

TUGAS AKHIR - SB234702

**HUBUNGAN STRUKTUR KOMUNITAS TERIPANG
(HOLOTHUROIDEA) DENGAN TIPE SUBSTRAT
DI ZONA INTERTIDAL PANTAI PASIR PUTIH,
SITUBONDO**

CINDY RIAN WULANSARI

NRP 5005201009

Dosen Pembimbing

Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si

NIP 198411152014041001

Program Studi Biologi

Departemen Biologi

Fakultas Sains dan Anallitika Data

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024



TUGAS AKHIR - SB234702

**HUBUNGAN STRUKTUR KOMUNITAS TERIPANG
(HOLOTHUROIDEA) DENGAN TIPE SUBSTRAT
DI ZONA INTERTIDAL PANTAI PASIR PUTIH,
SITUBONDO**

CINDY RIAN WULANSARI

NRP 5005201009

Dosen Pembimbing

Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si

NIP 198411152014041001

Program Studi Biologi

Departemen Biologi

Fakultas Sains dan Analitika Data

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024



FINAL PROJECT - SB234702

**RELATIONSHIP BETWEEN SEA CUCUMBER
(HOLOTHUROIDEA) COMMUNITY STRUCTURE
AND SUBSTRATE TYPE IN THE INTERTIDAL
ZONE OF PASIR PUTIH BEACH, SITUBONDO**

CINDY RIAN WULANSARI

NRP 5005201009

Advisor

Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si

NIP 198411152014041001

Study Program Biology

Department of Biology

Faculty of Science and Data Analytics

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

LEMBAR PENGESAHAN

HUBUNGAN STRUKTUR KOMUNITAS TERIPANG (HOLOTHUROIDEA) DENGAN TIPE SUBSTRAT DI ZONA INTERTIDAL PANTAI PASIR PUTIH, SITUBONDO

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains pada
Program Studi S-1 Biologi
Departemen Biologi
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

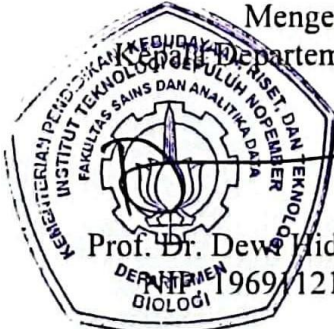
Oleh : Cindy Rian Wulansari
NRP. 5005201009

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

- | | |
|---|------------|
| 1. Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si | Pembimbing |
| 2. Dr. Dra Nurlita Abdulgani, M.Si | Penguji I |
| 3. Indah Trisnawati D T., S.Si., M.Si., PhD | Penguji II |



Mengetahui,
Departemen Biologi ITS



Prof. Dr. Dewa Hidayati, S.Si., M.Si
19691211998022001

SURABAYA

Juli, 2024

APPROVAL SHEET

RELATIONSHIP BETWEEN SEA CUCUMBER (HOLOTHUROIDEA) COMMUNITY STRUCTURE AND SUBSTRATE TYPE IN THE INTERTIDAL ZONE OF PASIR PUTIH BEACH, SITUBONDO

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements

For obtaining a degree S.Si at

Bachelor program of Biology

Departement of Biology


Fakulty of Science and Data Analytics

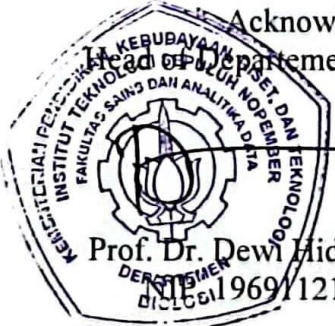
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By : Cindy Rian Wulansari

NRP. 5005201009

Approved by Final Project Examiner Team:

- | | | |
|---|-------------|---|
| 1. Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si | Advisor |  |
| 2. Dr. Dra Nurlita Abdulgani, M.Si | Examiner I |  |
| 3. Indah Trisnawati D T., S.Si., M.Si., PhD | Examiner II |  |

Acknowledged,
Head of Department of Biology ITS

Prof. Dr. Dewi Hidayati, S.Si., M.Si
NRP. 5005201009

SURABAYA

July, 2024

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Cindy Rian Wulansari / 5005201009
Program studi : S1 Biologi
Pembimbing / NIP : Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si / 198411152014041001

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **“Hubungan Struktur Komunitas Teripang (Holothroidea) dengan Tipe Substrat di Zona Intertidal Pantai Pasir Putih, Situbondo”** adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 15 Juli 2024

Mengetahui
Dosen Pembimbing



Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si
NIP. 198411152014041001

Mahasiswa



Cindy Rian Wulansari
NRP. 5005201009

ORIGINALITY STATEMENT

The undersigned:

