

**HUBUNGAN AKUMULASI LOGAM BERAT FE, PB, DAN CD  
TERHADAP KARAKTER MORFOMETRIK KARAPAS RAJUNGAN  
(*Portunus pelagicus*) HASIL TANGKAPAN NELAYAN DI PERAIRAN  
PANTAI LEKOK KABUPATEN PASURUAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ALIRSYAD YANUARDHIKA  
NIM. 200602110141**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**HUBUNGAN AKUMULASI LOGAM BERAT FE, PB, DAN CD  
TERHADAP KARAKTER MORFOMETRIK KARAPAS RAJUNGAN  
(Portunus pelagicus) HASIL TANGKAPAN NELAYAN DI PERAIRAN  
PANTAI LEKOK KABUPATEN PASURUAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ALIRSYAD YANUARDHIKA  
NIM. 200602110141**

**diajukan Kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S. Si.)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**HUBUNGAN AKUMULASI LOGAM BERAT FE, PB, DAN CD  
TERHADAP KARAKTER MORFOMETRIK KARAPAS RAJUNGAN  
(*Portunus pelagicus*) HASIL TANGKAPAN NELAYAN DI PERAIRAN  
PANTAI LEKOK KABUPATEN PASURUAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ALIRSYAD YANUARDHIKA  
NIM. 200602110141**

**telah diperiksa dan disetujui untuk diuji  
pada tanggal: November 2023**

**Pembimbing I**



**Dr. Kiptiyah, M. Si  
NIP. 19731005 200212 2 003**

**Pembimbing II**



**Oky Bagas Prasetyo, M. Pd  
NIP. 19890113 202321 1 028**

**Mengetahui**

**Ketua Program Studi Biologi**



**Dr. Erika Sandi Savitri, M.P.  
NIP. 19741018 200312 2 002**

**HUBUNGAN AKUMULASI LOGAM BERAT FE, PB, DAN CD  
TERHADAP KARAKTER MORFOMETRIK KARAPAS RAJUNGAN  
(*Portunus pelagicus*) HASIL TANGKAPAN NELAYAN DI PERAIRAN  
PANTAI LEKOK KABUPATEN PASURUAN**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**ALIRSYAD YANUARDHIKA**  
NIM. 200602110141

telah dipertahankan  
Di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai  
Salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: .....2024

Ketua Penguji	: Prof. Dr. drh. Bayyinatul Muchtarromah, M.Si (.....)	
Anggota Penguji 1	: Kholifah Holil, M.Si NIP. 19710919 200003 2 001	
Anggota Penguji 2	: Dr. Kiptiyah, M.Si NIP. 19751106 200912 2 002	
Anggota Penguji 3	: Oky Bagas Prasetyo, M.Pd NIP. 19731005 200212 2 003 NIP. 19890113 202321 1 028	

Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Biologi



**Dr. Eyika Sandi Savitri, M.P.**  
NIP. 197410182003122002

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamiin, segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT Tuhan semesta alam yang masih memberikan nikmat kesehatan, kesempatan, dan kemudahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada Rasulullah SAW, semoga kita semua mendapatkan syafaat beliau di hari akhir, aamiin. Skripsi ini dengan bangga penulis persembahkan kepada:

1. Orang tua tercinta, Ibu Yuni Sulistyowati dan Bapak Katiyo yang siang malam, setiap hari selalu mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis
2. Kakak tercinta, Al-Miza Nugraha Pradikawati yang selalu menanyakan kabar dan support semangat kepada penulis sehingga penulis memiliki semangat yang kuat untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Pembimbing Dr. Kiptiyah M.Si skripsi yang senantiasa memberikan dorongan semangat, melantunkan segala doa beserta dukungan moral kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan proposal skripsi ini dengan baik.
4. Pembimbing RKM, Bapak Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si, yang selalu memberikan saran dan pandangan ilmu yang positif kepada penulis, tidak hanya ilmu sains, juga ilmu kehidupan.
5. Mas Jumuari selaku warga lokal yang turut berperan membantu dan mengarahkan peneliti selama pengambilan sampel di laut Lekok
6. Faiz, Irsyad, dan Rafi, teman sekontrakan yang selalu mengingatkan penulis untuk selalu konsisten menulis laporan skripsi.
7. Family Until Jannah, keluarga kedua di Malang, teman seperjuangan dan sahabat penulis yang berani untuk berdebat dan mengkritik penulis sehingga penulis memiliki teman berfikir yang baik
8. Family Ekologi, teman-teman satu peminatan penulis yang selalu ada di belakang memberi bantuan tenaga dan dukungan kepada penulis
9. Teman-teman Angkatan 2020 BiogenC dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan kepada penulis baik secara materil maupun nonmateril.

Malang, 3 Juni 2024



Alirsyad Yanuardhika

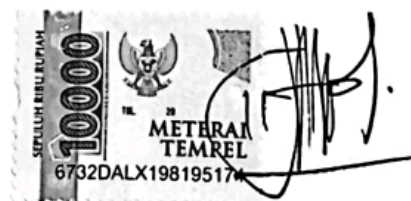
## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alirsyad Yanuardhika  
NIM : 200602110141  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Hubungan Akumulasi Logam Berat Fe, Cd, Pb Terhadap Karakter Morfometrik Karapas Rajungan (*Portunus pelagicus*) Hasil Tangkapan Nelayan Di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan

menyatakan bahwa sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencatumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 3 Juni 2024  
Yang membuat pernyataan,



Alirsyad Yanuardhika  
NIM. 200602110141

## MOTTO

### Niat Sabar dan Konsisten

Seberat apapun hidupmu, jangan pernah putus harapan sama Allah  
Teruslah melangkah maju, untuk mendapatkan apa yang kamu mau  
Jangan khawatir, doa ibu selalu menyertaimu, termasuk kamu matcha  
(jodohku hihihhi)

*Enjoy your live and you'll find your happiness*

(Alirsyad Yd, 2024) – 🐾

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini dipublikasikan melalui jurnal ilmiah dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicata, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



# **Hubungan Akumulasi Logam Berat Fe, Pb, dan Cd Terhadap Karakter Morfometrik Karapas Rajungan (*Portunus pelagicus*) Hasil Tangkapan Nelayan di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan**

Alirsyad Yanuardhika, Kiptiyah, Oky Bagus Prasetyo

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

## **ABSTRAK**

Perairan Lekok, Kabupaten Pasuruan terletak di pantai utara Jawa berdekatan dengan Selat Madura yang diapit oleh berbagai macam aktivitas manusia seperti tempat pelelangan ikan, pemukiman, PLTG Indonesia Power, dan Pelabuhan sehingga berpotensi tercemar berbagai jenis limbah, salah satunya yaitu logam berat. Logam berat merupakan unsur kimia yang memiliki berat molekul lebih dari  $5 \text{ gram/cm}^3$  yang apabila tingkat konsentrasinya tinggi di suatu lingkungan perairan akan berbahaya karena sulit didegradasikan secara biologis yang kemudian menyebabkan rajungan lebih rentan terpapar logam berat. Dampak negatif yang ditimbulkan logam berat terutama terhadap pertumbuhan rajungan, sehingga mempengaruhi karakter morfometrik. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2024. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara akumulasi logam berat (Fe, Pb, Cd) dengan karakter morfometrik karapas rajungan hasil tangkapan nelayan di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksploratif. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* dengan mengikuti nelayan di 3 titik pada area *gound fishing* perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan. Sampel yang diambil sebanyak 30 ekor rajungan dan sampel air dari masing-masing titik. Parameter yang diamati berupa konsentrasi logam berat Fe, Pb, Cd, kualitas air, dan pengukuran 11 karakter morfometrik karapas rajungan. Data dianalisis menggunakan analisis korelasi pearson dengan perangkat lunak PAST versi 4.03. Hasil penelitian menunjukkan rajungan jantan dan betina memiliki konsentrasi logam Cd tercemar (3,215 dan 0,061 mg/kg), konsentrasi logam Pb tercemar (0,299 dan 0,151 mg/kg), dan konsentrasi logam Fe tidak tercemar (3,351 dan 3,148 mg/kg). Sementara itu, terdapat hubungan signifikan antara logam Fe dengan LPCL dan RPCL jantan dan betina, logam Pb dengan CL jantan dan PBW betina, sedangkan logam Cd berhubungan dengan LACL dan RACL jantan, serta dengan LOW dan ROW betina.

Kata kunci : *Akumulasi, Logam Berat, Morfometrik, Portunus pelagicus*

**Relationship Between The Accumulation of Heavy Metals Fe, Pb, and Cd On The Morphometric Characteristics Of Crab (*Portunus pelagicus*) Carapace Caught By Fishermen In The Waters Of Lekok Beach, Pasuruan Regency**

Alirsyad Yanuardhika, Kiptiyah, Oky Bagas Prasetyo

Biology Study Program, Faculty Of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang

**ABSTRACT**

Lekok Waters, Pasuruan Regency is located on the north coast of Java adjacent to the Madura Strait which is flanked by various kinds of human activities such as fish auctions, settlements, Indoensia Power Plant, and Ports so that it has the potential to be polluted by various types of waste, one of which is heavy metals. Heavy metals are chemical elements that have a molecular weight of more than 5 grams / cm<sup>3</sup> which when the concentration level is high in an aquatic environment will be dangerous because it is difficult to degrade biologically which then causes crabs to be more vulnerable to heavy metal exposure. The negative impact of heavy metals is mainly on the growth of crabs, thus affecting morphometric characters. This research was conducted from January to March 2024. This study aims to determine the relationship between heavy metal accumulation (Fe, Pb, Cd) with morphometric characters of crab carapace caught by fishermen in the waters of Lekok Beach, Pasuruan Regency. Sampling was done by purposive sampling method by following fishermen at 3 points in the area of gound fishing in the waters of Lekok Beach, Pasuruan Regency. Samples taken were 30 crabs and water samples from each point. Parameters observed were the concentration of heavy metals Fe, Pb, Cd, water quality, and measurement of 11 morphometric characters of the crab carapace. Data were analyzed using Pearson correlation analysis with PAST software version 4.03. The results showed that male and female crabs had polluted Cd metal concentrations (3.215 and 0.061 mg/kg), polluted Pb metal concentrations (0.299 and 0.151 mg/kg), and unpolluted Fe metal concentrations (3.351 and 3.148 mg/kg). Meanwhile, there was a significant relationship between Fe metal and male and female LPCL and RPCL, Pb metal and male CL and female PBW, while Cd metal was associated with male LACL and RACL, and female LOW and ROW.

Keyword : *Accumulation, Heavy Metals, Morphometrics, Portunus pelagicus,*

العلاقة بين تراكم المعادن الثقيلة من الحديد والرصاص والكاديوم والكاديوم والخصائص المورفومترية لدرع السلطعون (*Portunus pelagicus*) الذي يصطاده الصيادون في مياه شاطئ ليكوك في محافظة باسوروانونسي.

أليساياد يانوارديكا، كيبيتيا، أوكي باغاس براسيتيو

قسم علم الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة إسلام نيجيري مولانا مالك إبراهيم مالانج

### ملخص البحث

تقع مياه ليكوك، محافظة باسوروان على الساحل الشمالي لجاوة بمحاذاة مضيق مادورا الذي تحيط به أنواع مختلفة من الأنشطة البشرية مثل مزادات الأسماك، والمستوطنات، ومحطة إندونيسيا للطاقة، والموانئ، بحيث يكون لديها إمكانية التلوث بأنواع مختلفة من النفايات، أحدها المعادن الثقيلة. والمعادن الثقيلة هي عناصر كيميائية يزيد وزنها الجزيئي عن 5 جرام/سم<sup>3</sup> والتي عندما يكون مستوى تركيزها مرتفعاً في بيئة مائية تكون خطيرة لصعوبة تحللها بيولوجياً مما يجعل السرطانات أكثر عرضة للتعرض للمعادن الثقيلة. وينصب التأثير السلبي للمعادن الثقيلة بشكل رئيسي على نمو سرطان البحر، مما يؤثر على الخصائص المورفومترية. أجري هذا البحث في الفترة من يناير إلى مارس 2024. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد العلاقة بين تراكم المعادن الثقيلة (الحديد والرصاص والكاديوم) والخصائص المورفومترية لدرع السلطعون الذي يصطاده الصيادون في مياه شاطئ ليكوك في محافظة باسوروان. وقد تم أخذ العينات بطريقة أخذ العينات الانتقائية من خلال متابعة الصيادين في 3 نقاط في منطقة الصيد في مياه شاطئ ليكوك في محافظة باسوروان. تم أخذ عينات تصل إلى 30 عينة من السرطانات وعينات المياه من كل نقطة. كانت البارامترات التي تمت ملاحظتها هي تركيزات المعادن الثقيلة من الحديد والرصاص والرصاص والكاديوم وجودة المياه وقياس 11 خاصية مورفومترية لدرع السلطعون. تم تحليل البيانات باستخدام تحليل ارتباط بيرسون باستخدام برنامج PAST الإصدار 4.03. وأظهرت النتائج أن ذكور وإناث السرطانات كانت تركيزات معدن الكاديوم الملوث لدى الذكور والإناث (3,215 و 0.061 ملغم/كغم)، وفي الوقت نفسه، كانت هناك علاقة معنوية بين فلز الحديد ومعدن الحديد للذكور والإناث في كل من LPCL و RPCL، ومعدن الرصاص للذكور و RPCL للإناث، بينما ارتبط معدن الكاديوم للذكور بـ LACL و RACL، وللإناث بـ LOW و ROW.

الكلمات المفتاحية: التراكم، المعادن الثقيلة، القياس المورفومتري، *Portunus pelagicus*

## KATA PENGANTAR

*Assalamulalaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*


*Bismillahirrohmaanirrohiim.* Segala puji syukur penulis sampaikan kepada Allah Swt. yang Maha Esa, atas berkat dan limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Hubungan Akumulasi Logam Berat (Fe, Cd, Pb) dan Karakter Morfometrik Karapas Rajungan (*Portunus pelagicus*) dari Hasil Tangkapan Nelayan di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pauruan”. Penulis menyadari bahwa dalam proses proposal skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibunda Yuni Sulistyowati dan ayahanda Katiyo, orang tua tercinta dan tersayang beserta keluarga besar yang senantiasa melangitkan doa untuk merealisasikan segala dukungan baik moral maupun materi. Tanpa bantuan mereka, penulis mungkin tidak akan mampu menjalani dan menyelesaikan proposal ini.
2. Bapak Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan izin dalam melakukan penelitian.
4. Ibu Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memudahkan dalam setiap proses pembuatan laporan.
5. Ibu Dr. Kiptiyah, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan dorongan semangat, melantunkan segala doa beserta dukungan moral kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan proposal skripsi ini dengan baik.
6. Oky Bagus Prasetyo, M.Pd. selaku dosen pembimbing keagamaan yang senantiasa melantunkan segala doa, membimbing, dan mengarahkan serta memberikan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan proposal skripsi ini dengan baik.
7. Seluruh bapak dan ibu dosen beserta staf Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu setiap proses pembelajaran penulis selama berkuliah.
8. Segenap teman-teman Biologi UIN Malang dari semua angkatan, khususnya BioGenC dan seluruh pihak yang telah berjuang bersama-sama dengan penulis, serta Family Until Jannah yang turut berkontribusi mensupport mental, materi, dan jasmani bagi penulis untuk senantiasa selalu istikamah dan konsisten dalam melakukan hal kebaikan.

Penulis menyadari betul bahwa penyusunan proposal skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk laporan kepenulisan yang lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

*Wassalamulalaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Malang, Juni 2024



Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	vi
MOTTO .....	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	x
ملخص البحث .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xii
DAFTAR ISI .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan .....	7
1.4 Manfaat Penelitian .....	8
1.5 Batasan Masalah .....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>10</b>
2.1 Logam Berat pada Ekosistem Laut .....	10
2.2 Rajungan ( <i>Portunus pelagicus</i> ) .....	12
2.2.1 Morfologi dan Klasifikasi Rajungan ( <i>Portunus pelagicus</i> ) .....	12
2.2.2 Morfometrik Rajungan .....	15
2.3 Habitat dan Siklus Hidup Rajungan ( <i>Portunus pelagicus</i> ) .....	17
2.4 Faktor Pertumbuhan Rajungan ( <i>Portunus pelagicus</i> ) .....	20
2.5 Pengaruh Akumulasi Logam Berat terhadap Morfometrik Rajungan .....	22
2.6 Perairan Pesisir Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	28
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	28
3.3 Alat dan Bahan .....	29
3.3.1 Alat .....	29
3.3.2 Bahan .....	29
3.4 Prosedur Penelitian .....	29
3.4.1 Pengambilan Sampel Rajungan ( <i>Portunus pelagicus</i> ) .....	29
3.4.2 Pengambilan Sampel Air Laut Lekok .....	30
3.4.3 Pengukuran Kualitas Perairan Laut (Fisika-Kimia) .....	31
3.4.3 Proses Pengukuran Morfometrik .....	31
3.4.4 Preparasi dan Destruksi Logam Berat Daging Rajungan .....	32
3.5 Analisis Data .....	34
3.5.1 Klasifikasi Ukuran Tubuh Rajungan ( <i>Portunus pelagicus</i> ) .....	34
3.5.2 Hubungan Lebar Karapas dan Bobot Tubuh Rajungan .....	34
3.5.3 Korelasi Akumulasi Logam Berat dan Morfometrik Rajungan .....	34

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1 Konsentrasi Logam Berat pada Daging Rajungan .....	36
4.2 Pengukuran Karakter Morfometrik Karapas Jantan dan Betina .....	44
4.3 Hubungan Akumulasi Logam Berat dengan Morfometrik Karapas .....	51
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Karakter karapas rajungan dengan metode konvensional .....	17
3.1 Titik lokasi pengambilan sampel .....	30
3.2 Parameter kualitas lingkungan perairan yang diukur .....	31
3.3 Karakter karapas rajungan .....	32
3.4 Kategori validitas instrumen koefisien Korelasi Pearson .....	35
4.1 Hasil Analisis Logam Berat Fe, Cd, dan Pb daging rajungan .....	36
4.2 Parameter kualitas air Laut Lekok .....	43
4.3 Perbedaan ukuran tubuh rajungan dari lebar karapas. ....	48
4.4 Hasil penghitungan regresi linier lebar karapas dan bobot rajungan .....	49
4.5 Hasil korelasi pearson logam berat dengan rajungan jantan dan betina...	52
4.6 Hasil korelasi pearson logam berat dengan rajungan.....	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Perbedaan rajungan tampak dorsal jantan dan betina .....	14
2.2 perbedaan abdomen rajungan jantan dan betina .....	15
2.3 Pengukuran karapas rajungan dengan metode konvensional .....	16
2.4 Siklus hidup rajungan .....	18
2.5 Peta lokasi penelitian di perairan Pantai Lekok .....	26
3.1 Lokasi pengambilan sampel rajungan .....	30
4.1 Konsentrasi logam berat rajungan jantan dan betina .....	40
4.2 Pengukuran morfometrik karapas rajungan .....	45
4.3 Perbandingan 11 karakter morfometrik rajungan jantan dan betina .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Data pengukuran bobot dan morfometrik karapas jantan dan betina.....	70
2. Data pengukuran bobot dan morfometrik rajungan betina .....	71
3. Data hasil analisis logam berat rajungan betina .....	72
4. Data hasil analisis logam berat rajungan jantan dan kualitas air laut .....	73
5. Data penghitungan ukuran tubuh rajungan ditinjau dari lebar karapas .....	74
6. Data output korelasi pearson logam berat dan morfometrik jantan .....	75
7. Data output korelasi pearson logam berat dan morfometrik betina .....	76
8. Dokumentasi penelitian.....	77

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber kehidupan dan kebutuhan bagi seluruh makhluk hidup. Setiap aktivitas manusia selalu bergantung dengan kebutuhan air sebagai sumber daya alam (Fariha dkk, 2023). Sumber daya air harus dilindungi agar tidak mencemari lingkungan perairan dan tetap dimanfaatkan dengan benar. Pencemaran air yang terjadi di lingkungan perairan seringkali disebabkan oleh kegiatan antropogenik. Kegiatan antropogenik merupakan suatu aktivitas yang memberikan dampak negatif terhadap lingkungan berupa pencemaran yang berasal dari limbah domestik, industri, pertanian atau bahkan pertambangan (Urufi & Ahmad, 2021). Salah satu akibat pencemaran yang terjadi yaitu terdapat adanya kontaminasi logam berat yang terakumulasi pada air, sedimen, dan biota air. Adanya pencemaran logam berat tersebut dapat menyebabkan kerusakan terhadap ekosistem perairan dan organisme yang ada di dalamnya (Rumoey & Umar, 2022).

Pencemaran logam berat pada ekosistem perairan akan menyebabkan kerusakan pada lingkungan perairan. Terjadinya kerusakan dan pencemaran pada ekosistem lingkungan perairan sejalan sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S Ar-Rum ayat 41 sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ  
Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” (Q.S Ar-Rum [30]:41).

Dalam tafsir Al-Misbah (2005) bahwa ayat tersebut menyebutkan kata *fasad* yaitu keluarnya sesuatu dari keseimbangan, baik sedikit maupun banyak. Hal

tersebut menegaskan manusia untuk tidak membuat kerusakan di darat maupun di lautan. Munculnya kerusakan lingkungan hidup ini, pada hakikatnya juga adanya campur tangan manusia. Kerusakan yang dimaksud yaitu terjadi akibat ulah manusia yang tidak bertanggung jawab atas apa yang dilakukannya. Allah berkehendak untuk membuat manusia merasakan apa yang sudah diperbuat agar mereka dapat merenungi kesalahannya (Shihab, 2005).

