuda (Hidayatullah et al., 2021).

2.4. Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) merupakan tools analisis data yang bersifat non parametrik untuk mengekstrak informasi yang relevan dari sebuah set data dan mereduksi data set yang kompleks menjadi dimensi yang lebih rendah

(Wulandari et al., 2016). PCA menggunakan teknik aljabar linier untuk mereduksi dimensi data dengan variabel yang saling berkaitan menjadi data baru dengan variabel yang tidak saling berkaitan yang disebut *principal component* (Farjo et al., 2013).

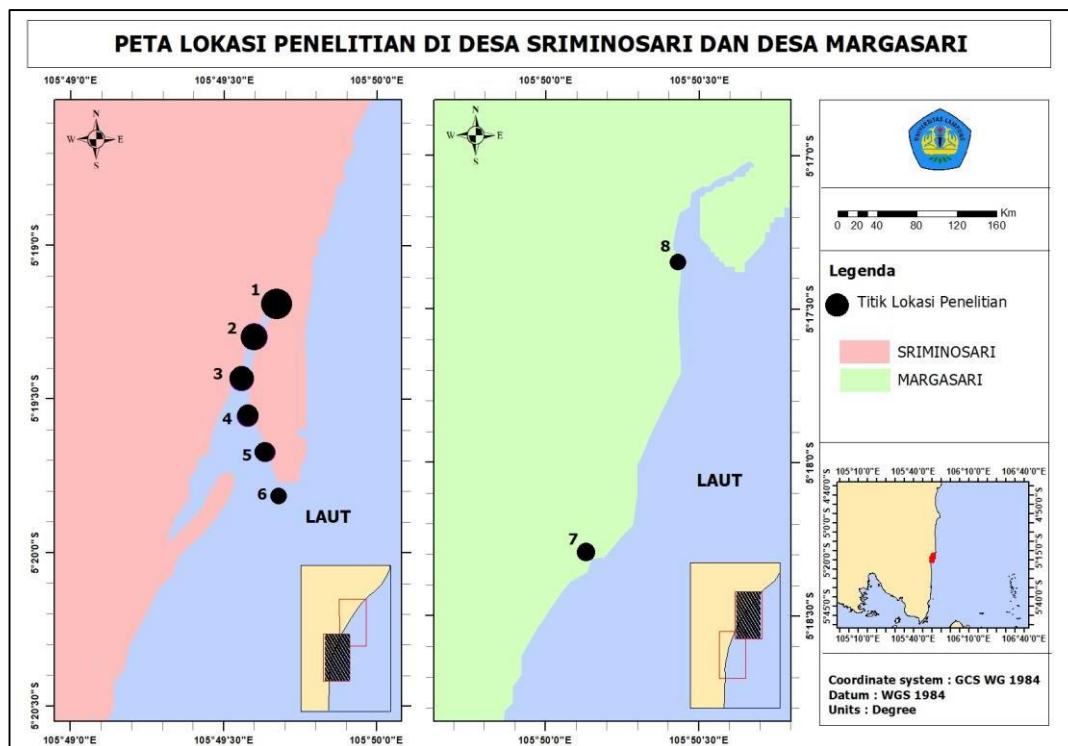
Menurut Sari (2023), metode *principal component analysis* atau PCA merupakan suatu teknik multivariat yang bertujuan untuk mereduksi faktor atau variabel dalam jumlah besar menjadi beberapa faktor yang lebih sedikit. Permasalahan yang sering muncul dalam proses reduksi faktor atau variabel ini yakni bagaimana memperkecil jumlah variabel namun tetap mempertahankan informasi atau karakter penting yang terkandung pada data. Selain pada data dengan jumlah variabel banyak, metode PCA ini dapat digunakan juga pada data yang memiliki korelasi besar antar variabelnya. Sehingga diharapkan persamaan regresi yang diperoleh bisa terbebas dari masalah adanya korelasi antar variabel tanpa menghilangkan informasi penting pada data yang digunakan.