Student name / NRP : Cindy Rian Wulansari / 5005201009
Study program : S1 Biology
Advisor / NIP : Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si / 198411152014041001

Hereby declare that the Final Project entitled "**The Relationship between Sea Cucumber Community Structure (Holothroidea) and Substrate Type in the Intertidal Zone of Pasir Putih Beach, Situbondo**" is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is any discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the applicable provisions at the Insitut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, 15th July 2024

Acknowledged,
Advisor



Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si
NIP. 198411152014041001

Student



Cindy Rian Wulansari
NRP. 5005201009

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Hubungan Struktur Komunitas Teripang (Holothuroidea) dengan Tipe Substrat di Zona Intertidal Pantai Pasir Putih, Situbondo”.

Dalam menyelesaikan studi dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak memperoleh bantuan baik bimbingan, arahan, pengajaran, dan motivasi dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktu serta membimbing, memberikan arahan, dan dukungan kepada penulis selama penelitian berlangsung sehingga tugas akhir ini dapat selesai tepat pada waktunya.
2. Ibu Dr. Dra Nurlita Abdulgani, M.Si selaku ketua sidang dan Ibu Indah Trisnawati D T., S.Si., M.Si., PhD selaku Penguji II yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun sehingga proses penelitian dan penulisan tugas akhir ini menjadi lebih baik
3. Ibu Prof. Dr. Dewi Hidayati S.Si., M.Si selaku dosen wali yang senantiasa memberi arahan dan dukungan selama masa studi penulis.
4. Bapak Harno, Bapak Yanto, Mas Bay beserta Tim Pasir Putih Situbondo yang telah membantu pengambilan sampel di Pantai Pasir Putih, Situbondo, Jawa Timur
5. Bapak Riamun dan Ibu Khusunul Khotimah selaku orang tua tercinta yang selama ini telah telah mendidik dengan penuh kasih sayang, memberikan semangat, motivasi, dan do'a tiada henti hingga penulis dapat menyelesaikan studi sarjana
6. Yosi Rian, Mega Rian, Laura Rian, Rere Rian dan Mirna Rian selaku saudara kandung penulis yang telah memberikan semangat, motivasi dan mendoakan penulis.
7. Akbar, Eka, Via, Agnes, Dwi, Ivanka, Kharisma, Niswatul, Rizky, Fery, Anggi, Mita, Kurnia, Laudy dan semua sahabat SMP dan SMA yang senantiasa memberi motivasi, dukungan, dan doa kepada penulis.
8. Alfa, Alifia, Anisa, Rahma, Nilam, Hana, Sandya, Alfauzi, Syakirah, Firsty, Nova, Anin, Dechy, Danang, Erlina, rekan-rekan Biologi ITS 2020 (*Apis dorsata*) dan Tim MSIB RTH DLH Batch 6 selaku teman seperjuangan yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penelitian tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa penulisan naskah ini masih memiliki banyak kekurangan. Namun, besar harapan penulis agar naskah tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Surabaya, Juli 2024

Cindy Rian Wulansari

ABSTRAK

HUBUNGAN STRUKTUR KOMUNITAS TERIPANG (HOLOTHROIDEA) DENGAN TIPE SUBSTRAT DI ZONA INTERTIDAL PANTAI PASIR PUTIH, SITUBONDO

Nama Mahasiswa / NRP : Cindy Rian Wulansari / 5005201009
Departemen : Biologi - ITS
Dosen Pembimbing : Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman spesies teripang (Holothuroidea) dan hubungannya dengan tipe substrat yang terdapat di zona intertidal Pantai Pasir Putih, Situbondo, Jawa Timur. Sampel teripang diambil menggunakan metode *Belt Transect* pada kawasan intertidal Batu Lawang, Teluk Pelita, Kembang Sambu, Takat Palapa dan Pecaron sebagai lokasi di Pantai Pasir Putih Situbondo. Analisis spesies dilakukan dengan pengamatan morfologi dan pengamatan tipe spikula pada masing-masing spesies teripang. Tipe substrat dianalisis dengan menggunakan Metode *Underwater Photo Transect* (UPT). Pada analisis tipe sedimen digunakan metode gravimetri dan dikategorikan berdasarkan Segitiga Shepard. Hubungan antara tipe substrat dengan Holothuroidea dianalisis menggunakan metode statistik multivariat *Canonical Correspondence Analysis* (CCA). Teripang (Holothuroidea) yang ditemukan pada zona intertidal Pantai Pasir Putih Situbondo terdiri atas 14 spesies yang berasal dari famili Holothuriidae, Synaptidae dan Stichopodidae. Spesies dengan jumlah tertinggi yang ditemukan pada setiap lokasi antara lain spesies *H. hilla* pada Teluk pelita dan Batu Lawang, spesies *H. impatiens* pada Takat Palapa dan spesies *H. fuscocinerea* pada Pecaron dan Kembang Sambu. Hasil analisis CCA menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan penyebaran spesies Holothuroidea berdasarkan preferensi tipe substrat yang ada. Spesies *H. rigida* cenderung menyukai substrat karang mati (*dead coral*). Spesies *H. impatiens* dan *H. leucospilota* cenderung menyukai substrat pecahan karang mati yang ditumbuhi oleh alga (*dead coral with algae*). Spesies *S. maculata* dan *H. hilla* berasosiasi pada substrat lanau (*silt*). Spesies *H. fuscocinerea*, *H. pardalis*, *Holothuria* sp, *H. verrucosa*, *Labidodemas* sp, *O. griserea*, *S. horrens*, *S. monotuberculatus* dan *S. lamperti* cenderung lebih menyukai substrat berbatu (*rock*)

