

**HUBUNGAN AKUMULASI LOGAM BERAT (FE, PB, CD) DAN
TINGKAT INFEKSI EKTOPARASIT OCTOLASMIS PADA RAJUNGAN
(*Portunus pelagicus*) HASIL TANGKAPAN NELAYAN DI PERAIRAN
PANTAI LEKOK KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

**Oleh:
INDAH NUR SOBACH
NIM. 200602110048**



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

**HUBUNGAN AKUMULASI LOGAM BERAT (FE, PB, CD) DAN
TINGKAT INFEKSI EKTOPARASIT OCTOLASMIS PADA RAJUNGAN
(*Portunus pelagicus*) HASIL TANGKAPAN NELAYAN DI PERAIRAN
PANTAI LEKOK KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

**Oleh:
INDAH NUR SOBACH
NIM. 200602110048**

**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, CD) DAN TINGKAT
INFEKSI EKTOPARASIT OCTOLASMIS PADA RAJUNGAN (*Portunus
pelagicus*) HASIL TANGKAPAN NELAYAN DI PERAIRAN PANTAI LEKOK
KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

**Oleh:
INDAH NUR SOBACH
NIM. 200602110048**

**telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal:**

Pembimbing I



**Dr. Kiptiyah, M.Si
NIP. 197310052002122003**

Pembimbing II



**Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I
NIP. 198901132023211028**



**Mengetahui
Ketua Program Studi Biologi**

**Dr. Evika Sandi Savitri
NIP. 197410182003122002**

**HUBUNGAN AKUMULASI LOGAM BERAT (FE, PB, CD) DAN
TINGKAT INFEKSI EKTOPARASIT OCTOLASMIS PADA RAJUNGAN
(*Portunus pelagicus*) HASIL TANGKAPAN NELAYAN DI PERAIRAN
PANTAI LEKOK KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

Oleh:
INDAH NUR SOBACH
NIM. 200602110048

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

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 197410182003122002

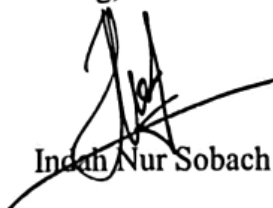
HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'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. Ibu tercinta, Ibu Karyatin yang dalam setiap sujud dan tunduknya terucapkan harapan dan doa terbaik serta dukungan moral sehingga penulis senantiasa diberikan semangat, kemudahan, dan kelancaran selama penelitian hingga akhir.
2. Ayah tercinta, Bapak Samsul Huda (Alm.) yang dalam setiap kenangan atau memori kecil dan nasihat-nasihatnya yang berhasil terekam saat penulis masih kanak-kanak selalu menjadi motivasi dan pengingat untuk tetap tidak menyerah dan menjadi manusia yang bermanfaat untuk sesama.
3. Kakak tercinta, Eva Agustiana Dewi dan Mohammad Agung Nugroho, walaupun secara langsung tidak sering menanyakan perihal kuliah penulis, tapi penulis yakin mereka selalu memberikan doa terbaik untuk keberhasilan dan kesuksesan penulis kelak.
4. Pembimbing skripsi, Ibu Kiptiyah yang dengan ketegasannya dalam setiap bimbingan sehingga memberikan penulis rasa semangat, berusaha disiplin, kesiapan mental, serta mandiri dalam setiap proses penelitian.
5. Pembimbing RKM dan lapangan, Bapak Asmuni Hasyim yang selalu siap sedia memberikan solusi dan arahan selama penelitian RKM bahkan skripsi.
6. Mas Jumuari selaku warga lokal kawasan Lekok Pasuruan yang selalu sigap dan berbaik hati menjadi pengarah dan menuntun penulis selama di lokasi penelitian
7. Teman-teman dari "*Family Until Jannah*", Bapak (Ikhsan), Mas Zafran (Faiz), Gus Yog (Yoga), Cak Cull (Irsyad), Astuti (Widia), dan Dedek

- (Lala) yang seolah menjadi rumah kedua penulis selama di Malang serta sebagai sahabat penulis yang memberikan dukungan, kritik, saran, doa, dan amunisi jasmani maupun rohani.
8. Teman-teman penghuni “Asrama Pak Alex”, Dedek (Lala), Astuti (Widia), Sobot Drunk Text (Rizka), Perajana (Vera), dan Nyengangik (Sasa) yang menjadi teman penulis sebagai tim *support*, dan kawan untuk “menggila” bersama sehingga penulis terhindar dari stress atau depresi sendirian.
 9. Seluruh teman-teman *Family Ligase* yang telah kebersamai penulis sejak semester 1 hingga akhir dalam perkuliahan sehingga memberikan warna dan cerita unik dalam buku kehidupan penulis yang akan selalu dikenang.
 10. Teman-teman penelitian bidang ekologi yang tidak dapat penulis sebutkan secara satu per satu yang telah berhasil memberikan kenangan tak terlupakan, pengalaman dan belajar saat bereksplor atau menjelajah alam, serta menjadi tim *support* selama penelitian.
 11. Teman-teman angkatan 2020 BiogenC yang telah memberikan lecutan motivasi dan semangat untuk penulis lewat keberhasilan mereka serta dukungan kepada penulis baik secara materil maupun nonmateril

Malang, 21 Mei 2024



Indah Nur Sobach

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Indah Nur Sobach
NIM : 200602110048
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Hubungan Akumulasi Logam Berat (Fe, Pb, Cd) dan Tingkat Infeksi Ektoparasit Octolasmis Pada Rajungan (*Portunus pelagicus*) Hasil Tangkapan Nelayan di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan

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

Malang, 21 Mei 2024

Yang membuat
Pernyataan,



Indah Nur Sobach
NIM. 200602110048

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

Hubungan Akumulasi Logam Berat (Fe, Pb, Cd) Dan Tingkat Infeksi Ektoparasit Octolasmis Pada Rajungan (*Portunus pelagicus*) Hasil Tangkapan Nelayan Di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan

Indah Nur Sobach, Kiptiyah, Oky Bagus Prasetyo

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

ABSTRAK

Logam berat merupakan unsur kimia yang memiliki berat jenis lebih besar dari 5 gram/cm³. Logam berat umumnya menjadi salah satu bahan polutan yang mencemari lingkungan perairan laut dan bersumber dari sisa aktivitas antropogenik. Dampak yang ditimbulkan yaitu berpengaruh terhadap kualitas perairan laut maupun mengganggu kehidupan organisme seperti rajungan. Akumulasi logam berat dapat meningkatkan kerentanan rajungan terhadap penyakit seperti infeksi parasit, terutama dari jenis ektoparasit Octolasmis. Infeksi ektoparasit Octolasmis dapat mengganggu pergerakan, pertumbuhan, perkembangan, hingga menimbulkan stres dan kematian pada rajungan dalam waktu jangka panjang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara akumulasi logam berat (Fe, Pb, Cd) dengan tingkat infeksi Octolasmis pada rajungan di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksploratif. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-April 2024. Metode pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan mengikuti nelayan di 3 titik pada area *ground fishing* perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan. Sampel yang diambil berupa air laut dan rajungan sebanyak 30 ekor. Parameter yang diamati berupa konsentrasi logam berat (Fe, Pb, Cd) dan tingkat infeksi Octolasmis (prevalensi dan intensitas). Data rata-rata konsentrasi logam berat serta fisika kimia air laut disajikan dalam bentuk tabulasi untuk dibandingkan dengan standar baku mutu PP RI No 22 Tahun 2021. Data tingkat infeksi Octolasmis dan konsentrasi logam berat dianalisis menggunakan uji korelasi pearson dengan perangkat lunak SPSS versi 25.0. Hasil penelitian menunjukkan kadar logam Fe sebesar 1,251 mg/l (tidak tercemar), kadar logam Pb dan Cd termasuk dalam kategori tercemar, masing-masing sebesar 0,307 mg/l dan 0,033 mg/l. Jenis Octolasmis yang ditemukan yaitu *Octolasmis angulata* dan *Octolasmis cor* dengan intensitas berbeda (10,211 ind/ekor dan 4,421 ind/ekor) serta nilai prevalensi yang sama (63,3%). Sementara itu, terdapat hubungan atau korelasi positif antara logam berat Fe, Pb, dan Cd dengan tingkat infeksi Octolasmis, masing-masing dengan nilai korelasi sebesar 0,148; 0,451; dan 0,153.

Kata kunci: *Infeksi, Logam Berat, Octolasmis, Portunus pelagicus*

The Relationship Between Heavy Metal Accumulation (Fe, Pb, Cd) and The Level of Octolasmis Ectoparasite Infection in Crab (*Portunus pelagicus*) Caught by Fisherman In The Waters Of Lekok Beach, Pasuruan Regency

Indah Nur Sobach, Kiptiyah, Oky Bagus Prasetyo

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

ABSTRACT

Heavy metals are chemical elements that have a specific gravity greater than 5 grams/cm³. Heavy metals are generally one of the pollutants that pollute the marine environment and originate from the remains of anthropogenic activities. The impact it causes is that it affects the quality of sea waters and disrupts the life of organisms such as crabs. The accumulation of heavy metals can increase the susceptibility of crabs to diseases such as parasitic infections, especially the ectoparasite *Octolasmis*. *Octolasmis* ectoparasite infection can disrupt movement, growth, and development, causing stress and death in crabs in the long term. This research aims to determine whether there is a relationship between the accumulation of heavy metals (Fe, Pb, Cd) and the level of *Octolasmis* infection in crabs in the waters of Lekok Beach, Pasuruan Regency. This research was carried out in February-April 2024. The sampling method was carried out by random sampling by following fishermen at 3 points in the ground fishing area in the waters of Lekok Beach, Pasuruan Regency. The samples taken were seawater and 30 crabs. The parameters observed were heavy metal concentrations (Fe, Pb, Cd) and the level of *Octolasmis* infection (prevalence and intensity). Data on average heavy metal concentrations and physical chemistry of seawater were presented in tabulated form to be compared with the quality standards of PP RI No. 22 of 2021. Data on the level of *Octolasmis* infection and heavy metal concentrations were analyzed using the Pearson correlation test with SPSS software version 25.0. The results showed that the Fe metal level was 1.251 mg/l (not polluted), Pb and Cd metal levels were included in the polluted category, amounting to 0.307 mg/l and 0.033 mg/l, respectively. *Octolasmis* species found were *Octolasmis angulata* and *Octolasmis cor* with different intensities (10,211 ind/head and 4,421 ind/head) and the same prevalence value (63.3%). Meanwhile, there was a positive relationship or correlation between Fe, Pb, and Cd heavy metals and the level of *Octolasmis* infection, with correlation values of 0.148; 0.451; and 0.153, respectively.

Kata kunci: *Infection, Heavy Metal, Octolasmis, Portunus pelagicus*

العلاقة بين تراكم المعادن الثقيلة (Cd, Pb, Fe) ومعدل الإصابة بالطفيليات الخارجية للطفيليات الخارجية في سرطان البحر (*Portunus pelagicus*) الذي يصطاده الصيادون في مياه شاطئ ليكوك في محافظة باسوروان

إنداء نور صبح، كيتيا، أوكي باغاس براسيتيو

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

ملخص البحث

المعادن الثقيلة هي عناصر كيميائية لها ثقل نوعي أكبر من ٥ جرام/سم. وتعد المعادن الثقيلة بشكل عام أحد الملوثات التي تلوث البيئة البحرية وتأتي من الأنشطة البشرية المنشأ. ويؤثر التأثير الناتج عن ذلك على جودة المياه البحرية ويعطل حياة الكائنات الحية مثل سرطان البحر. يمكن لتراكم المعادن الثقيلة أن يزيد من قابلية السرطانات للإصابة بالأمراض مثل التهابات الطفيلية، وخاصة من نوع الطفيليات الخارجية Octolasmis. يمكن أن تؤدي عدوى الطفيليات الخارجية للطفيليات Octolasmis إلى تعطيل الحركة والنمو والتطور وتسبب الإجهاد والموت في السرطانات على المدى الطويل. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد ما إذا كانت هناك علاقة بين تراكم المعادن الثقيلة (Fe, Pb, Cd) ومستوى عدوى الأخطبوط الأخطبوطي في سرطان البحر في مياه شاطئ ليكوك في محافظة باسوروان. أجري هذا البحث في فبراير-أبريل ٢٠٢٤. وكانت طريقة أخذ العينات عشوائية من خلال متابعة الصيادين في 3 نقاط في منطقة الصيد البري في شاطئ ليكوك في محافظة باسوروان. كانت العينات المأخوذة عبارة عن مياه البحر و٣٠ سلطعون. وكانت المعلمات التي تمت ملاحظتها هي تركيزات المعادن الثقيلة (Fe, Pb, Cd) ومستويات الإصابة بـ Octolasmis (الانتشار والشدة). عُرضت البيانات المتعلقة بمتوسط تركيز المعادن الثقيلة والكيمياء الفيزيائية لمياه البحر في شكل جدول لمقارنتها بمعايير الجودة في PP RI رقم 22 لعام ٢٠٢١. تم تحليل البيانات المتعلقة بمستوى عدوى الأوكتولازميس وتركيزات المعادن الثقيلة باستخدام اختبار ارتباط بيرسون باستخدام برنامج SPSS الإصدار ٢٥,٠. وأظهرت النتائج أن مستوى معدن الحديد كان ١٢٥١ ملغم/لتر (غير ملوث)، وكانت مستويات معدن الرصاص والكاديوم في فئة الملوثات عند ٠,٣٠٧ ملغم/لتر و٠,٠٣٣ ملغم/لتر على التوالي. وكانت أنواع الأوكتولازميس التي تم العثور عليها هي الأوكتولازميس أنجولاتا والأوكتولازميس كور بكثافة مختلفة (١٠,٢١١ فرد/رأس و ٤,٤٢١ فرد/رأس) وبنفس قيمة الانتشار (٦٣,٣%). وفي الوقت نفسه، كانت هناك علاقة أو ارتباط إيجابي بين المعادن الثقيلة Fe و Pb و Cd ومستوى الإصابة بالأوكتولازميس بقيم ارتباط بلغت ٠,١٤٨؛ ٠,٤٥١؛ و ٠,١٥٣ على التوالي.

الكلمات الرئيسية: العدوى، المعادن الثقيلة، *Portunus pelagicus*, Octolasmis

KATA PENGANTAR

Assalamulalaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bismillahirrohmaanirrohiim. Segala puji dan 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, Pb, Cd) dan Tingkat Infeksi Ektoparasit Octolasmis pada Rajungan (*Portunus pelagicus*) Hasil Tangkapan Nelayan di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan”. 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. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. 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.
3. 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.
4. Dr. Kiptiyah, M.Si dan Oky Bagas Prasetyo, M.Pd selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan dukungan berupa bimbingan, doa, kritik dan masukan yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik.
5. Seluruh bapak dan ibu dosen beserta staf Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu dalam setiap proses pembelajaran penulis selama menjalani perkuliahan.
6. Bapak Samsul Huda (Alm.) dan Ibu Karyatin, dua orang tua tercinta dan tersayang serta seluruh anggota keluarga yang selalu memberikan segala bentuk dukungan penuh berupa moral, materi, dan doa yang menjadi penyemangat utama bagi penulis. Tanpa kehadiran dan bantuan dari mereka, akan terasa sulit bagi penulis untuk dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik.
7. Segenap teman-teman biologi angkatan 2020 (BioGenC) yang telah berjuang bersama-sama dengan penulis, kakak-kakak tingkat yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaganya untuk membagikan ilmu dan pengalaman kepada penulis, serta teman-teman luar biasa dari “Family Until Jannah” yang selalu memberikan dukungan baik moral, doa, dan materi sehingga penulis dapat belajar untuk selalu istiqamah dan semangat dalam melakukan hal kebaikan.

Penulis menyadari 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, Mei 2024



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
ملخص البحث	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Batasan Masalah.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Logam Berat	10
2.2 Biologi Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>)	14
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>).....	14
2.2.2 Habitat dan Siklus Hidup Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>).....	16
2.2.3 Pakan dan Kebiasaan Makan Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>)	21
2.2.4 Faktor Pertumbuhan Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>).....	21
2.3 Definisi dan Pengelompokan Parasit.....	25
2.4 Biologi Ektoparasit <i>Octolasmis</i> spp.	26
2.4.1 Klasifikasi dan Morfologi <i>Octolasmis</i> spp.	26
2.4.2 Jenis-Jenis Ektoparasit <i>Octolasmis</i>	28
2.4.3 Habitat dan Siklus Hidup <i>Octolasmis</i> spp.	31
2.4.4 Mekanisme <i>Octolasmis</i> Menyerang Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>)...	35
2.4.5 Dampak Pengaruh <i>Octolasmis</i> pada Rajungan.....	36
2.5 Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan	38
BAB III METODE PENELITIAN	41
3.1 Jenis Penelitian	41
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	41
3.3 Alat dan Bahan	42
3.3.1 Alat.....	42
3.3.2 Bahan.....	42
3.4 Prosedur Penelitian.....	42
3.4.1 Pengambilan Sampel Rajungan	42
3.4.2 Pengambilan Sampel Air Laut Lekok.....	43
3.4.3 Pengukuran Kualitas Perairan Laut Lekok	44

3.4.4 Preparasi Sampel Logam Berat Air Laut Lekok.....	44
3.4.5 Pengambilan Sampel Octolasmis.....	44
3.4.6 Identifikasi Parasit Octolasmis	45
3.4.7 Perhitungan Prevalensi Octolasmis	45
3.4.8 Perhitungan Intensitas Octolasmis	46
3.5 Analisis Data	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Tingkat Konsentrasi Logam Berat Perairan Laut Lekok.....	49
4.2 Spesies Parasit Octolasmis yang Menginfeksi Rajungan	57
4.3 Tingkat Infeksi <i>Octolasmis</i> spp. yang Menginfeksi Rajungan.....	61
4.4 Hubungan Konsentrasi Logam Berat dan Tingkat Infeksi Octolasmis ..	66
BAB V PENUTUP	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5. 2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Titik lokasi pengambilan sampel	43
3.2 Kategori prevalensi serangan parasit	46
3.3 Kategori intensitas infeksi ektoparasit	47
3.4 Kategori validitas instrumen korelasi pearson	48
4.1 Hasil Analisis Logam Berat Fe, Cd, dan Pb	49
4.2 Parameter kualitas air Laut Lekok	55
4.3 Hasil penghitungan tingkat prevalensi <i>Octolasmis</i> spp	63
4.4 Hasil penghitungan tingkat intensitas <i>Octolasmis</i> spp	63
4.5 Hasil Analisis korelasi pearson	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Perbedaan abdomen rajungan jantan dan betina	16
2.2 Siklus hidup rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>).....	20
2.3 Infeksi parasit Octolasmis pada karapas dan insang rajungan	27
2.4 Bagian-bagian tubuh Octolasmis	27
2.5 Jenis-jenis parasit Octolasmis	29
2.6 Siklus hidup Octolasmis	34
2.7 Morfologi insang rajungan terinfeksi Octolasmis	37
2.8 Lokasi penelitian di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan	39
3.1 Lokasi pengambilan sampel.....	43
4.1 Perbandingan konsentrasi Cd, Fe,Pb pada air Laut Lekok	50
4.2 Hasil identifikasi morfologi <i>Octolasmis</i> spp.	58
4.3 Diagram perbandingan jumlah parasit <i>Octolasmis</i> spp.....	61
4.4 Morfologi insang rajungan yang rusak terinfeksi Octolasmis	65

DAFTAR LAMPIRAN

1. Rata-rata konsentrasi logam berat, kualitas air, tingkat infeksi parasit.....	89
2. Output analisis korelasi pearson	90
3. Dokumentasi penelitian	91

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran laut dapat dimaksudkan sebagai campuran bahan kimia dan biologi yang bersifat kompleks dan selalu berubah termasuk sampah plastik, limbah berbasis minyak bumi, logam berat, produk bahan kimia, obat-obatan, maupun pestisida yang dominan bersumber dari aktivitas manusia (Landrigan dkk., 2018). Orang beriman dengan keimanan yang sesungguhnya tidak akan berperilaku menyebabkan ancaman kerusakan, karena ia tahu bahwa semua perbuatannya akan dipertanggungjawabkan nanti di depan Allah. Terkait tentang kerusakan lingkungan perairan laut telah dijelaskan dalam Q.S. Ar-Rum ayat 41:

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 penjelasan tafsir Al-Mishbah, pada ayat di atas terdapat kata *zhahara* yang berarti telah terjadinya sesuatu di permukaan bumi, sehingga tampak terang dan jelas. Selain itu, juga disebutkan bahwa telah terjadi *al-fasad* di daratan dan lautan. *Al-Fasad* adalah segala bentuk pelanggaran atas sistem atau hukum dari Allah, yang diterjemahkan dengan "perusakan". Perusakan itu bisa berupa pencemaran alam sehingga tidak layak untuk didiami, atau bahkan penghancuran alam sehingga tidak bisa lagi dimanfaatkan, salah satunya yang terjadi di perairan laut seperti rusaknya biota laut akibat perilaku manusia. Perilaku serakah dan perbuatan buruk yang dilakukan manusia pada alam justru mengakibatkan

kerusakan dan kesengsaraan kepada manusia itu sendiri. Allah menghendaki manusia dapat merasakan sebagian dari akibat perbuatan buruk mereka, agar mereka kembali ke jalan yang benar dengan menjaga perilaku dan mengubah tabiat buruk dalam diri mereka (Shihab, 2005).

Penjelasan tafsir ayat di atas juga didukung dengan fatwa atau keputusan para ulama mengenai perilaku perusakan yang dilakukan oleh manusia. Menurut fatwa MUI Nomor 41 tahun 2014 tentang Pengelolaan Sampah Untuk Mencegah Kerusakan Lingkungan menyatakan bahwa membuang sampah secara sembarangan dan/atau membuang barang yang masih bisa dimanfaatkan untuk kepentingan diri maupun orang lain hukumnya adalah haram. Sampah yang dimaksud di sini adalah segala bentuk sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau volumenya membutuhkan pengelolaan khusus. Menurut penjelasan tersebut, maka limbah industri, buangan bahan bakar minyak, atau limbah domestik yang turut mengandung polutan logam berat termasuk dalam kategori sampah yang tidak boleh dibuang secara sembarangan karena dapat menimbulkan kerusakan di lingkungan alam.

Kabupaten Pasuruan memiliki potensi besar di bidang kelautan dan perikanan yang meliputi wilayah perairan laut sejauh 48 km, yaitu Kecamatan Nguling, Lekok, Rejoso, hingga Bangil (Musthofa & Ainayah, 2018). Kecamatan Lekok menjadi pusat penangkapan ikan dengan 5.723 nelayan rumah tangga dan 1.621 armada penangkapan ikan (Herawatia dkk., 2020). Kecamatan Lekok juga menjadi kawasan sentra produksi rajungan yang cukup melimpah (Latif dkk., 2021). Data statistik tingkat produksi rajungan dari Kabupaten Pasuruan

menyebutkan bahwa volume produksi rajungan tahun 2022 di Kecamatan Lekok adalah 267.200 kilogram dengan total nilai produksi Rp12.441.200.000 (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2024). Potensi yang dimiliki oleh Kecamatan Lekok tersebut menjadikannya sebagai kawasan penting bagi masyarakat pesisir di Kabupaten Pasuruan yang dominan bekerja sebagai nelayan (Anggraini dkk., 2020).

Keunggulan Kecamatan Lekok dalam produksi perikanan dan rajungan dihadapkan dengan tantangan berupa pencemaran logam berat yang disebabkan oleh karakteristik pesisir Lekok yang diapit oleh berbagai aktivitas manusia, seperti pelabuhan, perikanan, tempat pelelangan atau pendaratan ikan, pemukiman, PLTG, dan industri (Ulinuha dkk., 2022). Kondisi perairan laut Lekok juga semakin memburuk karena banyak menerima bahan atau materi yang terbawa dari Sungai Rejoso dan beberapa aliran sungai kecil yang telah mengalami degradasi perairan karena melewati area pemukiman, industri, dan pertanian (Muslimah, 2013; Adam dkk., 2018; Adam dkk., 2022).