Tujuan utama PCA adalah untuk mengurangi dimensi (jumlah variabel) dari sekumpulan besar variabel yang saling berhubungan sambil mempertahankan sebanyak mungkin informasi (variabilitas) dalam dataset asli. Ini dilakukan dengan mengidentifikasi komponen yang secara kolektif menjelaskan sebagian besar varians data (Hilbert & Buhner, 2020).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada Maret sampai April 2023. Lokasi penelitian berada di Desa Sriminosari dan Desa Margasari, Labuhan Maringgai, Lampung Timur. Secara administrasi Lampung Timur berbatasan dengan Laut Jawa di sebelah timur, berbatasan dengan Kecamatan Tanjung Bintang, Ketibung, Palas, dan Lampung Selatan di sebelah Selatan, berbatasan dengan Kota Metro dan Kecamatan Seputih Raman di sebelah Barat, dan berbatasan dengan Kecamatan Rumbia, Seputih Surabaya, Seputih Banyak, dan Kecamatan Menggala di sebelah Utara. Lokasi ini dipilih karena merupakan daerah pesisir yang masih terjaga ekosistemnya sebagai habitat dari kepiting tapal kuda (Gambar 7).



Gambar 7. Lokasi penelitian.

3.2. Bahan dan Alat

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan berbagai macam bahan dan alat yang dibutuhkan (Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Bahan-bahan penelitian

No. Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1. Kepiting Tapal Kuda	Sampel penelitian	Objek penelitian.
2. Buku Identifikasi	Buku identifikasi spesies	Bahan referensi.

Tabel 2. Alat-alat penelitian.

No. Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1. Laptop	Laptop Lenovo Ideapad Y700 Core i7	<i>Cleaning data.</i>
2. Kamera	Iphone 6s	Dokumentasi penelitian.
3. <i>Gillnet</i> /jaring insang	5000 cm x 50 cm	Menangkap KTK.
4. Timbangan digital	<i>Superior mini digital platform scale</i>	Mengukur bobot KTK.
5. Pita meter	1 meter	Mengukur tubuh KTK.
6. <i>Global Position System</i> (GPS)	Kompas	Menentukan titik Koordinat.
7. Termometer	Termometer celcius (-10 °C s/d 110 °C)	Mengukur kadar suhu air.
8. Refractometer	ATC 0-100 persen	Mengukur salinitas.
9. <i>Roll meter</i>	100 meter	Digunakan untuk mengukur jarak.
10. pH meter	pH 0-14	Mengukur kadar pH air.
11. DO meter	-	Mengukur kadar DO.

3.3. Prosedur Kerja

Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu meliputi penentuan stasiun dan penentuan plot, pengambilan data, identifikasi sampel, analisis sampel, dan analisis data.

3.3.1. Penentuan Stasiun Penelitian

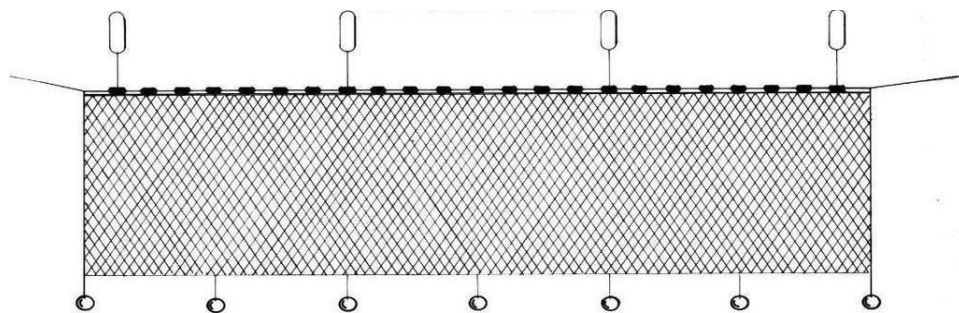
Lokasi pengambilan sampel ditentukan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu dengan memilih titik pengamatan berdasarkan pertimbangan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Stasiun 1 hingga 6 berlokasi di Desa Sriminosari, sedangkan Stasiun 7 dan 8 berada di Desa Margasari. Pemilihan lokasi ini mempertimbangkan perbedaan tutupan vegetasi mangrove di kedua desa, di mana Desa

Margasari memiliki luas mangrove yang lebih sedikit dibandingkan Sriminosari. Selain itu, Stasiun 6 hingga 8 diposisikan semakin menjauh dari kawasan mangrove dan lebih dekat ke arah laut. Penempatan ini dimaksudkan untuk mengevaluasi variasi jumlah kepiting tapal kuda berdasarkan perubahan kondisi lingkungan yang terjadi akibat perbedaan jarak dari ekosistem mangrove.