Pencemaran akibat ulah manusia juga dapat menyebabkan sumber daya perairan yang ada di lautan terganggu. Hal tersebut dapat merusak kelestarian laut dan keselamatan hidup bagi organisme atau biota laut yang tinggal di habitatnya serta dapat mempengaruhi jumlah populasi organisme laut (Ningsih, 2018). Namun, sumber daya perairan di Indonesia terdiri dari banyak populasi ikan yang tersebar di seluruh wilayah tempat pengelolaan. Salah satu wilayah yang memiliki keanekaragaman ikan yang tinggi di Provinsi Jawa Timur salah satunya berada di Kabupaten Pasuruan tepatnya di Kecamatan Lekok. Potensi perikanan laut dan wilayah pesisir Kabupaten Pasuruan kurang lebih sesuai dengan garis pantai sepanjang 48 km (Noor & Sutoyo, 2023). Perairan Lekok menjadi salah satu sentra perikanan tangkap yang cukup besar di Kabupaten Pasuruan dengan 5.723 rumah tangga nelayan dan 1.621 armada penangkapan ikan (Herawatia *et al.*, 2021). Selain dari sektor perikanan yang melimpah, wilayah Lekok juga menjadi salah satu tempat sentra produksi rajungan yang cukup banyak dan melimpah apabila dibandingkan dengan produksi komoditi laut yang ada di wilayah Pasuruan lainnya. Hal tersebut didukung oleh data statistika menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2023) yang menyatakan tingkat produksi rajungan yang ada di Kecamatan Lekok pada tahun 2020 mengalami peningkatan volume

produksi rajungan sebesar 1.355.800 kg dengan total nilai produksi Rp54.813.315.600.

Sumber daya lautan memiliki manfaat yang intens dari segi ekosistem dan ekonomi. Perairan laut Lekok memiliki keunggulan dalam bidang produksi rajungan yang ternyata sedang dihadapkan dengan adanya ancaman berupa pencemaran lingkungan perairan. Kawasan perairan pesisir Lekok posisinya terletak diapit oleh berbagai macam aktivitas manusia, seperti perikanan, tempat pelelangan ikan, pemukiman, PLTG PT Indonesia Power, dan berbagai industri lainnya. Selain itu, kondisi perairan pesisir Pantai Lekok banyak dipengaruhi oleh berbagai aliran sungai, terutama Sungai Rejoso yang bermuara di pesisir Kabupaten dan Kota Pasuruan (Ulinuha dkk, 2022). Hal tersebut dapat memunculkan peluang berbagai bentuk kerusakan alam pada ekosistem perairan yang mengakibatkan terjadinya akumulasi polutan seperti logam berat.

Logam berat menjadi salah satu unsur kimia dengan berat jenis lebih besar 5 gram/cm<sup>3</sup> dengan nomor atom 22 hingga 92 yang dapat membentuk sebuah ikatan yang kompleks ketika masuk ke dalam tubuh organisme (Robi dkk, 2021). Pada saat terjadi akumulasi logam berat di lingkungan perairan semakin lama akan berubah menjadi racun yang dapat mengendap dan menumpuk di dasar atau sedimen air, kemudian terlarut dan berpindah yang nantinya akan terserap oleh organisme yang menjadi tempat tinggal habitatnya salah satunya rajungan (Ishak dkk, 2014). Hal tersebut dapat mengindikasikan berbagai jenis logam berat yang telah terserap pada tubuh organisme tentu akan sulit diuraikan secara biologis, karena bersifat permanen dalam air sehingga dapat mengakibatkan timbulnya racun apabila terakumulasi secara berturut-turut (Prabawa dkk, 2014).

Jenis logam berat yang dapat berpotensi dalam pencemaran lingkungan perairan laut ada Fe, Cd, dan Pb (Adam dkk, 2018). Logam berat Fe merupakan salah satu logam esensial yang dibutuhkan dalam tubuh dengan jumlah sedikit untuk proses metabolisme seperti pembentukan struktur hemoglobin. Namun apabila logam Fe berada dalam konsentrasi tinggi (melebihi baku mutu) akan berubah menjadi racun yang berbahaya sehingga dapat menimbulkan pencemaran bagi organisme yang terjangkit. Sementara itu, logam berat Pb dan Cd termasuk dalam kelompok logam berat dengan tingkat toksisitas paling beracun (Sudarmaji dkk., 2020) sehingga memberikan dampak negatif bagi biota yang terpapar. Logam Pb akan mengganggu proses metabolisme organisme dengan menjadi inhibitor enzim yang diperlukan untuk fungsi seluler (Herawatia, *et al.*, 2020). Begitu pula dengan logam Cd, dampak yang ditimbulkan adalah logam tersebut dapat berikatan dengan dengan enzim dan protein spesifik yang diperlukan organisme untuk fungsi seluler. Hal tersebut dapat mengakibatkan logam berat akan bersaing dengan zat penting lain dalam tubuh untuk pemeliharaan dan kelanjutan fungsi sel organisme (Herawatia dkk., 2021). Salah satu organisme air yang berpotensi menerima akumulasi logam berat adalah rajungan.

Rajungan merupakan salah satu biota air yang dikenal cukup aktif dengan habitat di ekosistem pantai berpasir, tekstur substrat berlumpur dan berkarang (Budiarto dkk., 2015). Kondisi ekosistem perairan sebagai habitat rajungan sangat mempengaruhi kehidupan dan kebiasaan rajungan dalam memperoleh makanan. Parameter kualitas air yang berpengaruh dalam hal kelangsungan hidup dan pertumbuhan rajungan seperti suhu, DO, derajat keasaman (pH), dan salinitas.

Adanya polutan logam berat di perairan yang menjadi habitat bagi tempat hidupnya rajungan tentu akan menimbulkan beberapa dampak negatif, terutama menghambat proses pertumbuhan rajungan. Hal ini disebabkan karena rajungan merupakan organisme yang bersifat *filter feeder* dan sering menghabiskan hidupnya di substrat yang kemudian menyebabkan rajungan lebih rentan terpapar logam berat. Pernyataan ini didukung oleh Fabrianessa., dkk (2020) bahwa rajungan termasuk spesies yang sangat rentan terhadap serapan akumulasi logam berat yang disebabkan organisme tersebut secara intens kontak langsung dengan air ataupun sedimen sehingga hal tersebut dapat menjadikan kondisi ekosistem menjadi buruk dan menyebabkan menurunnya kualitas produksi rajungan.

Kondisi ekosistem perairan laut Lekok yang tercemar diakibatkan oleh logam berat tentu akan menurunkan kualitas dari rajungan sebagai salah satu sektor utama perikanan dan nantinya dapat menimbulkan bahaya bagi lingkungan dan masyarakat setempat yang mengonsumsinya (Aphrodita dkk, 2022). Salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kualitas rajungan adalah dengan melihat dari kondisi morfologi dan ukuran morfometrik rajungan. Nuraini dkk, (2023) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa suatu kondisi morfologi seperti ukuran morfometrik karapas rajungan yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan perairan dan dapat menyebabkan terjadinya perbedaan sifat pertumbuhan rajungan.

Morfometrik adalah metode pengukuran bentuk tubuh bagian luar organisme, termasuk rajungan dengan membandingkan dimensi seperti lebar, panjang standar, dan mengidentifikasi perubahan kematangan seksual terkait ukuran (Moyano, *et al.*, 2011). Penelitian yang telah dilakukan oleh Nuraini dkk,

(2023) yang menyatakan bahwa perbedaan karakteristik pertumbuhan rajungan yang ditemukan antara satu perairan dengan lainnya disebabkan oleh faktor lingkungan, ketersediaan makanan, suhu, dan salinitas air serta siklus produksi dan area penangkapan ikan. Penelitian serupa, juga dilakukan oleh Iksanti *et al.*, (2022) bahwa adanya perbedaan ukuran atau variasi rajungan dapat disebabkan beberapa faktor antara lain jenis kelamin, umur, parasite, penyakit, parameter perairan yang disebabkan pencemaran (logam berat), ketersediaan makanan, perbedaan musim, anggota tubuh yang hilang sebagian, dan tingkat intensitas penangkapan. Penelitian yang dilakukan oleh Prabawa., dkk (2014) menunjukkan bahwa perbandingan morfometrik rajungan pada teluk Jakarta lebih kecil dibandingkan dengan rajungan dari Laut Madura. Hal ini disebabkan karena kondisi populasi rajungan di teluk Jakarta yang mengalami tekanan penangkapan yang lebih tinggi dibandingkan di daerah Madura. Selain itu, tingkat polutan logam berat yang tinggi juga mempengaruhi kondisi struktur populasi rajungan di teluk Jakarta.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian dengan judul Hubungan Akumulasi Logam Berat Fe, Pb, dan Cd terhadap Karakter Morfometrik Karapas Rajungan (*Portunus pelagicus*) Hasil Tangkapan Nelayan di Perairan Pantai Lekok Pasuruan Jawa Timur, dalam hal ini digunakan untuk menentukan bahwa terdapat pengaruh morfometrik rajungan akibat adanya akumulasi logam berat Fe, Cd, dan Pb.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang diuraikan dalam penelitian adalah sebagai berikut:



1. Berapa tingkat konsentrasi logam berat Fe, Pb, dan Cd pada daging rajungan (*Portunus pelagicus*) jantan dan betina di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan?
2. Bagaimana hasil pengukuran karakter morfometrik karapas dan pola pertumbuhan rajungan (*Portunus pelagicus*) jantan dan betina di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan?
3. Bagaimana hubungan antara akumulasi logam berat Fe, Pb, dan Cd pada daging rajungan (*Portunus pelagicus*) jantan dan betina dengan karakter morfometrik karapas rajungan (*Portunus pelagicus*) di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan?

### **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui tingkat konsentrasi logam berat Fe, Pb, dan Cd pada daging rajungan (*Portunus pelagicus*) jantan dan betina di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan.
2. Mengetahui hasil pengukuran karakter morfometrik karapas rajungan (*Portunus pelagicus*) jantan dan betina di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan
3. Mengetahui hubungan antara akumulasi logam berat Fe, Pb, dan Cd pada daging rajungan (*Portunus pelagicus*) jantan dan betina dengan karakter morfometrik karapas rajungan (*Portunus pelagicus*) di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1. Manfaat Keilmuan**

Penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan ilmu pengetahuan mengenai tingkat akumulasi logam berat yang berpengaruh pada morfometrik rajungan bagi peneliti yang berfokus pada kajian serupa sebagai salah satu contoh konkret adanya interaksi antara komponen abiotik dengan biotik di lingkungan. Selain itu, penelitian ini diharapkan menjadi informasi pendukung bagi lembaga terkait dalam penetapan standar baku mutu konsentrasi logam berat di lingkungan perairan laut Lekok, serta menjadi media atau sarana edukasi bagi setiap pihak, sehingga membangun literasi sains yang semakin baik.

### **2. Manfaat Praktis**

Penelitian ini secara praktis dapat memberikan manfaat sebagai sumber acuan referensi bagi pihak tertentu ataupun instansi terkait dalam melakukan konservasi lingkungan perairan untuk menjaga kelestarian laut dan biota laut khususnya pada rajungan. Selain itu, penelitian ini diharapkan menjadi acuan pengambilan kebijakan pengelolaan ekologi oleh pihak yang berwenang. Lebih daripada itu, juga diharapkan seluruh pihak baik warga lokasi penelitian, pihak industri, dan masyarakat umum berkontribusi mengurangi permasalahan lingkungan untuk mengatasi dampak negatif bagi kelangsungan hidup di masa sekarang bahkan di masa depan.

## **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Objek yang digunakan adalah daging rajungan (*Portunus pelagicus*) yang diperoleh langsung dari nelayan dan sampel air dari perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan.
2. Parameter yang digunakan untuk kualitas fisikokimia air (pH, suhu, dan salinitas).
3. Jenis logam berat yang dianalisis meliputi Fe, Pb, dan Cd
4. Pengukuran morfometrik sampel rajungan jantan dan betina meliputi beberapa karakter diantaranya yaitu lebar karapas (duri ke sembilan), lebar karapas internal (duri ke delapan), panjang atau tinggi karapas, lebar anterolateral karapas kiri, lebar anterolateral karapas kanan, panjang atau tinggi posterolateral karapas kiri, panjang atau tinggi posterolateral karapas kanan, lebar duri frontal, jarak atau lebar orbit (rongga mata) kiri, jarak atau lebar orbit (rongga mata) kanan, lebar posterior karapas.
5. Sampel logam berat pada daging rajungan dianalisis dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).
6. Penentuan titik lokasi pengambilan sampel tidak ditentukan berdasarkan perbedaan karakteristik dari masing masing logam berat.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Logam Berat pada Ekosistem Laut**

Di lingkungan laut, logam berat biasanya memiliki sifat beracun yang mengancam makhluk hidup (Asha, 2023). Karena sifatnya yang beracun, logam berat merupakan zat berbahaya yang dapat menimbulkan berbagai dampak biologis dan ekologis terhadap perairan di lingkungan laut bila terdapat dalam konsentrasi yang cukup besar. Kualitas air dapat terkena dampak signifikan jika kontaminasi logam berat masuk ke saluran air laut (Fabrianessa dkk., 2020). Logam berat juga menjadi salah satu pencemar yang berpotensi merusak ekosistem perairan laut. Habitat perairan akan terkontaminasi oleh pencemaran logam berat sehingga berdampak pada kesehatan lingkungan. Pembuangan logam berat secara langsung dari industri, sampah rumah tangga, dan aktivitas manusia lainnya menyebabkan pencemaran logam berat di lingkungan perairan (Akbar et al., 2014).

Haryono dkk, (2017) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa Kegiatan industri dan pertanian penduduk dapat berkontribusi pada peningkatan limbah sungai, yang kemudian dapat mencapai laut dan menyebabkan kontaminasi logam berat. Logam berat secara alami dapat menjadi polutan yang berdampak pada ekosistem perairan laut, yang tidak dapat terurai secara kimia, fisik, atau biologis dan memiliki kemampuan untuk terurai secara terus menerus. Karena penguraian logam berat pada organisme, hal ini dapat menjadi ancaman signifikan bagi ekosistem laut. Proses terlarutnya atau terjadinya logam berat yang berbahaya seperti Cd (kadmium) dapat secara biologis terserap oleh biota-biota yang berada di ekosistem laut (Rohmah dkk, 2023).

Triantoro dkk, (2018) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa perbuatan dan kegiatan manusia yang melakukan aktivitas seperti pembuangan limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga, aktivitas nelayan, lalu lalang perkapalan, industri dan budidaya yang dilakukan di perairan laut (tambak) dapat menjadi industrialisasi yang tidak akan terlepas dari efek negatif. Hal tersebut dapat mempengaruhi dan tentu terjadi perubahan kualitas dan kuantitas perairan ekosistem laut, sehingga perairan tersebut dapat dikatakan tercemar oleh logam berat. Logam berat Hg, Fe, Cd, dan Pb merupakan salah satu logam yang dapat menyebar dan sering mencemari saluran air pada ekosistem laut (Sagala et al., 2014). Dengan demikian, logam berat dapat menimbulkan dampak negatif jangka panjang terhadap organisme hidup akibat akumulasi dan pengaruhnya.

Penggunaan cat timbal, pengelasan kapal, dan kebocoran bahan bakar dari kapal ikan merupakan beberapa faktor yang berkontribusi terhadap pencemaran logam berat timbal atau Pb (Rizkiana dkk, 2017). Timbal dapat memiliki efek negatif pada organisme akuatik. Menurut Musallamah (2012) dalam penelitiannya bahwa efek paparan timbal yang melebihi nilai ambang batas akan menyebabkan kerusakan pada hepatopancreas suatu organisme. Oleh karena itu, timbal dapat menumpuk di dalam tubuh suatu organisme. Timbal secara tidak langsung akan masuk dan bertahan di dalam tubuh manusia jika organisme penimbun timbal dikonsumsi oleh manusia sehingga mengganggu proses metabolisme tubuh (Purbonegoro, 2017). Namun ada juga logam berat yang dibutuhkan oleh suatu organisme air dengan jumlah sedikit (esensial) salah satunya yaitu Fe (besi).

Logam berat Fe (besi) merupakan salah satu logam esensial yang dibutuhkan dalam tubuh dengan jumlah kecil untuk proses metabolisme (Pratama

dkk., 2012). Namun apabila berada dalam konsentrasi tinggi, akan berubah menjadi racun yang berbahaya dan menimbulkan pencemaran bagi organisme maupun lingkungan yang ditempatinya. Konsentrasi besi yang tinggi dalam suatu perairan diyakini disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti buangan limbah rumah tangga yang mengandung besi serta korosi pipa-pipa air pada suatu industri yang mengandung logam besi. (Ika dkk, 2012). Terlebih lagi logam Fe (besi), Pb, dan Cd yang apabila masuk ke dalam tubuh organisme, khususnya rajungan dapat mengikat enzim serta protein spesifik yang diperlukan untuk fungsi seluler, sehingga proses metabolisme rajungan menjadi terganggu (Herawatia dkk, 2021).

Logam berat kadmium (Cd) dikategorikan sebagai logam berat yang sangat toksik dan dapat berdampak negatif pada lingkungan, sehingga penggunaan kadmium di industri dan limbahnya diatur secara ketat (Munadi, 2023). Toksisitas kadmium (Cd) meningkat seiring dengan menurunnya salinitas di saluran air. Hal ini terjadi akibat peningkatan konsentrasi kation Cd bebas pada salinitas rendah sehingga menghambat sintesis senyawa kompleks baik dari bahan organik maupun anorganik (Yuni, 2020). Tubuh organisme akan menyerap kation kadmium bebas, yang akan meningkatkan toksisitas. Menurut Baloch et al. (2020) bahwa perubahan kapasitas osmotik dan regulasi ionik pada salinitas rendah berpotensi berkontribusi terhadap peningkatan toksisitas.

## **2.2 Rajungan (*Portunus pelagicus*)**

### **2.2.1 Morfologi dan Klasifikasi Rajungan (*Portunus pelagicus*)**

Rajungan secara morfologi termasuk salah satu jenis kelompok kepiting renang yang memiliki ukuran dan bentuk karapas yang ramping (Kalsum & Dimenta, 2023). Karapas rajungan berbentuk pipih dan memiliki warna yang

sangat menarik. Menurut Rahman dkk (2019) menjelaskan bahwa karapas rajungan memiliki bentuk pipih dan duri yang berada disisi belakang dicirikan berbentuk runcing sedikit memanjang serta dijadikan titik ukuran lebar karapas.

Klasifikasi dari rajungan menurut Sari & Dzakiy (2023) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia  
Filum : Arthropoda  
Kelas : Crustacea  
Ordo : Decapoda  
Famili : Portunida  
Genus : Portunus  
Spesies : *Portunus Pelagicus*

Rajungan adalah salah satu anggota kelas dari Crustacea yang memiliki tubuh yang beruas-ruas dan bersegmen serta tergolong ke dalam filum arthropoda (Sari & Dzakiy, 2023). Menurut Baswantara dkk (2023) bahwa rajungan memiliki tubuh yang beruas dan dilapisi oleh struktur mantel atau cangkang yang sangat keras terbuat dari kalsium dan kittin agar tubuhnya dapat mudah bergerak dan bisa dapat mencari makanan di laut. Rajungan termasuk dalam jenis karnivora yang suka memakan zooplankton di dasar laut (Wijayanto & Yulianto, 2014). Pernyataan tersebut dapat menjadikan rajungan memiliki ciri morfologi yang khusus.

Rajungan memiliki morfologi khusus yang membedakan dengan famili lainnya. Salah satu tanda khususnya adalah rajungan memiliki lima pasang struktur yang terdiri dari sepasang capit yang digunakan untuk memegang dan

memasukkan makanan ke mulut, tiga pasang kaki periopod, serta sepasang kaki terakhir yang berfungsi sebagai alat renang dengan ujung pipih dan bundar seperti dayung. Oleh karena itu, rajungan dikategorikan sebagai kepiting renang. Morfologi jantan dan betina rajungan memiliki perbedaan. Jantan biasanya lebih besar, lebih cerah, dan berpigmen biru terang, sedangkan betina lebih kecil, lebih coklat, dengan ujung periopod berwarna biru tua dan bulu halus berwarna keunguan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 (Sari & Dzakiy, 2023).



**Gambar 2.1 Perbedaan rajungan tampak dorsal A. Dorsal jantan dan B. Dorsal betina (Dokumen Pribadi).**

Rajungan jantan dan betina dapat dibedakan dengan melihat ukuran tubuh terutama capit, karapas, dan bentuk abdomennya. Umumnya, rajungan jantan memiliki sepasang capit yang berukuran lebih besar apabila dibandingkan dengan betina. Tidak hanya dari ukuran capit, tubuh rajungan jantan turut dominan lebih besar. Karapas yang dimiliki oleh rajungan jantan berwarna terang dengan motif lebih menarik dibandingkan karapas rajungan betina. Abdomen yang dimiliki antara rajungan jantan dan betina juga menunjukkan perbedaan sesuai dengan fungsi yang menyertainya. Abdomen jantan cenderung lebih sempit dan berbentuk



kerucut, sedangkan abdomen betina lebih membulat sebagai tempat menyimpan telur-telurnya seperti yang ditunjukkan pada (gambar 2.2) (Shantanam, 2018).