Sejumlah penelitian telah membuktikan terjadinya pencemaran logam berat di Sungai Rejoso. Herawatia., dkk (2020) bahwa telah terjadi pencemaran logam berat di Sungai Rejoso dengan hasil data yaitu Cd (1,51 mg/l), Hg (1,39 mg/l), Pb (0,6 mg/l). Hal ini juga sejalan dengan penelitian Pauna, dkk (2019) yang mengatakan bahwa bahan pencemaran seperti limbah industri, pupuk, maupun tumpahan minyak bumi dominan paling banyak berasal dari daratan yang terbawa melalui aliran sungai atau udara dan berakhir ke perairan laut.

Logam berat merupakan unsur kimia yang memiliki berat jenis lebih besar dari 5 gram/cm³ (Fabrianessa dkk., 2020). Polutan logam berat di perairan laut dapat bersumber dari kegiatan pertambangan, limbah sisa aktivitas rumah tangga, pertanian, industri, dan pelabuhan (Ismarti dkk., 2015). Selain pengaruh aktivitas antropogenik, akumulasi logam berat di perairan juga dipengaruhi oleh parameter fisik air yaitu suhu, derajat keasaman (pH), dan salinitas.

Terdapat beberapa jenis logam berat yang berpotensi mencemari perairan laut, yaitu besi (Fe), kadmium (Cd), dan timbal (Pb) (Adam dkk., 2018). Dampak yang ditimbulkan apabila logam berat tersebut secara terus menerus terakumulasi dalam perairan Laut Lekok akan berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas perairan maupun organisme, seperti terhambatnya proses metabolisme atau penurunan sistem imun tubuh. Hal tersebut karena logam berat bersifat toksik atau racun apabila terakumulasi dalam organisme air, termasuk rajungan (Prabawa dkk., 2014).

Rajungan merupakan organisme air yang cukup aktif dan hidup di ekosistem pantai yang berpasir dengan tekstur berlumpur dan berkarang (Budiarto dkk., 2015). Rajungan sering menghabiskan hidupnya di substrat dan memenuhi kebutuhan makanannya dengan mengonsumsi ikan kecil atau organisme invertebrata (Munthe dkk., 2022). Karakteristik habitat dan kebiasaan rajungan dalam memperoleh makanan sangat dipengaruhi oleh kondisi ekosistem perairan yang menjadi media pendukung kehidupannya.

Adanya pencemaran laut seperti logam berat tentunya membawa dampak negatif terhadap kelangsungan hidup rajungan, seperti menghambat proses

pertumbuhan hingga meningkatkan kerentanan rajungan terhadap penyakit oleh infeksi parasit (Maldini dkk., 2017). Hal ini sesuai dengan pernyataan oleh Hasni, dkk (2020) bahwa perairan yang tercemar logam berat menjadi salah satu faktor peningkatan infeksi parasit pada organisme jenis kepiting atau rajungan. Salah satu organisme parasit yang umum menyerang rajungan adalah ektoparasit *Octolasmis* sp. (Yusni & Haq, 2020).

Octolasmis spp. merupakan salah satu jenis ektoparasit dari kelompok Arthropoda yang cenderung menginfeksi organisme inang dari kelompok krustasea, salah satunya adalah rajungan (Jeffries dkk., 2005). Umumnya, *Octolasmis* yang telah diketahui dapat menginfeksi krustasea terdiri dari *O. angulata*, *O. cor*, *O. lowei*, *O. neptuni*, *O. tridens*, *O. warwickii* (Heirina dkk., 2021). Parasit tersebut menginfeksi organ bagian insang dengan menempelkan kakinya saat masih tahap nauplius (larva) pada insang rajungan sarasannya dan bertempat di dalamnya sepanjang hidup rajungan. Insang menjadi organ yang sering diinfeksi *Octolasmis* karena insang menyediakan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan *Octolasmis* (Irvansyah dkk., 2012).

Faktor yang mempengaruhi terjadinya infeksi *Octolasmis* pada rajungan dapat disebabkan oleh kondisi perairan laut yang memburuk karena adanya pencemaran seperti limbah industri, domestik, maupun polutan logam berat (Hasni dkk., 2020). Parameter pengukuran tingkat infeksi parasit *Octolasmis* pada rajungan adalah melalui penghitungan prevalensi (presentase inang yang terinfeksi) dan intensitas (jumlah individu parasit terhadap inang yang terinfeksi) (Hasni dkk., 2020; Pakaya dkk., 2022).

Octolasmis sebagai organisme parasit yang bersifat merugikan, tentu akan mengakibatkan sejumlah dampak negatif bagi rajungan sebagai inangnya, di antaranya adalah terjadi kerusakan pada organ insang dan mengganggu proses sirkulasi pernapasan pada rajungan. Lebih lanjut, proses metabolisme dan pertumbuhan rajungan menjadi terhambat dan mengakibatkan stres hingga kematian apabila dalam waktu jangka panjang (Fabrianessa dkk., 2020).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Khattab (2017) tentang infeksi Octolasmis pada rajungan di Laut Merah menyatakan bahwa sebanyak 90% dari 180 total sampel rajungan telah terinfeksi Octolasmis dengan jumlah total sebanyak 3.372 individu Octolasmis. Infeksi Octolasmis yang parah tersebut menyebabkan proses respirasi, pertumbuhan, dan pergerakan inang terganggu, rajungan mengalami stres hingga kematian (Herlinawati dkk., 2017). Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh Heirina, dkk (2021) yang menyatakan bahwa terdapat 3 spesies Octolasmis yang menyerang rajungan dari perairan Demak dan Lampung, yaitu *Octolasmis angulata*, *O. warwicki*, dan *O. lowei*. Nilai kelimpahan Octolasmis pada rajungan dari Lampung lebih besar dibandingkan dengan rajungan dari Demak, karena karakteristik perairan laut Lampung yang dipengaruhi oleh aktivitas penambangan pasir yang tentunya membawa dampak negatif bagi lingkungan dan menekan respon imun rajungan. Penelitian Nur, dkk (2021) menyebutkan bahwa lingkungan perairan yang terkontaminasi logam berat berpotensi besar terjadinya infeksi parasit Octolasmis lebih banyak menyerang kepiting bakau.

Sebagian besar penelitian berfokus pada jenis ataupun tingkat infeksi Octolasmis pada kepiting ataupun rajungan, namun masih sangat sedikit informasi mengenai potensi logam berat tertentu terhadap kemunculan Octolasmis pada rajungan. Hal tersebut menjadikannya sebuah celah penting bagi peneliti untuk melakukan analisis akumulasi logam berat Fe, Cd, dan Pb di laut Lekok dan bagaimana keterkaitan atau hubungannya dengan tingkat infeksi Octolasmis pada rajungan. Selain itu, melalui penelitian ini diharapkan dapat mengetahui jenis Octolasmis mana yang paling berpotensi menyerang rajungan akibat akumulasi logam berat, khususnya di perairan laut Lekok, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapa tingkat konsentrasi logam berat Fe, Cd, dan Pb pada perairan laut Lekok Kabupaten Pasuruan?
2. Apa saja spesies parasit Octolasmis yang menginfeksi rajungan (*Portunus pelagicus*) hasil tangkapan nelayan di perairan laut Lekok Kabupaten Pasuruan?
3. Berapa nilai prevalensi dan intensitas dari masing-masing jenis Octolasmis yang menginfeksi rajungan (*Portunus pelagicus*) hasil tangkapan nelayan di perairan laut Lekok Kabupaten Pasuruan?
4. Bagaimana hubungan antara akumulasi logam berat Fe, Cd, Pb pada air laut dengan tingkat infeksi Octolasmis pada rajungan hasil tangkapan nelayan di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari adanya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tingkat konsentrasi logam berat Fe, Cd, dan Pb pada perairan laut Lekok Kabupaten Pasuruan?
2. Mengetahui jenis atau spesies parasit *Octolasmis* yang menginfeksi rajungan (*Portunus pelagicus*) hasil tangkapan nelayan di perairan laut Lekok Kabupaten Pasuruan
3. Mengetahui nilai prevalensi dan intensitas dari masing-masing jenis *Octolasmis* yang menginfeksi rajungan (*Portunus pelagicus*) hasil tangkapan nelayan di perairan laut Lekok Kabupaten Pasuruan
4. Mengetahui hubungan antara akumulasi logam berat Fe, Cd, Pb pada air laut dengan tingkat infeksi *Octolasmis* pada rajungan hasil tangkapan nelayan di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini besar harapannya dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai sarana untuk memperoleh khazanah pengetahuan bagi penulis terutama di bidang lingkungan serta bagaimana pengaruh interaksi antar komponen ekosistem dalam kehidupan.
2. Memberi kajian atau informasi mengenai kandungan logam berat yang terdapat di perairan Laut Lekok yang berdampak negatif terhadap kehidupan biota air dan timbulnya infeksi *Octolasmis* spp. pada rajungan
3. Sebagai bahan pertimbangan untuk dilakukannya konservasi perairan laut Lekok bagi masyarakat ataupun lembaga setempat, serta menjadi langkah

awal bagi pihak terkait untuk dilakukannya pencegahan penurunan kualitas rajungan oleh penyakit seperti infeksi parasit *Octolasmis*.

4. Menjadi media untuk mendorong budaya literasi sains yang memberikan wawasan dan menumbuhkan kesadaran bagi pembaca tentang pentingnya berperilaku tanggung jawab terhadap segala bentuk konsekuensi dari alam

1.5 Batasan Masalah

Guna menghindari penyimpangan maupun pelebaran pokok masalah dalam penyusunan penelitian ini, maka diberikan batasan masalah yang meliputi:

1. Objek yang digunakan adalah rajungan (*Portunus pelagicus*) dari hasil tangkapan langsung di laut, parasit *Octolasmis* sp., dan sampel air dari perairan laut Lekok Kabupaten Pasuruan.
2. Parameter kualitas air Laut Lekok yang digunakan meliputi suhu, salinitas, pH
3. Penentuan titik lokasi pengambilan sampel tidak didasarkan atas perbedaan karakteristik tempat.
4. Jenis logam yang dianalisis meliputi Fe, Cd, dan Pb
5. Identifikasi jenis parasit *Octolasmis* dilakukan sampai tingkat jenis menggunakan literatur rujukan
6. Tingkat infeksi *Octolasmis* pada rajungan diketahui melalui hasil penghitungan prevalensi dan intensitas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Logam berat merupakan unsur kimia dengan berat jenis lebih besar dari 5 gram/cm³ (Prabawa dkk., 2014). Logam berat termasuk ke dalam komponen yang berbahaya apabila masuk ke dalam tubuh dan mempunyai sifat yang sulit diuraikan secara biologis, permanen dalam lingkungan air, sehingga menimbulkan toksik atau racun apabila terakumulasi dalam organisme air dan manusia (Prabawa dkk., 2014). Hal ini cukup memprihatinkan mengingat logam berat termasuk unsur akumulatif, baik dalam sedimen maupun tubuh organisme perairan yang menyebabkan sejumlah biota menjadi tercemar akibat tingginya kadar logam berat di perairan tersebut.

Salah satu lingkungan perairan yang berpotensi menerima polutan logam berat adalah perairan pesisir. Polutan logam berat di perairan pesisir dapat berasal dari berbagai sumber, terutama sisa aktivitas yang terjadi di daratan, seperti pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian, dan industri (Parawita dkk., 2009; Filipkowska dkk., 2018). Hal ini disebabkan karena perairan pesisir dikenal memiliki kapasitas tidak terbatas sebagai media terkumpul dan terlarutnya polutan, limbah, maupun bahan kimia yang berasal dari berbagai aktivitas manusia (Wolansky dkk., 2013).

Polutan logam berat yang terus terakumulasi di lingkungan perairan dapat menimbulkan adanya pencemaran. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2023 Pasal 1 Ayat 2 menyatakan bahwa pencemaran didefinisikan sebagai masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi,

dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui Baku Mutu Lingkungan Hidup yang telah ditetapkan. Terjadinya pencemaran logam berat di perairan merupakan suatu bentuk kerusakan lingkungan seperti yang telah dijelaskan pada Q.S. Al-A'raf ayat 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: *“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.”* (Q.S Al-A'raf 7: 56)

Dalam tafsir Al-Mishbah, ayat di atas menjelaskan tentang manusia yang telah melampaui batas dengan melakukan kerusakan di muka bumi. Seluruh alam semesta telah diciptakan Allah dengan keadaan harmonis, serasi, dan menjadikannya baik untuk memenuhi kebutuhan manusia. Ayat di atas menyebutkan, *dan janganlah kamu membuat kerusakan di bumi, sesudah perbaikannya yang dilakukan oleh Allah dan atau siapapun dan berdoalah.* Merusak setelah diperbaiki merupakan perbuatan yang sangat buruk dibandingkan ketika merusak sebelum diperbaiki. Oleh karena itu, ayat ini secara jelas menegaskan larangan berbuat kerusakan, baik sebelum maupun sesudah diperbaiki karena hal tersebut adalah perbuatan yang sangat tercela (Shihab, 2005)

Pencemaran yang disebabkan oleh akumulasi logam berat di laut selain dipengaruhi oleh faktor antropogenik juga disebabkan oleh faktor kondisi kualitas suatu perairan (Purbonegoro, 2017). Terjadinya perubahan kualitas air laut turut

dapat menyebabkan adanya perpindahan atau aliran bahan kimia berupa logam berat dari sedimen ke organisme (Permanawati dkk., 2013). Parameter kualitas air yang mempengaruhi akumulasi dan toksisitas logam berat di antaranya yaitu suhu, derajat keasaman (pH), dan salinitas.

Suhu memainkan peran penting pada tingkat toksisitas bahan pencemar, khususnya logam berat. Suhu perairan yang tinggi akan mempengaruhi meningkatnya aktivitas dan kinetik logam serta laju metabolisme perairan (Purbonegoro, 2017). Temperatur yang semakin meningkat akan berdampak terhadap toksisitas logam berat yang meningkat pula karena terjadi proses kelarutan dari logam berat tersebut. Parameter fisik kedua, yaitu derajat keasaman pada perairan apabila dalam kondisi basa maka dapat mengakibatkan logam berat akan cenderung mengendap karena berada dalam bentuk oksida/ hidroksida sehingga mobilitasnya rendah (Suprihatin dkk., 2022). Namun apabila pH dalam kondisi asam, maka berdampak terhadap kondisi logam yang mudah larut dan berada dalam bentuk ionnya, sehingga dapat lebih mudah masuk dalam biota perairan (Manahan, 2002). Sementara itu, parameter fisik ketiga yaitu salinitas pada perairan laut apabila dalam kondisi menurun maka akan meningkatkan bioakumulasi dan toksisitas logam berat yang semakin besar (Hutagalung, 1984).

Berbagai macam logam yang berpotensi terakumulasi di ekosistem pesisir adalah besi (Fe), timbal (Pb), dan kadmium (Cd). Fe atau yang biasa disebut dengan istilah besi merupakan salah satu anggota kelompok logam berat yang sebenarnya dibutuhkan dalam proses metabolisme tubuh, terutama untuk oksidasi enzim cytochrome dan pigmen pernapasan (Ika dkk., 2012). Karakteristik dari Fe

tersebut yang kemudian menjadikan logam berat besi termasuk dalam golongan logam berat esensial, yang artinya dibutuhkan dalam jumlah sedikit di dalam tubuh dan akan mengancam kesehatan apabila berada dalam konsentrasi yang besar (Hasbi, 2007). Fe dapat bersumber dari bahan alat tangkap ikan nelayan yang terbuat dari besi, tiang-tiang pancang, dan bahan baku dermaga serta bangunan terbuat dari besi yang telah mengalami pengkaratan atau korosi (Fiskanita dkk., 2015; Muslikah dkk., 2019).

Timbal (Pb) umumnya banyak dihasilkan dari sisa aktivitas manusia dalam bidang industri, pelabuhan, dan udara asap kendaraan (Fabrianessa dkk., 2020). Hal ini disebabkan karena logam berat timbal berupa *tetra ethyl lead* dan *tetra methyl lead* banyak digunakan sebagai *anti knock* pada bahan bakar, sehingga industri yang menggunakannya menjadi sumber polutan Pb (Rochyatun dkk., 2006). Kegiatan pencucian kapal nelayan dan tumpahan bahan bakar minyak yang digunakan diduga juga berkontribusi terhadap konsentrasi logam Pb di perairan, sehingga daerah pelabuhan umumnya menjadi wilayah penyumbang Pb di perairan laut (Haryono dkk., 2017). Dampak negatif dari logam berat Pb apabila terpapar pada organisme air seperti ikan dan rajungan akan berikatan dengan komponen seluler penting seperti protein, sehingga mengganggu proses metabolisme dan kehidupan organisme tersebut (Purbonegoro, 2017).

Logam berat kadmium (Cd) merupakan logam paling beracun bagi organisme. Logam ini 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 (Herawatia dkk., 2021). Polutan Cd di perairan berasal dari limbah industri dari logam, plastik, cat, pupuk, dan minyak. Jalur masuknya Cd ke dalam tubuh adalah melalui saluran pernapasan dan sistem pencernaan. Meskipun jumlah konsentrasi Cd di dalam tubuh kecil, apabila terpapar dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan akumulasi dalam tubuh organisme akuatik (Adam dkk., 2018).

2.2 Biologi Rajungan (*Portunus pelagicus*)

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Rajungan (*Portunus pelagicus*) dikenal juga dengan nama *blue swimming crab* yang merupakan hewan laut mirip kepiting, karena dua organisme tersebut berada dalam satu suku (famili) yaitu Portunidae (Setiyowati, 2016). Namun, keduanya memiliki perbedaan terutama pada morfologi tubuhnya. Apabila dibandingkan dengan kepiting, rajungan memiliki tubuh yang lebih ramping, capit yang lebih panjang, dan warna karapas yang lebih unik (Baswantara dkk., 2021). Perbedaan lainnya yaitu habitat rajungan yang hanya dapat hidup di laut, sehingga tidak dapat hidup di air payau maupun di tambak (Rinaldi, 2018).

Klasifikasi dari rajungan menurut Worms (2007):

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Malacostraca
Ordo	:	Decapoda
Famili	:	Portunidae
Genus	:	Portunus
Spesies	:	<i>Portunus pelagicus</i>

Rajungan (*Portunus pelagicus*) termasuk ke dalam filum Arthropoda dari famili Portunidae (Radifa dkk., 2020). Rajungan dikelompokkan dalam filum Arthropoda karena memiliki tubuh yang beruas-ruas atau bersegmen, dilapisi struktur mantel atau cangkang yang sangat keras terbuat dari kalsium dan kيتين sebagai kerangka luar (eksoskeleton) yang biasanya disebut karapas dan berbentuk bulat pipih (Baswantara dkk., 2021). Tubuh rajungan yang bersegmen ini bertujuan agar anggota tubuhnya dapat ditekuk dengan mudah dan bisa bergerak dengan baik. Meskipun karapas dapat melindungi tubuh, tetapi juga dapat menghambat pertumbuhannya, sehingga rajungan mengalami siklus pergantian kulit secara periodik (*moulting*) (Anacleto dkk., 2016). Karapas rajungan selain berbentuk lebih pipih, juga dilengkapi dengan 9 duri yang berada pada bagian kanan-kiri mata. Duri akhir dicirikan dengan bentuk runcing, panjang, dan tajam yang menjadi titik ukuran lebar karapas (Rahman dkk., 2019).

Rajungan atau memiliki nama lain kepiting renang, disebut demikian karena rajungan merupakan kepiting dengan kemampuan berenang yang baik dan didukung dengan adanya modifikasi dari antara 5 pasang kaki sebagai alat geraknya (Karam dkk., 2023). Lima pasang kaki rajungan tersebut terdiri dari 1 pasang kaki capit, 3 pasang kaki jalan, dan 1 pasang kaki renang (Suhernalis dkk., 2020; Munthe & Dimenta, 2022).

Rajungan betina dan jantan mudah dibedakan dengan melihat karapasnya, yaitu karapas betina berwarna kehijau-hijauan agak kusam dengan bintik warna coklat, sedangkan rajungan jantan berwarna kebiru-biruan dengan bercak putih terang (Rinaldi, 2018). Apabila dibandingkan dari segi ukurannya, tubuh dan capit

rajungan jantan lebih besar dibandingkan dengan rajungan betina (Radifa dkk., 2020). Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Iksanti., dkk (2022) bahwa ukuran rajungan yang bervariasi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya yaitu jenis kelamin, umur, parasit, penyakit, kualitas perairan, ketersediaan makanan, perbedaan musim, hilangnya sebagian anggota tubuh, dan tingkat intensitas penangkapan. Selain itu, juga terdapat perbedaan mencolok antara jantan dan betina dari struktur abdomennya, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.1 Abdomen rajungan jantan lebih sempit dan lancip ke depan, sedangkan abdomen betina lebih membulat sebagai area penyimpanan telur (Santhanam, 2018)



a



b

Gambar 2.1 Perbedaan abdomen rajungan jantan (a) dan betina (b)

Sumber : Dokumentasi pribadi

2.2.2 Habitat dan Siklus Hidup Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Rajungan umumnya ditemukan di daerah tropis, khususnya wilayah Asia Tenggara dan Timur atau Samudera Hindia bagian timur dan Samudera Pasifik bagian barat (Lai dkk., 2010). Persebaran rajungan di Indonesia meliputi wilayah

pesisir Jawa, Sumatera, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sulawesi, dan Papua (Radifa dkk., 2020).

Habitat rajungan yaitu di sekitar ekosistem pantai yang berpasir, memiliki tekstur berlumpur dan berkarang (Budiarto *et al.*, 2015; Huda dkk., 2021). Substrat berpasir tersebut dimaksudkan terutama agar mendukung kesuksesan bagi induk rajungan betina untuk mengeluarkan telur dan menempelkannya pada pleopod (Santoso dkk., 2016). Posisi yang demikian menyebabkan rajungan banyak dimanfaatkan secara langsung oleh nelayan karena keberadaan rajungan yang berdekatan dengan tepi pantai dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi (Kalsum & Dimenta, 2023).