3.3.2. Pengambilan Sampel Kepiting Tapal Kuda

Pengambilan data kepiting tapal kuda dilakukan dengan cara kerja sebagai berikut:

1. Penangkapan kepiting tapal kuda menggunakan jaring insang atau *gillnet* (Gambar 8) dan ditempatkan di tiap plot atau transek yang sudah ada dengan panjang jaring yaitu 50 m.
2. Pengambilan sampel kepiting tapal kuda dilakukan pada 9 titik lokasi atau stasiun pengamatan
3. Peletakan alat tangkap jaring insang atau *gillnet* pada plot atau transek dilakukan saat air sedang pasang. Spesimen yang didapat segera dibersihkan dan dimasukkan kedalam kotak penyimpanan sampel.



Gambar 8. Jaring insang atau *gillnet*.

4. Kepiting tapal kuda yang ditemukan dicatat jumlahnya, berat, jenis kelamin, dan ukuran. Setelah diukur kepiting akan dilepaskan kembali ke alam.
5. Kepiting tapal kuda yang ditemukan lalu diidentifikasi untuk mengetahui jenis atau spesiesnya menggunakan situs www.marinespecies.org.

3.3.3. Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter kondisi lingkungan ekosistem mangrove meliputi pengambilan data seperti data suhu, salinitas, pH, *Dissolved Oxygen* (DO). Pengukuran parameter lingkungan berfungsi untuk melihat keterkaitan antara parameter lingkungan dengan sebaran kepiting tapal kuda pada hutan mangrove tersebut. Pengukuran salinitas diukur menggunakan alat bernama refraktometer. Pengukuran dilakukan dengan cara meneteskan air yang diambil dari lokasi penelitian ke refraktometer, kemudian dicatat angka yang tertera pada refractometer. Pengukuran suhu diukur menggunakan alat bernama termometer. pengukuran derajat keasaman (pH) menggunakan alat bernama pH meter, cara kerjanya yaitu dengan cara mencelupkan pH meter ke dalam air (dapat berupa sungai, muara, atau laut) yang berada di lokasi penelitian mangrove.

Pengukuran *Dissovelde Oxygen* (DO) menggunakan alat bernama DO meter. Cara kerja DO meter yaitu masukan DO meter ke dalam air, lalu tekan tombol on pada DO meter, diamkan beberapa saat dan catat ketika angka yang muncul pada DO meter. Pengukuran parameter lingkungan mangrove ini dilakukan pada seluruh stasiun yang ada di lokasi penelitian mangrove.

3.4. Analisis Data

3.4.1. Selang Kelas Kepiting Tapal Kuda

Penentuan kelas ukuran panjang dan berat belangkas, sebanyak 2 (dua) kelas ukuran dilakukan melalui: (1) penentuan banyak kelas $k = 1 + 3,322 \log n$, dimana n = jumlah observasi; (2) penentuan besarnya kelas (c), panjang maksimal dikurangi panjang minimal dibagi banyak kelas (Supranto, 2000).

3.4.2. Hubungan Panjang dan Berat Kepiting Tapal Kuda

Pola pertumbuhan belangkas dianalisis berdasarkan hubungan panjang dan berat, melalui persamaan Herlan (2013) :

$$W = aL^b \dots\dots\dots (1)$$

keterangan: W = berat individu yang teramati (gr)
 L = panjang karapas (cm)
 a dan b = konstanta

3.4.3. Faktor Kondisi

Kemontokan belangkas diukur dari faktor kondisi (Kn) yang menunjukkan kondisi belangkas dilihat dari segi kapasitas biologis untuk bertahan hidup dan reproduksi. Kategori yang dipakai dalam penelitian ini berupa ukuran tubuh dan berat individu. Faktor kondisi (Kn) dihitung menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Herlan (2013) :

$$Kn = \frac{W}{aL^b} \dots\dots\dots (2)$$

keterangan: Kn = faktor kondisi
 W = berat individu yang teramati (gr)
 L = panjang karapas (cm)
 a dan b = konstanta