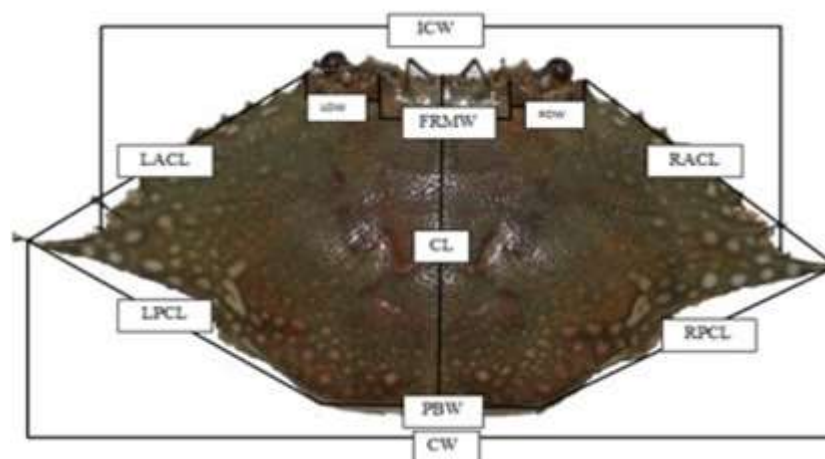
**Gambar 2.2 Perbedaan abdomen rajungan A. Abdomen jantan B. Abdomen betina (Dokuman pribadi)**

### 2.2.2 Morfometrik Rajungan

Morfometri adalah ilmu yang mempelajari bentuk luar tubuh makhluk hidup, seperti rajungan, dan merupakan dasar untuk membandingkan ukuran seperti panjang dan lebar standar. Metode ini juga dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan yang terkait dengan ukuran pada kematangan seksual. (Moyano, *et al.*, 2011). Menurut Kalsum & Dimenta (2023) menjelaskan bahwa morfometrik dilakukan untuk mengidentifikasi perubahan bentuk morfologi suatu organisme. Penelitian Safira dkk, (2019) mengungkapkan bahwa informasi tentang jenis kelamin, klasifikasi, hubungan kekerabatan, dan keragaman morfologi intraspesifik semuanya ditentukan oleh ciri morfologi unik suatu organisme. Menurut Mughni dkk (2022) bahwa kajian karakter morfometrik bermanfaat dalam mengungkap perubahan bentuk morfologi dan ukuran pengelompokan populasi di dalam suatu perairan.

Penelitian yang dilakukan oleh Mojekwu & Anumudu (2015) menjelaskan bahwa ekspresi morfologi keanekaragaman morfometrik dapat mengungkapkan informasi tentang perbedaan pengelompokan populasi di dalam suatu badan air.

Oleh karena itu perbedaan morfometrik rajungan dapat digunakan sebagai penilaian dalam mengidentifikasi ketersediaan populasi rajungan. Rajungan, yang merupakan salah satu sumber komoditas perikanan, umumnya telah mengalami tekanan yang signifikan pada kelangsungan hidupnya (Maylandia dkk., 2021). Faktor yang menjadi penyebabnya adalah selain karena penangkapan secara berlebihan (*over fishing*), juga dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan perairan sebagai habitatnya yang berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan rajungan. Mengetahui hal tersebut, maka kajian penelitian mengenai karakteristik biologi rajungan, termasuk massa tubuh, orientasi seksual, dan jumlah yang dapat dipanen, sangat penting untuk memperoleh data yang tepat dalam pengelolaan rajungan (Tirtadanu & Suman, 2017). Pengukuran morfometrik pada rajungan adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui perubahan dalam bentuk dan ukuran morfologi rajungan. Umumnya, untuk membedakan kelompok ukuran yang berbeda, karapas rajungan yang memiliki 11 ciri dapat digunakan untuk pengukuran morfometrik. seperti yang tertera dalam gambar 2.3 dan tabel 2.1



**Gambar 2.3 Pengukuran karapas *Portunus pelagicus* menggunakan metode konvensional (Safira dkk, 2019)**

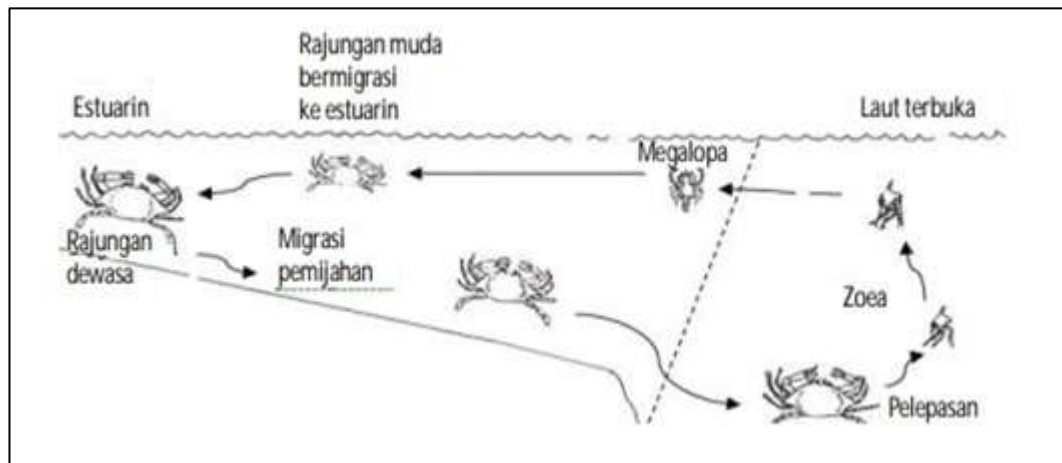
**Tabel 2.1 Karakter karapas pada *Portunus pelagicus* yang digunakan dalam pengukuran morfometrik menggunakan metode konvensional (Safira dkk., 2019)**

No	Karakter	Keterangan
1	CW ( <i>Carapace Width</i> )	Lebar karapas
2	ICW ( <i>Internal Carapace Width</i> )	Lebar karapas internal
3	CL ( <i>Carapace Length</i> )	Panjang atau tinggi karapas
4	LACL ( <i>Left Anterolateral Carapace Length</i> )	Lebar anterolateral karapas kiri
5	RACL ( <i>Right Anterolateral Carapace Length</i> )	Lebar anterolateral karapas kanan
6	LPCL ( <i>Left Posterolateral Carapace Length</i> )	Panjang atau tinggi postlateral karapas kiri
7	RPCL ( <i>Right Posterolateral Carapace Length</i> )	Panjang atau tinggi postlateral karapas kanan
8	FRMW ( <i>Frontal Margin Width</i> )	Lebar duri frontal
9	LOW ( <i>Left Orbit Width</i> )	Jarak atau lebar orbit (rongga mata) kiri
10	ROW ( <i>Right Orbit Width</i> )	Jarak atau lebar orbit (rongga mata) kanan
11	PBW ( <i>Posterior Margin</i> )	Lebar posterior karapas

### 2.3 Habitat dan Siklus Hidup Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Habitat rajungan sangat luas, meliputi wilayah tropis seperti Asia Tenggara dan Timur, Samudera Hindia bagian timur, dan Samudera Pasifik bagian barat. (Lai dkk., 2010). Luasnya daerah persebaran rajungan ini tidak terlepas dari kemampuan rajungan dalam beradaptasi yang cukup baik, seperti toleran terhadap habitat dengan rentang perbedaan suhu dan salinitas yang relatif besar. Hal ini berkaitan dengan proses pemijahan induk rajungan yang membutuhkan suhu maupun salinitas yang sesuai (Safira dkk., 2019). Ketika induk akan menetas telurnya, rajungan pindah ke daerah perairan yang memiliki tingkat salinitas tinggi. Apabila telur telah menetas, rajungan muda akan kembali bermigrasi ke perairan estuaria dengan salinitas yang lebih rendah. (Budiarto dkk., 2015). Rajungan yang sudah cukup dewasa untuk memulai musim kawinnya akan berpindah ke daerah pesisir dan rajungan akan kembali ke air untuk bertelur

setelah kawin. seperti yang terlihat pada gambar 2.4 tentang siklus hidup rajungan.



**Gambar 2.4 Siklus hidup rajungan (Kalsium & Dimenta, 2023)**

Rajungan sebagai organisme *dioecious* (jenis kelamin betina dan jantan pada individu terpisah) menjalani siklus hidup yang meliputi beberapa tahap, di antaranya yaitu (Kalsum & Dimenta, 2023):

1. Jantan yang matang gonad akan melakukan *moulting* atau pelepasan cangkang dan menjepit seekor betina di bawahnya selama 4-10 hari sebelum betina *moulting*.
2. Apabila betina telah *moulting* dan cangkangnya masih lunak, proses perkawinan dengan jantan akan terjadi
3. Telur-telur yang telah dibuahi diletakkan pada bagian abdomennya yang berbentuk seperti busa atau spons.
4. Telur-telur tersebut terus mengalami perkembangan yang ditandai dengan adanya perubahan warna secara bertahap dan menunjukkan waktu penetasannya, semula berwarna oranye (waktu penetasan 5 hari), menjadi

cokelat (waktu penetasan 3 hari), hingga berwarna abu-abu kehitaman (waktu penetasan 1-2 hari)

5. Telur rajungan yang telah menetas kemudian menjadi zoea yang bersifat planktonis setelah sekitar 15 hari pada suhu 24<sup>0</sup>C.
6. Larva rajungan tersebut dapat terus terbawa arus sejauh 80 km untuk kemudian menetap pada perairan yang lebih dangkal di dekat pantai. Zoea mengalami perkembangan dalam setiap tahapannya, yaitu Zoea I hingga Zoea IV
7. Zoea yang telah mengalami *moulting* sebanyak 6 hingga 7 kali akan berubah menjadi pasca larva yang berbentuk menyerupai kepiting dewasa atau yang disebut dengan megalopa. Megalopa memiliki sifat agitasi atau kanibalisme yang tinggi, sehingga meningkatkan angka mortalitasnya (Djunaedi, 2009).
8. Anakan rajungan yang telah mencapai lebar karapas sekitar 15 mm berubah menjadi remaja atau juvenil dan bermigrasi ke perairan yang lebih dalam untuk tumbuh dan dewasa
9. Rajungan jantan dan betina umumnya dapat mencapai kematangan gonad apabila lebar karapasnya mencapai 70-90 mm ketika berusia 1 tahun (Kamelia & Muhsoni, 2020).

Guna mendukung proses pemijahan dan penetasan dalam siklus hidup rajungan, maka diperlukan karakteristik habitat di ekosistem pantai yang berpasir, berlumpur, dan berkarang sebagai tempat hidup rajungan (Huda dkk., 2021). Substrat yang berpasir membantu induk rajungan untuk mengeluarkan telur dan menempelkannya pada pleopod. Selain itu, parameter kualitas lingkungan perairan meliputi suhu dan salinitas turut berpengaruh terhadap siklus hidup

rajungan, terutama bagi distribusi, aktivitas, dan pergerakan rajungan (Santoso dkk., 2016).

Suhu memegang peran penting untuk menentukan siklus musiman gametogenesis dan pemijahan rajungan. Umumnya, suhu yang optimum untuk perkembangan rajungan adalah 27°C sampai 31°C (Rejeki dkk., 2019). Oleh karena itu, selain karena untuk mencari makan, rajungan muda hingga dewasa lebih menyukai laut yang lebih dalam dan hangat yang cocok untuk mendukung proses metabolismenya (Iksanti dkk., 2022).

Distribusi rajungan yang luas juga membuatnya mampu hidup pada habitat dengan rentang salinitas yang besar (Budiarto dkk., 2015). Umumnya, induk rajungan yang sedang berkembang biak biasanya dibawa ke muara atau perairan dalam untuk menyediakan kondisi garam dan oksigen terlarut agar telurnya dapat menetas (Radifa dkk., 2020). Rajungan memiliki preferensi atau kemampuan toleran terhadap salinitas pada kisaran 30- 40 ppt (Romano & Zeng, 2006). Namun, kisaran salinitas optimum bagi rajungan adalah 30-35 ppt (Ravi & Manisseri, 2012).

#### **2.4 Faktor Pertumbuhan Rajungan (*Portunus pelagicus*)**

Faktor lingkungan dan strategi hidup mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan rajungan. Karena energi dalam makanan diserap dan digunakan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan, spesies akuatik yang termasuk dalam kelompok krustasea mendapat nutrisi yang cukup. Hal ini memungkinkan rajungan berganti kulit lebih cepat (Putra dkk, 2020). Pertumbuhan rajungan dipengaruhi oleh ukuran organisme. Penelitian Kalsum & Dimenta (2023)

menjelaskan bahwa pertumbuhan rajungan akan berpengaruh terhadap ukuran morfometrik seperti panjang karapas, lebar karapas dan bobot tubuh rajungan.

Menurut Mustofa dkk (2021) bahwa berbagai faktor, termasuk jenis kelamin, usia, penyakit, parasit, makanan, kualitas air, dan hilangnya bagian tubuh, mempengaruhi perubahan ukuran kepiting. Kelangsungan rajungan di suatu perairan juga dipengaruhi oleh karakteristik alami rajungan seperti perilaku, habitat, dan pola sebarannya. Perilaku rajungan dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan antara lain perkembangan hidup, kebiasaan makanan, pengaruh perubahan cahaya, dan reproduksi (Makahinda dkk, 2018).

Kelangsungan hidup dari organisme, khususnya rajungan juga dipengaruhi oleh 2 faktor utama khususnya variabel internal (infeksi penyakit, stres, umur, hormon, dan parasit) dan variabel eksternal (pakan, oksigen, suhu, dan kekeruhan) (Susanto dkk, 2005). Pertumbuhan rajungan diatur oleh sejumlah elemen, antara lain ketersediaan makanan, suhu, oksigen, umur, ukuran organisme, dan salinitas. Akibatnya, lingkungan hidup rajungan dapat berdampak terhadap pertumbuhannya (Astuti, 2008). Habitat hidup dari rajungan juga dihambat oleh manusia yang melakukan penangkapan terlalu banyak. Dengan demikian, kondisi tersebut dapat menyebabkan penangkapan berlebih (*overfishing*) terhadap sumberdaya rajungan, yang dapat mempengaruhi fase-fase perkembangan biologis rajungan dan mengakibatkan tingkat rekrutmen menjadi menurun. (Santoso & Raksun, 2016).

Perkembangan biologis rajungan tidak hanya disebabkan oleh penangkapan manusia secara *overfishing*, namun juga dapat dipengaruhi oleh faktor kualitas perairan salah satu diantaranya yaitu suhu. Menurut Sunarto (2012) menjelaskan

suhu merupakan faktor utama dalam menghambat pertumbuhan dalam hal penyebaran, aktivitas, dan mobilitas karena rajungan merupakan organisme termofilik yang dapat beradaptasi pada berbagai macam suhu. Suhu merupakan unsur abiotik penting yang mempengaruhi aktivitas rajunga atau krustasea, nafsu makan, asupan oksigen, dan laju metabolisme (Zacharia dan Kakati, 2004). Pernyataan tersebut juga didukung oleh penelitian Setyadi (2008) menjelaskan bahwa pertumbuhan ukuran krustasea dan frekuensi ganti kulit dapat dipengaruhi oleh perubahan salinitas, suhu, kandungan oksigen terlarut, dan faktor lingkungan perairan lainnya. Ini merupakan parameter pembatas karena dampak perubahan lingkungan sangat penting bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan rajungan.

## **2.5 Pengaruh Akumulasi Logam Berat terhadap Morfometrik Rajungan**

Analisis morfometrik dilakukan untuk mengidentifikasi perubahan morfologi rajungan (Safira dkk., 2019). Kajian morfometrik juga dapat digunakan untuk mengetahui perubahan ukuran tubuh pada kelompok rajungan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis kelamin, umur, parasit, penyakit, kualitas air, asupan makanan, variasi musim, kehilangan anggota tubuh, preferensi rajungan dengan habitat, dan upaya tingginya intensitas penangkapan ikan (Mustofa dkk., 2021). Selain itu, perbedaan morfometrik juga disebabkan oleh proses adaptasi rajungan pada kondisi lingkungan perairan tertentu (Kalsum & Dimenta, 2023). Pencemaran merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi lingkungan perairan dimaksud, yang dapat berdampak pada morfometri kepiting. Pencemaran logam berat merupakan salah satu jenis pencemaran yang sering terjadi pada perairan.



Unsur kimia yang disebut logam berat mempunyai berat molekul lebih dari 5 gram/cm<sup>3</sup>. Unsur-unsur ini berbahaya bagi manusia dan kehidupan akuatik, dan sulit diuraikan oleh proses biologis, sehingga menjadikannya permanen di lingkungan perairan (Prabawa dkk., 2014). Polutan logam berat di perairan laut umumnya bersumber dari aktivitas daratan, seperti industri atau pabrik, pembangkit listrik, pemukiman atau domestik, dan pelabuhan. Dampak yang ditimbulkan dari pencemaran logam berat di perairan tentu berpengaruh terhadap kehidupan organisme di dalamnya, termasuk rajungan. Hal ini terutama menyangkut tentang pertumbuhan rajungan yang dapat ditinjau dari morfometrik tubuhnya.

Keterkaitan pengaruh dari akumulasi logam berat terhadap morfometrik rajungan di antaranya yaitu dapat mengganggu proses pertumbuhan rajungan, sehingga berpengaruh terhadap morfometrik rajungan. Hal ini seperti yang dilakukan pada penelitian oleh Prabawa., dkk (2014) mengenai pengaruh pencemaran logam berat terhadap struktur populasi dan organ tubuh rajungan di Teluk Jakarta dan Laut Madura. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa perbandingan morfometrik rajungan pada teluk Jakarta lebih kecil dibandingkan dengan rajungan dari Laut Madura. Hasil analisis FISAT II juga menunjukkan bahwa waktu pertumbuhan rajungan di Madura lebih cepat, rajungan jantan dan betina di Teluk Jakarta tumbuh lebih lambat. Pengelolaan populasi rajungan di Teluk Jakarta yang mengalami tekanan penangkapan ikan lebih besar dibandingkan wilayah Madura bisa jadi menjadi penyebabnya. Selain itu, struktur populasi rajungan di Teluk Jakarta mungkin dipengaruhi oleh meningkatnya kadar pencemaran logam berat Pb, Cd, Hg, dan As.

## 2.6 Perairan Pesisir Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan

Kabupaten Pasuruan memiliki 2.281 armada penangkapan ikan dan 12.059 rumah tangga nelayan yang tersebar di tiga pusat perikanan tangkap utama, yaitu di Kecamatan Kraton, Lekok, dan Nguling. Kecamatan Lekok merupakan wilayah pesisir yang berbatasan dengan pantai jika dilihat dari topografinya (gambar 2.5). Dengan 1.621 armada penangkapan ikan dan 5.723 rumah tangga nelayan, Kecamatan Lekok merupakan salah satu sentra perikanan tangkap utama di Kabupaten Pasuruan (Herawatia et al., 2021). Selain berperan sebagai sumber komoditas perikanan, Kecamatan Lekok juga menjadi pusat produksi rajungan yang cukup melimpah dibandingkan dengan komoditas laut lainnya (Latif dkk., 2021). Data statistik produksi rajungan dari Kabupaten Pasuruan mencatat bahwa pada tahun 2020, Kecamatan Lekok menghasilkan 1.355.800 kilogram rajungan dengan total nilai produksi mencapai Rp54.813.315.600 (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2023).

Kelimpahan komoditas suatu organisme seperti rajungan (*Portunus pealgicus*) yang ada di lautan perairan pantai Lekok sejalan dengan firman Allah SWT sebagaimana yang telah disebutkan di dalam Al Qur'an Surat An-Nahl ayat 14 sebagai berikut:

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى  
الْفُلَّكَ مَوَاجِرَ فِيهِ وَلِيَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَالْعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Artinya: “Dan dialah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daging yang segar (ikan) darinya, dan (dari lautan itu) kamu mengeluarkan perhiasan yang kamu pakai. Kamu (juga) melihat perahu berlayar padanya, dan agar kamu mencari Sebagian karunia – nya, dan agar kamu bersyukur.” (Q.S. An-Nahl [16]: 14).

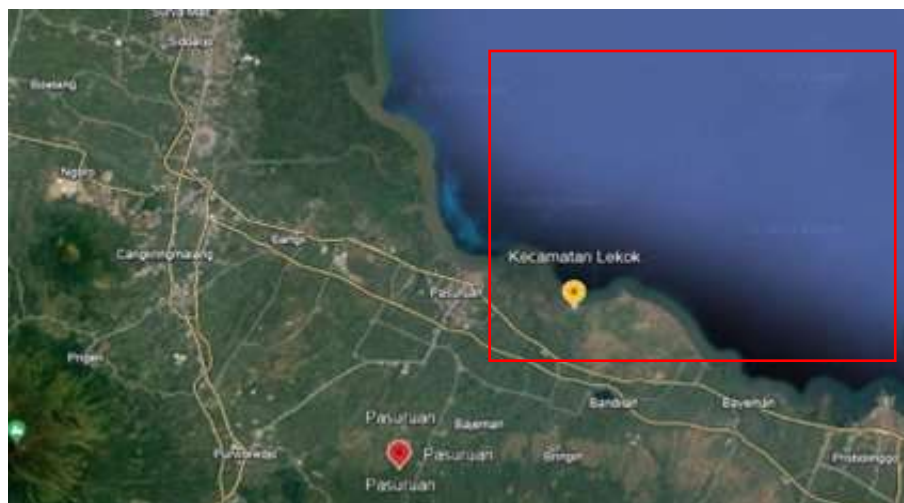
Dalam tafsir Al-Misbah (2005) menjelaskan bahwa ayat tersebut mencerminkan salah satu tanda-tanda kebesaran Allah dan kekuasaan-Nya dalam

ciptaan-Nya. Allah menjelaskan berbagai nikmat yang diberikan kepada manusia melalui laut sehingga dapat memperoleh makanan dari laut, seperti ikan, dan makanan laut lainnya yang menjadi sumber protein. Lebih lanjut, Allah SWT menyediakan ikan-ikan dan sebangsanya untuk dimakan darinya daging segar yang ada di laut untuk dikonsumsi oleh manusia sehingga menjadikan seluruh biota laut menjadi sumber daya laut yang memiliki banyak manfaat bagi manusia (Shihab, 2002).