Rajungan memiliki kemampuan adaptasi lebih cepat pada habitat dengan parameter lingkungan yang cocok untuk keberlangsungan hidup (Asphama dkk., 2015). Kemampuan adaptasi rajungan tersebut dapat berupa toleran terhadap kisaran suhu yang luas dari perairan tropis hingga subtropis yang memiliki perbedaan suhu relatif besar (Santoso dkk., 2016), maupun pada habitat dengan rentang salinitas yang luas (Radifa dkk, 2020). Hal ini terutama berguna untuk mendukung induk rajungan ketika proses pemijahan (Safira dkk., 2019). Saat akan menetas, telur, rajungan memilih pindah bermigrasi ke daerah salinitas tinggi. Setelah gonad menetas, rajungan muda akan kembali bermigrasi ke perairan estuaria (Budiarto dkk., 2015)

Rajungan merupakan organisme *dioecious* yang artinya mempunyai jenis kelamin jantan dan betina secara terpisah pada masing-masing individu. Menurut

Kalsum & Dimenta (2023), perjalanan siklus hidup rajungan (*Portunus pelagicus*) (gambar 2.2) adalah:

1. Jantan yang telah matang gonad akan melepaskan cangkangnya (*moulting*) beberapa minggu sebelum periode *moulting* betina. Rajungan jantan akan membawa seekor betina yang dijepit di bawahnya selama 4-10 hari sebelum betina *moulting*.
2. Proses perkawinan terjadi setelah betina melakukan *moulting* sehingga cangkangnya masih lunak.
3. Sperma disimpan secara internal dalam *spermatheca* tetapi pembuahan terjadi secara eksternal. Telur-telur yang telah dibuahi diletakkan dalam bagian abdomennya dan memiliki bentuk seperti busa atau spons (Maylinda dkk., 2021)
4. Rajungan betina menggondong telur-telur yang telah dibuahi pada *ovigerous female* yang masih muda berwarna oranye dan secara bertahap akan berubah menjadi cokelat dan hitam.
5. Selama perkembangannya, telur rajungan memiliki perbedaan warna dalam tahapannya yang menunjukkan waktu penetasannya, di antaranya yaitu (Ningrum dkk., 2015):
 - a. Telur rajungan yang masih berwarna kuning atau oranye menandakan bahwa waktu penetasannya adalah 5 hari
 - b. Telur yang berwarna cokelat menandakan penetasannya dalam waktu 3 hari,

- c. Telur warna abu-abu hingga kehitaman akan menetas dengan jangka waktu 1-2 hari
6. Telur-telur rajungan yang bersifat planktonis (zoea) menetas saat antara tengah malam sampai pagi setelah sekitar 15 hari pada suhu 24⁰C.
7. Larva rajungan dapat terhanyut sejauh 80 km ke laut sebelum kembali menetap pada perairan dangkal di dekat pantai. Zoea memiliki bentuk mikroskopis dan bergerak di dalam air sesuai dengan pergerakan arus. Perkembangan Zoea yaitu Zoea I hingga Zoea IV
8. Setelah terjadi *moulting* sebanyak 6 atau 7 kali, zoea berubah menjadi bentuk pasca larva yang memiliki bentuk serupa kepiting dewasa atau yang dikenal sebagai megalopa. Megalopa memiliki sifat agitasi yang tinggi, sehingga meningkatkan potensi mortalitas (Putra dkk., 2021).
9. Apabila anakan rajungan telah memiliki lebar karapas sekitar 15 mm maka berubah menjadi remaja (juvenil) dan pindah ke perairan yang lebih dalam untuk tumbuh dan dewasa.
10. Rajungan jantan dan betina umumnya mencapai kematangan seksual pada lebar karapas 70-90 mm ketika berusia 1 tahun (Kamelia & Muhsoni, 2020).



Gambar 2.2 Siklus hidup rajungan (*Portunus pelagicus*) (Karam dkk., 2023)

Parameter kualitas lingkungan perairan seperti suhu dan salinitas berperan penting terhadap siklus hidup rajungan (Iksanti dkk., 2022). Suhu dan salinitas memiliki pengaruh penting bagi distribusi, aktivitas, dan pergerakan rajungan (Santoso dkk., 2016). Suhu berperan untuk menentukan siklus musiman gametogenesis dan pemijahan rajungan. Umumnya, suhu optimum untuk perkembangan rajungan adalah 27°C sampai 31°C (Rejeki dkk., 2019). Distribusi rajungan yang sangat luas, membuatnya mampu hidup pada habitat dengan rentang salinitas yang luas. Rajungan diketahui memiliki preferensi salinitas pada kisaran 30-40 ppt (Romano & Zeng, 2006). Umumnya, induk rajungan yang akan memijah akan berenang menuju luar estuari atau perairan yang lebih dalam untuk mendapatkan kondisi salinitas dan oksigen terlarut yang sesuai untuk penetasan telur (Radifa dkk., 2020).

2.2.3 Pakan dan Kebiasaan Makan Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Rajungan memiliki kebiasaan mengubur dirinya di permukaan pasir dan hanya terlihat matanya saja untuk memantau keberadaan mangsanya, seperti ikan kecil atau hewan invertebrata (Radifa dkk., 2020). Rajungan biasanya hidup menetap di dasar perairan dan terkadang berenang ke permukaan untuk mencari makan (Safira dkk., 2019).

Rajungan (*Portunus pelagicus*) dominan sebagai hewan karnivora yang memakan hewan dari kelompok benthik, ikan, krustasea, dan molluska. Namun biasanya juga dikenal sebagai hewan pemakan segala dan bangkai (*Omnivorous scavenger*), seperti mengonsumsi tumbuhan laut dan rumput laut dalam jumlah kecil (Karam dkk., 2023). Ketika saat fase planktonik (larva), rajungan memakan fitoplankton dan zooplankton seperti *Chaetoceros* dan rotifera (Kunsook dkk., 2014). Rajungan saat *juvenile* memakan detritus, sedangkan saat telah dewasa rajungan menyukai makan ikan, udang, dan molluska terutama kerang-kerangan (Suherman, 2022). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nikhlani & Sukarti (2017) bahwa perubahan jenis pakan yang dikonsumsi pada setiap tahap pertumbuhan dan perkembangan rajungan dipengaruhi oleh perkembangan organ dan enzim pencernaan rajungan.

2.2.4 Faktor Pertumbuhan Rajungan (*Portunus pelagicus*)

2.2.4.1 Faktor Pendukung

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan rajungan terutama disebabkan oleh kondisi lingkungan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Amelia (2020) yang

menjelaskan bahwa beberapa parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap kehidupan rajungan di antaranya meliputi suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut.

Suhu merupakan faktor yang sangat memengaruhi proses metabolisme, reproduksi, migrasi, dan distribusi rajungan. Pertumbuhan rajungan dipengaruhi oleh suhu massa air di sekitarnya karena rajungan termasuk organisme yang bersifat poikilotermik atau ektotermik (Sunarto, 2012). Namun, rajungan juga bersifat euritermal, yaitu mempunyai kemampuan beradaptasi pada tempat yang kisaran suhunya luas. Rentang suhu yang baik untuk pertumbuhan rajungan yaitu berkisar antara 27°C sampai 31°C (Rejeki dkk., 2019).

Pertumbuhan dan kelangsungan hidup rajungan turut dipengaruhi oleh salinitas yang optimum. Salinitas dapat dikatakan sebagai kadar garam terlarut. Rajungan memiliki toleransi yang tinggi terhadap perubahan salinitas, yaitu ditandai oleh siklus hidup rajungan yang melakukan migrasi dari daerah estuaria (salinitas relatif rendah) menuju perairan dalam (salinitas lebih tinggi). Rajungan diketahui memiliki preferensi salinitas pada kisaran 30-40 ppt (Romano & Zeng, 2006). Namun, kisaran salinitas optimum bagi rajungan adalah 30-35 ppt (Ravi & Manisseri, 2012).

Rajungan dalam mempertahankan hidupnya juga dipengaruhi oleh pH (*Power of Hydrogen*). Rejeki., dkk (2019) menjelaskan bahwa pH adalah logaritma negatif dari kadar ion hidrogen dan merupakan indikator keasaman serta kebasaaan air. Nilai pH air laut berkisar antara 7,9 – 8,3 tergantung wilayahnya. Ravi & Manisseri (2013) menyatakan bahwa rata-rata kemampuan hidup terendah

rajungan berada pada pH sekitar 7,5, sedangkan rata-rata pH tertinggi yang masih dapat ditolerir oleh rajungan untuk bertahan hidup adalah pada pH 8 dan 8,5.

Oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) berperan penting dalam pertumbuhan rajungan. Semakin tinggi DO pada suatu perairan, maka kondisi perairan akan semakin baik. Oksigen terlarut dalam perairan digunakan untuk kebutuhan respirasi hewan air agar dapat hidup dan tumbuh dengan normal. Nilai oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan rajungan berkisar antara 4,0 ppm sampai dengan 6,0 ppm (Rejeki dkk., 2019).

Faktor-faktor pendukung pertumbuhan rajungan tersebut akan berpengaruh terhadap panjang karapas, lebar karapas, dan bobot tubuh rajungan. Mustofa., dkk (2021) menyatakan bahwa pertumbuhan ukuran rajungan dapat disebabkan oleh faktor jenis kelamin, parasit dan penyakit, umur, ketersediaan makanan, kualitas perairan, hilangnya anggota tubuh, perbedaan musim, preferensi rajungan terhadap habitat rajungan, serta tingkat intensitas penangkapan. Selain itu, kedalaman perairan juga menjadi faktor pertumbuhan rajungan. Rajungan yang ditangkap di perairan dangkal memiliki ukuran lebih kecil karena didominasi oleh rajungan muda dibandingkan dengan rajungan yang ditangkap di perairan yang lebih dalam karena didominasi rajungan dewasa (Wulandari dkk., 2014).

2.2.4.2 Faktor Penghambat

Besarnya keunggulan Indonesia dalam produksi rajungan memberi potensi bagi Indonesia untuk bersaing dan memenangkan pasar rajungan secara global. Hal tersebut membuat naiknya permintaan pasar rajungan menjadi salah satu sumber penghasil devisa andalan negara (Huda dkk., 2021). Tingginya permintaan

pasar terhadap rajungan tidak menutup kemungkinan terjadinya eksploitasi sehingga timbul kekhawatiran adanya pemanfaatan sumber daya rajungan tidak berkelanjutan.

Penangkapan yang berlebihan merupakan salah satu penyebab menurunnya populasi alami dan rajungan. Kondisi tersebut dikhawatirkan akan mengancam kelestarian dan keberlanjutan pemanfaatannya (Ernawati, 2014). Terjadinya penangkapan berlebih atau *overfishing* terhadap rajungan membuat tingkat produktivitas rajungan di Indonesia menjadi menurun, seperti di perairan utama yaitu Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 712 yang cenderung menurun (Huda dkk., 2021).

Selain karena faktor manusia, Wahyu (2012) menyatakan bahwa faktor alami yang berpengaruh terhadap aktivitas pertumbuhan dan metabolisme hewan air adalah faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi hormon, parasit, infeksi penyakit, agen stres, dan status fisiologi hewan terkait dengan genetik, umur, reproduksi, dan sebagainya. Faktor eksternal alami yang mempengaruhi kualitas air adalah suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, dan polutan yang terlarut dalam perairan.

Kualitas air memiliki pengaruh terhadap keseimbangan fisiologis dari tubuh rajungan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa adanya perubahan nilai kualitas air seperti suhu, salinitas, DO dan pH yang drastis dapat mengubah kualitas air yang dapat menyebabkan kesehatan rajungan terganggu bahkan menyebabkan stress, rentan terhadap penyakit dan parasit, hingga berujung kematian (Rejeki dkk., 2019). Salah satu penyebab dari penurunan kualitas

lingkungan perairan adalah adanya pencemaran dari limbah sisa aktivitas masyarakat maupun polutan logam berat. Hal ini cukup memprihatinkan mengingat logam berat termasuk unsur akumulatif, baik dalam sedimen maupun tubuh organisme perairan yang menyebabkan sejumlah biota menjadi tercemar akibat tingginya kadar logam berat di perairan (Prabawa dkk., 2014). Maldini., dkk (2017) dan Muttaqin., dkk (2018) menyatakan bahwa penurunan kualitas air berpengaruh pada tingkat stres dan kerentanan rajungan terhadap penyakit serta berpotensi terhadap munculnya organisme parasit. Selain itu, Hasni., dkk (2020) dan Nur., dkk (2021) menyatakan bahwa pencemaran oleh logam berat menjadi salah satu faktor peningkatan infeksi parasit pada organisme jenis kepiting atau rajungan.

2.3 Definisi dan Pengelompokan Parasit

Parasit merupakan organisme yang prinsip hidupnya menumpang dengan menyesuaikan diri pada inangnya dan bersifat merugikan karena mengambil makanan serta membuat kerusakan pada tubuh inangnya (Suherman, 2022). Parasit dapat dikelompokkan menjadi dua berdasarkan habitatnya, yaitu endoparasit dan ektoparasit. Endoparasit merupakan parasit yang hidup di dalam tubuh inang, khususnya organ dalam dan jaringan tubuh inang. Sementara itu, ektoparasit merupakan parasit yang hidup di permukaan luar tubuh atau permukaan organ yang sering terbuka, seperti mulut dan insang.

Ektoparasit menjadi kelompok parasit yang umum ditemukan pada tubuh rajungan. Serangan parasit pada rajungan mengakibatkan kerugian yang signifikan, terutama dari segi penampilan secara morfologi dan bobot tubuh

rajungan. Kerugian yang diakibatkan oleh ektoparasit memang tidak seburuk yang ditimbulkan oleh virus dan bakteri, tetapi penyakit ektoparasit ini dapat menjadi awal munculnya infeksi oleh organisme patogen yang lebih berbahaya jika dibiarkan dalam waktu jangka panjang. Menurut penjelasan yang disampaikan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (2010), ektoparasit yang umum menginfeksi rajungan adalah *Octolasmis* spp.

2.4 Biologi Ektoparasit *Octolasmis* spp.

2.4.1 Klasifikasi dan Morfologi *Octolasmis* spp.

Octolasmis spp. merupakan salah satu contoh jenis organisme dari kelompok ektoparasit yang banyak menyerang hewan krustasea, khususnya ordo decapoda (Herlinawati dkk., 2017; Yusni & Haq, 2020). Kelompok parasit ini berupa teritip (*barnacle*) atau sering biasa disebut *pedunculate barnacle* atau *stalked barnacle*. Biasanya *Octolasmis* dijumpai menempel pada organ tubuh seperti insang dan karapas rajungan (gambar 2.3) di wilayah perairan dangkal (Suherman, 2013). Secara taksonomis, *Octolasmis* dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Suherman, 2022):

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Maxillopoda
Ordo	: Lepadiformes
Famili	: Poecilasmatidae
Genus	: <i>Octolasmis</i>



Gambar 2.3 Infeksi parasit *Octolasmis* pada a. Karapas rajungan (Li dkk., 2019) dan b. Insang rajungan (KKP, 2010)

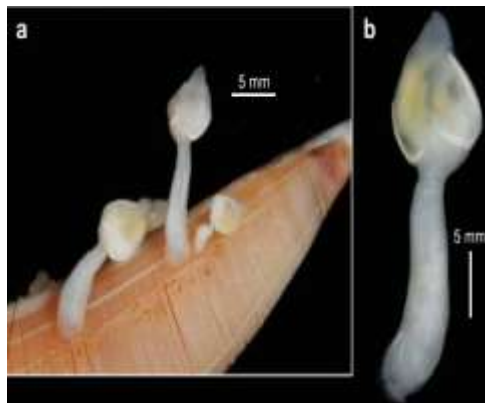
Secara morfologi, struktur utama tubuh *Octolasmis* terdiri dari *peduncle*, *tergum*, *capitulum*, *scutum*, dan *carina* (gambar 2.4). *Peduncle* berfungsi sebagai kaki untuk penempelan tubuh pada salah satu organ rajungan, *tergum* berfungsi sebagai mulut untuk jalan masuknya nutrisi makanan yang akan diserap, *capitulum* berfungsi sebagai lambung untuk menghancurkan dan mencerna nutrisi makanan, *scutum* berfungsi sebagai usus untuk penyerapan nutrisi makanan, dan *carina* berfungsi sebagai pelapis organ bagian dalam (Jeffries dkk., 2005).



Gambar 2.4 Bagian-bagian tubuh *Octolasmis*. T: *Tergum*, Ci: *Cirripedia*, Ca: *Carina*, S: *Scutum*, P: *Peduncle* (Heirina dkk., 2021)

2.4.2 Jenis-Jenis Ektoparasit Octolasmis

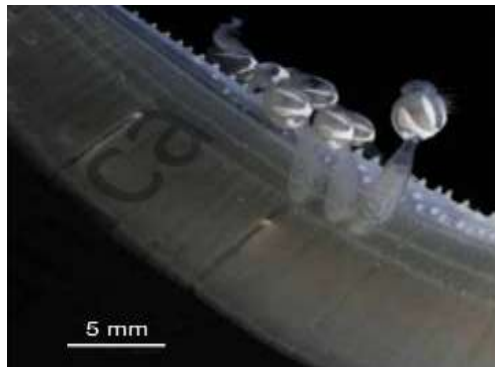
Hingga saat ini, total terdapat 43 spesies Octolasmis yang tersebar di laut Pasifik, Samudera Atlantik, dan Samudera Hindia. Di antara 43 spesies tersebut, 26 spesies di antaranya telah ditemukan di Laut China Selatan dan menginfeksi insang organisme dekapoda, tubuh tertentu dari ular laut, maupun batang karang (Yap dkk., 2015). Umumnya, unsur yang membedakan antar jenis Octolasmis dapat dilihat dari bentuk dan ukuran dari empat organ utamanya, yaitu *capitular*, *tergum*, *scutum*, dan *carina* (Herlinawati dkk., 2017). Terdapat beberapa spesies Octolasmis yang menyerang organisme dari kelompok kepiting dan diketahui keberadaannya di Asia Tenggara, di antaranya yaitu *Octolasmis angulata*, *Octolasmis cor*, *Octolasmis lowei*, *Octolasmis neptuni*, *Octolasmis tridens*, *Octolasmis warwicki* (gambar 2.5) (Lerssuthichawal & Penprapai, 2013; Heirina dkk., 2021).



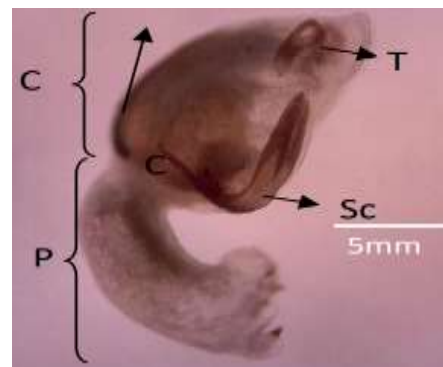
O. angulata (Chan dkk., 2019)



O. warwicki (Chan dkk., 2019)



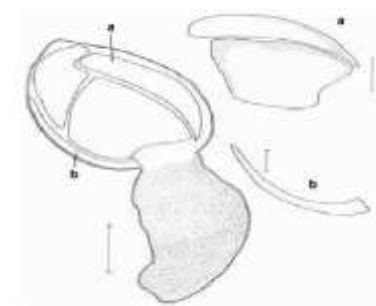
O. cor (Chan dkk., 2019)



O. lowei (Yusgita dkk., 2019)



O. neptuni (Chen dkk., 2019)



O. tridens (Hassan dkk., 2019)

Gambar 2.5 Jenis-jenis Parasit Octolasmis

Octolasmis angulata memiliki bentuk cangkang oval. Organ tubuhnya seperti *carina*, *tergum*, *peduncle*, dan *scutum* memiliki bentuk yang runcing. *Octolasmis angulata* memiliki panjang capitular $2,40 \pm 0,34$ mm, jumlah *scutum*

sebanyak 2 dan 1 *carina* (Voris & Jeffries, 1997). Warna *Octolasmis* jenis ini adalah coklat muda, bentuk scutumnya seperti huruf L dan tipis, serta *carina* yang juga lebih tipis (Yusgita dkk., 2019). Umumnya, *Octolasmis angulata* lebih banyak menginfeksi bagian lembar insang rajungan, kepiting, dan lobster *Panulirus polyphagus* (Jeffries dkk., 1982).

Octolasmis cor memiliki capitular berbentuk oval terlindungi oleh cangkang batu kapur, tergum tidak terlalu mencolok, 1 *carina* yang sempit, dan 2 scutum yang sedikit lebih lebar dibandingkan dengan *Octolasmis angulata* (Suherman dkk., 2022). Spesies ini memiliki 5 piringan capitular dengan panjang sekitar $2,53 \pm 0,43$ mm yang tidak dilengkapi dengan *cluster* berbentuk seperti sisir bulu, namun memiliki permukaan bertitik seperti pada peduncle (Herlinawati dkk., 2017). *Octolasmis cor* dan *Octolasmis angulata* memiliki ciri morfologi yang sama saat tahap larva, sehingga sering menyulitkan proses identifikasi saat masih fase larva (Yap dkk., 2015). *Octolasmis cor* dapat ditemui pada ruang insang decapoda famili Portunidae dan Scyllaridae (Jeffries dkk., 1982).

Octolasmis lowei berwarna putih memiliki 5 cakram capitular kurang lengkap dengan panjang berkisar $3,29 \pm 0,29$ mm, 2 tergum, 2 scutum, dan 1 *carina*. Ciri khasnya adalah tergum berbentuk seperti huruf U, dan scutum seperti huruf L (Yusgita dkk., 2019). *Octolasmis lowei* umumnya menyerang bagian insang krustasea golongan Palinuridae, Portunidae, dan Scyllaridae (Jeffries dkk., 2005).

Octolasmis neptuni memiliki 5 cakram capitular dengan panjang berkisar $1,43 \pm 0,25$ mm, 2 scutum, 2 tergum, dan 1 *carina* (Voris & Jeffries, 1997). Sama

seperti jenis *Octolasmis* yang lain, spesies ini umum ditemukan di organ insang golongan Portunidae. Selain itu, *Octolasmis neptuni* juga dapat menginfeksi ruang insang spesies dari famili Menippidae dan Scyllaridae (Suherman, 2022).

Octolasmis tridens memiliki 5 cakram capitular dengan panjang berkisar $2,56 \pm 0,25$ mm, 2 scutum, 2 tergum, dan 1 carina (Voris & Jeffries, 1997). Spesies ini banyak menginfeksi pada pintu masuk ruang insang, karapas bagian dalam, dan melekat pada bagian dalam insang. Inang dari *Octolasmis tridens* adalah famili Portunidae, Scyllaridae, dan Menippidae (Suherman, 2022).

Octolasmis warwickii memiliki dengan 5 cakram capitular dengan panjang berkisar $6,06 \pm 0,74$ mm, 2 tergum, 2 scutum, dan 1 carina. Spesies ini merupakan organisme hermaprodit sehingga dapat berpotensi terhadap peningkatan jumlah koloni pada inangnya. Tubuhnya memiliki ukuran paling besar dibandingkan dengan spesies yang lain. *Octolasmis warwickii* dapat ditemukan pada eksoskeleton decapoda dari famili Dorippidae, Leucosiidae, Majidae, Menippidae, Portunidae, Scyllaridae, dan Xanthidae (Jeffries dkk., 1982). Parasit ini menempel pada bagian eksternal karapas, antenna, bagian proksimal kaki jalan, atau pada bagian perut. Umumnya, jika parasit ini menginfeksi karapas bagian dorsal, dapat ditemukan secara individu maupun membentuk koloni kecil, dan terkadang menancap pada dasar anggota tubuh (Suherman, 2022).

2.4.3 Habitat dan Siklus Hidup *Octolasmis* spp.

Mengacu pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Khattab (2017), telah dijelaskan bahwa rajungan yang terinfeksi oleh organisme ektoparasit *Octolasmis* menunjukkan ciri khas penempelan parasit tersebut pada organ yang diserang.

Octolasmis tridens menempel pada bagian mulut, karapas, dan kaki proximal rajungan (Heirina dkk., 2021). *Octolasmis angulata* sering menempel pada insang dan hampir sering ditemukan pada semua rajungan (Jeffries dkk., 1982). Selain *Octolasmis angulata*, spesies yang banyak menempel pada insang rajungan adalah *Octolasmis lowei*, *Octolasmis neptuni* (Suherman, 2022). Spesies *Octolasmis warwicki* biasanya ditemukan menempel pada permukaan punggung karapas rajungan yang menyebabkan perubahan perilaku rajungan seperti interval molting (pergantian kulit) yang berkurang, serta menghambat pergerakan (Li dkk., 2015).

Walaupun *Octolasmis* dapat menyerang beberapa bagian dari organ tubuh rajungan, namun *Octolasmis* umumnya dominan ditemukan menempel pada permukaan dan celah-celah insang rajungan sebagai mikrohabitatnya. Hal ini dikarenakan kebutuhan nutrisi parasit yang ditempel sesuai dengan habitat tempat parasit *Octolasmis* mencari makan dan berkembangbiak. Irvansyah, dkk (2012) juga menjelaskan bahwa parasit *Octolasmis* ditemukan pada bagian organ insang dipengaruhi oleh siklus hidupnya yang membutuhkan nutrisi lebih banyak. *Octolasmis* dapat menginfeksi insang rajungan melalui rongga respirasi dan langsung menyerang permukaan insang dengan cara menempel dan menancapkan bagian *attachment part* pada filamen insang inangnya (Suherman, 2013; Aris dkk., 2018; Khattab, 2017).