3.5. Analisis Hubungan Panjang, Berat dan Parameter Lingkungan

Analisis hubungan antara panjang, bobot, dan parameter lingkungan menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) merupakan pendekatan statistik yang memungkinkan identifikasi pola serta faktor utama yang mempengaruhi variasi data ekologis. Dengan menerapkan PCA, variabel-variabel seperti suhu, salinitas, dan kandungan organik dapat direduksi ke dalam sejumlah komponen utama yang merepresentasikan keterkaitan multidimensional antar faktor tersebut.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan antara lain:

1. *Carcinoscorpius rotundicauda* menunjukkan pola pertumbuhan allometrik negatif, di mana panjang tubuh bertambah lebih cepat dibandingkan bobot. Sebaliknya, betina memiliki hubungan panjang-berat yang lebih stabil, dengan bobot lebih besar untuk mendukung reproduksi
2. Populasi *Carcinoscorpius rotundicauda* di Sriminosari dan Margasari didominasi oleh individu berukuran 22-23 cm, dengan jumlah jantan jauh lebih tinggi dibandingkan betina. Penurunan jumlah individu berukuran ≥ 25 cm menunjukkan dampak eksploitasi.
3. Hubungan panjang berat dan kualitas parameter perairan menunjukkan *Carcinoscorpius rotundicauda* tumbuh lebih besar dalam perairan dengan salinitas tinggi dan suhu stabil (F1), seperti di Stasiun 1, 2, 3, 7, dan 8. Sebaliknya, pH rendah (F2) berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan, menghambat osmoregulasi dan ketersediaan nutrisi, terlihat di Stasiun 4, 5, dan 6. Variabilitas lingkungan, termasuk makanan dan tekanan ekologis, turut memengaruhi dinamika populasi spesies ini.

5.2. Saran

Pelestarian ekosistem mangrove sangat penting untuk mencegah kepiting tapal kuda dari kepunahan, mengingat spesies ini semakin langka. Konservasi terpadu, penyuluhan masyarakat, serta penelitian lanjutan diperlukan guna menjaga keberlanjutan mangrove dan kelestarian kepiting tapal kuda di pesisir pantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N.K., Erwyansyah, E., Kurnia, R., Butet, N.A., Mashar, A., Zairion, Z., Funch, P., Madduppa, H., & Wardiatno, Y. (2020). Two morphotypes of trispine horse shoe crab, *Tachypleus tridentatus* (Leach, 1819) (*Xiphosura Limulidae*) in Indonesia and implications for species identification. *Biodiversity Journal*. 11(2), 535-540. <https://doi.org/10.31396/Biodiv.Jour.2020.11.2.535.540>.
- Aini, N.K., Mashar, A., Madduppa, H., & Wardiatno, Y. (2020). Keragaman genetik mimi (*Carcinoscorpius rotundicauda* and *Tachypleus gigas*) di perairan Demak, Madura dan Balikpapan berdasarkan penanda *Random Amplified Polymorphic DNA*. *Jurnal Pengelolaan Sumber daya Alam Lingkungan*. 10(1), 124-137. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.1.124-137>.
- Anderson, R. L., Watson, W. H., Chabot., & Christopher, C. (2013). Sub-lethal behavioral and physiological effects of the biomedical bleeding process on the American horseshoe crab, *Limulus polyphemus*. *The Biological Bulletin*. 225(3), 137-151. <https://doi.org/10.1086/BBLv225n3p137>.
- Anggraini, R., Bengen, D.G., & Natih, M.N.N. (2017). Struktur populasi dan morfometri belangkas *Carcinoscorpius rotundicauda*, Latreille 1802 di Pesisir Kampung Gisi Teluk Bintang Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9(1), 211-220. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v9i1.17934>.
- Ardiansyah, Y. (2024). Parameter biologi kepiting tapal kuda (*Tachypleus tridentatus*) yang didaratkan di Perairan Kotabaru, Provindi Kalimantan Selatan. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Brawijaya.
- Arfiati, D., Joel Michael Patar S, & Endang Yuli Herawati. (2017). Aspek Biologi Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) dari Pengepul Desa Curahsawo, Kecamatan Gending, Probolinggo, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan III 2017 Universitas Trunojoyo Madura*. <https://ilmukelautan.trunojoyo.ac.id/wp-content/uploads/2018/02/3.pdf>.
- Azizah, N., Wahyudi, E.R., Nissa, K., Wahyudi, A.F., & Ummah, S.K. (2019). Pemberdayaan istri nelayan melalui pelatihan *digital marketing strategy* (DMS) darah biru. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 3(1), 131-141. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v3i1.2675>.