Menurut Anggraeni (2023) bahwa dapat dipastikan jika manusia sudah diberi kenikmatan berupa hasil laut yang sangat berlimpah oleh Allah SWT dan laut juga dianggap sebagai sumber rezeki yang melimpah. Ayat tersebut juga menjelaskan bahwa Allah menciptakan ekosistem laut agar dimanfaatkan oleh manusia untuk mencari nafkah melalui berbagai aktivitas seperti perikanan dan perdagangan laut sehingga dapat menjadikan manfaat bagi profesi nelayan dalam aspek ekonomi sebagai bentuk keberkahan dari Allah (Datmi dkk, 2023). Oleh karena itu sumber daya yang ada di lautan memiliki manfaat yang luar biasa dan berdampak pada masyarakat pesisir sehingga menjadi keunggulan tersendiri dari segi ekonomi.

Melihat keunggulan Kecamatan Lekok dalam produksi rajungan, rupanya perairan Lekok menghadapi berbagai ancaman, salah satunya adalah bahaya pencemaran. Lokasinya yang terletak di pantai utara Jawa berdekatan dengan Selat Madura yang memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi serta menjadi muara dari Sungai Rejoso, cukup berpotensi membuat perairan Lekok tercemar, khususnya polutan logam berat. Hal ini sesuai dengan pernyataan oleh Ulinuha., dkk (2022) bahwa perairan pesisir Pantai Lekok sangat dipengaruhi oleh beberapa

aliran sungai, khususnya sungai Rejoso yang mengalir ke wilayah dan kota Pasuruan. Menurut Setiawan (2014) menjelaskan bahwa perairan merupakan tempat paling umum mengalirnya sungai dan menampung zat-zat pencemar yang terbawa oleh aliran sungai. Selain itu, perairan laut Lekok juga diapit oleh berbagai macam aktivitas manusia seperti perikanan, pelelangan ikan, pemukiman, PLTG Indoensia Power, dan pelabuhan, sehingga berpotensi terhadap adanya akumulasi limbah yang masuk ke dalam badan perairan laut. Limbah-limbah inilah yang kemudian akan mempengaruhi kualitas perairan Laut Lekok (Fuad dkk., 2016).



**Gambar 2.5 Peta lokasi penelitian di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan (Google Earth)**

Penurunan kualitas lingkungan perairan laut juga dipengaruhi oleh penambahan jumlah penduduk di sekitarnya. Iksanti., dkk (2022) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa penambahan penduduk di wilayah pesisir sejalan dengan penambahan intensitas kegiatan yang seringkali tidak memperhatikan kondisi lingkungan. Terjadinya pemanfaatan lahan yang mengabaikan keterbatasan daya dukung lingkungan mengakibatkan degradasi atau penurunan

kualitas lingkungan yang berada di wilayah pesisir Pantai Lekok, salah satunya adalah adanya polutan logam berat yang terjadi di perairan Lekok, seperti Hg (merkuri), Fe (besi), Pb (timbal), dan Cd (kadmium) (Sagala dkk., 2014).

Pencemaran lingkungan oleh polutan logam berat dapat memberikan dampak yang buruk terhadap ekosistem perairan laut, sehingga dapat memberikan gangguan kelangsungan hidup pada organisme di dalamnya, salah satunya yaitu rajungan (Fabrianessa dkk, 2020). Rajungan termasuk organisme yang sering menghabiskan waktu hidupnya di dasar perairan. Kebiasaan itulah yang berdampak terhadap tingkat kerentanannya terhadap akumulasi logam berat dalam jumlah besar yang berpotensi dapat mempengaruhi pertumbuhan dan karakter morfometrik pada rajungan (*Portunus pelagicus*) (Safira dkk., 2019).

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksploratif untuk mengetahui kondisi tentang keadaan lapangan dari hasil pengukuran morfometrik karapas dan hasil logam berat (Fe, Cd, dan Pb) pada daging rajungan (*Portunus pelagicus*) dari hasil tangkapan nelayan di perairan Pantai Lekok Pasuruan serta bagaimana keterkaitan atau hubungan antara keduanya.

### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2024. Pengambilan sampel rajungan dan air dilakukan pada tanggal 18 Februari 2024 di Laut Lekok. Analisis fisika kimia air seperti salinitas, suhu, dan pH diujikan pada tanggal 19 Februari 2024 di Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Bangil, Pasuruan. Kegiatan pengukuran bobot dan morfometrik karapas rajungan dilakukan pada tanggal 22 Februari 2024 di Laboratorium Ekologi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Kegiatan pembedahan rajungan dan pengambilan sampel daging dilakukan pada tanggal 23 Februari 2024 di Laboratorium Ekologi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Kegiatan destruksi daging rajungan dilakukan pada tanggal 26 Februari – 6 Maret 2024 di Laboratorium Kimia Organik Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Kegiatan analisis logam berat Fe, Cd, dan Pb daging rajungan dengan AAS dilakukan pada tanggal 22 Maret 2024 di Laboratorium Spektrofotometer Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

### **3.3 Alat dan Bahan**

#### **3.3.1 Alat**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain meliputi bubu, kapal (perahu nelayan), *cooler box*, 2 set alat bedah, jangka sorong, botol sampel air, alat AAS, mortar, oven, aluminium foil, kertas label, gelas beker, *hot plate*, spatula, pipet, lemari asam, sarung tangan lateks, dan timbangan digital. Beberapa program perangkat lunak yang digunakan meliputi Microsoft Excel dan PAST versi 4.03

#### **3.3.2 Bahan**

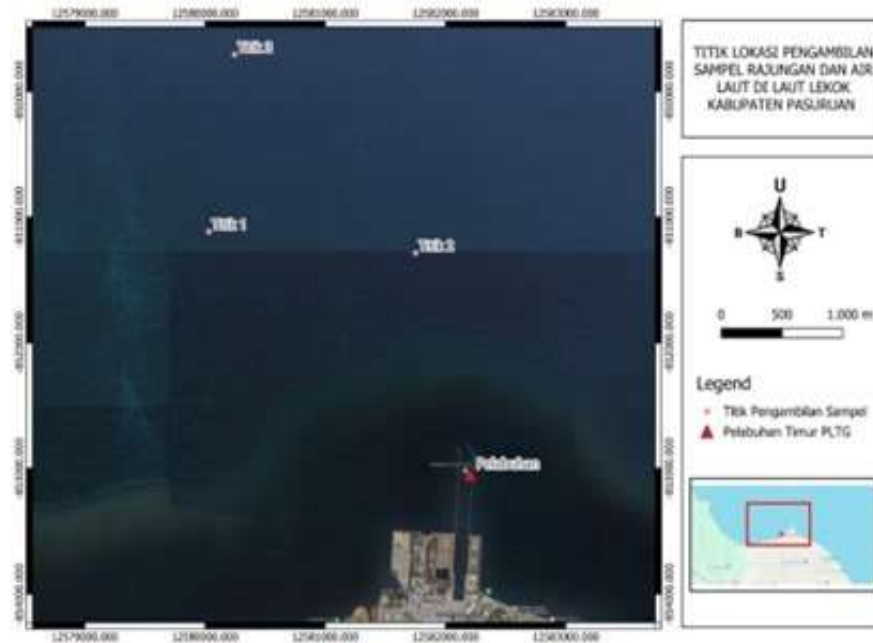
Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain meliputi sampel rajungan sebanyak 30 ekor, *ice gel*, es batu, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, sampel air laut, formalin, kertas saring, dan akuades.

### **3.4 Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1 Pengambilan Sampel Rajungan (*Portunus pelagicus*)**

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* yaitu teknik sampling yang digunakan ketika peneliti dengan sengaja mengumpulkan sampel atau menentukan sampel untuk tujuan tertentu (Santina, dkk 2019). Sampel diambil dengan observasi langsung bersama nelayan untuk dilakukan pengambilan 15 individu rajungan jantan dan 15 individu rajungan betina pada 3 titik lokasi pengambilan di perairan Pantai Lekok (gambar 3.1). Sampel rajungan diambil menggunakan perangkap bubu di wilayah *fishing ground* rajungan. Rajungan yang didapat berjumlah 30 ekor dari semua titik pengambilan. Jumlah sampel ini merujuk pada penelitian Muttaqin., dkk (2018) yang mengambil sampel rajungan sebanyak 30 individu pada kepiting bakau di ekosistem

mangrove Bali. Sampel rajungan kemudian disimpan di *cooler box* agar tetap segar dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.



**Gambar 3.1** Lokasi pengambilan sampel rajungan (*Portunus pelagicus*)

**Tabel 3.1** Titik lokasi pengambilan sampel

No	Titik Pengambilan Sampel	Titik Koordinat
1.	Titik 1	S-7.622995, E113.008129
2.	Titik 2	S-7.624253, E113.023569
3.	Titik 3	S-7.610399, E113.010152

### 3.4.2 Pengambilan Sampel Air Laut Lekok

Sampel air diambil dari setiap titik pengambilan rajungan di bawah permukaan air dengan kedalaman 2 – 3 meter (SNI 6964.8:2015) menggunakan botol berukuran 500 ml yang telah dibilas 3 kali dengan air laut. Sampel ditambahkan dengan HNO<sub>3</sub> pekat agar pH nya menjadi  $\leq 2$  (1/500 ml) (Ishak dkk., 2014). Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam *cooler box* dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.



### 3.4.3 Pengukuran Kualitas Perairan Laut (Fisika-Kimia)

Pengukuran kualitas perairan laut Lekok Kabupaten Pasuruan pada setiap titik pengambilan sampel rajungan yang meliputi pH, suhu, dan kecerahan dilakukan secara *ex-situ* atau secara langsung menggunakan alat yang sesuai seperti yang tertera dalam tabel 3.1.

**Tabel 3.2. Parameter kualitas lingkungan perairan yang diukur**

<b>Parameter</b>	<b>Keterangan</b>
<b>pH</b>	<i>Ex-situ</i>
<b>Suhu Air</b>	<i>Ex-situ</i>
<b>Salinitas</b>	<i>Ex-situ</i>

Pengukuran kualitas sampel perairan Laut Lekok meliputi suhu, salinitas, dan pH dilakukan secara *ex-situ* dengan cara diujikan pada Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Bangil, Pasuruan. Hasil pengukuran kualitas air kemudian dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VIII Tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut (Mughni dkk., 2022).

### 3.4.3 Proses Pengukuran Morfometrik

Proses pengukuran karakter morfometrik pada karapas dari setiap individu rajungan dilakukan dengan metode konvensional yaitu menggunakan jangka sorong dengan tingkat ketelitian 0,01 mm. Dalam metode konvensional, 11 karakter karapas diukur seperti yang tertera dalam tabel 3.2 (Safira dkk., 2019). Pengukuran bobot tubuh rajungan juga dilakukan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram.

**Tabel 3.3 Karakter karapas pada *portunus pelagicus* yang digunakan dalam pengukuran morfometrik menggunakan metode konvensional (Safira dkk., 2019)**

No	Karakter	Keterangan
1.	CW ( <i>Carapace Width</i> )	Lebar karapas
2.	ICW ( <i>Internal Carapace Width</i> )	Lebar karapas internal
3.	CL ( <i>Carapace Length</i> )	Panjang atau tinggi karapas
4.	LACL ( <i>Left Anterolateral Carapace Length</i> )	Lebar anterolateral karapas kiri
5.	RACL ( <i>Right Anterolateral Carapace Length</i> )	Lebar anterolateral karapas kanan
6.	LPCL ( <i>Left Posterolateral Carapace Length</i> )	Panjang atau tinggi postlateral karapas kiri
7.	RPCL ( <i>Right Posterolateral Carapace Length</i> )	Panjang atau tinggi postlateral karapas kanan
8.	FRMW ( <i>Frontal Margin Width</i> )	Lebar duri frontal
9.	LOW ( <i>Left Orbit Width</i> )	Jarak atau lebar orbit (rongga mata) kiri
10.	ROW ( <i>Right Orbit Width</i> )	Jarak atau lebar orbit (rongga mata) kanan
11.	PBW ( <i>Posterior Margin</i> )	Lebar posterior karapas

#### **3.4.4 Preparasi dan Destruksi Logam Berat Sampel Daging Rajungan (*Portunus pelagicus*)**

Sampel daging rajungan (*Portunus pelagicus*) dibedakan antara jantan dan betina. Sampel daging yang telah dibedakan akan diambil sebanyak 5 gram yang kemudian dikeringkan di dalam oven dengan suhu 115°C selama 3-4 jam. Sampel daging yang sudah dioven kemudian ditumbuk dengan menggunakan mortar sampai halus lalu dimasukkan dan disimpan ke dalam plastik klip yang telah diberi label.

Sampel daging rajungan yang telah siap kemudian diuji kandungan logam berat Fe, Cd, Pb melalui destruksi asam menurut SNI 8910:2021 dengan langkah kerja sebagai berikut:

1. Sebanyak 1 gram berat kering dari setiap sampel daging rajungan dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan dengan 10 ml  $\text{HNO}_3$  kemudian dihomogenkan.
2. Larutan sampel lalu dipanaskan dengan *hotplate* pada suhu  $95^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  selama 10-15 menit tanpa mendidih kemudian didinginkan.
3. Sampel ditambahkan dengan 5 ml  $\text{HNO}_3$ , tutup dengan kaca arloji dan panaskan kembali pada suhu  $95^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Jika asap berwarna coklat dan larutan masih keruh, tambahkan kembali 5 ml  $\text{HNO}_3$  dan ulangi pemanasan hingga larutan jernih dan/atau asap berwarna coklat hilang.
4. Biarkan larutan sampel uji menguap hingga volume 5 ml tanpa mendidih atau panaskan larutan pada suhu  $95^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  selama 2 jam kemudian didinginkan.
5. Sampel yang telah dingin ditambahkan dengan 2 ml akuades dan 3 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  lalu panaskan kembali pada suhu  $95^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  dan reaksi peroksida dimulai. Selama pemanasan, ditambahkan 1 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  secara bertahap sampai busa berkurang atau sampel tidak terjadi perubahan.
6. Sampel kemudian didinginkan lalu disaring dengan kertas saring, kemudian larutan yang sudah siap dimasukkan ke dalam tube untuk diuji kandungan logam berat dengan alat AAS di Laboratorium Kimia Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

### 3.5 Analisis Data

#### 3.5.1 Klasifikasi Ukuran Tubuh Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Sampel rajungan jantan dan betina yang telah dikumpulkan dari masing-masing titik pengambilan kemudian diklasifikasikan berdasarkan kategori ukuran tubuhnya menggunakan jangka sorong. Ukuran tubuh rajungan ditinjau dari lebar karapas (CW) dapat dibedakan menjadi 3 berdasarkan fase kehidupannya, yaitu fase juvenil (<6 cm), rajungan muda (6-12 cm), rajungan dewasa (>12 cm) (Kembaren & Suherman, 2018).

#### 3.5.2 Hubungan Lebar Karapas dan Bobot Tubuh Rajungan

Sampel rajungan jantan dan betina kemudian dianalisis hubungan lebar karapas dan bobot tubuh untuk mengetahui pola pertumbuhan rajungan. Menurut Safira dkk., (2019) pendugaan parameter  $b$  (laju pertumbuhan) dapat diperoleh melalui analisis regresi linier sederhana, yaitu berupa  $b$  sama dengan 3 ( $b=3$ ) atau  $b$  tidak sama dengan 3 ( $b\neq 3$ ). Uji-T dalam analisis regresi linier sederhana dilakukan untuk mengetahui nilai konstanta  $b$  melalui  $t_{hitung}$  dengan  $H_0$  yaitu  $b=3$  dan  $H_1$  yaitu  $b\neq 3$ . Apabila nilai  $t_{hitung}$  lebih kecil dibanding  $t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima ( $b=3$ ). Hasil yang didapat dari analisis tersebut adalah pola pertumbuhan rajungan bersifat isometrik atau lebar karapas sama dengan bobot tubuh. Apabila  $t_{hitung}$  lebih besar dibanding  $t_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak ( $b\neq 3$ ) yang berarti pola pertumbuhan rajungan bersifat alometrik. Pola pertumbuhan alometrik dapat dibagi menjadi 2, yaitu alometrik positif ( $b>3$ ) dan alometrik negatif ( $b<3$ ).

#### 3.5.3 Korelasi Hasil Akumulasi Logam Berat dan Morfometrik Rajungan

Hasil analisis akumulasi logam berat dan morfometrik rajungan kemudian dilakukan uji hipotesis dilakukan terhadap hubungan dua variabel. Uji ini dapat

mengukur kekuatan hubungan atau hubungan antara dua variabel dengan menggunakan analisis korelasi (Widodo dkk., 2023). Analisis korelasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah korelasi pearson menggunakan software PAST versi 4.03 untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara variabel bebas (akumulasi jenis logam berat) dengan variabel tidak bebas (karakter morfometrik karapas rajungan) (Castaneda-Chavez dkk., 2022).

Penentuan tingkat validitas dari hasil data dapat dilihat melalui nilai koefisien korelasi yang didapat. Terdapat kategori koefisien korelasi yang digunakan sebagai acuan penentuan seberapa kuat hubungan antara dua variabel yang dianalisis. Menurut Widodo dkk., (2023) bahwa berikut tabel kategori validitas instrumen yang diterapkan.

**Tabel 3.4 Kategori validitas instrumen koefisien Korelasi Pearson (Widodo dkk., 2023)**

<b>Nilai koefisien korelasi</b>	<b>Interpretasi</b>
0,81-1,00	Sangat tinggi
0,61-0,80	Tinggi
0,41-0,60	Cukup
0,21-0,40	Rendah
0,00-0,20	Sangat rendah

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Tingkat Konsentrasi Logam Berat Fe, Cd, dan Pb pada Daging Rajungan (*Portunus pelagicus*) Jantan dan Betina di Perairan Laut Lekok

Hasil analisis konsentrasi logam berat Cd, Fe, dan Pb pada rajungan di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan telah tersaji dalam tabel 4.1

**Tabel 4.1 Hasil analisis konsentrasi logam berat pada daging rajungan jantan dan betina di perairan Laut Lekok**

	Cd (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Pb (mg/kg)
<b>Jantan</b>	3,215±0,982	3,351±0,428	0,299±0,176
<b>Betina</b>	0,061±0,033	3,148±0,636	0,151±0,105
<b>Baku Mutu*</b>	0,001	5,000	0,008
<b>Keterangan</b>	Tercemar	Tidak Tercemar	Tercemar

Keterangan: \* Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut

Penetapan standar baku mutu dari logam Cd, Fe dan Pb diduga berdasarkan pada sifat dan toksisitasnya. Semakin tinggi toksisitas suatu logam berat, maka penetapan standar baku mutu juga akan semakin ditekan. Standar baku mutu yang tinggi pada logam Fe juga diduga karena sifat logam tersebut yang esensial atau dibutuhkan dalam tubuh dengan jumlah sedikit. Menurut Soegianto (2023) menyatakan bahwa logam berat yang termasuk esensial adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn, sementara itu, logam berat non esensial seperti Hg, Cd, Pb, dan Cr. Faktor lain yang menjadi penyebabnya adalah karena Pb bersifat bioavailable karena berikatan lemah dengan komponen sedimen atau substrat dan mudah terlepas ke perairan dalam bentuk ionnya (Suprihatin dkk., 2022).

Kadar logam berat Cd pada daging rajungan jantan dan betina termasuk dalam kategori tercemar karena melebihi batas standar baku mutu yang telah

ditetapkan oleh keputusan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Laut (Tabel 4.1). Tingginya konsentrasi Cd dapat disebabkan karena Cd merupakan salah satu logam berat yang paling umum mencemari lingkungan perairan (Cheng dkk., 2021) serta memiliki tingkat toksisitas tinggi terhadap organisme (Hepp dkk., 2017). Rajungan yang terpapar oleh logam Cd tersebut masih dapat dikonsumsi oleh manusia, tetapi perlu dilakukan perhitungan secara ilmiah yang aman dikonsumsi atau MWI (Maximum Weekly Intake) (Nuraini dkk., 2022).

Sementara itu, kadar logam berat Fe termasuk dalam kategori tidak tercemar karena hasil akumulasinya yang masih di bawah standar baku mutu yang telah ditetapkan. Menurut Purbonegoro (2017) menyatakan bahwa konsentrasi bahan pencemar seperti logam berat menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi toksisitas. Apabila toksisitas dari suatu bahan pencemar tinggi, tetapi memiliki konsentrasi yang rendah tidak akan terlalu memberi dampak terhadap organisme. Sebaliknya, apabila bahan pencemar memiliki toksisitas rendah dengan konsentrasi tinggi akan berdampak buruk terhadap organisme. Namun tingkat konsentrasi Fe dapat meningkat apabila terjadi aktivitas penangkapan ikan di laut. Menurut Fiskanita., dkk (2015) menyatakan bahwa polutan logam berat Fe dapat bersumber dari peralatan tangkap ikan berbahan dasar besi, tiang pancang, besi bahan baku dermaga dan bangunan yang mengalami pengarat atau korosi.

Meskipun kadar logam berat Fe masih belum tercemar, perlu dilakukan observasi secara lebih lanjut untuk mencegah adanya peningkatan polutan Fe di lingkungan perairan. Melihat data analisis logam berat yang telah dipaparkan

sebelumnya, logam Fe memiliki tingkat konsentrasi paling tinggi dibandingkan dengan logam Cd dan Pb. Namun, apabila melihat dari rentang standar baku mutu menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, logam Fe memiliki standar baku mutu paling tinggi dibandingkan Pb dan Cd, yaitu sebesar 5 mg/kg. Sementara itu, logam Pb memiliki standar baku mutu hanya 0,008 mg/kg dan logam Cd memiliki standar baku mutu 0,001 mg/kg (tabel 4.1).