Umumnya, sebagian besar *Octolasmis* tidak memiliki host atau inang yang spesifik. Satu jenis *Octolasmis* kemungkinan dapat menginfeksi 2 atau lebih spesies inang. Rajungan (*Portunus pelagicus*) biasanya menjadi inang tetap *Octolasmis angulata* dan *Octolasmis warwickii* (Herlinawati dkk. 2017). Namun,

terdapat beberapa spesies *Octolasmis* yang bersifat spesifik dalam menginfeksi inangnya. *Octolasmis cor* dapat ditemukan dalam jumlah besar pada kepiting bakau (*Scylla serrata*). *Octolasmis grayii* sering ditemukan pada beberapa spesies ular laut namun tidak ditemukan di Crustacea.

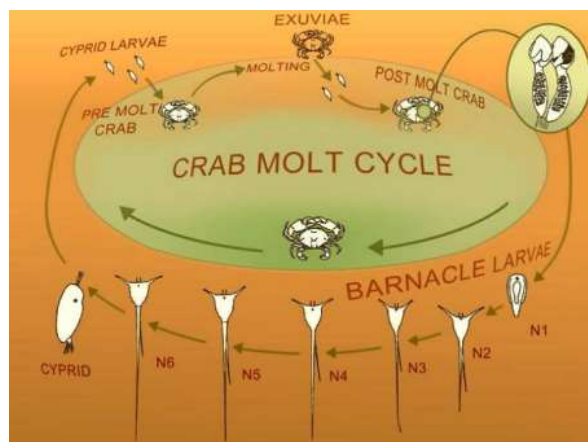
Octolasmis ada yang bersifat hermaphrodit atau memiliki jenis kelamin ganda, seperti *Octolasmis warwickii*, sehingga berpotensi meningkatnya jumlah koloni *Octolasmis* pada inang (Yusa dkk., 2010). Apabila kondisi normal, ovarium menghasilkan telur di dalam peduncle dan membuahi capitulum yang memiliki organ jantan. Telur akan matang di dalam capitulum dan dilepaskan ke lingkungan air sebagai nauplius setelah menetas, lalu bermetamorfosis menjadi cyprid dan *Octolasmis* dewasa (Aris dkk., 2018). Ketika saat tahap cyprid inilah awal mula *Octolasmis* dapat ditemukan di dalam inang .

Seperti organisme lainnya, *Octolasmis* memiliki serangkaian tahap dalam siklus hidupnya (gambar 2.6). *Octolasmis* mengalami serangkaian *moulting* dan melewati masa 6 fase nauplius (N1-N6) dan satu tahap larva ciprid (KKP, 2010). Waktu yang dibutuhkan untuk proses perubahan dari semenjak kemunculan masa telur hingga larva ciprid adalah 27 hari. Sementara itu, waktu yang dibutuhkan sejak kemunculan telur hingga tahap Nauplius 1 adalah 9 hari, sedangkan waktu untuk menuntaskan tahap N1-N6 hanya 8 hari, namun terjadi peningkatan panjang yang cukup besar hingga mencapai 12 kali (Suherman., 2022).

Selama jangka waktu kurang lebih 8 hari ketika fase nauplius (N1-N6), akan dimanfaatkan oleh *Octolasmis* menangkap, menelan, mencerna, dan menyimpan cadangan makanan untuk (Praptiasih, 2010):

1. Mendukung metamorfosis tubuh menuju morfologi yang berbeda, yaitu larva cyprid yang tidak makan
2. Persiapan menyediakan energi saat telah memasuki fase Cyprid untuk berenang menjelajah mencari inang sebagai habitat dan tempat pelekatnya
3. Mendukung metamorfosis ke bentuk selanjutnya, yaitu menjadi juvenile Octolasmis.

Larva cyprid yang telah berhasil menemukan inang yang sesuai, akan melakukan penetrasi ke dalam kutikula inang dan menyuntikkan bahan parasit langsung ke hemolymph inang. Larva cyprid kemudian berubah menjadi juvenil, Octolasmis remaja, lalu dewasa dan akan secara permanen menempati lokasi yang dipilih saat masih tahap cyprid (Suherman, 2022). Cyprid harus memilih inang dengan periode *moulting* (pergantian kulit) yang cukup untuk mendukung dirinya dalam menancapkan diri, bermetamorfosis, bertelur, dan melepaskan naupli. Hal itu disebabkan karena proses reproduksi Octolasmis bergantung oleh kematangan Octolasmis sebelum inang mengalami *moulting*.



Gambar 2.6 Siklus hidup Octolasmis (KKP, 2010)

2.4.4 Mekanisme Octolasmis Menyerang Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Faktor terjadinya infeksi ektoparasit Octolasmis pada rajungan terutama disebabkan oleh kondisi kualitas perairan yang buruk, sehingga berpengaruh pada tingkat stres dan kerentanan rajungan serta berpotensi terhadap munculnya organisme ektoparasit (Maldini dkk., 2017). Hal ini juga didukung oleh pernyataan Telles & Merchant (2015) bahwa munculnya parasit umumnya disebabkan kondisi kualitas air yang buruk. Faktor lingkungan memegang kendali terhadap memburuknya kualitas perairan, sehingga menyebabkan kurangnya kebutuhan nutrisi yang diperlukan rajungan dan penurunan kinerja metabolisme serta daya tahan tubuhnya yang menjadi sebab mudahnya terinfeksi Octolasmis (Irvansyah dkk., 2012; Heirina dkk., 2021).

Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kualitas perairan laut adalah adanya polutan logam berat. Pencemaran polutan logam berat dan infeksi parasit memiliki hubungan erat satu sama lain, yaitu keberadaan polutan yang dapat meningkatkan atau menurunkan prevalensi dan intensitas dari serangan parasit (Ugokwe & Awobode, 2015). Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Nur., dkk (2021) tentang potensi Octolasmis pada kepiting bakau sebagai bioindikator pencemaran logam berat di perairan Sulawesi Tenggara menyatakan bahwa keberadaan dan tingkat intensitas Octolasmis pada kepiting bakau dipengaruhi oleh adanya cemaran polutan logam berat di perairan laut.

Selain polutan bahan kimia, sejumlah parameter fisika kimia perairan juga berpengaruh terhadap kualitas perairan laut dan tingkat serangan parasit, seperti suhu, pH, dan salinitas (Aris dkk., 2018; Suherman dkk., 2022). Suhu optimum

yang dapat mendukung serangan parasit adalah 28-31⁰C., sedangkan salinitas optimum untuk serangan parasit adalah 30-35‰ (Maldini dkk., 2017). Sementara itu, kepiting atau rajungan akan mudah terserang parasit saat pH 7,63 – 8,8 (Irvansyah dkk., 2012).

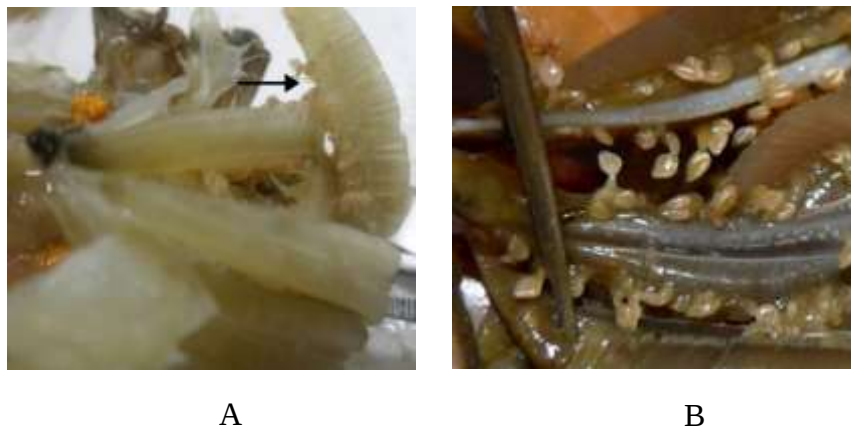
Ektoparasit *Octolasmis* spp. tidak membutuhkan inang perantara untuk menginfeksi rajungan (Suherman, 2022). Ketika masih tahap larva atau cyprid, *Octolasmis* berenang mencari substrat yang cocok untuk diserang sebagai inangnya. Saat cyprid siap menyerang substrat inang, antenna cyprid yang mengandung kelenjar semen langsung tertancap pada substrat, kemudian cyprid menjalani fase-fase metamorfosis dalam hidupnya. *Octolasmis* menyerang insang rajungan dengan memasuki rongga respirasi dan langsung menyerang insang bagian dalam (Sarjito dkk., 2016). Insang yang terserang *Octolasmis* akan mengalami perubahan warna menjadi putih pucat (Triadayani dkk., 2010).

2.4.5 Dampak Pengaruh *Octolasmis* pada Rajungan

Ektoparasit yang menginfeksi organisme inangnya akan menyebabkan beberapa dampak negatif seperti adanya kerusakan organ insang hingga berakibat pada terganggunya proses pertumbuhan maupun penurunan sistem kekebalan inang (Aris dkk., 2018). Hal ini terjadi karena *Octolasmis* akan berkompetisi untuk mendapatkan nutrisi dan oksigen, serta mengurangi luas permukaan insang sehingga menghambat pernapasan dan pertumbuhan inang (Herlinawati dkk., 2017; Aris dkk., 2018).

Beberapa tanda dampak dari infeksi *Octolasmis* pada kepiting atau rajungan adalah organ insang yang berubah menjadi abu-abu kehitaman atau putih pucat

dan terdapat organisme mirip kecambah yang menempel kuat di permukaan insang (Utari dkk., 2017). Sisi organ insang yang umumnya diinfeksi oleh *Octolasmis* adalah permukaan insang bagian dalam (*hypobranchial*), permukaan insang bagian luar (*hyperbranchial*), dinding insang, dan lamela insang (Sarjito dkk., 2016; Herlinawati dkk., 2017). Perubahan warna pada insang seperti putih pucat hingga abu-abu kehitaman menandakan telah terjadinya nekrosis atau kerusakan sel (gambar 2.7). Nekrosis merupakan proses degenerasi yang menyebabkan kerusakan sel serta terjadi kematian sel secara bersamaan dengan pecahnya membran plasma (Triadayani dkk., 2010).



Gambar 2.7 Morfologi insang rajungan terinfeksi *Octolasmis*. A. Insang berwarna pucat (Utari dkk., 2017), B. Insang berwarna abu-abu dan hitam (KKP, 2010)

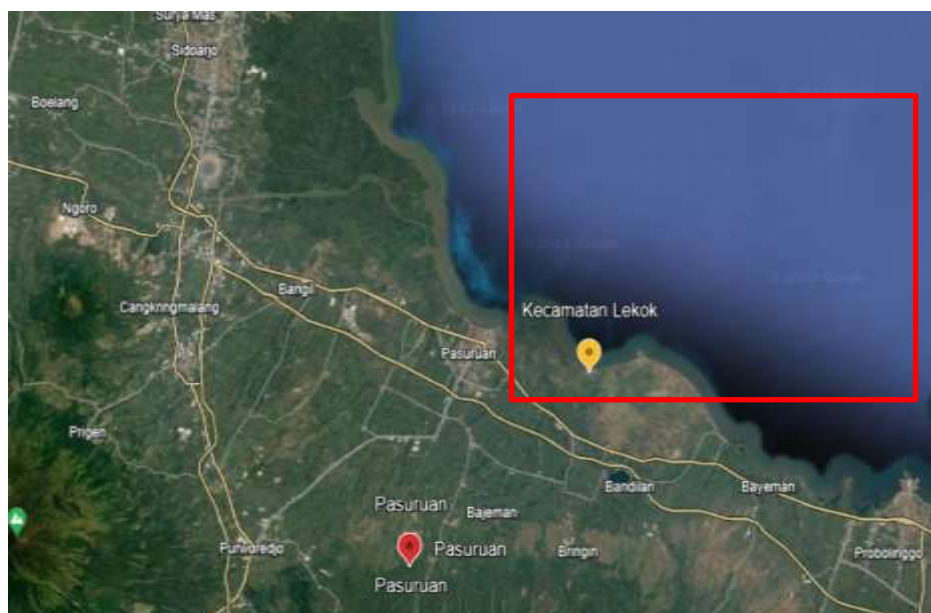
Infeksi *Octolasmis* yang berkepanjangan akan menyebabkan tingkat intensitasnya tinggi sehingga rajungan mengalami gangguan pernafasan, mobilitas rendah, sulit mencari makan, hingga kematian (Suherman, 2013). Namun, apabila intensitas *Octolasmis* masih rendah tidak memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap proses respirasi, sehingga belum menjadi ancaman besar bagi kelangsungan hidup rajungan (Suherman, 2022).

2.5 Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan

Wilayah laut Pasuruan merupakan salah satu perairan strategis di Provinsi Jawa Timur terletak di Selat Madura yang padat penduduk. Kabupaten Pasuruan memiliki 3 sentra perikanan tangkap, yaitu di Kecamatan Kraton, Lekok, dan Nguling dengan jumlah total sebanyak 12.059 rumah tangga nelayan dan 2.281 armada penangkapan ikan. Kecamatan Lekok jika dilihat secara topografi termasuk daerah pesisir yang dekat dengan pantai (gambar 2.8). Kecamatan Lekok merupakan salah satu sentra perikanan tangkap terbesar di Kabupaten Pasuruan dengan 5.723 rumah tangga nelayan dan 1.621 armada penangkapan ikan (Herawatia dkk., 2021). Selain sebagai sumber komoditi perikanan, Kecamatan Lekok juga menjadi salah satu sentra produksi rajungan yang cukup melimpah dibandingkan dengan produk komoditi laut yang lain (Latif dkk., 2021). Data statistik tingkat produksi rajungan dari Kabupaten Pasuruan menyebutkan bahwa volume produksi rajungan tahun 2022 di Kecamatan Lekok adalah 267.200 kilogram dengan total nilai produksi Rp12.441.200.000 (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2024).

Keunggulan Kecamatan Lekok dalam bidang produksi rajungan rupanya dihadapkan dengan adanya ancaman berupa pencemaran lingkungan, karena posisinya sebagai kawasan perairan pesisir yang diapit oleh berbagai macam aktivitas manusia, seperti perikanan, pelelangan ikan, pemukiman, PLTG, dan berbagai jenis industri lainnya. Perairan laut Lekok banyak dipengaruhi oleh berbagai sungai, terutama Sungai Rejoso yang bermuara di pesisir Kabupaten dan Kota Pasuruan (Ulinuha dkk., 2022). Sungai Rejoso merupakan sungai terpanjang

di Kabupaten pasuruan yang menjadi media terdistribusinya sisa kegiatan di sekitarnya seperti limbah industri atau pabrik sehingga menyebabkan kualitas perairan sungai menurun (Isoni & Maulida, 2022). Hal tersebut memungkinkan adanya pencemaran logam berat di perairan Lekok bersumber dari aktifitas daratan yang dilakukan manusia dengan membuang limbah ke sungai Rejoso yang kemudian bermuara ke laut (Isoni & Maulida, 2022). Pernyataan ini dibuktikan dengan penelitian Herawatia., dkk (2020) bahwa telah terjadi pencemaran logam berat di Sungai Rejoso dengan hasil data yaitu Cd (1,51 mg/l), Hg (1,39 mg/l), Pb (0,6 mg/l).



Gambar 2.8 Lokasi penelitian di perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan (Google Earth)

Mengacu dari informasi yang telah disebutkan di atas, terdapat banyak potensi pencemaran limbah rumah tangga maupun logam berat, seperti besi (Fe), kadmium (Cd), kromium (Cr), dan timbal (Pb) di perairan laut Lekok (Adam dkk., 2018). Pencemaran logam berat menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem

perairan serta mengancam kehidupan biota laut di dalamnya, terutama rajungan (Fabrianessa dkk., 2020). Hal tersebut dikarenakan rajungan termasuk dalam organisme yang dominan menghabiskan waktunya di sedimen lautan sehingga berpengaruh pada tingkat stres dan kerentanan rajungan terhadap penyakit serta berpotensi terhadap munculnya organisme parasit (Maldini dkk., 2017; Muttaqin dkk., 2018).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksploratif untuk mengetahui kondisi lapangan serta kejelasan topik permasalahan mengenai keterkaitan atau hubungan antara tingkat kadar logam berat (Fe, Pb, Cd) dengan tingkat infeksi Octolasmis pada rajungan, serta jenis spesies Octolasmis yang menginfeksi rajungan (Purba & Simanjuntak, 2012). Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan mengikuti nelayan pada area penangkapan rajungan (*ground fishing*) (Prabawa dkk., 2014).

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 preparasi logam berat Fe, Cd, Pb pada sampel air laut dilakukan pada tanggal 20 Februari 2024 di Laboratorium Kimia Organik Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Kegiatan pembedahan rajungan dan pengambilan sampel Octolasmis dilakukan pada tanggal 23 Februari 2024 di Laboratorium Ekologi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Identifikasi dan penghitungan tingkat infeksi parasit Octolasmis dilakukan pada tanggal 28 Februari – 5 Maret 2024 di Laboratorium Optik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Kegiatan

analisis logam berat Fe, Cd, dan Pb sampel air laut 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

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perahu, bubu dan umpan, *cooler box*, botol sampel, alat AAS, *tube*, *beaker glass*, *hot plate*, spatula, pipet, lemari asam, sarung tangan lateks, mikroskop binokuler, *object glass*, aluminium foil, set alat bedah, timbangan digital, *software* Microsoft Excel dan SPSS versi 25.0, serta sejumlah literatur sebagai panduan identifikasi parasit *Octolasmis*.

3.3.2 Bahan

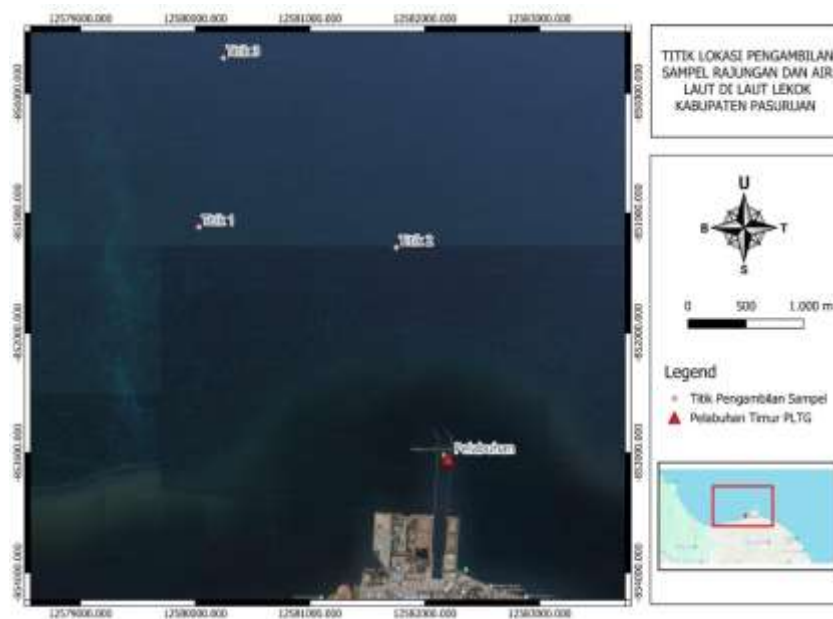
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel rajungan, sampel *Octolasmis* spp., sampel air, *ice gel*, kertas saring, es batu, HNO_3 , formalin, alkohol 70%, akuades, dan H_2O_2 .

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel Rajungan

Sampel diambil dengan metode *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan atau kriteria tertentu (Sugiyono, 2019). Pengambilan sampel rajungan dilakukan dengan mengikuti nelayan pada area penangkapan rajungan (*ground fishing*) (Prabawa dkk., 2014) dengan lokasi pengambilan sampel sebanyak 3 titik (gambar 3.1). Sampel rajungan dikumpulkan sebanyak 30 individu yang terdiri dari 15 individu jantan, dan 15 individu betina. Jumlah

sampel ini mengacu pada penelitian oleh Muttaqin., dkk (2018) yang mengambil sampel sebanyak 30 individu untuk identifikasi Octolasmis pada kepiting bakau ekosistem mangrove Bali. Sampel rajungan kemudian disimpan dalam *cooler box* untuk dibawa ke laboratorium.



Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan sampel rajungan dan air laut

Tabel 3.1. Titik lokasi pengambilan sampel

No	Titik Pengambilan ke-	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 untuk pengujian logam berat diambil dari setiap titik pengambilan rajungan di bawah permukaan air dengan kedalaman 0-30 cm (Robi dkk., 2021) menggunakan botol berukuran 500 ml yang telah dibilas 3 kali dengan air laut. Sampel ditambahkan dengan HNO_3 pekat agar pH nya menjadi ≤ 2 (1/500

ml) (Ishak dkk., 2014). Pengambilan sampel air untuk pengujian kualitas air juga dilakukan dengan cara yang sama, namun tidak ditambahkan dengan HNO_3 pekat agar tidak mempengaruhi pH alami pada sampel. Selanjutnya semua sampel dimasukkan ke dalam *cooler box* dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

3.4.3 Pengukuran Kualitas Perairan Laut Lekok

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).

3.4.4 Preparasi Sampel Logam Berat Air Laut Lekok

Sampel air sebanyak 50 ml ditambahkan HNO_3 sebanyak 1 ml dan dipanaskan di atas *hot plate* dengan suhu 105°C - 120°C hingga berkurang dengan volume 20 ml. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur ukuran 50 ml dan ditambahkan akuades hingga tanda batas, lalu dikocok hingga homogen. Larutan kemudian disaring dengan kertas saring dan hasilnya dikumpulkan ke dalam *tube*. Sampel yang sudah siap kemudian dianalisis logam berat Fe, Pb, Cd menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) (Robi dkk., 2021).

3.4.5 Pengambilan Sampel Octolasmis

Setiap individu sampel rajungan yang telah dikumpulkan dibedah untuk diambil parasitnya dengan cara dibuka dari pangkal abdomennya. Pemeriksaan

dilakukan pada setiap bagian tubuh rajungan, seperti karapas, kaki jalan, kaki renang, capit, dan insang untuk diambil parasit *Octolasmis*-nya menggunakan pisau bedah dan pinset (Muttaqin dkk., 2018). Setelah parasit *Octolasmis* didapatkan, kemudian dikumpulkan ke dalam botol sampel yang telah berisi etanol 70% dan diberi label (Suherman, 2022).

3.4.6 Identifikasi Parasit *Octolasmis*

Tiap individu parasit *Octolasmis* yang telah dikumpulkan pada botol sampel diletakkan pada *object glass* menggunakan pinset. Parasit diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 10 hingga 40 kali untuk melihat karakteristik morfologi *Octolasmis* spp dengan menggunakan metode yang dipakai Jeffries., dkk (2005) yakni dengan mengamati bentuk capitular, scutum, tergum, dan carina sebagai penentu spesies dari *Octolasmis* yang ditemukan (Hasni dkk., 2020; Suherman, 2022).