- Ballesteros, J.A. & Sharma, P.P. (2019). A critical appraisal of the placement of *Xiphosura* (*Chelicerata*) with account of known sources of phylogenetic error. *Systematic Biology*. 68(6): 896-917.
<https://doi.org/10.1093/sysbio/syz011>.
- Beekey, M.A., Mattei, J.H., & Pierce, B.J. (2013). Horse shoe crab eggs: A rare resource for predators in Long Island Sound. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 439(1), 152-159.
<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.11.004>.
- Carmichael, R.H., Rutecki, D., & Valiela, I.. (2003). Abundance and population structure of the Atlantic horseshoe crab *Limulus polyphemus* in Pleasant Bay, Cape Cod. *Marine Ecology Progress Series*. 246, 225-239.
<https://doi.org/10.3354/meps246225>.
- Cartwright-Taylor, L., Lee, J., & Hsu, C.C. (2009). Population structure and breeding pattern of the mangrove horseshoe crab *Carcinoscorpius rotundicauda* in Singapore. *Aquatic Biology*. 8(1), 61-69.
<https://doi.org/10.3354/ab00206>.
- Chabot, C.C., & Watson III, W.H. (2010). Circatidal rhythms of locomotion in the American horseshoe crab *Limulus polyphemus*: Underlying mechanisms and cues that influence them. *Current Zoology*. 56(5), 499-517.
<https://doi.org/10.1093/czoolo/56.5.499>.
- Fauziyah, Putri, W.A.E., Purwiyanto, A.I.S., Agustriani, F., Mustopa, A. Z., & Fatimah. (2019). The morphometric variability of the mangrove horse shoe crab (*Carcinoscorpius rotundicauda*) from Banyuasin estuarine of South Sumatra, Indonesia. *Ecologica Montenegrina*, 24(10), 38-46.
<https://doi.org/10.37828/em.2019.24.7>.
- Farjo, J., Assi, R.A., Masri, W., Zaraket, F. (2013). Does principal component analysis improve clusterbased analysis?. *IEEE Sixth International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops*, 52, 400-403. <https://doi.org/10.1109/ICSTW.2013.52>.
- Gauvry, G. (2015). *Current horse shoe crab harvesting practices cannot support global demand for TAL/LAL: The pharmaceutical and medical device industries' role in the sustainability of horse shoe crabs*. In: Carmichael, R.H., Botton, M.L., Shin, P.K.S., and Cheung, S.G. (eds.). *Changing global perspectives on horseshoe crab biology, conservation and management*. Springer. New York. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19542-1_27.
- Heri, W & A. Zamroni. (2017). Biologi Reproduksi Ikan Malalugis (*Decapterus macarellus* Cuvier, 1833) di Teluk Tomini. *Jurnal Bawal*, 9(1), 63-71.
<https://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/bawal/article/view/3192/5094>.