Kemudian konsentrasi logam berat Pb pada daging rajungan jantan dan betina juga termasuk dalam kategori tercemar (tabel 4.1). Tingginya konsentrasi logam berat Pb dapat disebabkan oleh karakteristik lokasi penelitian yang berdekatan dengan aktivitas pelabuhan dan pelelangan ikan yang melibatkan perkapalan tentu dapat dipastikan terjadinya tumpahan atau penggantian bahan bakar minyak yang menjadi sumber pencemaran logam berat Pb (Purba dkk., 2024). Hal ini didukung dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Edward (2020) yang menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb di kawasan yang berkedatan dengan muara dan aktivitas pelabuhan memiliki angka tertinggi, yaitu  $35,65 \mu\text{g.g}^{-1}$  dibandingkan dengan lokasi yang jauh dari muara dan pelabuhan, yaitu hanya sebesar  $14,87 \mu\text{g.g}^{-1}$ . Pb umumnya dimanfaatkan sebagai pemecah minyak (Pb tetraethyl & Tetramethyl), dan jika dilepaskan ke atmosfer melalui alat pembuangan asap maka akan larut di laut. Pb terutama terdapat pada bahan bakar minyak (Wihardjo & Rahmayanti, 2021).

Menurut Purbonegoro., (2017) bahwa logam Pb apabila masuk ke dalam tubuh akan mengganggu metabolisme dengan berikatan pada protein serta asam nukleat. Pb yang beredar di dalam tubuh akan berikatan dengan sejumlah enzim



penting dan sisanya diangkut sebagai ion bebas. Logam Pb selanjutnya disebarkan ke berbagai jaringan lain yang selanjutnya akan berakhir terus mengendap pada jaringan tertentu dalam jumlah yang cukup besar (Prabawa dkk., 2014). Apabila akumulasi atau penimbunan Pb terus bertambah pada rajungan maka akan menimbulkan terganggunya kinerja enzim serta proses metabolisme (Saputra dkk, 2022). Hal tersebut berdampak dapat menghambat aktivitas kinerja enzim. Akibatnya rajungan yang terpapar Pb dalam jumlah besar akan mengalami kerusakan oleh sistem saraf dan gangguan reproduksi sehingga berpotensi mempengaruhi populasi dari rajungan.

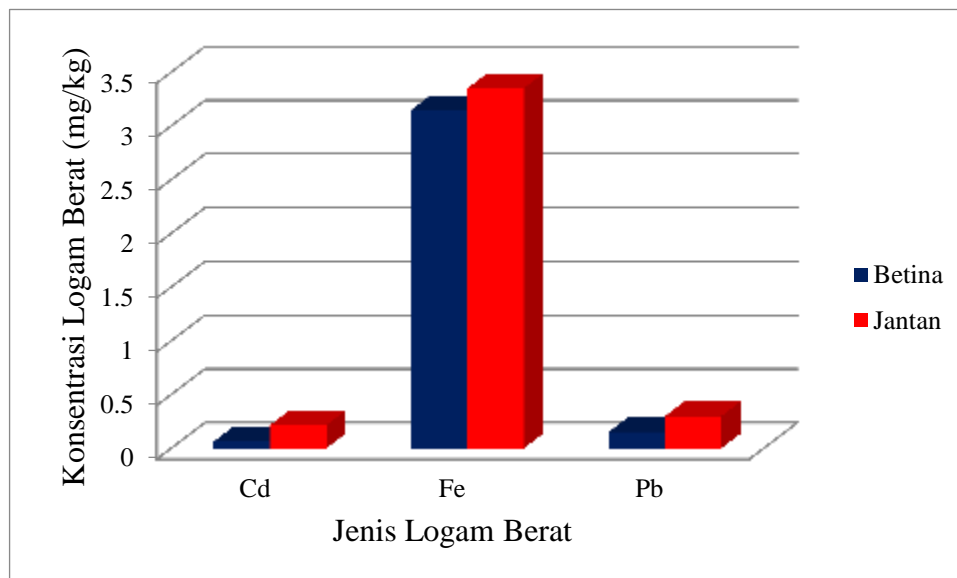
Populasi rajungan juga tidak terlepas dari kondisi lingkungan perairan yang tidak tercemar dari logam berat. Menjaga keseimbangan lingkungan perairan agar tidak terjadi kerusakan adalah salah satu tanggung jawab manusia sebagaimana termaktub dalam Q.S. Al-Baqarah ayat 205 sebagaimana berikut.

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَى فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

Artinya: “Dan apabila ia berpaling (dari kamu), ia berjalan di bumi untuk mengadakan kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai al-fasad”. (Q.S. Al-Baqarah [2]: 205).

Dalam tafsir Al-Misbah (2005) menyebutkan bahwa yang dimaksud dengan fasad yaitu dosa dan pelanggaran yang telah dilakukan oleh manusia di bumi yang mengakibatkan gangguan kerusakan lingkungan. Hal tersebut dapat juga berarti bahwa kondisi lingkungan di laut mengalami kerusakan dan ketidakseimbangan ekosistem. Ekosistem yang tercemar salah satunya yaitu laut. Jika laut tercemar, menyebabkan biota laut mati dan terjadi penurunan hasil laut. Oleh karena itu Allah tidak menyukai orang yang berbuat fasad sehingga menekan agar manusia bertanggung jawab menjaga lingkungan dan ini menjadi peringatan bagi kita untuk

kembali kepada prinsip-prinsip keseimbangan dan kelestarian yang telah ditetapkan oleh Allah SWT (Shihab, 2005).



**Gambar 4.1** Konsentrasi logam berat Cd, Fe, dan Pb pada daging rajungan jantan dan betina.

Apabila dilihat dari grafik perbandingan akumulasi logam berat pada rajungan jantan dan betina tersebut (Gambar 4.1), terdapat perbedaan tingkat konsentrasi logam Cd, Fe, dan Pb. Hasil konsentrasi logam berat Cd pada rajungan jantan lebih besar dibandingkan dengan rajungan betina yaitu berturut-turut sebesar (0,215) dan (0,061). Kondisi ini mengindikasikan bahwa tingkat konsentrasi logam Cd yang ada pada daging rajungan betina lebih kecil daripada rajungan jantan. Perbedaan dalam perilaku makan dapat mempengaruhi tingkat konsentrasi logam berat pada suatu organisme. Hal ini serupa dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Sofijanto (2021) bahwa rajungan jantan memiliki kebiasaan mencari makan yang berbeda dari rajungan betina atau memilih area yang lebih terkontaminasi.

Berikutnya, hasil konsentrasi logam berat Fe pada rajungan jantan lebih besar dibandingkan dengan rajungan betina yaitu berturut-turut sebesar (3,351) dan (3,148). Hal ini disebabkan bahwa rajungan jantan dan betina bisa memiliki perbedaan metabolisme yang signifikan. Su dkk., (2022) dalam penelitiannya tentang kadar logam berat pada jaringan otot kepiting di Teluk Mersin menyatakan bahwa rajungan jantan memiliki metabolisme yang lebih tinggi, sehingga membutuhkan lebih banyak besi untuk membentuk dan memelihara enzim serta protein dalam proses metabolisme. Fe juga menjadi logam berat yang paling tinggi tingkat konsentrasinya pada daging rajungan jantan maupun betina dibandingkan dengan kedua logam yang lain, terlebih tingkat konsentrasi logam Fe masih di bawah standar baku mutu (Tabel 4.1). Menurut Riqoeni (2020) menjelaskan bahwa logam Fe merupakan komponen penting dari banyak protein dan enzim, termasuk hemoglobin yang membawa oksigen ke dalam darah, oleh karena itu Fe menjadi unsur yang juga dibutuhkan oleh rajungan untuk keperluan penunjang metabolisme tubuhnya.

Hasil konsentrasi berikutnya yaitu logam berat Pb pada rajungan jantan tetap lebih besar dibandingkan dengan rajungan betina yaitu berturut-turut sebesar (0,299) dan (0,151). Hal ini sejalan dengan Saher & Siddiqui (2017) dalam penelitiannya tentang logam berat pada kepiting di pelabuhan Hawks Pakistan juga menyatakan bahwa konsentrasi logam berat pada kepiting jantan lebih besar dibandingkan dengan kepiting betina. Konsentrasi logam berat pada rajungan jantan yang lebih tinggi dibandingkan dengan rajungan betina juga diduga dapat disebabkan beberapa faktor, salah satunya yaitu perbedaan dalam pertumbuhan dan ukuran tubuh. Menurut Yang dkk., (2021) juga menyatakan bahwa rajungan

jantan mencapai ukuran yang lebih besar dibandingkan rajungan betina, hal ini memungkinkan dapat mempengaruhi tingkat konsentrasi logam berat sehingga dengan tubuh yang lebih besar, rajungan jantan dapat memiliki kapasitas yang lebih besar untuk mengakumulasi kontaminan sebelum mencapai tingkat toksik atau racun (Usman, 2014).

Ukuran tubuh rajungan cukup berpengaruh terhadap tinggi rendahnya konsentrasi logam berat yang terkandung di dalam dagingnya karena besaran massanya maupun luas permukaan daging yang lebih besar untuk menyimpan logam berat yang diserap. Selain itu ukuran tubuh rajungan umumnya juga menjadi penanda umur, di mana rajungan yang lebih besar menandakan umurnya semakin dewasa. Hal tersebut juga berpengaruh terhadap kemampuan akumulasi logam berat, semakin dewasa rajungan maka semakin lama juga waktu yang telah dihabiskan rajungan terpapar logam berat yang terakumulasi di dalam tubuhnya. Pernyataan tersebut juga didukung oleh Rohim (2019) bahwa rajungan jantan memiliki waktu yang lebih lama ketika menyerap logam berat sehingga tingkat konsentrasinya lebih besar dibandingkan rajungan betina.

Variasi konsentrasi logam berat pada daging rajungan tidak hanya disebabkan oleh perbedaan ukuran tubuh ataupun faktor lain seperti limbah antropogenik, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor kualitas air berdasarkan parameter fisikokimianya (Setyaningrum dkk., 2018). Menurut Suryono dkk., (2023) bahwa faktor-faktor seperti suhu, pH, dan salinitas memainkan peran penting dalam menentukan tingkat toksisitas logam berat di perairan. Hasil pengukuran suhu, pH, dan salinitas telah disajikan dalam (tabel 4.2).

**Tabel 4.2. Parameter kualitas air**

Titik Pengambilan Sampel	Parameter Kualitas Air		
	Suhu (°C)	Derajat Keasaman (pH)	Salinitas (ppt)
Titik 1	26,2	8,46	32
Titik 2	26,6	8,59	34
Titik 3	26,8	8,62	34
<b>Rata-Rata</b>	<b>26,5</b>	<b>8,5</b>	<b>33,3</b>
Baku Mutu Air Laut*	28-32	7-8,5	33-34

Keterangan: \* Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut

Selama periode pengamatan, telah didapatkan hasil pengukuran suhu air yang menunjukkan bahwa suhu di tiga titik pengamatan stabil antara 26,2-26,8°C. Kondisi ini menunjukkan keseragaman suhu yang terjaga diantara ketiga lokasi tersebut. Hal tersebut sesuai dengan standar kualitas air laut yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, suhu rata-rata Laut Lekok adalah 26,5°C sehingga hasil pengukuran tersebut termasuk ke dalam kisaran normal 28-32°C yang baik bagi pertumbuhan rajungan. Suhu memainkan peran krusial dalam menentukan kelarutan logam di laut (Suastuti dkk., 2021). Apabila suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan kelarutan logam (Alisa dkk., 2020). Begitupun juga sebaliknya suhu yang rendah atau relatif dingin dapat memperkuat adsorpsi dan pengendapan logam berat pada partikel yang akhirnya menyebabkan pengendapan di dasar laut (Darmokoesoemo, 2019).

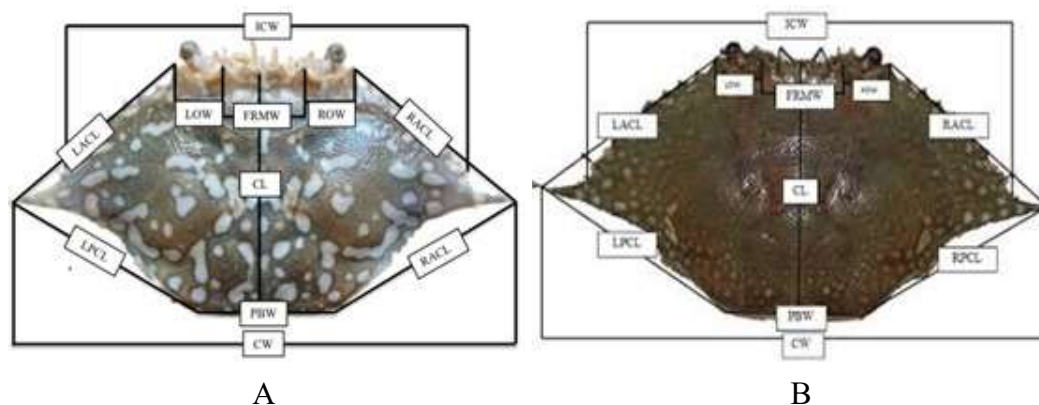
Hasil pengamatan yang telah dilakukan menunjukkan pengukuran pH pada air laut di tiga lokasi berkisar 8,46 dan 8,62. Hal ini sesuai dengan standar kualitas air laut yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 bahwa rata-rata pH air Laut Lekok adalah 8,5 yang masih berada

dalam batas normal 7 - 8,5. Menurut Suryono dkk., (2023) bahwa tingkat pH air laut mempengaruhi konsentrasi dan kelarutan logam berat. Tingkat pH yang tinggi (basa) menyebabkan perubahan bentuk stabil dari karbonat menjadi hidroksida yang kemudian berikatan dengan partikel air dan menyebabkan terjadinya pengendapan logam berat di sedimen, serta dapat menurunkan konsentrasi dan kelarutan logam berat dalam air (Förstner, 2020). Sebaliknya, pH rendah (asam) membuat logam berat lebih mudah larut dan tersebar di perairan sehingga meningkatkan konsentrasi logam berat (Setyaningrum., dkk 2018).

Hasil pengukuran salinitas air laut yang telah dilakukan menunjukkan bahwa salinitas air laut di tiga titik lokasi berkisar antara 32-34 ppt. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 bahwa rata-rata salinitas di laut Lekok termasuk dalam kisaran normal yaitu 33-34 ppt. Tingkat salinitas yang berbeda dapat mempengaruhi kelarutan dan konsentrasi logam berat dalam air laut (Alisa dkk., 2020). Begitupun juga dengan tingginya ion klorida yang nantinya akan bereaksi dengan ion logam berat dan membentuk senyawa klorida yang dapat mengurangi konsentrasi logam berat di perairan dan sebaliknya, apabila salinitas menurun, maka konsentrasi logam berat akan meningkat (Putri dkk., 2014).

#### **4.2 Pengukuran Karakter Morfometrik Karapas (*Portunus pelagicus*) Jantan dan Betina di Perairan Laut Lekok Kabupaten Pasuruan**

Pengukuran morfometrik karapas rajungan dilakukan menggunakan metode konvensional seperti yang terlihat dalam (gambar 4.2).



**Gambar 4.2 Pengukuran morfometrik rajungan jantan(A) Gambar pengamatan, 2024 (B) Gambar literatur rajungan betina (Safira dkk., 2019).**

Pengukuran morfometrik memiliki peran penting dalam melibatkan pengukuran bentuk tubuh dan membantu membedakan ukuran antara rajungan jantan dan betina. Pengukuran tersebut mencakup parameter panjang, lebar, dan bobot yang berguna untuk mengidentifikasi perbedaan ukuran sehingga menjadi 11 karakter karapas. Selain itu pengukuran morfometrik memberikan informasi yang mendalam mengenai struktur tubuh pada rajungan. Peran penting dari pengukuran morfometrik yang melibatkan ukuran tubuh pada setiap makhluknya dijelaskan dalam Q.S. Al-Hijr ayat 21 sebagai berikut:

وَأِنْ مِنْ شَيْءٍ إِلَّا عِنْدَنَا خَزَائِنُهُ وَمَا نُنَزِّلُهُ إِلَّا بِقَدَرٍ مَعْلُومٍ

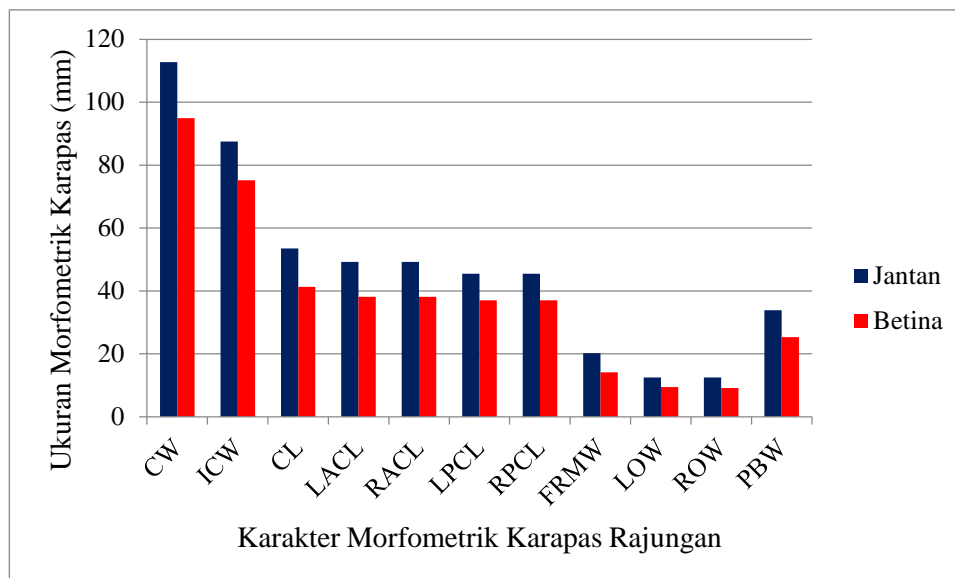
Artinya: “Dan tidak ada sesuatu pun melainkan pada sisi kami-lah khazanahnya dan kami tidak menurunkan dengan ukuran yang tertentu”. (Q.S. Al-Hijr [15]: 21)

Dalam tafsir Al-Misbah (2005) bahwa ayat ini mengibaratkan kekuasaan Allah SWT yang menciptakan dan mengatur segala sesuatu sesuai dengan kegunaannya. Artinya, Allah SWT yang menciptakan, menganugerahkan dan memberi makhluk tersebut kemampuan untuk menggunakannya melainkan dengan ukuran yang tertentu sesuai dengan keadaan masing-masing makhluknya. Lebih lanjut, pemahaman ini mengarah ke perbedaan ukuran tubuh yang

mencerminkan kekayaan khazanah ilmu pengetahuannya yang mencakup segala sesuatu dari perbedaan tersebut bukanlah hasil dari pembatasan pada suatu ukuran yang tertentu tetapi sebagai bagian dari keindahan penciptaanya yang begitu beragam (Shihab, 2005).

Perbedaan ukuran pada tubuh rajungan jantan dan betina merupakan hal yang umum terjadi. Secara umum, rajungan jantan cenderung memiliki ukuran atau pola pertumbuhan yang lebih besar daripada rajungan betina. Hal ini dibuktikan dengan hasil perbandingan pengukuran morfometrik yang berbeda antara rajungan jantan dan betina (gambar 4.2). Rata-rata ukuran 11 karakter morfometrik rajungan jantan berbeda dengan rajungan betina yang berkisar (112,78mmCW), (87,54mmICW), (53,48mmCL), (49,22mmLACL), (49,22mmRACL), (45,42mmLPCL), (45,42mmRPCL), (20,16mmFRMW), (12,43mmLOW), (12,43mmROW). Sedangkan rata-rata ukuran 11 karakter morfometrik rajungan betina berkisar (94,91mmCW), (75,19mmICW), (41,27mmCL), (38,17mmLACL), (38,17mmRACL), (36,99mmLPCL), (36,99mmRPCL), (14,06mmFRMW), (9,09mmLOW), (9,09mmROW), (25,28mmPBW). Karakter morfometrik yang berbeda antara rajungan jantan dan betina diduga disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan yang nantinya dapat menyebabkan rajungan mempunyai bentuk tubuh yang berbeda. Hal tersebut serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Lai dkk., (2010) bahwa perubahan bentuk tubuh rajungan disebabkan oleh adaptasi rajungan terhadap perubahan kondisi lingkungan, termasuk perubahan habitat dan sumber makanan.





**Gambar 4.3 Hasil perbandingan 11 karakter morfometrik rajungan jantan & betina**

Apabila dilihat dari grafik perbandingan morfometrik pada rajungan jantan dan betina tersebut (Gambar 4.3), terdapat perbedaan rata-rata morfometrik rajungan jantan dan betina. Rajungan jantan memiliki ukuran yang dominan pada hampir keseluruhan karakter morfometrik karapas apabila dibandingkan dengan rajungan betina. Hal tersebut terjadi karena kondisi dimana jenis kelamin dari spesies yang sama menunjukkan ciri-ciri morfologi bentuk dan ukuran tubuh yang jelas berbeda antara rajungan jantan dan betina atau dapat disebut dimorfisme. Menurut Kalate dkk., (2018) bahwa bentuk karapas jantan tumbuh lebih besar daripada betina disebabkan oleh dimorfisme ukuran seksual oleh strategi biologis yang berbeda dan kondisi lingkungan khusus sehingga rajungan jantan lebih banyak bersaing dibandingkan rajungan betina dalam hal perkawinan dan perilaku agonistik (ancaman). Sedangkan rajungan betina menghabiskan lebih banyak energi untuk merawat telur dan reproduksi (Suprpto dkk., 2014).