3.4.7 Perhitungan Prevalensi *Octolasmis*

Prevalensi merupakan presentase jumlah populasi yang terserang penyakit atau parasit. Perhitungan prevalensi dilakukan setelah semua sampel ektoparasit *Octolasmis* diidentifikasi dari rajungan. Perhitungan prevalensi ektoparasit dapat dilakukan dengan rumus Margolis., dkk (1982) dan Bush., dkk (1997):

$$\text{Prevalensi (\%)} = \frac{\text{Esampel rajungan yang terinfeksi (ekor)}}{\text{Esampel rajungan yang diamati (ekor)}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan prevalensi ektoparasit *Octolasmis* dimasukkan dalam kategori prevalensi parasit pada tabel 3.2

Tabel 3.2. Kategori prevalensi serangan parasit (Schmidt, 2008)

No	Karakteristik	Presentase	Keterangan
1	Prevalensi tinggi	>65%	Parasit dapat menyebabkan stres hingga terjadi kematian pada inangnya
2	Prevalensi sedang	30-65%	Parasit dapat menyebabkan stres, namun tidak dapat terjadi kematian pada inangnya
3	Prevalensi rendah	1-30%	Parasit tidak dapat menyebabkan stres dan kematian pada inangnya

3.4.8 Perhitungan Intensitas Octolasmis

Intensitas parasit atau disebut nilai rata-rata individu parasit yang menginfeksi inang akan memberi gambaran terhadap kondisi atau level infeksi parasit pada inang (Hasni dkk., 2020). Perhitungan intensitas dilakukan pada setiap spesies ektoparasit Octolasmis setelah diketahui spesies yang menginfeksi setiap sampel rajungan. Persamaan intensitas dihitung dengan jumlah total suatu jenis spesies Octolasmis yang menyerang dibagi dengan jumlah rajungan yang terinfeksi. Perhitungan intensitas ektoparasit dapat dilakukan dengan rumus Margolis., dkk (1982) dan Bush., dkk (1997):

$$\text{Intensitas (ind/ekor)} = \frac{\Sigma \text{Total Parasit (individu)}}{\Sigma \text{Sampel rajungan yang terinfeksi (ekor)}}$$

Hasil perhitungan prevalensi ektoparasit Octolasmis dimasukkan dalam kategori prevalensi parasit pada tabel 3.3

Tabel 3.3. Kategori intensitas infeksi ektoparasit (Yulanda dkk., 2017)

No	Ind/ekor	Keterangan
1	< 1	Sangat ringan
2	1-5	Ringan
3	6-50	Sedang
4	51-100	Berat
5	100+	Sangat berat
6	1000+	Sangat berat sekali

3.5 Analisis Data

Data rata-rata tingkat konsentrasi logam berat Fe, Pb, Cd serta hasil rata-rata parameter fisika kimia air laut dari ketiga titik lokasi disajikan dalam bentuk tabel dan diagram kemudian dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. Hasil pengamatan spesimen parasit Octolasmis kemudian dibandingkan dengan literatur panduan seperti Wardhani dkk., 2018 dan Yusgita dkk., 2019. Data hasil penghitungan prevalensi dan intensitas Octolasmis disajikan dalam bentuk tabulasi dan dibandingkan dengan kategori tingkat infeksi dari Yulanda., dkk (2017) dan Schmidt (2008). Data hasil analisis akumulasi logam berat (Fe, Pb, Cd) dan tingkat infeksi Octolasmis pada rajungan kemudian dilakukan pengujian hipotesis apakah kedua variabel tersebut saling berhubungan atau tidak. Uji ini dapat menggunakan analisis korelasi pearson, untuk menemukan adanya kekuatan hubungan antara dua variabel (Widodo dkk., 2023).

Penentuan tingkat validitas dari hasil analisis data, dapat dilihat melalui nilai koefisien korelasi yang didapatkan. Terdapat kategori koefisiens korelasi yang

digunakan sebagai acuan penentuan seberapa kuat atau seberapa tinggi hubungan antara dua variabel yang dianalisis. Berikut tabel kategori validitas instrumen yang diujikan (Widodo dkk., 2023):

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

Nilai koefisien korelasi	Interpretasi
0,81 – 1,00	Keterkaitan sangat tinggi
0,61 – 0,80	Keterkaitan tinggi
0,41 – 0,60	Keterkaitan cukup
0,21 – 0,40	Keterkaitan rendah
0,00 – 0,20	Keterkaitan sangat rendah

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tingkat Konsentrasi Logam Berat Fe, Cd, dan Pb pada Perairan Laut Lekok Kabupaten Pasuruan

Hasil analisis konsentrasi logam berat Fe, Cd, dan Pb pada air Laut Lekok Kabupaten Pasuruan telah tersaji dalam tabel 4.1

Table 4.1 Hasil analisis logam berat Fe, Cd, dan Pb pada perairan Laut Lekok Kabupaten Pasuruan

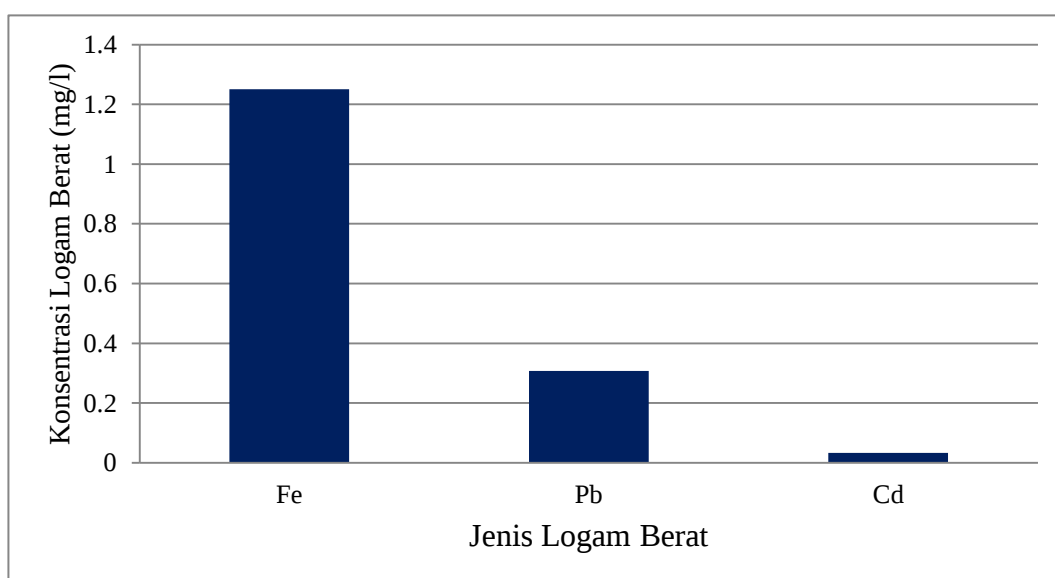
Titik Pengambilan	Fe (mg/l)	Pb (mg/l)	Cd (mg/l)
Titik 1	2,484	0,170	0,035
Titik 2	0,620	0,340	0,032
Titik 3	0,650	0,410	0,033
Rata-Rata	1,251±1.068	0,307±0,123	0,033±0,002
Baku mutu (mg/l)*	5,00	0,008	0,001
Kategori	Tidak tercemar	Tercemar	Tercemar

Keterangan:

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

Hasil analisis konsentrasi logam berat Fe, Cd, dan Pb pada perairan Laut Lekok memperlihatkan adanya perbedaan status pencemaran dari masing-masing tiga jenis logam tersebut. Kadar logam berat Cd dan Pb telah melampaui standar baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, yaitu 0,001 mg/l dan 0,008 mg/l. Konsentrasi Cd dan Pb perairan Laut Lekok berturut-turut sebesar 0,033 mg/l dan 0,307 mg/l. Tingginya konsentrasi Cd pada perairan Laut Lekok dapat disebabkan karena Cd merupakan salah satu logam berat yang paling umum mencemari lingkungan perairan (Cheng dkk., 2021). Intensitas aktivitas nelayan di pelabuhan yang tinggi juga menjadi potensi sumber logam Pb sehingga kadar logam Pb di

Laut Lekok juga termasuk dalam kategori tercemar (Purba dkk., 2024). Sementara itu, logam Fe perairan laut Lekok termasuk dalam kategori tidak tercemar, karena hasil konsentrasinya yang masih di bawah standar baku mutu yang ditetapkan, yaitu sebesar 1,251 mg/l. Namun, meskipun kadar logam berat Fe masih tergolong aman, perlu dilakukan observasi lebih lanjut untuk mencegah adanya peningkatan polutan logam Fe di lingkungan perairan. Perbandingan kadar logam berat Fe, Pb, dan Cd pada perairan Laut Lekok telah tersaji dalam gambar 4.1



Gambar 4.1 Perbandingan konsentrasi Cd, Fe, Pb pada air Laut Lekok

Data yang disajikan oleh diagram perbandingan di atas, memperlihatkan adanya perbedaan kadar logam Fe, Pb, dan Cd di perairan Laut Lekok. Konsentrasi ketiga jenis logam berat tersebut apabila diurutkan dari konsentrasi tinggi ke rendah, yaitu Fe (1,251 mg/l), Pb (0,307 mg/l), dan Cd (0,033 mg/l). Melihat dari data tersebut, terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab dari perbedaan tingkat konsentrasi logam berat, seperti karakteristik perairan dan

sumber polutan, maupun parameter fisika kimia perairan laut (Suryono dkk., 2023).

Logam besi (Fe) memiliki konsentrasi paling tinggi dibandingkan logam Cd dan Pb, yaitu sebesar 1,251 mg/l. Umumnya, logam berat Fe di perairan dapat bersumber dari perkaratan badan kapal laut, bangunan dari besi, dan tiang pancang di pelabuhan (Supriyantini & Endrawati, 2015), atau pengikisan bebatuan mineral akibat hempasan gelombang laut (Fiskanita dkk., 2015; Filipkowska dkk., 2018; Muslikah dkk., 2019). Aktivitas manusia di daratan turut mempengaruhi keberadaan logam Fe di perairan laut, seperti pembuangan limbah sisa pencucian peralatan industri yang mengandung unsur besi dan limbah rumah tangga ke perairan laut (Suastuti dkk., 2021), maupun kegiatan bongkar muat barang di pelabuhan, terlebih posisi perairan untuk pengambilan sampel berdekatan dengan pelabuhan timur PLTG. Selain itu, adanya masukan aliran Sungai Rejoso yang membawa limbah domestik maupun limbah industri juga menjadi penyebab dari terakumulasinya polutan logam Fe di perairan laut (Aris dkk., 2018; Isroni & Maulida, 2022; Suastuti dkk., 2021).

Meskipun logam Fe memiliki konsentrasi yang besar, tetapi kadarnya masih berada jauh di bawah nilai baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga termasuk dalam kategori tidak tercemar. Nilai baku mutu Fe yang besar dapat diduga karena mempertimbangkan karakteristik logam Fe sekaligus faktor keberadaannya yang melimpah tersedia di alam (Velda dkk., 2023). Secara alamiah, logam berat memang telah tersedia di dalam air laut yang menjadi komponen alami pada lapisan kerak bumi, tetapi dengan konsentrasi yang sangat kecil (Kumar dkk.,

2013; Ishak dkk., 2014). Hal ini juga didukung dengan pernyataan Maslukah., dkk (2019) yang menyatakan bahwa logam Fe banyak ditemukan pada mineral hematite, magnetite, taconite, dan pyrite. Selain itu, logam berat juga dapat bersumber dari sisa aktivitas vulkanik, *upwelling*, maupun atmosfer yang terlarut ke badan perairan (Peng dkk., 2018; Alisa dkk., 2020).

Penetapan standar baku mutu Fe yang tinggi juga diduga karena logam Fe termasuk dalam kelompok logam esensial atau dibutuhkan dalam jumlah sedikit di dalam tubuh dan menjadi berbahaya apabila memiliki konsentrasi yang besar karena sifatnya yang sulit terurai dan mudah terakumulasi di lingkungan perairan (Gusfiesi dkk., 2019; Zhu dkk., 2020). Menurut Sudarmaji., dkk (2020) menyatakan bahwa logam berat yang termasuk esensial adalah Zn, Cu, Fe, Co, dan Mn. Logam Fe terlibat dalam proses metabolisme tubuh, terutama untuk oksidasi enzim cytochrome dan pigmen pernapasan atau hemoglobin (Ika dkk., 2012; Olgunoglu & Olgunoglu, 2016; Riqoeni, 2020).

Tingkat konsentrasi logam berat tertinggi kedua dan ketiga berturut-turut dimiliki oleh logam Pb (timbal) yaitu sebesar 0,307 mg/l dan Cd (cadmium) sebesar 0,033 mg/l yang dikategorikan tercemar karena melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan. Pesisir Lekok yang menjadi bagian dari daerah Pasuruan yang memiliki berbagai macam industri dapat menjadi faktor tingginya logam berat (Herawati dkk., 2023). Selain itu, pesisir Lekok menjadi daerah yang aktif, terutama karena sebagian besar mata pencaharian masyarakat di sekitarnya yang juga bergerak di bidang perikanan (Ulinuha dkk., 2022) yang ditandai dengan adanya beberapa pelabuhan atau dermaga sebagai tempat pertambatan kapal.

Aktivitas nelayan di perairan laut dapat dipastikan terjadi adanya tumpahan saat penggantian bahan bakar minyak yang menjadi sumber logam Pb dan Cd (Amin dkk., 2011; Permanawati dkk., 2013). Hal ini juga 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 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Tiap satu liter bensin yang memiliki angka oktan 87 dan 98 mengandung 0,70 gram senyawa Pb tetraetil dan 0,84 gram tetrametil Pb (Gusnita, 2012). Senyawa tersebut berguna untuk menambah bilangan oktan dan anti pemecah minyak (Rizkiana dkk., 2017; Suprihatin dkk., 2022). Namun, hasil pembakaran minyak seperti gas maupun debu beracun yang mengandung timbal tetraetil akan terlepas ke atmosfer kemudian jatuh terlarut ke badan perairan dan merusak lingkungan (Hidayati dkk., 2014; Prihati dkk., 2020).

Selain tumpahan minyak dan buangan gas beracun, dampak negatif yang ditimbulkan oleh kapal nelayan yaitu ketika terjadi korosi dari cat dinding kapal sehingga menyebabkan terlepasnya kadmium yang memasuki badan perairan sehingga menjadi sumber polutan logam Cd (Noviansyah dkk., 2021). Masukan aliran dari Sungai Rejoso yang bermuara ke Laut Lekok membawa limbah industri, domestik, dan pertanian juga disinyalir turut menyumbang keberadaan polutan logam Cd. Hal ini didukung oleh pernyataan Muttaqin., dkk (2020); Putri., dkk (2024) bahwa limbah pertanian, industri, dan domestik yang terbawa sepanjang aliran sungai dapat meningkatkan konsentrasi logam Cd di perairan.

Terjadinya pencemaran logam berat di perairan laut akibat aktivitas manusia rupanya juga menjadi perhatian dalam kalam Allah. Terdapat beberapa ayat Al-Quran yang bahkan telah banyak menjelaskan tentang perintah agar tidak berbuat kerusakan, karena sejatinya lingkungan maupun alam adalah tempat bagi manusia untuk hidup dan saling berdamai. Salah satu ayat Allah yang menjelaskan tentang hal tersebut adalah Q.S. Al-A'raf ayat 56 sebagaimana berikut:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan harapan. Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”. (Q.S. Al-A'raf [7]: 56)

Dalam tafsir Al-Mishbah, ayat tersebut telah menyebutkan “*dan janganlah kamu membuat kerusakan di bumi sesudah Allah memperbaikinya*” menunjukkan sebuah perintah kepada manusia untuk tidak membuat kerusakan lingkungan. Allah SWT telah menciptakan alam semesta dengan seimbang dan sebaik-baiknya untuk mencukupi kebutuhan manusia. Namun seringkali manusia menuruti hawa nafsu memuaskan keinginannya dengan berbuat kerusakan. Merusak setelah diperbaiki merupakan perbuatan yang sangat buruk dibandingkan ketika merusak sebelum diperbaiki. Oleh karena itu, ayat ini secara jelas menegaskan larangan berbuat kerusakan, baik sebelum maupun sesudah diperbaiki karena hal tersebut adalah perbuatan yang sangat tercela (Shihab, 2005).

Tinggi rendahnya konsentrasi logam berat di lingkungan perairan selain disebabkan oleh limbah antropogenik, juga dipengaruhi oleh faktor kualitas perairan yang ditinjau dari parameter fisika kimianya (Setyaningrum dkk., 2018).

Hal ini merujuk pada pernyataan Suryono., dkk (2023) bahwa parameter suhu, pH, dan salinitas berpengaruh pada tingkat toksisitas logam berat di perairan.

Pengukuran suhu, pH, dan salinitas air laut telah tersaji dalam tabel 4.2

Tabel 4.2 Parameter kualitas air Laut Lekok

Titik Pengambilan Sampel	Parameter Kualitas Air		
	Suhu (°C)	pH	Salinitas (ppt)
Titik 1	26,2	8,46	32
Titik 2	26,6	8,59	34
Titik 3	26,8	8,62	34
Rata-Rata	26,5	8,5	33,3
Baku Mutu Kualitas 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.

Hasil pengukuran suhu air permukaan yang dilakukan selama pengamatan menunjukkan bahwa suhu pada ketiga titik lokasi antara 26,2 - 26,8°C. Hal tersebut menandakan keadaan suhu yang diperoleh cenderung relatif sama antara ketiga titik pengamatan. Berdasarkan baku mutu air laut untuk biota laut yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 bahwa rata-rata suhu perairan laut Lekok (26,5°C) berada di bawah kisaran normal (28-32°C). Suhu memegang peran penting dalam kelarutan logam di perairan laut (Suastuti dkk., 2021). Apabila suhunya tinggi dapat meningkatkan kelarutan logam berat di perairan laut, begitu pula sebaliknya (Alisa dkk., 2020). Suhu perairan yang relatif dingin menyebabkan adsorpsi logam berat pada partikulat menjadi meningkat dan mengendap ke dasar perairan (Darmokoesoemo, 2019).

Hasil pengukuran pH air laut yang dilakukan selama pengamatan menunjukkan bahwa pH pada ketiga titik lokasi antara 8,46-8,62. Berdasarkan baku mutu air laut untuk biota laut yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 bahwa rata-rata pH air Laut Lekok (8,5) berada pada kisaran normal (7-8,5). Tingkat asam basa pH perairan laut berpengaruh terhadap konsentrasi dan kelarutan logam berat dalam perairan (Suryono dkk., 2023). Tingkat pH perairan yang tinggi (basa) dapat mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang akan berikatan dengan partikel perairan dan terjadi pengendapan logam berat dalam sedimen, serta penurunan konsentrasi dan kelarutan logam berat di perairan (Usman dkk., 2013). Namun, apabila pH perairan rendah (asam) logam berat akan mudah terlarut dan tersebar di badan perairan, sehingga konsentrasi logam berat meningkat (Rohmah dkk., 2023).

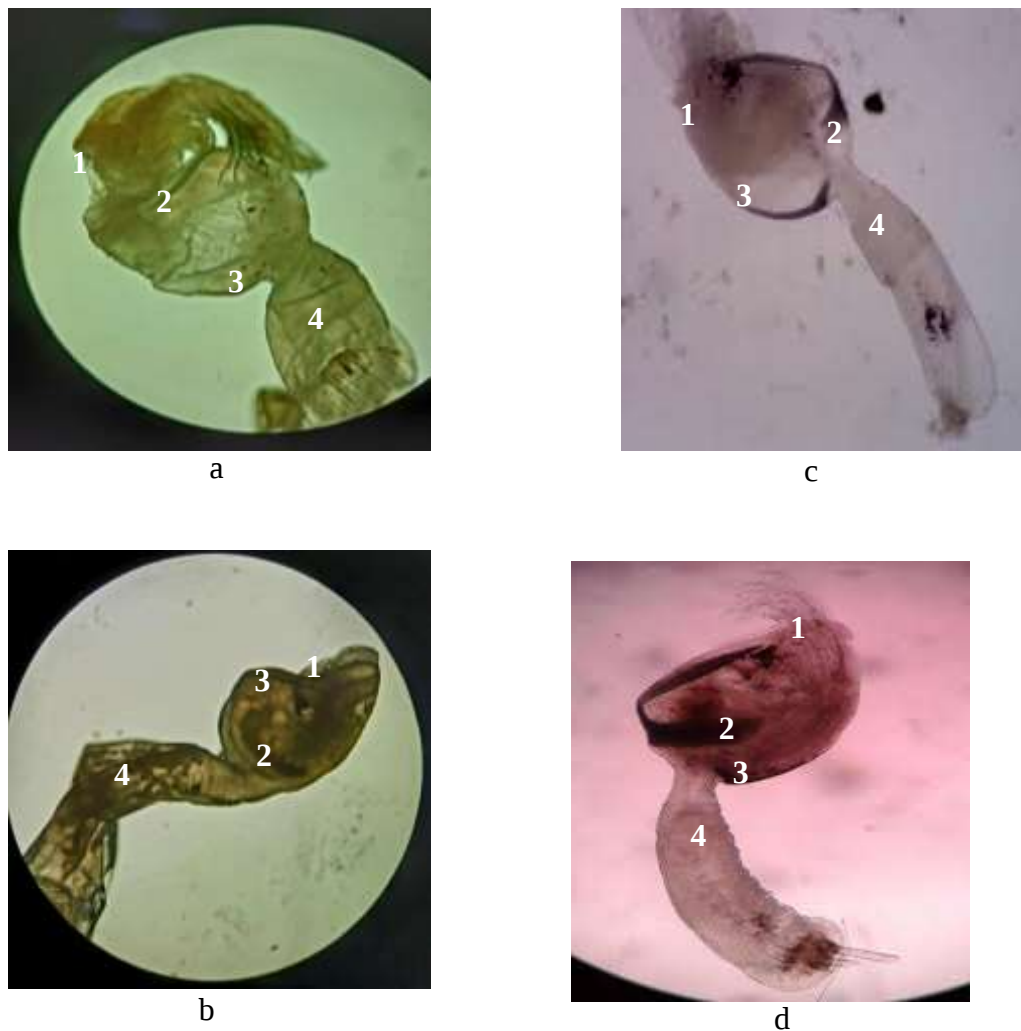
Hasil pengukuran salinitas air laut yang dilakukan selama pengamatan menunjukkan bahwa salinitas pada ketiga titik lokasi antara 32-34 ppt. Berdasarkan baku mutu air laut untuk biota laut yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 bahwa rata-rata salinitas Laut Lekok berada pada kisaran normal (33-34 ppt). Tinggi rendahnya salinitas air laut memberikan pengaruh pada tingkat kelarutan dan konsentrasi logam berat (Alisa dkk., 2020). Ion klorida yang tinggi akan bereaksi dengan ion logam berat dan membentuk senyawa klorida, sehingga konsentrasi logam berat dalam perairan menjadi berkurang (Putri dkk., 2014). Sebaliknya, jika salinitas air laut rendah maka tingkat konsentrasi logam berat menjadi meningkat.

Adanya polutan logam berat yang terakumulasi hingga masuk dalam taraf kategori tercemar, tentu akan membawa dampak yang berbahaya tidak hanya menurunkan kualitas perairan, namun juga mengancam kehidupan biota di dalamnya (Putri dkk., 2024). Logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) merupakan jenis logam yang tidak dibutuhkan oleh tubuh, sehingga kehadirannya bersifat racun dan merugikan bagi makhluk hidup. Polutan logam Pb yang mencemari perairan apabila terpapar pada biota air seperti ikan dan rajungan, maka logam tersebut akan berikatan dengan komponen seluler penting seperti kelompok protein, sehingga mengganggu proses metabolisme dan kehidupan organisme tersebut (Purbonegoro, 2017). Sementara itu, logam berat kadmium apabila masuk ke dalam tubuh organisme, akan berikatan dengan enzim dan protein spesifik yang diperlukan untuk fungsi seluler, sehingga akan bersaing dengan zat penting lain dalam tubuh untuk pemeliharaan dan kelanjutan fungsi sel (Herawatia dkk., 2021).