- Herlan. (2013). Distribusi ukuran panjang, hubungan panjang-berat dan faktor kondisi ikan bilis tamban (*Clupeichthys goniognathus*) di perairan estuari Selat Panjang, Riau. *Jurnal Fiseries*, 2(1), 17-20. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/download>.
- Hidayatullah, A.R. (2020). Peta sebaran belangkas (*horse shoe crabs*) sebagai spesies yang dilindungi di Perairan Banyuasin, Sumatera Selatan. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Sriwijaya.
- Hidayatullah, A.R., Fauziyah, & Agustriani, F. (2021). Pemetaan lokasi *horse shoe crabs sebagai primitive animal* di perairan pesisir Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal*. 13(2), 145-154. <http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/76616>.
- Hilbert, S., & Böhner, M. (2020). *Principal Components Analysis. Encyclopedia of Personality and Individual Differences*. Springer, Cham.
- Ismail, N., Jolly, J. J., Dzulkiply. S.K., Mustakim, M.K., Hafiz, A., Izatul, H.A.G., Taib, M., Shamsuddin, A.A., & Chatterji. A. (2012). Allometric variation of Horsehoe Crab (*Tachypleus gigas*) Population Colected From Chendor and Cherating, Pahang, Peninsular Malaysia. *Journal of Sustainability Science and Management*, 7(2), 164-169. <https://www.researchgate.net/publication/288423174>.
- Jawahir, A.R.N., Samsur, M., Shabdin, M. L., & Rahim, K.A.A. (2017). Morphometric allometry of horse shoe crab, *Tachypleus gigas* at west part of Sarawak waters, Borneo, East Malaysia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation Bioflux*. 10(1), 18-24. <https://www.researchgate.net/publication/312195762>.
- John, B.A., Kamaruzzaman, B.Y., Jalal, K.C., & Zaleha, K. (2012). Feeding ecology and food preferences of *Carcinoscorpius rotundicauda* collected from the Pahang nesting grounds. *Sains Malaysiana*. 41(7), 855-861. <https://www.researchgate.net/publication/255993883>.
- Kadar, A. (2015). Pengelolaan kemaritiman menuju Indonesia sebagai poros maritim. *Jurnal Keamanan Nasional*. 1(3), 427-442. <https://doi.org/10.31599/jkn.v1i3.33>.
- Khairul, Siregar, Z.A., & Machrizal, R. (2019). Korelasi faktor fisika kimia perairan terhadap densitas belangkas di Pantai Timur Sumatera Utara. *Chemical Engineering Research Articles*. 2(1), 10-18. <https://doi.org/10.25273/cheesa.v2i1.3850>.
- Lamsdell, J.C. (2012). Revised systematics of Palaeozoic 'horse shoe crabs' and the myth of monophyletic Xiphosura. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 167(1), 1-27. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2012.00874.x>

- Lasabuda, R. (2013). Pembangunan wilayah pesisir dan lautan dalam perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1(2), 92-101. <https://doi.org/10.35800/jip.1.2.2013.1251>.
- Latreille. (1802). *Carcinoscorpius rotundicauda*.
<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=238267>.
- Laurie, K., Chen, C.P., Cheung, S.G., Do, V., Hsieh, H., John, A., Mohamad, F., Seino, S., Nishida, S., Shin, P., Yang, M. *Tachypleus tridentatus*. Dalam Aini, N.K., Mashar, A., Madduppa, H., & Wardiatno, Y. (2020). Keragaman genetik mimi (*Carcinoscorpius rotundicauda* and *Tachypleus gigas*) di perairan Demak, Madura dan Balikpapan berdasarkan penanda *Random Amplified Polymorphic DNA*. *Jurnal Pengelolaan Sumber daya Alam Lingkungan*. 10(1), 124-137. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.1.124-137>.
- Leach. (1819). *Tachypleus tridentatus*.
<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=238270>.
- Lee, B., Wakabayashi, K., Sin, S.Y.W., Ohtsuka, S., Tsang, L.M. (2021). DNA metabarcoding revealed interspecific dietary difference and prey selectivity in juvenile horseshoe crabs *Carcinoscorpius rotundicauda* and *Tachypleus tridentatus* from Hong Kong. *Journal Frontiers in Marine Science*, 8(1), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.752806>.
- Leschen, A.S., & Correia, S.J. (2010). Mortality in female horse shoe crabs (*Limulus polyphemus*) from biomedical bleeding and handling: implications for fisheries management. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*. 43(2), 135-147.
<https://doi.org/10.1080/10236241003786873>.
- Linnaeus. (1758). *Limulus polyphemus*.
<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=150514>.
- Manca, A., Mohamad, F., Ahmad, A., Sofa, M.F.A.M., & Ismail, N. (2017). Tri-spine horse shoe crab, *Tachypleus tridentatus* (L.) in Sabah, Malaysia: the adult body sizes and population estimate. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. 10(3), 355-361. <https://doi.org/10.1016/j.japb.2017.04.011>.
- Meilana, L. (2015). Kajian morfologi dan genetik mimi (*Xiphosura Limulidae*) sebagai dasar konservasi dan pengelolaan di Pulau Jawa. (Tesis Tidak Terpublikasi). Institut Pertanian Bogor.
- Millah, M. Z. (2018). Analisis Morfologi Famili Limulidae di Perairan Pantai Kenjeran Surabaya. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