Alencar dkk., (2014) dalam penelitiannya juga menjelaskan bahwa genetik dimorfisme seksual atau perbedaan genetik dapat diturunkan antar generasi yang menyebabkan terjadinya perbedaan dalam laju pertumbuhan dan ukuran tubuh antara rajungan jantan dan betina (tabel 4.3) sehingga seleksi alam dan seleksi seksual bekerja bersama-sama untuk dapat mempertahankan perbedaan ini. Tekanan seleksi yang berbeda pada rajungan jantan dan betina dapat mengarah pada perbedaan ukuran tubuh yang kemudian rajungan jantan telah berevolusi untuk menjadi lebih besar karena manfaat reproduktif dan survival yang diperoleh dari ukuran yang lebih besar (Giri & Loy., 2008).

**Tabel 4.3 Perbedaan ukuran tubuh rajungan ditinjau dari lebar karapas (CW)**

Jenis Kelamin	Juvenil <6 cm	Muda 6-12 cm	Dewasa >12cm
Jantan	-	11,278	12,416
Betina	-	9,491	-

Rajungan yang ditangkap di perairan laut Lekok Pasuruan memiliki ukuran yang didominasi oleh rajungan yang sedang atau muda. Pengukuran morfometrik pada karapas rajungan dapat berfungsi membantu mengetahui fase kehidupannya, terutama ditinjau dari ukuran lebar karapas (CW). Hal ini didukung oleh Kembaren & Suherman (2018) yang menyatakan bahwa pengelompokan fase kehidupan rajungan dapat ditinjau melalui pengukuran lebar karapas rajungan. Fase kehidupan rajungan yang dimaksud, terdiri dari 3 tahap yaitu juvenil (<6 cm CW), muda (6-12 cm CW), dan dewasa (>12 cm CW). Pengukuran karapas rajungan juga dapat membantu menentukan laju pertumbuhan, pengaruh dari pertumbuhan, dan khususnya perbedaan pertumbuhan antara rajungan jantan dan betina. Pengukuran morfometrik juga bisa digunakan untuk mengetahui pola

pertumbuhan rajungan yang didapat dari perhitungan dan analisa regresi linear lebar karapas dan bobot rajungan (*Portunus pelagicus*) (tabel 4.4).

**Tabel 4.4 Hasil perhitungan regresi linear hubungan lebar karapas dengan berat rajungan (*Portunus pelagicus*)**

Jenis Kelamin	N	b	Pola Pertumbuhan (Safira dkk., 2019)
Jantan	15	2,770	Alometrik Negatif
Betina	15	1,894	Alometrik Negatif

Hasil analisis hubungan lebar karapas dan bobot rajungan yang telah dilakukan di perairan Lekok Kabupaten Pasuruan menunjukkan bahwa pola pertumbuhan rajungan jantan dan betina bersifat alometrik negatif dengan nilai  $b = 2,770$  untuk rajungan jantan dan  $b = 1,894$  untuk rajungan jantan betina (tabel 4.4). Hasil tersebut menunjukkan pertumbuhan lebar karapas lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan berat tubuhnya. Artinya perbandingan rajungan jantan dan betina keduanya menunjukkan pertumbuhan alometrik negatif, namun dengan nilai koefisien alometrik (nilai  $b$ ) yang berbeda. Rajungan jantan memiliki nilai  $b$  yang lebih tinggi dibandingkan rajungan betina, hal ini terlihat dari lebar karapasnya meningkat signifikan dibandingkan berat tubuhnya tetapi masih dalam pola alometrik negatif. Faktor lain yang menyebabkan rajungan memiliki pola alometrik negatif adalah dari intensitas penangkapan rajungan. Hal tersebut didukung oleh Edi., dkk (2018) yang menjelaskan bahwa terjadinya intensitas penangkapan rajungan yang berlebihan atau *overfishing* dapat menyebabkan rajungan memiliki pola alometrik negatif.

Penelitian serupa yang dilakukan oleh Philips., dkk (2022) bahwa pola alometrik negatif pada rajungan jantan biasanya memiliki perbedaan pertumbuhan

karapas yang lebih panjang dan lebih lebar dibandingkan dengan betina sehingga pertumbuhan karapas yang lebih besar ini mencerminkan nilai  $b$  yang lebih tinggi pada jantan karena panjang karapasnya bertambah lebih cepat relatif terhadap berat tubuh dibandingkan dengan betina. Menurut Hamid., dkk (2019) bahwa perbedaan pola pertumbuhan kelompok dari karapas juga dipengaruhi oleh nilai  $b$  yang berbeda atau bervariasi. Nilai  $b$  yang berbeda tersebut disebabkan oleh jenis kelamin dan penambahan bobot spesies secara musiman berbeda dengan kondisi antar habitat dan lingkungan. Pernyataan tersebut didukung oleh Ernawati., dkk (2014) bahwa faktor gender dan lingkungan bukan satu-satunya faktor yang mempengaruhi perbedaan perkembangan kepiting; proses reproduksi juga mempengaruhi pola pertumbuhan rajungan. Oleh karena itu, rajungan jantan memiliki lebar karapas yang lebih panjang dibandingkan rajungan betina, dan kepiting betina sering kali memiliki berat lebih banyak saat bereproduksi.

Hamid (2015) dalam penelitiannya juga menjelaskan bahwa rajungan betina cenderung memiliki berat tubuh yang lebih besar pada ukuran karapas yang sama karena mereka menyimpan telur di bawah abdomennya selama masa reproduksi. Hal tersebut dapat memicu terjadinya investasi energi yang besar dalam produksi dan penyimpanan telur mengarah pada peningkatan berat tubuh yang signifikan dibandingkan dengan jantan. Oleh karena itu, meskipun panjang karapas betina bertambah, penambahan berat tubuh tersebut juga tetap terjadi namun tidak secepat penambahan panjang dari lebar karapas. Ketersediaan pakan alami juga mempengaruhi pertumbuhan atau penambahan lebar karapas yang terjadi lebih cepat dibandingkan dengan bobot tubuh kepiting. Hal ini dikarenakan kepiting memanfaatkan makanannya sebagai sumber energi untuk aktivitas metabolisme.

Pernyataan tersebut juga didukung oleh Nugraheni., dkk (2015) bahwa laju pertumbuhan setiap individu kepiting bervariasi atau tidak konstan dan didasarkan pada kemampuan kepiting dalam beradaptasi dengan lingkungannya, gaya hidup, dan cara mengubah makanan yang tersedia menjadi energi.

#### **4.3 Hubungan Antara Akumulasi Logam Berat Fe, Cd, dan Pb pada Daging Rajungan (*Portunus pelagicus*) dengan Karakter Morfometrik Karapas Rajungan**

Mengacu pada hasil analisis konsentrasi logam berat Fe, Cd, Pb daging rajungan serta pengukuran morfometrik karapas rajungan, telah menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut disinyalir memiliki hubungan yang saling berkaitan. Analisis hubungan antara kedua variabel tersebut dilakukan melalui analisis korelasi pearson dengan melihat besaran nilai signifikansi korelasinya. Hasil penelitian mengenai hubungan akumulasi logam berat Fe, Cd, dan Pb daging rajungan dengan karakter morfometrik karapas rajungan telah tersaji dalam (tabel 4.5).

**Tabel 4.5 Hasil analisis uji korelasi pearson hubungan karakter morfometrik dengan konsentrasi logam berat rajungan jantan dan betina**

Karakter Morfometrik	Jantan			Betina		
	Fe	Pb	Cd	Fe	Pb	Cd
CW	-0.244	-0.240	-0.228	-0.144	0.001	0.359
ICW	-0.265	-0.014	-0.051	-0.178	-0.011	0.287
CL	-0.162	<b>-0.535</b>	-0.313	-0.244	0.089	0.307
LACL	-0.297	-0.415	<b>-0.429</b>	-0.258	0.015	0.298
RACL	-0.297	-0.415	<b>-0.429</b>	-0.258	0.015	0.298
LPCL	<b>-0.392</b>	-0,366	-0.377	<b>-0.386</b>	-0.078	0.295
RPCL	<b>-0.392</b>	-0.366	-0.377	<b>-0.386</b>	-0.078	0.295
FRMW	-0.183	-0.216	-0.157	-0.373	-0.057	0.539
LOW	-0.182	0.358	-0.054	-0.117	0.178	<b>0.702</b>
ROW	-0.182	0.358	-0.054	-0.117	0.178	<b>0.702</b>
PBW	-0.083	-0.350	-0.413	-0.002	<b>-0.231</b>	0.562

Keterangan: CW (lebar karapas), ICW (lebar karaps internal), CL (Panjang karapas), LACL (lebar anterolateral kiri), RACL (lebar anterolateral kanan), LPCL (panjang postlateral kiri), RPCL (lebar postlateral kanan), FRMW (lebar duri frontal), LOW (lebar orbit kiri), ROW (lebar orbit kanan), PBW (lebar posterior karapas)

**Tabel 4.6 Hasil analisis korelasi pearson hubungan logam berat dan ukuran karakter morfometrik karapas rajungan (*Portunus pelagicus*)**

Morfometrik	Jantan			Betina			Kategori (Widodo dkk., 2023)
	Fe	Pb	Cd	Fe	Pb	Cd	
CL	-0,535						Keterkaitan sedang
LACL	-0.429						Keterkaitan rendah
RACL	-0.429						Keterkaitan rendah
LPCL	-0.392			-0.386			Keterkaitan rendah
RPCL	-0.392			-0.386			Keterkaitan rendah
LOW				0.702			Keterkaitan Tinggi
ROW				0.702			Keterkaitan Tinggi
PBW				-0.231			Keterkaitan rendah

Hasil analisis korelasi pearson terhadap data konsentrasi logam berat Fe, Pb, dan Cd dengan 11 karakter morfometrik karapas rajungan menunjukkan variasi besaran nilai, baik positif maupun negatif (tabel 4.5). Apabila nilai korelasi pearson menunjukkan hasil yang positif, maka kedua variabel memiliki hubungan yang berbanding lurus. Artinya, jika konsentrasi logam berat tinggi, maka terjadi peningkatan pada ukuran karakter morfometrik karapas rajungan. Namun, apabila nilai korelasi pearson menunjukkan hasil yang negatif, maka terdapat hubungan yang saling bertolak belakang antara kedua variabel. Artinya, apabila hasil korelasi antara logam berat dengan karakter morfometrik karapas memiliki nilai yang negatif, maka menandakan kenaikan logam akan berdampak terhadap penurunan kualitas karakter karapas rajungan yang semakin tinggi. Kualitas yang dimaksud seperti resistensi karakter morfometrik tersebut ketika terpapar logam berat maupun pada laju pertumbuhannya.

Mengacu pada penjelasan di atas (tabel 4.6), maka ketiga logam berat (Fe, Pb, Cd) memiliki hubungan dengan karakter morfometrik karapas rajungan, namun dengan nilai yang beragam, baik positif maupun negatif. Logam Fe memiliki hubungan signifikan dengan karakter LPCL dan RPCL jantan (-0,392) maupun LPCL dan RPCL betina (-0,386). Logam Pb memiliki korelasi yang tinggi terhadap karakter CL pada jantan senilai (-0,535) dan berkorelasi paling tinggi dengan karakter PBW betina dengan nilai korelasi sebesar (-0,231). Sementara itu, logam Cd berkorelasi tinggi terhadap karakter LACL dan RACL jantan dengan nilai (-0,429), dan berkorelasi tinggi terhadap LOW dan ROW betina dengan nilai korelasi sebesar (0,702). Faktor yang mempengaruhi adanya hubungan antara kedua variabel tersebut adalah kemampuan resistensi karakter

morfometrik karapas, tingkat toksisitas logam berat, serta dampak fisiologis tubuh rajungan oleh logam berat.

Faktor pertama adalah tingkat toksisitas atau sifat racun logam berat. Menurut Alhafizoh (2021) menyatakan bahwa logam berat paling beracun adalah Hg, kemudian diikuti oleh Cd, Ag, Ni, Pb, As, C, Sn, dan Zn. Logam berat Cd berada di posisi kedua setelah Hg dalam tingkat toksisitas karena memang karakteristik dari logam tersebut yang sangat beracun meskipun dengan konsentrasi sedikit (Nuraini dkk., 2022). Toksisitas logam berat Cd yang tinggi tentu akan memberikan sejumlah dampak berbahaya, seperti penurunan kualitas perairan, serta dapat mempengaruhi pertumbuhan biota di dalamnya, termasuk hewan dari kelompok krustasea khususnya rajungan. Paparan logam Cd yang terakumulasi dalam tubuh rajungan akan berdampak terhadap morfologi tubuhnya, terutama pembentukan karapas. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Paulus., dkk (2020) bahwa kepiting yang terpapar oleh logam Cd dengan konsentrasi tinggi secara terus menerus ada yang mengalami kematian, dan ada yang masih bertahan hidup namun mengalami gangguan pada proses *moulting* atau pergantian karapas. Hal tersebut tentu akan berpengaruh terhadap perubahan ukuran dan bentuk karapasnya (Munaeni dkk., 2023)

Serupa dengan logam Cd, timbal (Pb) juga memiliki tingkat toksisitas yang cukup tinggi. Menurut pada pernyataan oleh Alhafizoh (2021), logam timbal (Pb) menduduki posisi kelima setelah Hg, Cd, Ag, dan Ni. Logam timbal dengan toksisitas yang tinggi akan memberikan dampak yang berbahaya, terlebih apabila konsentrasinya juga meningkat, mengingat konsentrasi Pb pada daging rajungan memang sudah termasuk dalam kategori tercemar. Konsentrasi logam yang tinggi



akan meningkatkan toksisitasnya dan memberikan dampak negatif bagi kehidupan, termasuk pertumbuhan karapas rajungan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan oleh Purbonegoro (2017) bahwa tinggi rendahnya konsentrasi logam berat menjadi faktor yang mempengaruhi toksisitas.

Sementara itu, logam Fe diketahui memiliki konsentrasi paling tinggi dibandingkan dengan logam Pb dan Cd, tetapi ia masih jauh di bawah baku mutu yang ditetapkan. Selain itu, Fe merupakan salah satu logam esensial yang masih dibutuhkan organisme dengan kadar yang sedikit untuk proses metabolismenya (Filipkowska dkk., 2018). Namun, meskipun logam Fe belum termasuk kategori tercemar, jika konsentrasinya terus terakumulasi di dalam tubuh, akan terjadi peningkatan toksisitas dan berpengaruh terhadap kehidupan rajungan. Hal ini ditunjukkan dengan hasil korelasi pearson, bahwa logam Fe juga berhubungan dengan LPCL dan RPCL jantan maupun LPCL dan RPCL betina. Menurut Saputra., dkk (2022) menyatakan bahwa logam Fe terlibat dalam proses metabolisme tubuh, terutama untuk oksidasi enzim cytochrome dan pigmen pernapasan atau hemoglobin. Melalui beberapa penjelasan tersebut, maka logam Fe diduga tidak terlalu memberikan dampak yang signifikan terhadap morfometrik karapas rajungan.

Faktor kedua adalah dampak fisiologis tubuh rajungan oleh logam berat di lingkungan perairan. Kehadiran logam Cd yang tercemar di perairan laut memicu kemungkinan penyerapan oleh biota di dalamnya, khususnya rajungan yang menyebabkan terjadinya proses bioakumulasi. Hal ini menyebabkan peningkatan secara kontinu bahan kimia dalam tubuh setiap tingkat trofik rantai makanan (Husin dkk., 2022). Logam Cd yang memiliki tingkat toksisitas tinggi di perairan

akan terus terserap oleh organisme dan mengikat enzim serta protein spesifik yang esensial bagi fungsi seluler (Herawatia dkk., 2021).

Perlu diketahui, perubahan morfometrik karapas rajungan dapat terjadi karena organisme tersebut termasuk dalam kelompok hewan krustasea yang akan melakukan proses *moulting* atau pergantian kulit/exoskeleton untuk pertumbuhan dan menuju kedewasaan yang umumnya disertai dengan penambahan volume dan bobot tubuh (Sayekti dkk., 2020; Siahainenia & Selanno, 2022). Peristiwa *moulting* dipengaruhi oleh adanya hormon ecdyson untuk mengontrol proses pergantian kulit pada kepiting atau rajungan (Budi dkk., 2017). Namun, apabila terjadi gangguan pada sekresi hormon tersebut, maka juga akan berpengaruh terhadap proses pergantian kulitnya. Polutan di lingkungan perairan seperti logam berat Cd yang terus menerus masuk ke dalam tubuh rajungan bertindak sebagai komponen inhibitor yang akan menghambat proses *moulting*. Hal ini sejalan dengan pernyataan Luo., dkk (2015) bahwa logam Cd akan berpengaruh terhadap sekresi hormon ekdisteroid dibandingkan dengan deposisi kalsium normal selama pascamolting.

Peristiwa *moulting* yang mempengaruhi perubahan karakter morfometrik karapas pada rajungan juga dipengaruhi oleh komponen penyusunnya, seperti kalsium karbonat, kittin, dan protein (San Antonio., 2021). Namun, komponen tersebut rupanya akan tersubstitusi atau tergantikan oleh komponen asing yang masuk ke dalam tubuh, salah satunya adalah logam Pb. Logam Pb biasanya akan terakumulasi di dalam tulang atau exoskeleton karena memiliki sifat yang mirip dengan kalsium, sehingga menggantikan kalsium dalam tulang (Riani, 2012). Merujuk pada pernyataan tersebut, maka Pb sebenarnya dapat berperan dalam

pembentukan kalsium dan eksoskeleton. Namun apabila kadarnya terlalu tinggi akan mempengaruhi fungsi hepatopankreas (Siahainenia & Selanno, 2022).

Hepatopankreas merupakan organ yang menyimpan kalsium, membantu detoksifikasi, menghasilkan enzim pencernaan, menyimpan produk metabolisme, dan menyuplai nutrisi ke setiap area tubuh melalui hemolimf untuk fungsi fisiologis, seperti pengembangan eksoskeleton (Musallamah, 2012). Namun, kontaminan seperti logam Pb dan Cd dapat mengganggu fungsi hepatopankreas hingga menyebabkan kerusakan dengan mengikat gugus sulfidril dan membentuk interaksi metaloenzim dan metaloprotein. Kemudian, akibat keterkaitan ini, organel sel mengalami kegagalan enzimatik (Barsiene et al., 2008). Kondisi ini menyebabkan hepatopankreas mengalami penurunan dalam distribusi kalsium untuk pembentukan exoskeleton baru.

Merujuk pada penjelasan-penjelasan di atas, maka logam Pb dan Cd memang disinyalir memiliki hubungan yang signifikan dengan karakter morfometrik karapas rajungan, melihat dari toksisitas dan dampak negatif yang ditimbulkan. Pengaruh yang diakibatkan oleh polutan logam Pb dan Cd terhadap pertumbuhan dan perkembangan karapas menjadikan beberapa bagian karapas seperti CL, FRMW, LOW, ROW, dan PBW pada rajungan menjadi kurang optimal. Terlebih populasi rajungan yang berhasil ditangkap selama penelitian masih tergolong dalam fase rajungan muda karena ukuran tubuhnya yang berada pada kisaran 6-12 cm (Kembaren & Suherman, 2018), di mana pada fase tersebut umumnya rajungan masih aktif mengalami *moulting* atau pergantian kulit/eksoskeleton. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Khairiyah., dkk (2012) bahwa kelompok kepiting dalam

masa pertumbuhannya hingga dewasa, akan mengalami pergantian kulit sekitar 17 sampai 20 kali bergantung dengan kondisi lingkungan dan ketersediaan makanan.

Kondisi lingkungan dan ekosistem yang seimbang adalah cerminan dari ciptaan Allah yang sempurna. Ketika manusia menjaga keseimbangan ini, maka ketersediaan makanan pun akan terjamin. Lingkungan yang bersih dan sehat berkontribusi pada ketersediaan makanan yang berkelanjutan. Misalnya, jika perairan tercemar oleh logam berat, maka biota laut seperti ikan dan rajungan yang menjadi sumber makanan bisa terkontaminasi mengurangi kualitas ketersediaan makanannya. Oleh karena itu manusia sebagai khalifah yang berulul albab di bumi memiliki peran dan tanggung jawab untuk menjaga dan merawat ciptaan Allah, termasuk lingkungan dan sumber daya alam yang telah dijelaskan dalam Q.S. Ali-Imran ayat 190-191 sebagai berikut:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ۚ ۱۹۰ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۚ ۱۹۱

Artinya: “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (190) (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka"*. (Q.S. Ali-Imran [3]:190-191).

Dalam tafsir Ibnu Katsir (2004) tentang ayat ini bahwa pada ketinggian dan keluasan langit dan juga pada kerendahan bumi serta kepadatannya. Dan juga tanda-tanda kekuasaan-Nya yang terdapat pada ciptaan-Nya yang dapat dijangkau oleh indera manusia pada keduanya (langit dan bumi), baik yang berupa; bintang-bintang, komet, daratan dan lautan, pegunungan, dan pepohonan, tumbuh-tumbuhan, tanaman, buah-buahan, binatang, barang tambang, serta berbagai macam warna dan aneka ragam makanan dan bebauan semua itu merupakan

ciptaan dan kuasa Allah. Artinya Semua yang diciptakan oleh Allah tersebut tidak ada yang sia-sia masing-masing mempunyai manfaat. Jadi sebagai manusia kita harus taat kepada-Nya karna semua yang ada di dunia ini adalah milik Allah Subhanahu wata'ala (Katsir & Ismail, 2004).