4.2 Spesies Parasit *Octolasmis* yang Menginfeksi Rajungan

Hasil pemeriksaan yang telah dilakukan selama pembedahan dan observasi terhadap 30 individu rajungan menunjukkan bahwa parasit *Octolasmis* sp. hanya menginfeksi pada bagian organ insang rajungan saja sebagai mikrohabitatnya, karena insang menyediakan nutrisi yang dibutuhkan oleh *Octolasmis* untuk tetap hidup dan berkembang biak. Irvansyah., dkk (2012) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi *Octolasmis* dominan ditemukan pada insang inang adalah siklus hidupnya yang membutuhkan nutrisi lebih banyak. Hal tersebut juga didukung dengan karakteristik insang sebagai organ yang paling banyak dialiri

pembuluh darah, sehingga *Octolasmis* cenderung menginfeksi insang untuk mendapat kebutuhan energi yang tinggi (Helfiani dkk., 2023) Parasit *Octolasmis* sp. dapat menginfeksi insang rajungan dengan melalui rongga respirasi dan langsung menyerang permukaan insang dengan cara menempel dan menancapkan bagian *attachment part* pada filamen insang (Suherman, 2013; Aris dkk., 2018; Khattab, 2017).



Gambar 4.2 Hasil identifikasi morfologi pada perbesaran 40x (a) *Octolasmis angulata* (b) *Octolasmis cor*, (c) *Octolasmis angulata*, dan (d) *Octolasmis cor* (Wardhani dkk., 2018). Bagian-bagian morfologi *Octolasmis* : (1) *tergum*, (2) *scutum*, (3) *carina*, (4) *peduncle*

Hasil observasi dan identifikasi parasit Octolasmis yang menginfeksi rajungan jantan dan betina menunjukkan bahwa jenis Octolasmis yang ditemukan hanya terdiri dari dua jenis saja, yaitu *O. angulata* dan *O. cor*. Identifikasi jenis parasit Octolasmis tersebut didasarkan pada perbedaan bentuk morfologi anggota tubuhnya (Jeffries dkk., 1991). Hasil pengamatan dan identifikasi parasit Octolasmis telah tersaji dalam gambar 4.2

Secara morfologi, struktur utama tubuh parasit Octolasmis secara umum terdiri dari *peduncle*, *tergum*, *capitulum*, *scutum*, dan *carina* (Suherman dkk., 2022). *Peduncle* berfungsi sebagai kaki untuk membantu penempelan tubuh pada inang. *Tergum* bertindak sebagai mulut yang berfungsi untuk jalan masuknya nutrisi makanan yang diserap. *Capitulum* berperan sebagai lambung untuk menghancurkan dan mencerna nutrisi makanan. *Scutum* berfungsi sebagai usus untuk penyerapan nutrisi makanan. *Carina* berfungsi sebagai pelapis organ bagian dalam (Jeffries dkk., 2005).

Mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Jeffries., dkk (1991), unsur yang membantu untuk menentukan jenis Octolasmis dapat dilihat melalui perbedaan bentuk serta jumlah dari beberapa organ utamanya, yaitu *tergum*, *scutum*, dan *carina* (Herlinawati dkk., 2017). *O. angulata* memiliki *tergum* yang lebih mencolok, 2 cabang *scutum* dengan ujung meruncing dan membentuk seperti huruf L yang tipis, serta *carina* lebih tipis (Yusgita dkk., 2019). Umumnya, *capitulum* pada *O. angulata* dilengkapi dengan cluster yang berbentuk seperti sisir bulu (Helfiani dkk., 2023). Selain itu, juga ditemukan permukaan

bertitik pada bagian *peduncle* (Herlinawati dkk., 2017) seperti yang terlihat dalam gambar 4.4

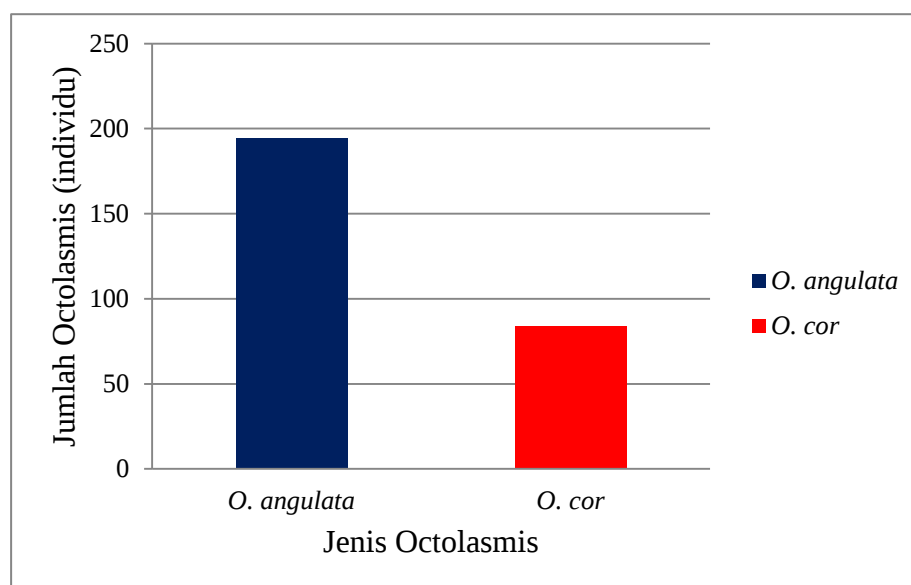
O. cor memiliki *capitular* berbentuk oval terlindungi cangkang batu kapur, *tergum* yang tidak terlalu mencolok, 1 *carina* yang sempit, dan 2 *scutum* yang ujungnya lebih lebar dibandingkan dengan *O. angulata* (Suherman dkk., 2022). Umumnya, spesies ini tidak dilengkapi dengan *cluster* berbentuk sisir bulu seperti halnya yang dimiliki oleh *O. angulata*. Namun, pada bagian *peduncle* juga ditemukan permukaan bertitik seperti yang dimiliki oleh *O. angulata* (Herlinawati dkk., 2017).

Hasil pemeriksaan dan identifikasi parasit *Octolasmis* yang hanya terdiri dari 2 jenis saja ini serupa dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ihwan., dkk (2015) di Malaysia yang hanya menemukan *Octolasmis angulata* dan *Octolasmis cor*. Namun, pada penelitian yang telah dilakukan oleh Jeffries., dkk (2005) melaporkan bahwa terdapat 6 spesies *Octolasmis* di perairan Thailand, yaitu *O. angulata*, *O. lowei*, *O. neptuni*, *O. tridens*, *O. warwickii*. Melalui data tersebut, disimpulkan bahwa diversiti genus *Octolasmis* di perairan Laut Lekok sama dengan di perairan Malaysia, tetapi lebih rendah apabila dibandingkan dengan perairan Thailand. Hal tersebut dikarenakan penelitian yang dilakukan oleh Jeffries., dkk (2005) menggunakan sampel dari beragam jenis *crustacean* sebagai objek penelitian mulai dari jenis kepiting families *Menippidae* dan *Portunidae* hingga lobster families *Scyllaridae* sehingga berpotensi besar ditemukan lebih dari 2 spesies *Octolasmis*. Sementara itu, penelitian ini hanya menggunakan rajungan

(*Portunus pelagicus*) sebagai objek penelitian, sehingga hanya ditemukan 2 spesies *Octolasmis* saja

4.3 Tingkat Infeksi (Prevalensi dan Intensitas) *Octolasmis* spp. yang Menginfeksi Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Setelah dilakukan observasi dan identifikasi jenis parasit *Octolasmis*, dilakukan penghitungan jumlah individu tiap jenis *Octolasmis* yang telah disajikan dalam gambar 4.3



Gambar 4.3 Diagram perbandingan jumlah parasit *Octolasmis* spp.

Hasil perbandingan jumlah *Octolasmis* sp. pada gambar 4.5 menunjukkan angka yang berbeda. Jenis parasit *O. angulata* memiliki jumlah paling besar, yaitu 194 individu. Sementara itu, *O. cor* memiliki jumlah yang lebih kecil, yaitu 84 individu. Data tersebut menunjukkan bahwa jumlah populasi *O. angulata* lebih dominan apabila dibandingkan dengan *O. cor*.

Keberadaan parasit *O. angulata* yang dominan dibandingkan *O. cor* pada rajungan diduga dapat dipengaruhi oleh kecenderungan parasit *Octolasmis* spp. dalam memilih inang atau *host* spesifik sebagai tempat hidupnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Jeffries., dkk (2005) yang menjelaskan bahwa umumnya parasit *Octolasmis* menginfeksi pada lebih dari satu spesies dan hanya sedikit yang memiliki inang spesifik. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa memang telah ditemukan jenis parasit *O. angulata* dan *O. cor* pada rajungan, tetapi spesies *O. angulata* memiliki jumlah yang lebih besar (194 individu) dibandingkan dengan spesies *O. cor* (84 individu). *O. cor* lebih banyak memilih kepiting jenis kepiting bakau (*Scylla serrata*) daripada rajungan sebagai inang spesifiknya, sementara itu *O. angulata* kurang memiliki inang yang spesifik dan dapat ditemukan pada berbagai jenis kepiting yang meliputi 16 spesies decapoda (Wardhani dkk., 2018) sehingga tingkat keberadaannya pada rajungan jauh lebih tinggi.

Penghitungan tingkat infeksi *Octolasmis* spp. ditinjau dari angka prevalensi dan intensitas dari kedua jenis parasit *Octolasmis*. Melalui data penghitungan tersebut menunjukkan bahwa dari total 30 individu rajungan diketahui sebanyak 19 individu rajungan telah terinfeksi *Octolasmis* sp. dan sebanyak 11 individu rajungan bebas dari infeksi *Octolasmis* spp. Angka prevalensi dan intensitas akan menunjukkan tingkat keparahan *Octolasmis* dalam menginfeksi rajungan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pakaya., dkk (2022) bahwa tingkat infestasi atau penularan parasit *Octolasmis* pada inang dapat diketahui melalui prevalensi dan intensitas parasit.

Table 4.3 Hasil penghitungan tingkat prevalensi *Octolasmis* spp.

Jenis <i>Octolasmis</i>	Prevalensi (%)	Kategori (Schmidt, 2008)
<i>Octolasmis angulata</i>	63,3	Prevalensi Sedang
<i>Octolasmis cor</i>	63,3	Prevalensi Sedang

Prevalensi merupakan presentase jumlah populasi inang yang terserang suatu parasit. Penghitungan prevalensi dapat membantu peneliti untuk mengetahui presentase inang yang terinfeksi oleh parasit (Pakaya dkk., 2022). Angka prevalensi *O. angulata* dan *O. cor* memiliki nilai yang sama, yaitu sebesar 63,3%, yang berarti diduga sebanyak 63,3% dari populasi rajungan perairan Laut Lekok terinfeksi oleh *O. angulata* dan *O. cor*. Merujuk pada kategori prevalensi serangan parasit oleh Schmidt (2008), dapat diindikasikan bahwa prevalensi parasit *O. angulata* dan *O. cor* termasuk dalam kategori prevalensi sedang, karena berada pada rentang kisaran antara 30-65%. Angka tersebut menandakan parasit *Octolasmis* menyebabkan rajungan menjadi stres, tetapi tidak sampai menimbulkan terjadinya kematian.

Table 4.4 Hasil penghitungan tingkat intensitas *Octolasmis* spp.

Jenis <i>Octolasmis</i>	Intensitas (ind/ekor)	Kategori (Yulanda dkk., 2017)
<i>Octolasmis angulata</i>	10,211	Intensitas Sedang
<i>Octolasmis cor</i>	4,421	Intensitas ringan

Intensitas parasit atau yang disebut dengan nilai rata-rata individu parasit merupakan penghitungan yang dilakukan untuk membantu peneliti dalam memberikan gambaran terhadap kondisi atau level infeksi parasit pada inang dengan satuan berupa individu per ekor (Hasni dkk., 2020; Indarto dkk., 2021). Sesuai dengan hasil yang telah tersaji dalam tabel 4.5, angka intensitas pada kedua jenis parasit *Octolasmis* yang menginfeksi rajungan menunjukkan hasil yang

berbeda. *O. angulata* memiliki angka intensitas yang lebih tinggi (10,211 ind/ekor) apabila dibandingkan dengan intensitas pada *O. cor* (4,421 ind/ekor).

Merujuk pada kategori intensitas serangan parasit oleh Yulanda., dkk (2017), dapat diindikasikan bahwa intensitas parasit *O. angulata* termasuk dalam kategori intensitas sedang, karena berada pada rentang kisaran antara 6-50 ind/ekor. Angka tersebut menandakan parasit *O. angulata* menyebabkan rajungan menjadi stres, tetapi tidak sampai menimbulkan terjadinya kematian. Hal ini sesuai dengan pernyataan William., dkk (1996) bahwa apabila angka intensitas parasit sekitar 6-55 ind/ekor, maka termasuk dalam kategori intensitas sedang. Dampak yang ditimbulkan dari intensitas parasit sedang adalah inang yang terinfeksi akan mengalami kondisi stres, tetapi tidak sampai menimbulkan kematian (Irvansyah dkk., 2012).

Berbeda dengan *O. angulata*, intensitas *O. cor* memiliki nilai yang lebih kecil yaitu 4,421 ind/ekor, sehingga dapat dikatakan termasuk intensitas ringan. Angka tersebut menandakan bahwa infeksi oleh parasit *O. cor* belum menjadi ancaman yang besar terhadap kehidupan rajungan. Hal ini juga didukung dengan pernyataan Ganon dan Wheatly (1992) bahwa intensitas parasit yang rendah tidak berpengaruh besar terhadap kehidupan organisme inangnya, sedangkan intensitas yang tinggi akan berbahaya terhadap kelangsungan hidup inang karena peningkatan luas permukaan insang yang diinfeksi oleh parasit.

Infestasi atau infeksi parasit *Octolasmis* spp. pada rajungan sampai dengan jumlah tertentu, akan menimbulkan beberapa dampak negatif bagi kehidupan rajungan yang bertindak sebagai inang terutama pada kondisi tubuhnya. Sesuai

dengan karakteristik *Octolasmis* sebagai organisme parasit yang memiliki prinsip hidup menumpang dan menyesuaikan diri pada inangnya dan bersifat merugikan disebabkan mengambil makanan serta merusak tubuh inang (Suherman, 2022). Hasil pengamatan pada penelitian ini menunjukkan bahwa *Octolasmis* spp. hanya menyerang pada bagian organ insang rajungan, sehingga organ tersebut telah mengalami perubahan kondisi morfologi apabila dibandingkan dengan organ insang rajungan yang masih sehat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Aris., dkk (2018) bahwa rajungan yang terinfeksi parasit *Octolasmis* akan terjadi kerusakan pada insangnya hingga berakibat pada terganggunya proses penapasan dan penurunan sistem kekebalan rajungan.



Gambar 4.4 Morfologi insang rajungan yang rusak terinfeksi *Octolasmis*.(a) insang rajungan hasil pembedahan, (b) insang rajungan terinfeksi *Octolasmis* (Pakaya dkk., 2022)

Terlihat pada gambar 4.4 di atas, insang rajungan yang terinfeksi *Octolasmis* spp. tampak berwarna abu-abu hingga kehitaman dipenuhi oleh koloni parasit *Octolasmis* spp yang menancap di permukaan insang. Insang rajungan yang mengalami perubahan warna menjadi abu-abu hingga kehitaman tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi nekrosis atau kerusakan sel pada insang

(Prastowo dkk., 2022). Nekrosis merupakan proses degenerasi yang menyebabkan sel mengalami kerusakan hingga kematian secara bersamaan dengan pecahnya membran plasma (Triadayani dkk., 2010). Kerusakan insang rajungan juga dapat disebabkan oleh terjadinya hemoragi, yaitu darah yang keluar dari pembuluh darah menuju tubuh maupun ke dalam jaringan tubuh karena adanya pemecahan pembuluh darah (Bahtiar dkk., 2024). Dampak yang ditimbulkan adalah insang menjadi rawan terpapar benda asing sehingga terjadi kerusakan (Mahasri dkk., 2008).

Infeksi *Octolasmis* yang berkepanjangan mengakibatkan rajungan mengalami gangguan pernafasan, daya mobilitas menjadi rendah, kemampuan mencari makan menurun, hingga terjadi kematian (Atherley dkk., 2020). Hal ini juga diperkuat oleh Gannon & Wheatly (1992) yang menyatakan bahwa parasit *Octolasmis* yang menempel pada insang, berdampak terhadap gangguan pernafasan dan kematian pada inang. Namun, apabila intensitas *Octolasmis* masih termasuk dalam kategori rendah, tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap proses respirasi, sehingga belum menjadi ancaman besar bagi kelangsungan hidup rajungan (Suherman, 2022).

4.4 Hubungan Antara Konsentrasi Logam Berat Fe, Cd, Pb pada Air Laut dengan Tingkat Infeksi *Octolasmis* spp. pada Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Mengacu pada hasil pengamatan, pemeriksaan, dan penghitungan parasit *Octolasmis* pada rajungan serta analisis kandungan logam berat pada air Laut Lekok, telah menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut disinyalir memiliki hubungan yang saling berkaitan. Hasil penelitian mengenai hubungan akumulasi

logam berat Fe, Cd, dan Pb air laut dengan tingkat infeksi *Octolasmis* telah tersaji dalam tabel 4.5.

Table 4.5 Hasil analisis Korelasi Pearson hubungan logam berat dan tingkat infeksi *Octolasmis* spp.

Jenis Logam Berat	Tingkat Infeksi <i>Octolasmis</i>	Keterangan (Widodo dkk., 2023)
Fe	0,148	Keterkaitan sangat rendah
Cd	0,451	Keterkaitan cukup
Pb	0,153	Keterkaitan sangat rendah

Merujuk pada tabel 4.7 hasil analisis hubungan konsentrasi logam berat Fe, Pb, Cd dengan tingkat infeksi *Octolasmis* pada rajungan menggunakan uji korelasi pearson memperlihatkan adanya korelasi positif antara keduanya. Data tersebut menandakan bahwa penurunan kualitas lingkungan perairan oleh polutan logam berat menjadi salah satu faktor pemicu terjadinya infeksi ektoparasit, termasuk *Octolasmis* pada rajungan (Hasni dkk., 2020; Tellez & Merchant, 2015). Terlebih rajungan merupakan salah satu jenis organisme yang rentan terpapar logam berat karena mengalami kontak langsung dengan air dan sedimen yang menjadi habitatnya (Nur dkk., 2021). Rajungan yang terus menerus terpapar logam berat dari perairan akan menyebabkan proses metabolismenya terganggu, serta penurunan daya tahan tubuh yang menjadi sebab mudahnya terinfeksi *Octolasmis* (Irvansyah dkk., 2012; Heirina dkk., 2021).

Timbulnya parasit *Octolasmis* pada rajungan di perairan yang terkontaminasi logam berat tentu menjadi contoh dari dampak negatif yang ditimbulkan. Lingkungan yang telah rusak akan memberikan timbal balik bagi biota maupun manusia sebagai konsekuensinya sekaligus sebagai pelajaran untuk memelihara

dengan baik lingkungan dan alam yang telah diberikan-Nya. Hal ini sesuai dengan Q.S Al-Hijr ayat 19-20 sebagaimana berikut:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رُوسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ ۝ ١٩ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَاشٍ وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرُزْقِينَ ۝ ٢٠

Artinya: “Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (Kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezeki kepadanya”. (Q.S. Al-Hijr [15]: 19-20).

Dalam tafsir Al-Mishbah ayat tersebut menerangkan bahwa Allah SWT telah menghamparkan bumi, menegakkan gunung dan menumbuhkan tanaman, serta menciptakan segala sesuatu menurut ukuran (seimbang) untuk kesejahteraan manusia, maka manusia harus bertanggung jawab untuk mengelola dan memanfaatkan sumber daya alam berdasarkan asas berkelanjutan untuk mencapai kesejahteraan dan dapat memenuhi kebutuhan hidupnya. Masalah lingkungan adalah masalah bagi kita semua, sehingga apabila terjadi permasalahan kerusakan yang mengakibatkan lingkungan menjadi tidak lagi dalam kondisi seimbang, maka konsekuensinya juga akan dirasakan oleh semua makhluk hidup yang tinggal di dalamnya, baik manusia, hewan, dan tumbuhan (Shihab, 2005).

Tingkat kekuatan korelasi antara tingkat infeksi Octolasmis dengan masing-masing jenis logam berat memiliki hasil yang berbeda-beda. Logam berat Cd berkorelasi cukup kuat dengan tingkat infeksi Octolasmis apabila dibandingkan dengan kedua logam lainnya, yaitu sebesar 0,451. Hal tersebut dapat mengindikasikan semakin tinggi konsentrasi logam Cd pada air laut, maka semakin tinggi pula potensi infeksi Octolasmis pada rajungan. Sementara itu,

logam Pb dan Fe secara berturut-turut memiliki nilai korelasi sebesar 0,153 dan 0,148 yang berarti berkorelasi positif dengan tingkat infeksi Octolasmis, namun tidak terlalu kuat pengaruhnya dibandingkan dengan logam Cd. Terdapat beberapa faktor yang diduga menjadi penyebab terjadinya hal tersebut, seperti tingkat toksisitas logam berat dan efek fisiologis yang ditimbulkan logam berat terhadap rajungan.

Faktor pertama adalah tingkat toksisitas atau sifat racun logam berat. Menurut Sudarmaji., dkk (2020) 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 dan mengancam kehidupan biota di dalamnya serta berpotensi terhadap munculnya penyakit pada organisme seperti infeksi parasit. Hal ini sejalan dengan pernyataan Tellez & Menrchant (2015) bahwa penurunan kualitas perairan akibat polutan logam berat dan limbah rumah tangga menjadi salah satu faktor penyebab munculnya penyakit berupa infeksi parasit pada organisme. Menurut pada penjelasan tersebut disinyalir menjadi penyebab dari logam Cd memiliki nilai korelasi positif dengan tingkat infeksi Octolasmis yang paling besar dibandingkan dengan logam Fe dan Pb.

Faktor kedua adalah efek atau dampak fisiologis tubuh akibat terpapar logam berat di lingkungan perairan. Polutan logam Cd yang telah masuk dalam kategori

tercemar di perairan mempengaruhi adanya potensi penyerapan oleh organisme akuatik, khususnya rajungan sehingga terjadi proses bioakumulasi, yaitu bahan kimia yang terdapat di dalam tubuh akan terus meningkat di setiap tahap rantai makanan (Putri dkk., 2024). Polutan logam Cd di perairan dengan toksisitas yang tinggi dan terus terserap dalam tubuh organisme, akan berikatan dengan enzim dan protein spesifik yang diperlukan untuk fungsi seluler, sehingga akan bersaing dengan zat penting lain dalam tubuh untuk pemeliharaan dan kelanjutan fungsi sel (Herawatia dkk., 2021). Dampak yang ditimbulkan apabila dibiarkan dalam waktu jangka panjang adalah logam berat tersebut akan mengganggu metabolisme hingga mempengaruhi sistem kekebalan tubuh. Hal ini sejalan dengan pernyataan Li., dkk (2015) bahwa logam berat yang terakumulasi akan menyebabkan dampak patofisiologis, seperti gangguan kekebalan tubuh.

Selayaknya dengan organisme lain, rajungan sebagai kelompok hewan invertebrata tentu memiliki sistem kekebalan tubuh non spesifik untuk menjaga diri dari segala bentuk ancaman dan tekanan seperti patogen (Liu dkk., 2021). Umumnya, hemosit digunakan sebagai komponen dalam darah yang berperan penting dalam fagositosis dan aglutinasi, pembekuan hemolimfa, serta bertindak dalam respon imun (Gallo dkk., 2011). Namun, sejumlah polutan seperti logam berat Pb yang terpapar masuk ke dalam tubuh akan mengganggu proses fisiologis dan bersifat toksik terhadap imunitas tubuh (Needleman, 2004). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Xu., dkk (2014) bahwa kepiting *Charybdis japonica* yang terpapar Pb dalam jangka panjang, THC (*Total Hemocyte Count* atau jumlah total hemosit) dalam tubuhnya mengalami penurunan, sehingga

menunjukkan bahwa sistem imun kepiting terhambat oleh paparan Pb dalam jangka panjang. Selain itu, paparan logam berat Pb dapat mengubah ekspresi gen yang berhubungan dengan sistem kekebalan menjadi stres dan terganggu, khususnya saat ekspresi metallothionein (MTs) yang berguna untuk detoksifikasi logam (Himalaya dkk., 2022; Gao dkk., 2012; Timo dkk., 2016).