- Mohamed, R., Paul, N. A., Isa, N. S., Damanhuri, J. H., Shahimi, S., Pati, S., John, A., & Nelson, B. R. (2021). Using applied statistics for accurate size classification of the endangered *Tachypleus tridentatus* horseshoe crab. *Journal of Ecological Engineering*, 22(1), 273-282.
<https://doi.org/10.12911/22998993/132432>.
- Muller, O.F. (1785). *Tachypleus gigas*.
<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=238271>.
- Nugroho, T.S., Fahrudin, A., Yulianda, F., & Bengen, D.G. (2019). Analisis kesesuaian lahan dan daya dukung ekowisata mangrove di Kawasan Mangrove Muara Kubu, Kalimantan Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. 9(2), 483-497.
<https://doi.org/10.29244/jpsl.9.2.483-497>.
- Pratama, G.A., Pranowo, W.S., Sunarto, & Purba, N.P. (2015). Keterkaitan kondisi parameter fisika dan kimia perairan dengan distribusi klorofil-a di perairan Barat Sumatera. *Omni Akuatika*. 14(20), 33-43.
<https://www.researchgate.net/publication/283016764>.
- Pratama, L.W., & Isdianto, A. (2017). Pemetaan kerapatan hutan mangrove di Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah menggunakan citra landsat 8 di lembaga penerbangan dan antariksa nasional (Lapan), Jakarta, *Jurnal Floratek*. 12(1), 57-61. <https://doi.org/10.17969/floratek.v12i1.7638>.
- Puspitaningrum, C., & Oktaviani, D. (2021). Strategi pengembangan ekowisata mangrove Desa Sriminosari Labuhan Maringgai Lampung Timur. *Fisheries of Wallacea Journa*. 2(2), 64-69.
<https://doi.org/10.55113/fwj.v2i2.804>.
- Putra, A.K., Bakri, S., & Kurniawan, B. (2015). Peranan ekosistem hutan mangrove pada imunitas terhadap malaria: studi di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(2), 67-78.
<https://doi.org/10.23960/jsl2367-78>.
- Putri, A., & Salma, U. (2020). Fauna asosiasi mangrove.
https://www.academia.edu/43001721/Fauna_Asosiasi_di_Ekosistem_Mangrove.
- Salim, D., Yuliyanto, & Baharuddin. (2017). Karakteristik parameter oseanografi fisika-kimia perairan Pulau Kerumputan Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Enggano*. 2(2), 218-228.
<https://doi.org/10.31186/jenggano.2.2.218-228>.

- Sari, D.W. (2021). Estimasi karbon tersimpan di hutan mangrove Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Sari, D. R. P. (2023). Metode *principal component analysis* (PCA) sebagai penanganan asumsi multikolinearitas (studi kasus: data produksi tapioka). *Jurnal Matematika, Statistika dan Terapannya*, 2(2), 115-124. <https://doi.org/10.30598/parameterv2i02pp115-124>.
- Sari, N.P., Gulo, N., & Yah, F.N. (2020). Influence of environmental variability on the body condition of the mangrove horseshoe crab *Carcinoscorpius rotundicauda* from Banyuasin Estuarine, South Sumatra, Indonesia. *Jurnal Ecologica Montenegrina*, 30(1), 37-46. <https://doi.org/10.37828/em.2020.30.3>.
- Sekiguchi, K. (1988). *Biology of Horseshoe Crabs*. Science House.
- Shanks, A. L. (2009). Pelagic larval duration and dispersal distance revisited. *Biological Bulletin*. 216(3), 373-385. <https://doi.org/10.1086/BBLv216n3p373>.
- Shingate, P., Ravi, V., Prasad, A., Tay, B.H., & Venkatesh, B. (2020). Chromosome-level genome assembly of the coastal horse shoe crab (*Tachypleus gigas*). *Molecular Ecology Resources Wiley Online*. 20(6), 1748-1760. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13233>.
- Siahainenia, L. (2021). Density and characteristic of bioturbation of *Uca* spp at Tanjung Tiram mangrove ecosystem in Poka village, District of Ambon Bay. *Earth and Environmental Science*. 777(1), 1-9). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/777/1/012013> .
- Siahainenia, L. (2021). Pengelolaan sumberdaya kepiting bakau berbasis kajian bio-ekologis. *Sistem Perikanan dan Kelautan di Wilayah Perikanan*, 1, 220-225. https://www.researchgate.net/profile/Kedswin-Hehanussa/publication/369722088_Sistem_Perikanan_dan_Kelautan_di_Wilayah_Kepulauan/links/64292d8d66f8522c38eee840/Sistem-Perikanan-dan-Kelautan-di-Wilayah-Kepulauan.pdf.
- Siburian, R., Simatupang, L., & Bukit, M. (2017). Analisis kualitas perairan laut terhadap aktivitas di lingkungan Pelabuhan Waingapu- Alor Sumba Timur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 23(1), 225-232. <https://doi.org/10.24114/jpkm.v23i1.6639>.
- Smith, D.R., Beekey, M.A., Brockmann, H.J., King, T.L., Millard, M.J., & Zaldívar-Rae, J.A. (2016). *Limulus polyphemus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T11987A80159830.