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari hasil data penelitian yang telah diperoleh dalam penelitian ini adalah terdapat hubungan akumulasi logam berat Fe, Cd, dan Pb dengan karakter morfometrik rajungan sebagai berikut:

1. Konsentrasi logam berat Fe, Cd dan Pb pada daging rajungan jantan dan betina berturut-turut (3,215 mg/kg dan 3,148 mg/kg) (3,215 mg/kg dan 0,061 mg/kg) (0,299 mg/kg dan 0,151 mg/kg).
2. Hasil pengukuran 11 karakter morfometrik karapas rajungan jantan memiliki ukuran morfometrik lebih dominan dibandingkan dengan rajungan betina. Sementara itu, pola pertumbuhan karapas rajungan jantan dan betina keduanya menunjukkan alometrik negatif.
3. Ada hubungan antara akumulasi logam berat Fe, Pb, dan Cd pada daging rajungan (*Portunus pelagicus*) jantan dan betina dengan karakter morfometrik karapas rajungan (*Portunus pelagicus*) di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan. Logam Fe berkorelasi negatif (rendah) dengan LPCL dan RPCL jantan (-0,392) maupun LPCL dan RPCL betina (-0,386) sedangkan pada logam Pb berkorelasi negatif (sedang) dengan karakter CL pada jantan (-0,535) dan berkorelasi negatif (rendah) terhadap karakter PBW betina (-0,231), sementara itu pada logam Cd berkorelasi negatif (rendah) dengan karakter LACL dan RACL jantan (-0,429), dan berkorelasi positif (tinggi) dengan karakter LOW dan ROW betina (0,702).

## 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai tingkat kematangan gonad pada rajungan betina yang menyebabkan meningkatnya kematangan gonad dan nantinya mempengaruhi dalam meningkatkan bobot tubuh serta terjadi peningkatan faktor kondisi pola pertumbuhannya sehingga dapat mengetahui dalam fase apa rajungan betina mengalami pemijahan. Selain itu, perlu dilakukan pengambilan sampel rajungan berdasarkan musim yang sesuai dengan populasi rajungan. Dengan demikian, pemahaman terkait hubungan logam berat dengan karakter morfometrik dapat bervariasi dapat teramati. Lebih daripada itu, juga disarankan untuk dilakukan pengulangan pada penelitian dengan memperhatikan waktu pengambilan sampel agar mendapat hasil yang lebih valid.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M.A., Maftuch, Kilawati, Y., Risjani, Y. 2018. Analisis Kualitas Lingkungan Sungai Wangi-Beji, Pasuruan yang Diduga Tercemari oleh Limbah Pabrik, Pemukiman, dan Pertanian. *Samakia Jurnal Ilmu Perikanan*, 9(1): 1-5.
- Afifah, N., Bengen, D. G., Sunuddin, A., & Agus, S. B. (2017). Morfometri dan Sebaran Ukuran Rajungan (*Portunus pelagicus*, Linnaeus, 1758) di Perairan Pulau Lancang, Kepulauan Seribu. *Prosiding Pusat Riset Perikanan*, 31-44.
- Akbar, A. W., Daud, A., & Mallongi, A. (2014). Analisis Risiko Lingkungan Logam Berat Cadmium (Cd) pada Sedimen Air Laut di Wilayah Pesisir Kota Makassar. *Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Hasanuddin*.
- Alencar, C. E. R. D., Lima-Filho, P. A., Molina, W. F., & Freire, F. A. M. (2014). Sexual shape dimorphism of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)(Decapoda, Ucididae) accessed through geometric morphometric. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Alhafizoh, F. (2021). Kandungan Logam Berat Pada Alga Hijau *Spirogyra* sp. di Perairan Way Ratai Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung.
- Alisa, C. A. G., & Faizal, I. (2020). Kandungan timbal dan kadmium pada air dan sedimen di Perairan Pulau Untung Jawa, Jakarta. *Akuatika Indonesia*, 5(1), 21-26.
- Anggraeni, R. (2023). Tinjauan Umum Perilaku Ikan Berdasarkan Perspektif Sains dan Islam.
- Aphrodita, Sasi Vita., Adi Santoso., Ita Riniatsih. 2022. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen, dan Lamun *Enhalus acoroides* di Perairan Pantai Sanur Kota Denpasar. *Journal Of Marine Research*, 11(2): 227-236.
- Asha Aulia, Z. A. H. A. R. A. (2023). *Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Karang Porites Lutea Di Perairan Pesisir Mandalika* (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Astuti, O. 2008. *Pengaruh Salinitas Terhadap Perkembangan dan Kelangsungan Hidup Larva Menjadi Megalopa Rajungan (Portunus pelagicus)*. Bogor: Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Baloch, S., Kazi, T. G., Baig, J. A., Afridi, H. I., & Arain, M. B. (2020). Occupational exposure of lead and cadmium on adolescent and adult workers of battery recycling and welding workshops: Adverse impact on health. *Science of the Total Environment*, 720, 137549.
- Barsiene, J., Andreikenaite, L., Garnaga, G., Rybakovas, A. 2008. Genotoxic and Cytotoxic Effects in The Bivalve Mollusks *Macoma balthica* and *Mytilus edulis* from The Baltic Sea. *Ekologija*, 54(1): 44-50
- Baswantara, A., Firdaus, A. N., & Astiyani, W. P. (2021). Karakteristik Hambur Balik Akustik Rajungan (*Portunus pelagicus*) pada Kondisi Terkontrol. *Journal of Science and Applicative Technology*, 5(1), 194-197.
- Beltrame, M. O., De Marco, S. G., & Marcovecchio, J. E. (2010). Influences of sex, habitat, and seasonality on heavy-metal concentrations in the burrowing crab (*Neohelice granulata*) from a coastal lagoon in



- Argentina. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 58(3), 746-756.
- Budi, Sutia., Karim, M. Yusri., Trijuno, Dody.D., Nessa,M. Natsir., Herlinah. 2017. Pengaruh Hormon Ecdyson Terhadap Sintasan dan Periode Moulting Pada Larva Kepiting Bakau *Scylla olivacea*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(4): 335-339
- Budiarto, A., Adrianto, L., Kamal, M. 2015. Status Pengelolaan Perikanan Rajungan (*Portunus pelagicus*) dengan Pendekatan Ekosistem di Laut Jawa (WPPNRI 712). *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 7(1): 9-24.
- Castañeda-Chávez, M. D. R., Navarrete-Rodríguez, G., Wakida-Kusunoki, A. T., Baruch-Garduza, E., & Reynier-Valdés, D. (2022). Whole-body toxic metals and morphometric measurements in brown shrimp *Penaeus aztecus* in the Gulf of Mexico. *Fishes*, 7(5), 293.
- Cheng, CH, HL Ma., YQ Deng., J. Feng., YK Jie., ZX Guo. 2021. Oxidative Stress, Cell Cycle Arrest, DNA damage and Apoptosis in The Mud Crab (*Scylla paramamosain*) Induced by Cadmium Exposure. *Chemosphere*, 263.
- Darmokoesoemo, H. (2019). *Pengembangan Adsorben Limbah Tahu Padat (LTP) Terimmobilisaasi Pada Permukaan Silika Untuk Penyisihan Berbagai Ion Logam Berat Bivalensi Dari Sampel Limbah Sintetik* (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).
- Datmi, A. R., Nasution, M. A. H., Sabana, M. F., & Ningsih, L. (2023). Tradisi Jamuan Laut Persfektif Islam (Studi Nelayan Pantai Kelang, Desa Sei Naga Lawan Kabupaten Serdang Bedagai). *JURNAL LENTERA: Kajian Keagamaan, Keilmuan dan Teknologi*, 22(2), 286-302.
- Djunaedi, Ali. 2009. Kelulushidupan dan Pertumbuhan Crablet Rajungan (*Portunus pelagicus* Linn.) Pada Budidaya Dengan Substrat Dasar yang Berbeda. *Ilmu Kelautan*, 14(1): 23-26.
- Edi, H. S. W., Djunaedi, A., & Redjeki, S. (2018). Beberapa aspek biologi reproduksi rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Betahwalang Demak. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(1), 55-60.
- Edward, Edward. 2020. Penilaian Pencemaran Logam Berat Dalam Sedimen di Teluk Jakarta. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir,dan Perikanan*, 9(3): 403-410
- Ernawati, T., Boer, M., & Yonvitner, Y. (2015). Biologi Populasi Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Di Perairansekitarwilayahpati, Jawatengah. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 6(1), 31-40.
- Fabrianessa, Nadya., Sulstiono., Agustinus M. Samosir., Masashi Yokota. 2020. Heavy Metal (Pb, Hg) Contained in Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) in Cengkok Coastal Waters, Banten Indonesia. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 25(4): 157-164.
- Fariha, A. N., i Sunarsih, E., Amelia, M., Aditya, M. P., Auliya, N. Z., & Fransisca, Y. (2023). Pengaruh Aktivitas Masyarakat di Sekitar Pemukiman Lahan Basah terhadap Pencemaran Air. *El-Mujtama: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 448-458.
- Fiskanita., Bahrudin Hamzah., Supriadi. 2015. Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) pada Air Laut di Pelabuhan Desa Peranggi Kecamatan Ampibabo. *J. Kim Akademik*, 4(4): 175-180.

- Förstner, U. (2020). Inorganic sediment chemistry and elemental speciation. In *Sediments* (pp. 61-105). CRC Press.
- Fuad, S., Sukandar, A. Jauhari. 2016. Development of Underwater Lights as Auxiliary Devices on A Plug-in Chart in Tambak Lekok Village, Lekok District, Pasuruan. *Jurnal Kelautan Indonesia. J. Mar. Sci. Technol*, 9(1): 1-7.
- Giri, F., & Loy, A. (2008). Size and shape variation of two freshwater crabs in Argentinean Patagonia: the influence of sexual dimorphism, habitat, and species interactions. *Journal of Crustacean Biology*, 28(1), 37-45.
- Govindasamy, C., Arulpriya, M., Ruban, P., Francisca, L.J., Ilayaraja, A., 2011. Concentration of heavy metals in seagrasses tissue of the Palk Strait, Bay of Bengal. *Int. J. Environ. Sci.* 2, 145–153.
- Hamid, A. (2015). Habitat, biologi reproduksi dan dinamika populasi rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus 1758) sebagai dasar pengelolaan di Teluk Lasongko, Sulawesi Tenggara (Doctoral dissertation, IPB (*Bogor Agricultural University*)).
- Hamid, A. (2019). Habitat dan aspek biologi rajungan angin, *Podophthalmus vigil* (Fabricus 1798) di Teluk Lasongko, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(1), 1-11.
- Hepp, LU, JAMS Pratas., MAS Graca. 2017. Arsenic in Stream Waters is Bioaccumulated but Neither Biomagnified Through Food Webs Not Biodispersed to Land. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 139: 132-138.
- Herawatia, Endang Yuli., Diana Arfiati., Pratama Diffi Samuel., Karina Farkha Dina., Putri Anugerah., Rahmi Valina. 2021. Determination of Water Quality Status Based on Heavy Metal Contents in The Rainy and Dry Season Using the Storet Index in Pasuruan Sea Waters, East Java. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(2): 201-207.
- Huda, Hakim Miftakhul., Wijayam Rizki Aprilian., Triyanti, Riesti., Sari, Yesi Dewita., Zamroni, Achmad. 2021. Status Dan Permasalahan Pemanfaatan Sumber Daya Rajungan Di Indonesia. *J. Kebijakan Sosek KP*, 11(2): 119-126.
- Husin, A. (2022). *Penentuan kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada ikan belanak dan kepiting rajungan diperairan Benoa Kabupaten Badung Secara spektroskopi serapan atom (SSA)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Ika, I., Tahril, T., & Said, I. (2012). Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara (The Analysis of Lead (Pb) and Iron (Fe) Metals in The Sea Water of Coastal Area of Taipa's Ferry Harbor Subdistrict of North Palu). *Jurnal Akademika Kimia*, 1(4).
- Iksanti, Rina Maharani., Redjeki, Sri., Taufiq, Nur. 2022. Aspek Biologi Rajungan (*Portunus pelagicus*) Linnaeus, 1758 (Malacostraca: Portunidae) Ditinjau dari Morfometri dan Tingkat Kematangan Gonad di TPI Bulu, Jepara. *Journal Marine Search*, 11(3): 495-505
- Ishak, Jamalus., Bintal Amin., Thamrin. 2014. Analisis Logam Berat Pada Air Dan Sedimen di Perairan Pantai Pulau Singkep Kepulauan Riau. *Berkala Perikanan Terubuk*, 42(2): 18-27.

- Kalate, A., Keikhosravi, A., Naderloo, R., Hajjar, T., & Schubart, C. D. (2018). Morphometric characterization of the freshwater crab *Potamon elbursi* Pretzmann, 1962 in the Caspian Sea and Namak Lake hydrographic systems. *Journal of Crustacean Biology*, 38(1), 91-100.
- Kalsum, Umi., Dimenta, Rivo Hasper. 2023. Studi Morfometrik Kepiting Rajungan. *Bioedusains; Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 6(1): 256-267
- Kamelia & Muhsoni. 2020. Kajian Stok Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Pendaratan Ikan Desa Bancaran Bangkalan. *Jurnal Kelautan: Indonesia Journal of Marine Science and Tech*, 13(3): 185-195.
- Katsir, I., & Ismail, A. F. (2004). Tafsir Ibnu Katsir Terjemah M. *Abdul Ghoffar dan Abu Ihsan al-Atsari*. Jilid, 6.
- Kembaren, D.D., Surahman, A. 2018. Struktur Ukuran dan Biologi Populasi Rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) di Perairan Kepulauan Aru. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 24(1): 51-60
- Kembaren, D.D., Surahman, A. 2018. Struktur Ukuran dan Biologi Populasi Rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) di Perairan Kepulauan Aru. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 24(1): 51-60.
- Khairiyah., Wardoyo, Supriyono Eko., Wahid, Pasril. 2012. Pengaruh Mutilasi dan Ablasi Terhadap *Molting* Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Sebagai Kepiting Lunak. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 2(1): 81-91
- Lai, J. C., Ng, P. K., & Davie, P. J. (2010). A revision of the *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) species complex (Crustacea: Brachyura: Portunidae), with the recognition of four species. *Raffles Bulletin of Zoology*, 58(2).
- Luo, J., Pei, S., Jing, W., Zou, E., & Wang, L. (2015). Cadmium inhibits molting of the freshwater crab *Sinopotamon henanense* by reducing the hemolymph ecdysteroid content and the activities of chitinase and N-acetyl- $\beta$ -glucosaminidase in the epidermis. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 169, 1-6.
- Makahinda, F. R., Mantiri, R. O., & Tolol, I. B. H. (2018). Pola Pertumbuhan Rajungan *Portunus pelagicus* pada Dua Lokasi yang Berbeda di Teluk Manado. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1), 149-159.
- Maylandia, Chantika Rachma., Matondang, Dina Ratna Sari., Ilhami, Sitti Alya., Parapat, Andreas Jorghy., Bakhtiar, Deddy. 2021. Kajian Ukuran Rajungan (*Portunus pelagicus*) Menurut Jenis Kelamin, Tingkat Kematangan Gonad, dan Faktor Kondisi di Perairan Pulau Baai Bengkulu. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 4(2): 115-124
- Moyano, M. S., Gavio, M. A., & Maggi, M. D. (2011). Morphometric and gonad maturity of the spider crab *Libinia spinosa* (Crustacea: Brachyura: Majoidea: Epialtidae) in Argentina. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91(4), 837-844.
- Mughni, Firmansyah Maulana., Susiana., Muzammil, Wahyu. 2022. Biomorfometrik Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Senggarang. *Journal of Marine Research*, 11(2): 114-127
- Munadi, R. (2022). Analisis Cemar Logam Berat Pb Dan Cd Pada Rumput Laut *Eucheumacottonii* Di Daerah Perairan Kabupaten Kolaka Utara. *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, 4(1), 1-5.

- Munaeni, W., Gustilatov, M., Abdurachman, M. H., Khobir, M. L., Kurniaji, A., Mukti, R. C., & Vinasyiam, A. (2023). *Budidaya Udang Windu*. Tohar Media.
- Musallamah. 2012. Pengaruh Paparan Timbal (Pb) Terhadap Perubahan Histopatologis Hepatopankreas Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii* De Mann). *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Mustofa, Diah Ayu., Redjeki, Sri., Pringgenies, Delianis. 2021. Studi Pertumbuhan *Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758 (*Portunidae: Malacostrata*) di Perairan Tunggulsari, Rembang. *Journal of Marine Research*, 10(3): 333-339.
- Muttaqin, Ilham., Julyantoro, Pande Gde Sasmita., Sari, Alfi Hermawati Wasita. 2018. Identifikasi dan Predileksi Ektoparasit Kepiting Bakau (*Scylla* spp.) dari Ekosistem Mangrove Taman Hutan Raya (TAHURA) Ngurah Rai, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1): 24-31
- Ningsih, R. W. (2018). Dampak pencemaran air laut akibat sampah terhadap kelestarian laut di Indonesia. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, 0-12.
- Noor, Y. N., & Sutoyo, A. (2023). Penggunaan Penangkapan Warna Jaring Berbeda Pada Alat Tangkap Gillnet Dasar (Bottom Gill Net) Di Pelabuhan Perikanan Lekok Pasuruan Jawa Timur. *Soetomo Jurnal Pertanian AgroPro*, 1(2), 56-69.
- Nugraheni, D.I., Achmad, F. & Yonvitner. 2015. Variasi Ukuran Lebar Karapas dan Kelimpahan Rajungan (*Portunus pelagicus* linnaeus) di Perairan Kabupaten Pati. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 7(2):493-510.
- Nuraini, Azizah Tri., Adi Santoso., Ahmad Faras Indrawan., Delianis Pringgenies. 2022. Konsentrasi Logam Berat Kadmium Rajungan dan di perairan Tambak Mangunharjo, Semarang. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(3): 439- 448
- Nuraini, R. A. T., Redjeki, S., Endrawati, H., & Tharieq, M. A. (2023). Kajian Komposisi Ukuran Rajungan Betina (*Portunus pelagicus*) di Fishing Ground Perairan Pernalang. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(3), 413-422.
- Nurhayati, A., Ummah, Z. I., & Shobron, S. (2018). Kerusakan Lingkungan dalam Al-Qur'an. *Suhuf*, 30(2), 194-220.
- Paulus, J. J., RUMAMPUK, N. D., PELLE, W. E., KAWUNG, N. J., KEMER, K., & ROMPAS, R. M. (2020). *Buku Ajar Pencemaran Laut*. Deepublish.
- Permana, R., & Azizah, F. N. (2022). Status Konservasi Biota Laut yang Teridentifikasi di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kabupaten Pangandaran, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 17(1), 48-57.
- Philips, H. A., Redjeki, S., & Sabdono, A. (2022). Analisis Morfometri Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Desa Keboromo Kabupaten Pati Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 11(3), 429-436.
- Prabawa, Arie., Ety Riani., Yusli Wardiatno. 2014. Pengaruh Pencemaran Logam Berat Terhadap Struktur Populasi dan Organ Tubuh Rajungan (*Portunus pelagicus*). *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 4(1): 17-23.