Serupa dengan Pb, logam kadmium (Cd) juga dapat menyebabkan sejumlah perubahan kondisi fisiologis pada krustasea, khususnya rajungan seperti osmoregulasi hemolimfa (Soegianto dkk., 2023) maupun viabilitas hemosit (Snyman & Odendaal, 2009). THC dapat mengalami penurunan dapat dipengaruhi oleh terhambatnya proses mobilisasi hemosit disebabkan xenobiotic atau stresor (Jussila dkk., 1997). Logam Cd yang masuk ke dalam tubuh bertindak sebagai stresor yang mengganggu jaringan hematopoietik sebagai tempat produksi dan penyimpanan hemosit (Datta dkk., 2000). Hal ini juga didukung oleh pernyataan Sahul., dkk (2006) bahwa kerusakan jaringan hematopoietik seperti apoptosis dapat menyebabkan THC menjadi menurun. Penelitian yang telah dilakukan oleh Qin., dkk (2012) menunjukkan bahwa paparan Cd pada kepiting *Sinopotamon henanense* menyebabkan kerusakan pada hemosit serta penurunan THC.

Melalui penjelasan yang telah disampaikan sebelumnya, maka menunjukkan bahwa logam Pb dan Cd memang termasuk dalam kelompok logam berat beracun yang dapat mempengaruhi fisiologi dan kekebalan tubuh organisme perairan, khususnya kelompok krustasea seperti kepiting atau rajungan (Qin dkk., 2012; Xu dkk., 2019). Kedua logam tersebut telah terbukti memberikan efek penurunan terhadap jumlah total hemosit (THC) pada kepiting yang berfungsi untuk

mengetahui status kesehatan krustasea (Le Moullac & Haffner, 2000). Secara keseluruhan, paparan logam Pb dan Cd dapat mengganggu proses metabolisme serta imunitas sehingga meningkatkan kerentanan kepiting atau rajungan terhadap penyakit maupun parasit, termasuk *Octolasmis* (Irvansyah dkk., 2012).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisis konsentrasi logam berat Fe, Cd, dan Pb pada air Laut Lekok secara berturut-turut yaitu sebesar 1,251 mg/l, 0,033 mg/l dan 0,307 mg/l.
2. Ektoparasit *Octolasmis* yang menginfeksi rajungan (*Portunus pelagicus*) di perairan Laut Lekok adalah *Octolasmis angulata* dan *Octolasmis cor*
3. Nilai prevalensi dan intensitas dari masing-masing jenis *Octolasmis* yang menginfeksi rajungan (*Portunus pelagicus*) di perairan laut Lekok Kabupaten Pasuruan adalah 63,3%, sedangkan nilai intensitas dari *Octolasmis angulata* adalah 10,211 ind/ekor dan *Octolasmis cor* yaitu 4,421 ind/ekor.
4. Logam berat Fe, Cd, dan Pb memiliki hubungan korelasi positif dengan tingkat infeksi *Octolasmis* spp. pada rajungan, masing-masing dengan nilai korelasi sebesar 0,148; 0,451; dan 0,153.

5. 2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian berikutnya adalah:

1. Perlu diperhatikan waktu musim rajungan yang sesuai sehingga memudahkan untuk mendapat populasi rajungan yang sesuai ketika pengambilan sampel.
2. Perlu dilakukan analisis hubungan kadar logam berat dari setiap titik lokasi dengan tingkat infeksi setiap jenis parasit *Octolasmis* agar mendapatkan informasi yang lengkap dan terperinci.

3. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai analisis konsentrasi logam berat Fe, Pb, dan Cd pada daging rajungan untuk dihubungkan dengan tingkat infeksi Octolasmis agar mendapatkan bahan kajian yang lebih lengkap.
4. Perlu dilakukan analisis patofisiologis pada insang untuk mengetahui efek Octolasmis terhadap insang rajungan secara lebih jelas dan kompleks.
5. Perlu dilakukan pengulangan pada penelitian dengan memperhatikan waktu pengambilan sampel agar mendapat hasil yang lebih valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M.A., Khumaidi, A., Ramli., Risjani, Y., Soegianto, A. 2022. Indeks Pencemaran Lingkungan Sungai Wangi, Desa Beujeng, Kecamatan Beji, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Sains*, 22(1): 31-39
- 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
- Adday, Thamir. K. Jassim, Abdul Al-Amer. R., Al-Waely, Akeel. A. A. 2019. Record Of The Barnacle *Octolasmis angulata* (Aurivillius, 1894) From The Gills Of The Crab *Portunus segnis* (Forsk., 1775) of Iraqi Marine Waters. *Bull. Iraq nat. Hist. Mus*, 15(3): 225-235
- Alisa, Cut Gita., M. Septyo, Albirqi. P., Ibn, Faizal. 2020. Lead and Cadmium Content in Water And Sediment in The Waters of Untung Jawa Island, Jakarta. *Indonesian Journal of Aquatics*, 5(1): 21-26
- Amelia, A., Irwani, dan Ali, D. 2020. Studi Kerentanan Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Paciran, Jawa Timur sebagai Upaya Konservasi Berkelanjutan. *Journal of Marine Research*. 9(4): 509-516.
- Amin, B., A. Evy., M. A. Saputra. 2011. Distribusi Spasial Logam Pb dan Cu Pada Sedimen dan Air Laut Permukaan di Perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Teknobiologi*, 2(1): 1-8
- Anacleto, P., Maulvult, A.L., Barbosa, V., Nunes, M.L., Marques, A. 2016. Shellfish; Characterstic of Crustacean and Mollusks. *Encyclopedia of Food and Health*, 12(2): 764-771
- Anggraini, Rifka Rimbi., Yanuhar, Uun., Risjani, Yenny. 2020. Characteristic of Sediment At Lekok Coastal Waters, Pasuruan Regency, East Java. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1): 235-246
- Aris, Eric Arjuna., Nur, Indriyani., Hamzah, Muhaimin. 2018. Tingkat Serangan Parasit Serta Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Kepiting Bakau (*Scylla* sp) Hasil Tangkapan di Desa Rarongkeu Kec. Lantari Jaya, Kab. Bombana Sulawesi Tenggara. *Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan*, 2(1): 1-9
- Asphama, A. I., Amir, F., Malina, A.C. & Fujaya, F. 2015. Habitat Preferences of The Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*). *Aquaculture Indonesiana*, 16(1):10-15.
- Astuti, O. 2008. *Pengaruh Salinitas Terhadap Perkembangan dan Kelangsungan Hidup Larva Menjadi Megalopa Rajungan (Portunus pelagicus)*. Bogor: Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor
- Atherley, N. A. M., Freeman, M. A., Dennis, M. M. 2020. Post-Mortem Examination Of The Caribbean Spiny Lobster (*Panulirus argus*, Latreille 1804) and Pathology in A Fishery Of The Lesser Antilles. *Journal of Invertebrate Pathology*, 175(107453): 1-14
- Bahtiar, Sadida Anindya., Mahasri, Gunanti., Ulkhaq, Mohammad Faizal. 2024. Pathology Anatomy and Haemolymph Profile Of Spiny Lobster

- (*Panulirus homarus*) Infested by *Octolasmis* sp. On Bottom Cage. *Jurnal Medik Veteriner*, 7(1): 57-67
- 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
- Budiarto, A., Adrianto, L., Kamal, M. 2015. Status Pengelolaan Perikanan Rajungan (*Portunus pelagicus*) dengan Pendekatan Ekosistem di Laut Jawa (WPPNRI 712). *Jurnal Kebijakakn Perikanan Indonesia*, 7(1): 9-24
- Bush, Albert. O., Lafferty, Kevin.D., Lotz, Jeffrey. M., Shostak, Allen. W. 1997. Parasitology Meets Ecology On Its Own Terms: Margolis Et Al. Revisited. *J. Parasitol*, 83(4): 575-583
- Cheng, C. H., H. L. Ma., Deng, Y. Q., J. Feng., Y. K. Jie., Z. X. Guo. 2021. Oxidative Stress, Cell Cycle Arrest, DNA Damage and Apoptosis In The Mud Crab (*Scylla paramamosain*) Induced By Cadmium Exposure. *Chemosphere*, 263
- Cornnell, W.D., Miller, J.G. 2006. Pencemaran Kimia dan Ekotoksikologi. Pers UI. Jakarta
- 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).
- Datta, K., Sinha, S., Chattopadhyay, P. 2000. Reactive Oxygen Species in Health and Disease. *Nat. Med. J. India*, 13: 304-310
- Edward, Edward. 2020. Penilaian Pencemaran Logam Berat Dalam Sedimen di Teluk Jakarta. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir,dan Perikanan*, 9(3): 403-410
- Ernawati, Tri. 2014. Biologi Populasi Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Sekitar Wilayah Pati, Jawa Tengah. *BAWAL*. 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
- Filipkowska, A., Lubecki, L., Szymczak-Zyla, M., Ciesielski, T.M., Jenssen, B.M., Ardelan, M.V., Mazur-Marzec, H., Bredveld, G.D., Oen, A.M.P., Zamojska, A. 2018. Anthropogenic Impact on Marine Ecosystem Health: A Comparative Multi-Proxy Investigation Of Recent Sediments in Coastal Waters. *Mar. Pollut. Bull*, 133(13): 328-335
- Fiskanita., Bahrudin Hamzah., Supriadi. 2015. Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Pelabuhan Desa Paranggi Kecamatan Ampibabo. *J. Akademika Kim*, 4(4): 175-180
- Gallo,C., Schiavon, F., Ballarin, L. 2011. Insight on Cellular and Humoral Components Ogf Innate Immunity in *Squilla* mantis (Crustacea, Stomatopoda). *Fish Shelfish Immunol*, 31: 423-431
- Gannon, A. T., M. G. Wheatly. 1992. Physiological Effects of An Ectocommensal Gill Bernacle, *Octolasmis muelleri*, on Gas Exchange In The Blue cRab *Callinectes sapidus*. *J. Crustacean Biol*, 12: 11-18

- Gao, A. B., Wang, L., Yuan, H. 2012. Expression of Metallothionein cDNA in A Freshwater Crab, *Sinopotamon yangtsekiense*, Exposed To Cadmium. *Exp. Toxicol. Pathol*, 64: 253-258
- Gonnon, A. T., and Wheatly, M. G. 1992. Physiological Effect of an Ectocommensal Gill Barnacle, *Octolasmis muelleri*, On A Gas Exchange In The Blue Crab *Callinectes sapidus*. *Crustacea Biol*, 12: 11-18
- Gusfiyesi, Jurjanah, S., Mulyawan, I. 2019. Analisis Kadar Besi dan Mangan dalam Limbah Industri dengan ICP-AES Sebelum Didegradasi dengan Reaktor Fotokatalitik Film Titania Menjadi Air Bersih. *Jurnal Majalah Ilmiah Teknologi Industri (SAINTI)*, 16(1): 1-6
- Gusnita, D. 2012. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Di Udara dan Upaya Penghapusan Bensun Bertimbal. *Berita Dirgantara*, 13(3): 95-101
- Haryono, M. Gandri., Mulyanto., Yuni Kilawati. 2017. Kandungan Logam Berat Pb Air Laut, Sedimen, dan Daging Kerang Hijau *Perna viridis*. *Jurnal Ilmu dan Tenologi Kelautan Tropis*, 9(1): 1-7
- Hasbi, R. 2007. Analisis Polutan Logam Tembaga (Cu) dan Timbal dalam Sedimen Laut Pelabuhan Pantoloan Berdasarkan Kedalamannya (Skripsi). UNTAD Press, Palu.
- Hasni., Nur, Indriyani., Idris, Muhammad., Kurnia, Agus. 2020. Akumulasi Logam Berat Merkuri (Hg) Serta Tingkat Serangan Parasit Pada Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) di Perairan Desa Tunas Baru Kecamatan Rarowatu Utara Kabupaten Bombana Sulawesi Tenggara. *Media Akuatika: Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Perairan*, 5(1): 13-23
- Hassan, Marina., Aziz, Mohd Fazrul Hisam Abd., Kismiyati., Subekti, Sri., Zakariah, Mohd Ihwan. 2019. Tingkat Kejadian Pedunculate Barnacle, *Octolasmis* spp. Pada Rajungan, *Portunus pelagicus*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 11(1): 1-8
- Heirina, A., Krisanti, M., Butet, N.A., Wardiatno, Y., Kopper, S., Hakim, A.A., Kleinertz, S. 2021. Ectoparasites Of Blue Swimming Crabs (*Portunus pelagicus*) From Demak and East Lampung, JaVA Sea Indonesia. *IOP Conf Series: Earth and Environmental Science*, 744: 1-13
- Helfiani., Saputra, Fiman., Rousdy, Diah Wulandari. 2023. Prevalence and Intensity of Ectoparasites on Mud Crab (*Scylla serrata*) in Teluk Pakedai District, Kubu Raya Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(4): 530-540
- Helfiani., Saputra, Firman., Rousdy, Diah Wulandari. 2023. Prevalence and Intensity Of Ectoparasites on Mud Crab (*Scylla serrata*) Telk Pakedai District, Kubu Raya Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(4): 530-540
- Herawati, Endang. Y., Darmawan, Arief., Valina, Rahmi., Rachmanto, Pebrian. D., Arinda, Evitta. S., Arsyaddirizali, Alfa., Khasanah, Ruly. I. 2023. Analysis of Water Quality and Primary Productivity in Welang, Gembong, and Rejoso Rivers, Pasuruan East Java, Indonesia. *ACCL. Bioflux*, 16(1): 508-522
- Herawatia, Endang Yuli., Arfiati, Diana., Samuel, Pratama Diffi., Dina, Karina Farkha., Anugerah, Putri., Valina, Rahmi. 2020. 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
- Herlinawati, Annisa., Sarjito., Haditomo, A.H. Condro. 2017. Infestasi Octolasmios Pada Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Hasil Budidaya Dari Desa Surodadi, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4): 11-19
- Hidayati, Nuning Vita., Siregar, Asrul Sahri., Sari, Lilik Kartika., Putra, Gayuh Laksana., Hartono., Nugraha, Putu., Syakti, Agung Dhamar. 2014. Pendugaan Tingkat Kontaminasi Logam Berat Pb, Cd, dan Cr Pada Air dan Sedimen di Perairan Segara Anakan, Cilacap. *Omni-Akuatika*, 8(18): 30-39
- Himalaya, Bhardwaj., Chanchal, Singh., Shashi, Nayyar. 2022. Assesment of Advers Effects of Lead, Nickel, and Cadmium on Biochemical Parameters, Antioxidants Status and Metallothionein Expression In Buffaloes Slaughteres At Local Abattoir. *Indian Journal of Animal Research*, 56(2): 145-152
- 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
- Hutagalung, H.P. 1984. Logam Berat Dalam Lingkungan Laut. *Pewarta Oceana*, 9(1): 1-7
- Ihwan, M. Z., Ikhwanuddin, A., Ambak, M. A., Shuhaimi, A. D., Wahidah, W. Marina, H. 2015. Study on The Attachment of *Octolasmis* spp. on Gill of Wild Mud Crabs, Genus *Scylla* from Setiu Wetland, Terengganu, Malaysia. *Poultry, Fisheries & Wildlife Sciences*, 1-3
- Ihwan, M. Z., Ikhwanuddin, M., Wahidah, W., Ambak, M. A., Marina, H. 2014. Present Distribution of Pedunculate Barnacle of Wild Mud Crab *Scylla olivaceae* From Setiu Wetland, Terengganu Coastal Water, Malaysia. *Poultry Fisheries and Wildlife Sciences*, 2(2): 1-3
- Ika., Tahril., Irwan Said. 2012. Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *J. Akad. Kim*, 1(4): 181-186
- 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
- Indarto, Selobing Purna Agung., Munir, Misbakhul., Maisaroh, Dian Sari. 2021. Study of Ectoparasite Prevalence and Intensity On Mud Crab (*Scylla serrata*) in Mangrove Area of Wonorejo, Surabaya. *Journal of Marine Resources and Coastal Management*, 2(1): 1-6
- Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2023 Tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Cipta Kerja Menjadi Undang-Undang. Pasal 1 Ayat 14

- IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change). 2020. *Special Report on The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Geneva: IPCC
- Irvansyah, M.Y., A. Nurlita., M. Gunanti. 2012. Identifikasi dan Intensitas Ektoparasit Pada Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Stadia Kepiting Muda di Pertambakan Kepiting, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1): 1-5
- Ishak, Jamalus., Amin, Bintal., Thamrin. 2014. Analisis Logam Berat Pada Air dan Sedimen di Perairan Pantai Pulau Singkep Kepulauan Riau. *Berkala Perikanan Terubuk*, 42(2): 18-27
- Ismarti., Fitrah, A., Ramses. 2015. Kandungan Logam Berat Pb dan Cd Pada Sedimen dan Kerang di Perairan Batam. *Jurnal Dimensi*, 23: 12-19
- Isoni, W., Maulida, W. 2022. Accumulation of Heavy Metals Pb and Hg in Feather Shells (*Anadara antiquata*) in Lekok Coastal Waters, Pasuruan Regency. *Earth and Environmental Science*, 1036: 1-5
- Jeffries, W. B., Voris, H. K., Yang, C. M. 1991. Species Recognition Among The Pedunculate Barnacle (Cirripedia: Thoracica) on The Mangrove Crab, *Scylla serrata*. *Raffles Bulletin of Zoology*, 40(1): 83-92
- Jeffries, W.B., Voris, H.K., Yang, C.M. 1982. Diversity and Distribution of The Pedunculate Barnacle *Octolasmis* in The Seas Adjacent to Singapore. *Journal of Crustacean Biology*, 2: 562-569
- Jeffries, William. B., Harold, K., Voris, Phaibul Naiyanetr., Somsak, Panha. 2005. Pedunculate Barnacles of The Symbiotic Genus *Octolasmis* (Cirripedia: Thoracica: Poecilasmatidae) From The Northern Gulf of Thailand The Natural History. *Journal of Chulalongkorn University*, 5(1): 9-13
- Jussila, J., Jeff, Jago. B., Elena, Tsvetnenko,A., Bob Dunston. B., Lowis, H. 1997. Total And Differential Haemocyte Count in Western Rock Lobsters (*Panulirus cygnus* George) Under Post Harvest Stress. *Mar. Freshwater Res*, 48: 863-867
- 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
- Karam, Qusaie., Guermazi, Wassim., Subrahmanyam, M.N.V., Al-Enezi, Yousef., Ali, Mohammad., Leignel, Vincent., Annabi-Trebelsi, Neila. 2023. *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) As A Sentinel Species to Access Trace Metl Occurance: A Case Study of Kuwait Waters (Northwestern Arabian Gulf). *Toxics*, 11(426): 1-19
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2010. *Jendela Informasi Karantina Ikan*. Jakarta: Pusat Karantina Ikan
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2024. Data Statistik Produksi Perikanan Tangkap Laut Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur Tahun 2020
- Khattab, Rafat Afifi. 2017. Infestation and Morphological Identification of The Stalked Epizoic Barnacle *Octolasmis* On The Blue Crab *Portunus*

- pelagicus* from The Red Sea. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 1(2): 1-9
- Komatsu, Teruhisa., Sakamoto, Shingo. X., Sawayama, Shuhei., Murata, Hiroki., Sasa, Shuji., Montani, Shigeru., Yatabe, Hajimu., Yokoji, Naoya., Seko, Hotaka., Nakano, Yuki., Fujii, Manabu., Ayman, Allam., Natsuike, Masafumi., Ito, Hiroaki., Yoshimura, Chihiro., Sakamaki, Takashi., Nishimura, Osamu. 2019. *Integrated Coastal Management In The Japanese Satoumi. Restoring Estuaries and Bays*. 15-57. doi: 10.1016/B978-0-12-813060-5.00002-X
- Kumar, C. S., M. Jaikumar, R. S. Robin., P. Kathikeyan., C. S. Kumar. 2013. Heavy Metal Concentration Of Sea Water And Marine Organisms in Ennore Creek, Southeast Coast of India. *The Journal of Toxicology and Health. Photon*, 103: 192-201
- Kunsook, Chutapa., Gajaseni, Nantana., Paphavasit, Nittharatana. 2014. The Feeding Ecology of The Blue Swimming Crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) at Kung Krubaen Bay, Chanthaburi Province, Thailand. *Tropical Life Science Research*, 25(1): 13-27
- Lai, J.C.Y., Ng, P.K.L., Davie, P.J.F. 2010. A Revision of The *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) Species Complex (Crustacea: Brachyura: Portunidae), with The Recognition of Four Species. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 58(2): 199-237
- Lampiran VIII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, (2021)
- Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J. 2018. The Lancet Commission on Pollution and Health. *The Lancet*, 391(10119): 462-512
- Landrigan, Philip, J., Stegeman, John, J., Fleming, Lora, E. Allemand, Denis., Anderson, Donald, M., Backer, Lorraine, C. Brucker-Davis, Francoise., Chevalier, Nicolas., Corra, Lilian., Czerucka, Dorota., Bottein, Marie-Yasmine Dechraoui. 2020. Human Health and Ocean Pollution. *Annals of Global Health*, 86(1): 1-64
- Latif, Ulfa Triyani., Yul Fitriani., Fatmawati Nur. 2021. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Hepatopankreas Kepiting Rajungan (*Portunus pelagicus*). *Jurnal Celebes Biodiversitas*, 4(2): 19-22
- Le, Moullac. G., Haffner, P. 2000. Environmental Factors Affecting Immune Responses In Crustacea. *Aquaculture*, 191: 121-131
- Lerssuthichawal, T., Penprapai, P. 2013. Seasonal Distribution and Host-Parasite Interaction on The Gill Region of Some Edible Crabs. *Acad. Journal Entom*, 2(1): 36-39
- Li, Heng-Xiang., Ma, Li-Sha., Yan, Yan., Yang, Chang-Ping., Lin, Chuan-Xu. 2014. First Records of The Epizoic Barnacle *Octolasmis bullata* (Cirripedia: Thoracica: Poecilasmatidae) On The Swimming Crab *Portunus sanguinolentus* (Decapoda: Portunidae). *Journal Of Cruatacean Biology*, 34(1): 76-81
- Li, Heng-Xiang., Ma, Li-Sha., Yu, Xiu-Juan., Yang, Chang-Ping., Yan, Yan. 2015. Colonization of *Octolasmis* (Cirripedia) on The Crab *Portunus*