- Sundah, R. Z. K., Setiyono, H., Aini, N. K., & Miranda, H. (2024). Sebaran habitat asus spesies kepiting tapal kuda di Pantai Pendopo Teritip, Balikpapan. *Indonesiao Journal of Oceanography*, 6(1), 218-228. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v6i3.16539>.
- Supadminingsih, F.N., Riyanto, M., & Wahyu, R. I. (2021). Studi pendahuluan: respon tingkah laku kepiting tapal kuda (*Tachypleus gigas*) terhadap lampu led hijau. *Journal of Local Food Security*. 2(1), 91-98. <https://doi.org/10.37818/leuit.v2i1.10778>.
- Supranto, J. (2000). *Teknik Sampling untuk Survei dan Eksperimen*. PT Rineka Cipta.
- Suriani, M. (2013). Kualitas lahan dan pertumbuhan *Rhizophora mucronata* di kawasan rehabilitasi mangrove Aceh Besar dan Banda Aceh. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Syiah Kuala.
- Syahir, S., Yanti, A.H., & Setyawati, T.R. (2020). Morfometri belangkas *Tachypleus gigas* (Muller, 1785) di kawasan pesisir Batu Ampar, Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*. 9(2), 117-124. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v9i2.43885>.
- Ubaidillah, R., Marwoto, R.M., Hadiyaty, R.K., Fahmi, Wowor, D., Mumpuni, Pratiwi, R., Tjakrawidjaja, A.H., Mudjiyono, Hartati, S.T., Heryanto, Riyanto, A., & Mujiono, N. (2013). *Biota Perairan Terancam Punah di Indonesia Prioritas Perlindungan*. Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan, Ditjen Kelautan, Pesisir, dan Pulau-Pulau Kecil, dan Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta. <https://anyflip.com/fkxca/drbl/basic>.
- Vestbo, S., Obst, M., Fernandez, F.J.Q., Intanai, I., & Funch, P. (2018). Present and potential future distributions of Asian horse shoe crabs determine areas for conservation, *Frontiers in Marine Science*. 5(164), 1-16. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00164>.
- Vratiwi, A., Pratiwi, F. D., & Aisyah, S. (2024). Identifikasi jenis dan analisis hubungan karakteristik lingkungan terhadap kelimpahan relatif belangkas di Pantai Tanjung Bay Kabupaten Bangka Tengah. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 18(1), 11-15. <https://doi.org/10.33019/akuatik.v18i1.4928>.
- Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, K.J., Rafalski, J.A., & Tingvey, S.V. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*. 18(22), 6531–6535, <https://doi.org/10.1093/nar/18.22.6531>.

Wulandari, D., Prahasto, T., & Vincencius, G. (2016). Penerapan *principal component analysis* untuk mereduksi dimensi data penerapan teknologi informasi dan komunikasi untuk pendidikan di sekolah. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 2(1), 91-96. <https://doi.org/10.21456/vol6iss2pp91-96>.