- Pratama, G. A., Pribadi, R., & Maslukah, L. (2012). Kandungan logam berat Pb dan Fe pada air, sedimen, dan kerang hijau (*Perna viridis*) di sungai Tapak kelurahan Tugurejo kecamatan Tugu Kota Semarang. *Jurnal of Marine Research*. 1(1), 133-137.
- Purba, E. G. T., Retno, R., & Handoco, E. (2024). Studi Kandungan Kadar Logam Berat (Tembaga dan Zink) Dalam Air di Sungai Lalang, Desa Suka Maju, Kabupaten Batu Bara, Provinsi Sumatra Utara. *Journal of Research and Publication Innovation*, 2(2), 1517-1524.
- Purbonegoro, T. (2017). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Toksisitas Bahan Pencemar terhadap organisme Perairan. *Oseana*, 42(2), 12-22.
- Putra, Muhammad Juli Hendra., Subagiyo., Nuraini, Ria Azizah Tri. 2020. Biologi Rajungan Ditinjau Dari Aspek Morfometrik dan Sex Ratio yang Didaratkan di Perairan Rembang. *Journal of Marine Research*, 9(1): 65-74.
- Putri, Z. L., Wulandari, S. Y., & Maslukah, L. (2014). Studi sebaran kandungan logam berat timbal (Pb) dalam air dan sedimen dasar di perairan muara sungai Manyar Kabupaten Gresik, Jawa Timur. *Journal of Oceanography*, 3(4), 589-595.
- Radifa, M., Wardiatno, Y., Simanjuntak, C.P.H., Zairion, Z. 2020. Preferensi Habitat dan Distribusi Spasial Yuwana Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Pesisir Lampung Timur, Provinsi Lampung. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Mangement)*, 10(2): 183-197
- Ravi R, Manisseri MK. 2012. Survival rate and development period of the larvae of *Portunus pelagicus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in relation to temperature and salinity. *Fisheries and Aquaculture Journal*: 1-9.
- Riani, E. 2012. *Perubahan Iklim dan Kehidupan Akuatik (Dampak Pada Bioakumulasi Bahan Berbahaya Beracun dan Reproduksi)* Bogor: IPB Press.
- Risqoeni, S. A. (2020). *Gambaran Kadar Hemoglobin Pada Penduduk Daerah Tambak Lorok Kota Semarang* (Doctoral dissertation, UNIMUS).
- Rizkiana, L., Karina, S., & Nurfadillah. (2017). Analisis timbal (pb) pada sedimen dan air laut di kawasan pelabuhan nelayan gampong Deah Glumpang kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 2 (1), 89-96.
- Robi., Anthoni, B. Aritonang., Mega Sari Juane Sofiana. 2021. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Samudera Indah Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 4(1): 20-28.
- Rochyatun, E., Kaisupy, M. T., & Rozak, A. (2010). Distribusi logam berat dalam air dan sedimen di perairan muara sungai Cisadane. *Makara Journal of Science*, 10(1), 27.
- Rohim, N. (2019). *Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Daging Udang Putih (Penaeus merguensis) dan Sedimen di Perairan Belawan Provinsi Sumatera Utara* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Rohmah, S. A., Salsabila, I. Z., & Mafaza, R. A. (2023). Bioakumulasi Logam Berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) dalam Daging Ikan Lele Phyton

- (Clarias Sp) di Sungai Citarum. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Lingkungan Wilayah Pesisir*, 1(1), 9-16.
- Rumoe, D. S., Umar, N. A., Hadijah. 2022. *Pencemaran Logam Berat Pada Ekosistem Perairan*. Sulawesi Selatan: Penerbit Pusaka Almaida
- Safira, Alvia., Zairion., Mashar, Ali. 2019. Analisis Keragaman Morfometrik Rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) di WPP 712 Sebagai Dasar Pengelolaan. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 3(2): 9-19.
- Sagala, M. M., Bramawanto, R., Kuswardani, A. R. T. D., & Pranowo, W. S. (2014). Distribusi Logam Berat di Perairan Natuna Distribution of Heavy Metals in Natuna Coastal Waters. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(2), 297-310.
- San Antonio, C. M. (2021). *Examining and Communicating the Effects of Climate Change on Biomineralization, Gene Expression and Epibiont Abundance in Juvenile American Lobster, Homarus americanus* (Doctoral dissertation, University of Massachusetts Boston).
- Santhanam, R. 2018. *Biology and Culture of Portunid Crabs of World Seas: Biology and Ecology of Marine Life*. Waretown USA: Academic Press
- Santoso, Didik., Karnan., Japa, L., Raksun. 2016. Karakteristik Bioekologi Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Dusun Ujung Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*, 16(2): 94-105.
- Saputra, E. A., Santri, A., Islam, U., Fatmawati, N., & Bengkulu, S. (2022). Peran enzim dalam metabolisme berdasarkan al-qur'an dan hadist. *no, 1*, 27-35.
- Sari, E. L., & Dzakiy, M. A. (2023). Identifikasi Jenis Kepiting Pada Kawasan Ekosistem Mangrove Pantai Mangunharjo, Semarang. *Biofair*, 463-469.
- Sayekti, Puspa Restu., Farunnida., Cerniauskas, Gabrielis., Robert, Colin., Retnoaji, Bambang., Alam, Parvez. 2020. The Impact Behaviour of Crab Carapaces in Relation to Morphology. *Materials*, 13: 1-16
- Setiawan, H. (2014). Pencemaran logam berat di Perairan Pesisir Kota Makassar dan upaya penanggulangannya. *Buletin Eboni*, 11(1), 1-13.
- Setyaningrum, E. W., Dewi, A. T., Yunartik, M., & Masithah, E. D. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat Cu, Pb, Hg Dan Sn Terlarut Di Pesisir Kabupaten Banyuwangi. In *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan IV* (pp. 144-153).
- Shihab, M. Quraish. 2005. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an*, Jilid 11 cet.4. Jakarta : Lentera Hati.
- Shihab, M. Quraish. 2005. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an*, Jilid 7 cet.4. Jakarta : Lentera Hati.
- Siahainenia, Laura., Selanno, Debby. A. J. 2022. Performa dan Karakter Morfologis Kepiting Bakau Yang Terpapar Logam Berat di Ekosistem Mangrove Passo. *Jurnal Triton*, 18(2): 149-157
- Soegianto, A. (2023). *Dampak Logam Berat terhadap Biologi Ikan*. Penerbit NEM.
- Su, X., Zhu, B., Ren, Z., & Wang, F. (2022). Differences in Agonistic Behavior and Energy Metabolism between Male and Female Swimming Crab *Portunus trituberculatus* Based on the Analysis of Boldness. *Animals*, 12(18), 2363.
- Suastuti, N. G. M. D. A., Dewi, I. G. A. K. S. P., Derisa, R. M. 2021. Kandungan Logam Total Fe dan Cr Air Laut Serta Spesiasi dan Bioavailabilitasnya

- Pada Sedimen di Kawawasan Pelabuhan Celukan Bawang. *Jurnal Kimia (Journal Oif Chemistry)*, 15(2): 165-171.
- Suprpto, D., Widowati, I., & Yudiati, E. (2014). Pertumbuhan Kepiting Bakau *Scylla serrata* yang Diberi Berbagai Jenis Pakan. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 19(4).
- Suprihatin, I. E., Limbong, P. B., & Ariati, N. K. (2022). Kandungan Logam Fe dan Pb Total dalam Air dan Sedimen di Kawasan Pelabuhan Padang Bai Serta Bioavailabilitasnya. *Journal of Chemistry*, 16(1), 1-9.
- Suryono, C. A., & Indardjo, A. (2023). Kontaminasi Logam Cr dan Fe pada Organisme Benthik Laut yang Ditangkap di Perairan Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3), 571-578.
- Susanto, B., Setyadi, I., Haryanti., Hanafi, A. 2005. *Pedoman Teknik Teknologi Perbenihan Rajungan (Portunus pelagicus)*. Jakarta: Pusat Riset Perikanan.
- Tirtadanu., Suman, A. 2017. Aspek Biologi, Dinamika Populasi dan Tingkat Pemanfaatan Rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) di Perairan Kotabaru, Kalimantan Selatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 23(3): 205-214
- Triantoro, D. D., Suprpto, D., & Rudiyaniti, S. (2018). Kadar logam berat besi (Fe), seng (Zn) pada sedimen dan jaringan lunak kerang hijau (*Perna viridis*) di perairan Tambak Lorok Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 6(3), 173-180.
- Ulinuha, Devi., Ima, Yudha Perwira. 2022. Bioakumulasi Timbal (Pb) pada Bivalvia (*Anadara antiquata*, *Anadara granosa*, dan *Perna viridis*) dari Perairan Lekok, Pasuruan. *Journal of Miarine and Aquatic Sciences*, 8(2): 179-185.
- Urufi, Z., & Ahmad, A. Q. 2021. Analisis Pengaruh Variabel Antropogenik Terhadap Urban Heat Island di Kota Bandung. *FTSP*.
- Usman, S., La Nafie, N., & Ramang, M. (2013). Distribusi kuantitatif logam berat Pb dalam air, sedimen dan ikan merah (*Lutjanus erythropterus*) di sekitar perairan pelabuhan Parepare. *Marina Chimica Acta*, 14(2).
- Wihardjo, R. S. D., & Rahmayanti, H. (2021). *Pendidikan Lingkungan Hidup*. Penerbit NEM.
- Wijayanto, D., & Yulianto, T. 2014. Analisis potensi tangkap sumberdaya rajungan (blue swimming crab) di Perairan Demak. *Journal of fisheries resources utilization management and technology*, 3(3), 248-256.
- Yang, L., Wang, D., Xin, C., Wang, L., Ren, X., Guo, M., & Liu, Y. (2021). An analysis of the heavy element distribution in edible tissues of the swimming crab (*Portunus trituberculatus*) from Shandong Province, China and its human consumption risk. *Marine Pollution Bulletin*, 169, 112473.
- Yuliara, I Made. 2016. Modul Regresi Linier Sederhana. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana
- Yuni, D. P. 2020. Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Akuatek*, 1(1), 59-65.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Data pengukuran bobot dan morfometrik karapas rajungan jantan

<b>Janta n ke-</b>	<b>CW</b>	<b>IC W</b>	<b>CL</b>	<b>LA CL</b>	<b>RA CL</b>	<b>LP CL</b>	<b>RP CL</b>	<b>FR MW</b>	<b>LO W</b>	<b>RO W</b>	<b>PB W</b>	<b>Bob ot</b>
<b>1</b>	124. 8	97	63	65. 7	65.7	54. 1	54. 1	26.4	14. 6	14. 6	38. 6	144
<b>2</b>	108. 8	84. 9	54. 4	56. 9	56.9	44. 2	44. 2	21.6	15. 7	15. 7	33. 9	100
<b>3</b>	112. 7	86. 7	55. 6	50. 8	50.8	46. 8	46. 8	20.8	11. 5	11. 5	37. 2	104
<b>4</b>	120. 9	90	58. 5	56. 9	56.9	49. 7	49. 7	27.4	12. 2	12. 2	37. 5	99
<b>5</b>	117	87. 3	58. 9	49. 2	49.2	47. 8	47. 8	21.5	11. 1	11. 1	35. 8	113
<b>6</b>	97.1	65. 3	46. 9	43. 6	43.6	39. 4	39. 4	11.5	9.6	9.6	31. 7	59
<b>7</b>	110. 4	82. 5	56. 1	50. 2	50.2	45. 8	45. 8	21.2	10. 8	10. 8	34. 6	102
<b>8</b>	112. 7	84. 9	58. 2	47. 3	47.3	45. 2	45. 2	21.2	11. 3	11. 3	37. 7	103
<b>9</b>	109. 2	88. 1	48. 3	46. 1	46.1	43. 4	43. 4	16.9	9.5	9.5	30. 2	97
<b>10</b>	117. 7	94. 9	52. 8	48. 5	48.5	48	48	18.9	12	12	32. 1	129
<b>11</b>	107. 3	86. 9	48	39. 6	39.6	40. 4	40. 4	18.1	11. 9	11. 9	29. 2	90
<b>12</b>	112	89. 7	49. 8	46. 3	46.3	44. 8	44. 8	17.3	12. 9	12. 9	35. 7	105
<b>13</b>	115. 4	91. 1	49. 5	46. 6	46.6	44. 4	44. 4	17.7	12. 9	12. 9	30. 4	102
<b>14</b>	99	78. 9	44. 1	40. 1	40.1	38. 5	38. 5	21.1	16. 2	16. 2	28. 5	72
<b>15</b>	126. 8	105	58. 1	50. 6	50.6	48. 9	48. 9	20.9	14. 3	14. 3	34. 6	160
<b>Rata- Rata</b>	<b>112. 787</b>	<b>87. 547</b>	<b>53. 480</b>	<b>49. 227</b>	<b>49.2 27</b>	<b>45. 427</b>	<b>45. 427</b>	<b>20.1 67</b>	<b>12. 433</b>	<b>12. 433</b>	<b>33. 847</b>	<b>105. 267</b>



**Lampiran 2.** Data pengukuran bobot dan morfometrik karapas rajungan betina

<b>Betina ke-</b>	<b>C W</b>	<b>IC W</b>	<b>CL</b>	<b>LA CL</b>	<b>RA CL</b>	<b>LP CL</b>	<b>RP CL</b>	<b>FR MW</b>	<b>LO W</b>	<b>RO W</b>	<b>PB W</b>	<b>Bobot</b>
<b>1</b>	105.5	84.6	45.9	42.1	42.1	41	41	15.8	9.8	9.8	26.2	84
<b>2</b>	108	87.6	47.6	43.4	43.4	42.7	42.7	16.9	10.6	10.6	26.8	80
<b>3</b>	97.5	77.9	41.3	39.7	39.7	36.9	36.9	14.2	9.5	9.5	26.1	59
<b>4</b>	94.3	74.7	40.6	36.8	36.8	34.8	34.8	9.6	8.5	8.5	25.3	60
<b>5</b>	95.5	76.6	40.2	37.1	37.1	35.1	35.1	14.5	9	9	25.8	63
<b>6</b>	99	77.5	41.3	40.1	40.1	39.4	39.4	14.8	9.1	9.1	26.9	69
<b>7</b>	86.4	68.3	37	35	35	33.4	33.4	12.2	8.2	8.2	25.7	43
<b>8</b>	87.8	68.7	37.3	35	35	34.6	34.6	13.8	8.6	8.6	26.1	44
<b>9</b>	87.1	68.5	37.5	34.2	34.2	34.3	34.3	13.5	13.5	8.3	24.9	42
<b>10</b>	84.7	67.7	37.9	34.5	34.5	34	34	13	8	8	21.3	40
<b>11</b>	95.4	73.7	41.4	37.2	37.2	35.5	35.5	14.3	8.8	8.8	23.7	49
<b>12</b>	95.2	73	40.8	38.2	38.2	37.3	37.3	15.9	10.6	10.6	29	84
<b>13</b>	95.3	74.7	44.5	43.4	43.4	42.7	42.7	13.6	8.7	8.7	23	47
<b>14</b>	96.4	77.4	42.9	38.2	38.2	36.8	36.8	14.4	9.9	9.9	24.3	51
<b>15</b>	95.5	77	42.8	37.6	37.6	36.3	36.3	14.4	8.8	8.8	24.1	54
<b>Rata-Rata</b>	<b>94.91</b>	<b>75.19</b>	<b>41.27</b>	<b>38.17</b>	<b>38.17</b>	<b>57.03</b>	<b>36.99</b>	<b>14.06</b>	<b>9.44</b>	<b>9.09</b>	<b>25.28</b>	<b>57.93</b>

**Lampiran 3.** Data hasil analisis logam berat daging rajungan betina

<b>Betina ke-</b>	<b>Cd</b>	<b>Fe</b>	<b>Pb</b>
Betina 1	0.123	3.946	0.07
Betina 2	0.066	2.025	0.06
Betina 3	0.064	3.399	0.3
Betina 4	0.032	4	0.14
Betina 5	0.051	3.728	0.07
Betina 6	0.028	2.952	0.07
Betina 7	0.057	3.795	0.1
Betina 8	0.046	3.616	0.04
Betina 9	0.045	2.445	0.17
Betina 10	0.04	3.126	0.1
Betina 11	0.048	4	0.26
Betina 12	0.151	3.308	0.16
Betina 13	0.049	2.886	0.18
Betina 14	0.064	4	0.42
Betina 15	0.044	2.548	0.13
<b>Rata-Rata</b>	<b>0.061</b>	<b>3.318</b>	<b>0.151</b>

**Lampiran 4.** Data hasil analisis logam berat daging rajungan jantan dan rata-rata kualitas air laut

<b>Jantan ke-</b>	<b>Cd</b>	<b>Fe</b>	<b>Pb</b>
Jantan 1	0.064	3.027	0.21
Jantan 2	0.303	OVER	0.13
Jantan 3	0.189	3.539	0.24
Jantan 4	0.2	4	0.2
Jantan 5	0.2	4	0.15
Jantan 6	0.183	3.946	0.24
Jantan 7	0.261	4	0.25
Jantan 8	0.221	4	0.22
Jantan 9	0.156	4	0.33
Jantan 10	0.362	2.589	0.15
Jantan 11	4	4	0.17
Jantan 12	0.289	4	0.63
Jantan 13	0.098	4	0.5
Jantan 14	0.378	3.655	0.69
Jantan 15	0.103	4	0.38
<b>Rata-Rata</b>	<b>0.215</b>	<b>3.768</b>	<b>0.299</b>

<b>Parameter</b>	<b>Titik 1</b>	<b>Titik 2</b>	<b>Titik 3</b>	<b>Rata-Rata</b>
Suhu (°C)	26.2	26.6	26.8	<b>26.53</b>
pH	8.46	8.59	8.62	<b>8.56</b>
Salinitas (ppt)	32	34	34	<b>33.33</b>

**Lampiran 5.** Penghitungan ukuran tubuh rajungan ditinjau dari lebar karapas  
(CW)

<b>Jantan dan Betina</b>	<b>Juvenil &lt;6 cm</b>	<b>Muda 6-12 cm</b>	<b>Dewasa &gt;12cm</b>
Jantan 1	-	-	12,48 cm
Jantan 2	-	10,88 cm	-
Jantan 3	-	11,27 cm	-
Jantan 4	-	-	12,09 cm
Jantan 5	-	11,57 cm	-
Jantan 6	-	9,71 cm	-
Jantan 7	-	11,04 cm	-
Jantan 8	-	11,27 cm	-
Jantan 9	-	10,92 cm	-
Jantan 10	-	11,77 cm	-
Jantan 11	-	10,73 cm	-
Jantan 12	-	11,20 cm	-
Jantan 13	-	11,54 cm	-
Jantan 14	-	9,40 cm	-
Jantan 15	-	-	12,68 cm
Betina 1	-	10,55 cm	-
Betina 2	-	10,80 cm	-
Betina 3	-	9,77 cm	-
Betina 4	-	9,43 cm	-
Betina 5	-	9,55 cm	-
Betina 6	-	9,90 cm	-
Betina 7	-	8,64 cm	-
Betina 8	-	8,78 cm	-
Betina 9	-	8,71 cm	-
Betina 10	-	8,47 cm	-
Betina 11	-	9,54 cm	-
Betina 12	-	9,52 cm	-
Betina 13	-	9,53 cm	-
Betina 14	-	9,64 cm	-
Betina 15	-	9,55 cm	-

**Lampiran 6.** Data output korelasi pearson logam berat daging rajungan dan karakter morfometrik karapas serta regresi linier alometrik rajungan jantan

The screenshot shows a SPSS Correlation Matrix for 14 variables: Logam Cd, Logam Fe, Logam Pb, CW Jantan, CW Jantan, CL Jantan, LACL Jantan, RACL Jantan, LPLC Jantan, RPLC Jantan, FRMW Jantan, LOM Jantan, ROW Jantan, and FW Jantan. The diagonal elements are 1.000. The lower triangle shows Pearson correlation coefficients, such as 0.12398 between Logam Cd and Logam Fe, and 0.81321 between CW Jantan and CL Jantan. The upper triangle is blank.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-207.097	38.286		-5.409	.000
	Lebar karapas rajungan jantan	2.770	.339	.915	8.179	.000

a. Dependent Variable: Bobot tubuh rajungan jantan

**Lampiran 7.** Data output hasil korelasi pearson logam berat daging rajungan dan karakter morfometrik karapas serta regresi linier alometrik rajungan betina

The screenshot shows the 'Correlation' dialog box in SPSS. The 'Variables' list includes: Logam Cd, Logam Fe, Logam Pb, CW Betina, HW Betina, CL Betina, LAL Betina, RAL Betina, LPL Betina, RPL Betina, FBMW Betina, LOM Betina, RWM Betina, and FBM Betina. The 'Correlation statistics' section is checked for Linear (Pearson), Spearman's R, Kendall's tau, Polychoric rho, and Partial linear. The 'Save' section is checked for Statistics (p-values), Descriptives, Residuals, and Scatterplot covariance.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-121.863	35.841		-3.400	.005
1	Lebar karapas rajungan betina	1.894	.377	.813	5.028	.000

a. Dependent Variable: Bobot tubuh rajungan betina

**Lampiran 8. Dokumentasi penelitian**

Persiapan pengambilan sampel di Laut  
Lekok



Pengambilan rajungan bersama nelayan



Pengambilan sampel air laut



Penyimpanan rajungan untuk menjaga  
kesegaran sampai dianalisis



Pengukuran bobot rajungan



Pengukuran morfometrik rajungan



Pembedahan rajungan



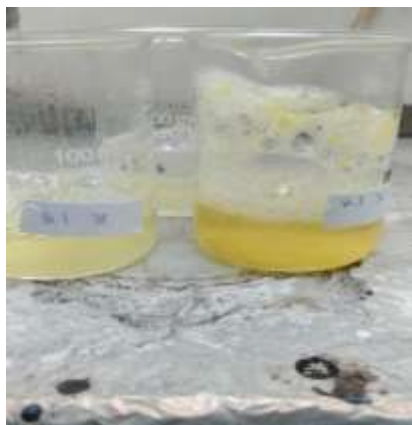
Pengambilan daging rajungan



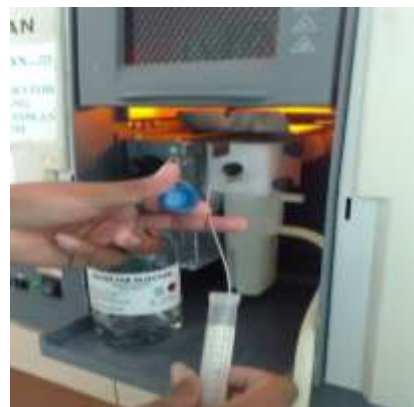
Sampel daging rajungan



Daging rajungan setelah dioven



Destruksi daging rajungan



Proses analisis logam berat air laut dengan AAS





JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200602110141  
Nama : ALIRSYAD YANUARDHIKA  
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jurusan : BIOLOGI  
Dosen Pembimbing 1 : Dr. KIPTIYAH,M.Si  
Dosen Pembimbing 2 : OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI  
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Hubungan Akumulasi Logam Berat Fe, Pb, dan Cd Terhadap Karakter Morfometrik Karapas Rajungan (*Portunus pelagicus*) Hasil Tangkapan Nelayan Di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
13		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
14		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
15		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
16		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
17		Dr. KIPTIYAH,M.Si		Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
18	20 November 2023	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Pengajuan naskah proposal skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
19	28 November 2023	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Pengajuan revisi naskah proposal skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
20	28 November 2023	Dr. KIPTIYAH,M.Si	ACC naskah proposal skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
21	11 Desember 2023	OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI	Bimbingan integrasi ayat Al-Qur'an Bab I dan Bab II	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi

22	02 Mei 2024	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Melaporkan progres penelitian pada saat sampling, pembedahan, uji laboratorium, dan analisis data	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
23	22 Mei 2024	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Mengajukan naskah skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
24	22 Mei 2024	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Pengajuan revisi naskah skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
25	22 Mei 2024	Dr. KIPTIYAH,M.Si	ACC naskah skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui  
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2



OKY BAGAS PRASETYO,M.Pdi

Malang, \_\_\_\_\_

Dosen Pembimbing 1



Dr. KIPTIYAH,M.Si





KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
PROGRAM STUDI BIOLOGI


Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933  
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: [biologi@uin-malang.ac.id](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

Form Checklist Plagiasi

Nama : Alirsyad Yanuardhika

NIM : 200602110141

Judul : Hubungan Akumulasi Logam Berat Fe, Pb, Dan Cd Terhadap Karakter Mormometrik Karapas Rajungan (*Portunus pelagicus*) Hasil Tangkapan Nelayan Di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc	23%	

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Biologi  
  
Dr. Erika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018 200312 2 002