- sanguinolentus* (Brachyura: Portunidae): Impacts of The Parasitism of *Diplothylacus sinensis* (Cirripedia: Rhizocephala). *Journal of Crustacean Biology*, 35(2): 159-165
- Li, Heng-Xiang., Ma, Li-Sha., Yu, Xiu-Juan., Yang, Chang-Ping., Yan, Yan. 2014. Colonization of *Octolasmis* (Cirripedia) on The Crab *Portunus sanguinolentus* (Brachyura: Portunidae): Impacts of The Parasitism of *Diplothylacus sinensis* (Cirripedia: Rhizocephala). *Journal of Crustacean Biology*, 35(2): 159-165
- Li, N., Hou, Y. H., Ma, D. D., Jing, W. X., Dahms, H. U., Wang, L. 2015. Lead Accumulation, Oxidative Damage and Histopathological Alteration in Testes and Accesory Glands Of Freshwater Crab *Sinopotamon henanense*, Induced By Acute Lead Exposure. *Ecotox. Environ. Saf*, 117: 20-27
- Liu, M. J., Liu, S., Liu, H. P. 2021. Recent Insights Into Hematopoiesis in Crustaceans. *Fish and Shellfish Immunology Reports*, 2(100040): 1-10
- Mahasri, G., L. Raya., A. S. Mubarak., B. Irawan. 2008. Gambaran Patologi Insang dan Kulit Udang Windu (*Panaeus monodon* Fab) Yang Terserang Ciliata Patogen dari Famili Vorticellidae (*Zoothamnium* sp.). *Berkala Ilmiah Perikanan*, 3(1): 95-103
- Maldini, Andi., Winaruddin., Bakri, Muttaqien., Hambal, Muhammad., Farida., Daud, Razali. 2017. Identification of Ectoparasites in The Mud Crab (*Scylla serrata*) From Alue Naga Coastal Waters Banda Aceh. *Jurnal Medika Veterinaria*, 11(2): 114-117
- Manahan, S.E. 2002. *Environmental Chemistry*. Seventh Edition. New York: Lewis Publisher
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M., Schad, G.A. 1982. The Use Of Ecological Terms in Parasitology (Report Of An Ad Hoc Committee Of The American Society Of Parasitologists). *The Journal Of Parasitology*, 68(1): 131-133
- Maryani., Monalisa, Shinta. S., Fransisco, Toto. 2023. Identifikasi Ektoparasit Pada Ikan Lokal di Perairan Kota Palangka Raya. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(3): 2584-2589
- Munthe, Tianlin., Dimenta, Rivo Hasper. 2022. Biologi Reproduksi Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Ekosistem Mangrove Kabupaten Labuhanbatu. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1): 182-192
- Muslikah, Lilik., Sri Yulina Wulandari., Aulia Septine Herlintang., Muslim. 2019. Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Besi (Fe) Dalam Sedimen Dasar dan Keterkaitannya dengan Karbon Organik dan Ukuran Butir di Muara Wiso, Jepara. *Maspari Journal*, 11(2): 79-86
- Muslimah, H. 2013. Accumulated Heavy Metals Pb, Cd, and Hg in Feather Shellfish (*Anadara antiquata*) and Blood Shells (*Anadara granosa*) in Lekok Beach Waters, Pasuruan Regency. *J. Chem, Inf. Model*, 53(9): 1689-1699
- Musthofa, Zaini., Ainiyah, Roisatul. 2018. Analisis Usaha Terasi Udang di Desa Tambak Lekok Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Teknologi Pangan*, 9(2): 123-131

- 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
- Muttaqin, Muhammad Hanif., Diansyah, Gusti., Lubis, Ali Arman. 2020. Geokronologi Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Sedimen Di Muara Sungai Way Belau Provinsi Lampung. *Maspari Journal*, 12(1): 19-24
- Needleman, H. 2004. Lead Poisoning. *Annu. Rev. Med*, 55: 209-222
- Nikhlani, Andi., Sukarti, Komsanah. 2017. Perkembangan Aktivitas Enzim Pencernaan Larva Rajungan *Portunus Pelagicus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(2): 443-452
- Ningrum, V.P., Ghoffar, A., Ain, C. 2015. Beberapa Aspek Biologi Perikanan Rajungna (*Portunus pelagicus*) di Perairan Betahlawang dan Seitarnya. *Jurnal Sainstek Perikanan*, 11(1): 62-71
- Noviansyah, Ersan., Djamar, Tumpal Floranthus Lumban Batu., Isdradjad, Setyobudiandi. 2021. Kandungan Logam Kadmium (Cd) Pada Air Laut, Sedimen, dan Kerang Hijau di Perairan Tambak Lorok dan Perairan Morosari. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 26(1): 128-135
- Nur, Indriyani., Erick, Arjuna Aris., Yusnaini, Yusnaini., Sara, Beavis. 2021. The Potential Use of *Octolasmis* spp. Parasites in Mud Crabs *Scylla* spp. as A Bioindicator for Mercury Pollution. *Biodiversitas*, 22(9): 3764-3772
- Nuraini, Azizah Tri., Santoso, Adi., Indrawan, Ahmad Faras., Pringgenies, Delianis. 2022. Konsentrasi Logam Berat Kadmium Rajungan dan di Perairan Tambak Mangunharjo, Semarang. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(3): 439-448
- Olgunoglu, Mine Percin., Olgunoglu, Ilkan Ali. 2016. Heavy Metal Contents in Blue Swimming Crab From The Northeastern Mediterranean Sea, Mersin Bay, Turkey. *Pol. J. Environ. Stud*, 25(5): 2233-2237
- Pakaya, Devy Ananda., Koniyo, Yuniarti., Lamadi, Arafik. 2022. Intensitas dan Prevalensi Ektoparasit Pada Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Dalam Pengembangan Budidaya. *JVST*, 2(1): 32-37
- Parawita, D., Insafitri, I., Nugraha, W.A. 2009. Analisis Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) di Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan*, 2(2): 117-124
- Pauna, V.H., Buonocore, E., Renzi, M., Russo, G.F., Franzese, P.P. 2019. The Issue of Microplastics In Marine Ecosystem: A Bibliometric Network Analysis. *Mar. Pollut. Bul*, 149(2): 1-18
- Peng, W., Li, X., Xiao, S., Fan, W. 2018. Review of Remediation Technologies For Sediments Contaminated By Heavy Metals. *Journal of Soils And Sediments*, 18(4): 1701-1719

- Permanawati, Y., Zuraida, R., Ibrahim, A. 2013. Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, dan Cr) dalam Air dan Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *J. Geologi Kel*, 11(1): 9-16
- Prabawa, Arie., Etty 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
- Prastowo, B. W., Penatasepuro. T., Evan, Y. 2022. Necrosis Incidence on The Tail Fin of Sand Lobster (*Panulirus homarus*) Reared Using Recirculating Aquaculture System (RAS). *11th International and National Seminar on Fisheries and Marine Science: IOP conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1118: 1-10
- Prihati, Sri Rahayu., Suprpto, Djoko., Rudiyaniti, Siti. 2020. Kadar Logam Berat Pb, Fe, dan Cd yang Terkandung Dalam Jaringan Lunak Kerang Batik (*Paphia undulata*) Dari Perairan Tambak Lorok, Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(2): 116-123
- Purba, Elvis. F., Simanjuntak, Parulian. 2012. *Metode Penelitian*. Medan: Percetakan Sadia
- Purba, Evan Gomgom Tua., Retno, Ria., Handoco, Ewin. 2024. Studi Kandungan Kadar Logam Berat (Tembaga dan Zink) Dalam Air di Sungai Lalang, Desa Suka Maju, Kabupaten Batu Bara, Provinsi Sumatera Utara. *JORAPI: Journal Of Research and Publication Innovation*, 2(2): 1517-1524
- Purbonegoro, Triyoni. 2017. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Toksisitas Bahan Pencemar Terhadap Organisme Perairan *Oseana*, 52(2):12-22
- Putra, Agus. A.S., Mastuti, Rini., Sinaga, Sorbakti. 2021. Pengaruh Penggunaan Substrat Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Rajungan (*Portunus pelagicus*). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(3): 263-272
- Putri, A. A., Cahyani, N. W., Rahmania., Irawanto, R. 2024. Water Quality Monitoring of Welang River Basin. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1312: 1-8
- Putri, Wike Ayu Eka., Purwiyanto, Anna Ida Sunaryo., Diansyah, Gusti., Rozirwan., Fauziyah., Agustriani, Fitri., Haryati, Ani., Gusri, Ariqoh Athallah. 2024. Logam Berat Cd di Sunagi Musi Bagian Hillir, Sumatera Selatan. *Bulletin Oseanografi Marina*, 13(1): 13-20
- Putri, Zaenab Listiarani., Wulandari, Sri Yulina., Maslukah, Lilik. 2014. Studi Sebaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Air dan Sedimen Dasar di Perairan Muara Sungai Manyar Kabupaten Gresik, Jawa Timur. *Jurnal Oseanografi*, 3(4): 589-595
- Qin, Qin., Qin, Shengjuan., Wang, Lan., Wenwen, Lei. 2012. Immune Responses And Ultrastructural Changes of Haemocytes in Freshwater *Sinopotamon henaanense* Exposed to Elevated Cadmium. *Aquatic Toxicology*, 106-107: 140-146
- Quthb, Syahid Sayyid. 2017. *Tafsir Fi Zilalil Quran Jilid IX*. Jakarta: Gema Insani Press

- 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
- Rahman, Muhammad Arif., Iranawati, Feni., Yulianto, Eko Sulkhani., Sunardi. 2019. Hubungan Antar Ukuran Beberapa Bagian Tubuh Rajungan (*Portunus pelgicus*) di Perairan Utara Lamongan, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1): 111-116
- Rahmayanti, Fitria., Najmi, Nurul., Islama, Dini., Mulyana, Agusriati. 2021. Studi Kesesuaian Parameter Fisika-Kimia Perairan Untuk Pengembangan Area Budidaya Ikan Dengan Media Keramba Jaring Apung Di Danau Ie Sayang. *Jurnal Akuakultur*, 5(1): 41-48
- Ramli, Munasprianto., Muslim, Buchori., Fajriah, Silvi Nur. 2019. Integrasi Pencemara Logam Berat dan Islam Menggunakan Metode 4-STMD. *Jurnal As-Salam*, 3(3): 102-115
- 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.
- Ravi, R., Manisseri, M.K. 2013. Effect of different pH and photoperiod regimens on the survival rate and developmental period of the larvae of *Portunus pelagicus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 12(2): 490-499.
- Rejeki, Sri., Furi, Citra Ayu., Ariyati, Restiana Wisnu. 2019. Pengaruh Salinitas yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Rajungan (*Portunus pelagicus*) pada Stadia Crab Muda. *Pena Akuatika*, 18(1): 46-62
- Rinaldi, Muhammad. 2018. *Morfologi dan Siklus Hidup Rajungan (Portunus pelagicus)*. Banjarbaru: Yayasan Borneo Lestari Akademi Analisis Kesehatan Borneo Lestari
- Rizkiana, Latifah., Karina, Sofyatuddin., 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., Aritonang, Anthoni. B., Sofiana, Mega Sari Juane. 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, T.M., Rozak, A. 2006. Distribusi Logam Berat dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Makara, Sains*, 10(1): 35-40
- Rohmah, Sayyidah Auliyaur., Salsabila, Ira Zakia., Mafaza, Rifqi Aulia., Ibrahim. 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

- Romano, N., Zeng, C. 2006. The Effects of Salinity on The Survival, Growth, and Haemolymph on The Demersal Osmolality of Early Juvenile Blue Swimmer Crabs, *Portunus pelagicus*. *Aquaculture*, 260(4): 151-162
- 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
- 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
- Sarjito, A.H.C., Haditomo., Desrina, F.B. Ferinandika., L. Setyaningsih., S.B. Prayitno. 2016. Ectoparasites and Vibrios Associated with Fattening Cultured Mud Crabs (*Scylla serrata*) From Pemalang Coast, Indonesia. *Jurnal Sciences and Engineering*, 78(4): 207-214
- Schmidt.G. D. 2008. *Essentials of Parasitology. Fifteenth Edition*. New Delhi: UniversalBook Stall.
- Setiawan, Adi. 2017. *Analisis Data Statistik*. Salatiga: Tisara Grafika
- Setiyowati, D. 2016. Kajian Stok Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Laut Jawa, Kabupaten Jepara. *Jurnal Disprotek*, 7(1): 84-97
- Setyaningrum, Evrina Wahyu., Dewi, Agustina Tri Kusuma., Yuniartik, Mega., Masithah, Endang Dewi. 2018. Analisis Kandungan Logam Berat Cu, Pb, Hg, dan Sn Terlarut Di Pesisir Kabupaten Banyuwangi. Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan IV
- 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 5 cet.4. Jakarta : Lentera Hati
- Snyman, R. G., Odendaal, J.P. 2009. Effect Of Cadmium On Haemocyte Viability Of The Woodlouse *Porcellio laevis* (Isopoda, Crustacea). *Bull. Environ.Contam. Toxicol*, 83(4): 525-529
- Soegianto, Agoes., Yulianto, Bambang., Payus, Carolyn Melissa., Affandi, Moch., Mukholladun, Wildanun., Indriyasari, Khudrotul Nisa., Marchellina, Ary., Rahmatin, Nailul Muthiati. 2023. Sublethal Effects of Cadmium on The Osmoregulatory and Acid Base Parameters of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) at Various Times. *Journal of Toxicology*, 2023: 1-9
- Spector, W. G. T. D Spector. 1993. Pengantar Patologi Umum. Edisi Ke-3 Cetakan I. Terjemahan: Soetjipto, Harsono, Amelia Hana dan Pudji Astuti. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 156 hal
- Suastuti, N. G. A. 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 Kawasan Pelabuhan Celukan Bawang. *Jurnal Kimia (Journal of Chmistry)*, 15(2): 165-171
- Sudarmaji., Mukono, J., Corie, I. P. 2020. Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, (2): 129-142

- Sugiyono. 2007. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & RND*. Bandung: Alfabeta
- Suherman, S.P. 2013. Identifikasi Morfologi, Molekuler, dan Tingkat Serangan Ektoparasit *Octolasmis* sp. Pada Kepiting Bakau *Scylla* spp. di Perairan Sulawesi Selatan. *Tesis*. Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar, 87 hlm.
- Suherman, Sutianto Pratama. 2022. *Parasit Octolasmis spp Pada Kepiting Bakau*. Tulungagung: UD. Duta Sablon
- Suhernalis., Rahman, Abdul., Amelia, Nadya Rizky., Rachmad, Basuki., Sabariyah, Nunung., Thaib, Effi. A. 2020. Kajian Hasil Tangkapan Rajungan di Pantai Utara dan Pantai Selatan Jawa Barat. *Marine and Fisheries Science Technology Journal*, 1(2): 1-9
- Sunarto. 2012. *Karakteristik Bioekologi Rajungan (Portunus pelagicus) di Perairan Laut Kabupaten Brebes*. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- 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. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*, 16(1): 1-9
- Supriyantini, E., Endrawati, H. 2015. Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1): 38-45
- Suryono, Chrisna Adhi., Indardjo, Agus. 2023. Kontaminasi Logam Cr dan Fe Pada Organisme Benthik Laut Yang Ditangkap di Perairan Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3): 571-578
- Tellez, M., Merchant, M. 2015. Biomonitoring Heavy Metal Pollution Using an Aquatic Apex Predator, The American Alligator, And Its Parasites. *PloS ONE*, 10(11): 1-18
- Timo, H., Simon, S., Heinz, R. 2016. Metallothionein And Hsp70 Trade-Off Against One Another in *Daphnia Magna* Cross-Tolerance To Cadmium And Heat Stress. *Aquat. Toxicol*, 170: 112-119
- Triadayani, A.D., R. Aryawati., G. Diansyah. 2010. Pengaruh Logam Timbal (Pb) Terhadap Jaringan Hati Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*). *Jurnal Maspari*, 01: 42-47
- Ugokwe, C.U., Awobode, H.O. 2015. Heavy Metals in Organs and Endoparasites of *Oreochromis niloticus*, Sediment and Water From River Ogun, Ogun State, Nigeria. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 9(11): 1-10
- 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
- Usman, S., N. L. Nafie., M. Ramang. 2013. Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb Dalam Air, Sedimen, dan Ikan Mas (*Lutjanus erythropterus*) di Sekitar Perairan Pelabuhan Parepare. *Marine Chimica Acta*, 14(2): 49-55

- Utari, Viola Indah., Prayitno, Slamet Budi., Desrina. 2017. Pemberian Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* linn) Untuk Menurunkan Infestasi Ektoparasit *Octolasmis* sp. Pada Kepiting Bakau (*Scylla serrata*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4): 242-246
- Velda, Nazla Amaliyah., Wardhani, Eka., Wulan, Diana Rahyuning. 2023. Studi Pustaka: Kontaminasi Logam Berat Terlarut Pada Air Sungai. *Prosiding FTSP, Jl. PHH. Mustopa 23 Bandung*
- Voris, H.K., Jeffries, W.B. 1997. Size Distribution, And Significance of Capitular Plates in *Octolasmis* (Cirripedia: Poecilasmatidae). *Journal of Crustacean Biology*, 17: 217-226
- Wahyu, P. 2012. Aktivitas Osmoregulasi, Respons Pertumbuhan, dan Energetic Cost pada Ikan yang dipelihara dalam Lingkungan Bersalinitas. *Jurnal Akuakultur*. 7(1): 44-51.
- Wardhani, Catleya Kusuma., Sarjito., Haditomo, Alfabetian Harjuno Condro. 2018. Studi Keberadaan Ektoparasit *Octolasmis* sp. Pada Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Jantan Dan Betina Pada Pertambakan Semarang. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1): 38-45
- Widodo, Slamet., Asrianto, La Ode., Ladyani, Festy., Rusdi., Khairunnisa., Lestari, Sri Maria Puji., Wijayanti, Dian Rachma., Devriany, Ade., Hidayat, Abas., Dalfian., Nurchayati, Sri., Sjahrini, Tessa., Armi., Widya, Nurul., Rogayah. 2023. *Buku Ajar Metode Penelitian*. Pangkalpinang: CV. Science Techno Direct
- Williams, E. H., and Williams, L. B. 1996. *Parasites Offshore Big Game Fishes of Puerto Rico and the Western Atlantic*. Mayaguez: University Puerto Rico. 382 hlm.
- Wolansky, E., Newton, A., Rabalais, N., Legrand, C. 2013. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Coastal Zone Management. doi: 10.1016/b978-0-12-409548-9.00537-6
- World Register of Marine Species. 2007. *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758). Diakses pada 29 Oktober 2023, dari <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=107404>
- Wulandari, W.R., Boesono, H., Asriyanto. 2014. Analisis Perbedaan Kedalaman dan Substrat Dasar Terhadap Hasil Tangkapan Rajungan (*Swimming crab*) Dengan Arad Rajungan di Perairan Wedung, Demak. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 3(4): 85-93
- Xu, X. H., Yan, B. L., Xu, J. T., Pan, N. L., Tang, Y., Du, D. D., Zhang, Y. Q. 2014. Effects Of Cadmium Stress On Activities Of Antioxidant Enzymes, Malonaldehyde Contents and Cadmium Accumulation in Asian Swimming Crab *Charybdis japonica*. *Fish. Sci*, 33: 551-555
- Xu, Xing. H., Meng, Xiao., Gan, Hong. T., Liu, Tong. H., Yao, Hai. T., Zhu, Xiao. Y., Xu, Guo., Xu, Jia. T. 2019. Immune Response, MT and HSP70 Gene Expression, and Bioaccumulation Induced By Lead Exposure of The Marine Crab, *Charybdis japonica*. *Aquatic Toxicology*, 210: 98-105
- Yap, F.C., Wong, W.L., Maule, A.G., Brennan, G.P., Lim, L.H.S. 2015. Larval Development of The Pedunculate Barnacles *Octolasmis angulata* Aurivilius 1894 and *Octolasmis cor* Aurivilius 1892 (Cirripedia;

- Thoracica: Poecilasmatidae) From The Gills of The Mud Crab, *Scylla tranquebarica* Fabricius, 1798. *Arthropod Structure & Development*, 30: 1-27
- Yulanda, T. Elisa., Dewiyanti, Irma., Aliza, Dwinna. 2017. Intensitas dan Prevalensi Ektoparasit Pada Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Di Desa Lubuk Damar, Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1): 80-88
- Yuliara, I Made. 2016. Modul Regresi Linier Sederhana. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana
- Yusgita, L., Kismiyati., Subekti, S., Wulansari, P.D., Amiin, M.K. 2019. Identification and Prevalence of The Ectoparasite *Octolasmis* in Sand Lobster (*Panulirus homarus*) and Bamboo Lobster (*Panulirus versicolor*) in Floating Net Cages in Sape, Bima Regency, West Nusa Tenggara Province, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 236: 1-7
- Yusni, E., Haq, F.A. 2020. Inventory And Prevalence Of Ectoparasites *Octolasmis* sp. In The Mangrove Crab (*Scylla tranquebarica*) in Lubuk Kertang, Langkat. *International Conference on Agriculture, Environment and Food Security*, 454(32): 1-7
- Zhu, A., Liu, J., Qlao, S., Zhang, H. 2020. Distribution and Assesment of Heavy Metals in Surface Sediments From The Bohai Sea of China. *Marine Pollution Bulletin*, 153, p. 110901

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data rata-rata konsentrasi logam berat air laut, rata-rata kualitas air laut, dan penghitungan tingkat infeksi Octolasmis pada rajungan

Titik ke-	Cd	Fe	Pb
Titik 1	0.035	2.484	0.17
Titik 2	0.032	0.62	0.34
Titik 3	0.033	0.65	0.41
Rata-Rata	0.033	1.251	0.307

Satuan = mg/l

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

Jenis Octolasmis	Jumlah	Rajungan terinfeksi	Rajungan tak terinfeksi	Prevalensi (%)	Intensitas (ind/ekor)
O. angulata	194	19	11	63.333	10.211
O. cor	84	19	11	63.333	4.421

Lampiran 2. Output hasil analisis korelasi pearson antara logam berat air laut dan tingkat infeksi Octolasmis pada rajungan

Correlations					
		Konsentrasi logam Fe	Konsentrasi logam Cd	Konsentrasi logam Pb	Tingkat Infeksi Octolasmis Umum
Konsentrasi logam Fe	Pearson Correlation	1	.949	-.955	.148
	Sig. (2-tailed)		.203	.192	.906
	N	3	3	3	3
Konsentrasi logam Cd	Pearson Correlation	.949	1	-.813	.451
	Sig. (2-tailed)	.203		.395	.702
	N	3	3	3	3
Konsentrasi logam Pb	Pearson Correlation	-.955	-.813	1	.153
	Sig. (2-tailed)	.192	.395		.902
	N	3	3	3	3
Tingkat Infeksi Octolasmis Umum	Pearson Correlation	.148	.451	.153	1
	Sig. (2-tailed)	.906	.702	.902	
	N	3	3	3	3

Lampiran 3. Dokumentasi penelitian

Persiapan pengambilan sampel di Laut Lekok



Pengambilan rajungan bersama nelayan



Pengambilan sampel air laut



Penyimpanan rajungan untuk menjaga kesegaran sampai dianalisis



Pembedahan rajungan



Pengambilan sampel Octolasmis dari rajungan



sampel insang rajungan dan Octolasmis



Sampel air laut untuk destruksi logam berat



Proses destruksi logam berat pada sampel air laut



Proses analisis logam berat air laut dengan AAS



Pengamatan Octolasmis dengan mikroskop



Hasil pengamatan Octolasmis

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

: 200602110048
 : INDAH NUR SOBACH
 : SAINS DAN TEKNOLOGI
 : BIOLOGI
 : Dr. KIPTIYAH,M.Si
 : OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI
 : Hubungan Akumulasi Logam Berat (Fe, Pb, Cd) Dan Tingkat Infeksi Ektoparasit Octolasmis pada Rajungan (Portunus pelagicus) Hasil Tangkapan Nelayan Di Peraliran Pantai Lelok Kabupaten Pasuruan

IDENTITAS BIMBINGAN

Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
20 November 2023	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Pengajuan naskah proposal skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
24 November 2023	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Pengajuan revisi naskah proposal skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
30 November 2023	OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI	Konsultasi integrasi bab I dan bab II	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
04 Desember 2023	Dr. KIPTIYAH,M.Si	ACC naskah proposal skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
02 Mei 2024	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Laporan progress penelitian (proses sampling, uji laboratorium, analisis data)	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
22 Mei 2024	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Pengajuan naskah skripsi BAB I-V	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
22 Mei 2024	Dr. KIPTIYAH,M.Si	Pengajuan revisi naskah skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
22 Mei 2024	Dr. KIPTIYAH,M.Si	ACC Naskah skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
22 Mei 2024	OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI	Bimbingan integrasi skripsi bab IV	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
22 Mei 2024	OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI	ACC integrasi Skripsi BAB IV	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

Form Checklist Plagiasi

Nama : Indah Nur Sobach
NIM : 200602110048
Judul : Hubungan Akumulasi Logam Berat (Fe, Pb, Cd) Dan Tingkat Infeksi Ektoparasit Octolasmis Pada 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	21%	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

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