Kata kunci: *Holothuroidea, Pantai Pasir Putih Situbondo, Tipe Substrat, Zona Intertidal*

ABSTRACT

RELATIONSHIP BETWEEN SEA CUCUMBER (HOLOTHUROIDEA) COMMUNITY STRUCTURE AND SUBSTRATE TYPE IN THE INTERTIDAL ZONE OF PASIR PUTIH BEACH, SITUBONDO

Student Name / NRP : Cindy Rian Wulansari / 5005201009
Department : Biologi - ITS
Advisor : Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si

Abstract

This study aims to determine the diversity of sea cucumber species (Holothuroidea) and its relationship with the type of substrate found in the intertidal zone of Pasir Putih Beach, Situbondo, East Java. Sea cucumber samples were taken by *Belt Transect* method in the intertidal areas of Batu Lawang, Teluk Pelita, Kembang Sambu, Takat Palapa and Pecaron as locations on Pasir Putih Beach Situbondo. Species analysis was carried out by morphological observations and observation of spicule types in each species of sea cucumber. The substrate type was analyzed using *the Underwater Photo Transect (UPT) Method*. In the sediment type analysis, the gravimetric method is used and is categorized based on the Shepard Triangle. The relationship between substrate type and Holothuroidea was analyzed using the multivariate statistical method *Canonical Correspondence Analysis (CCA)*. Sea cucumbers (Holothuroidea) found in the intertidal zone of Situbondo White Sand Beach consist of 14 species from the families Holothuriidae, Synaptidae and Stichopodidae. The most abundant species found in each location include *H. hilla* species in Teluk Pelita and Batu Lawang, *H. impatiens* species in Takat Palapa and *H. fuscocinerea* species in Pecaron and Kembang Sambu. The results of the CCA analysis showed that there was a tendency for Holothuroidea species to spread based on the preference of the existing substrate type. *H. rigida* species tend to prefer dead coral substrates. The species *H. impatiens* and *H. leucospilota* tend to prefer dead coral fragment substrates overgrown with algae. *S. maculata* and *H. hilla* species are associated on silt substrates. The species *H. fuscocinerea*, *H. pardalis*, *Holothuria sp.*, *H. verrucosa*, *Labidodemas sp.*, *O. griserea*, *S. horrens*, *S. monotuberculatus* and *S. lamperti* tend to prefer rocky substrates

Keywords: *Holothuroid, Pasir Putih Beach, Substrate Type, Intertidal Zone.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
APPROVAL SHEET	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ORIGINALITY STATEMENT	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	12
1.1 Latar Belakang.....	12
1.2 Rumusan Masalah	14
1.3 Batasan Masalah	14
1.4 Tujuan.....	14
1.5 Manfaat.....	14
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 Teripang (Holothuroidea).....	15
2.1.1 Definisi Teripang (Holothuroidea).....	15
2.1.2 Morfologi Teripang (Holothuroidea)	15
2.1.3 Habitat dan Distribusi Teripang	17
2.1.4 Manfaat dan Peranan Teripang	17
2.2 Substrat	18
2.2.1 Definisi Substrat	18
2.2.2 Jenis – Jenis Substrat.....	18
2.3 Zona Intertidal	20
2.3.1 Definisi Zona Intertidal	20
2.3.2 Struktur Komunitas Zona Intertidal	21
2.4 Parameter Fisika dan Kimia Perairan Laut.....	22
2.4.1 Material Organik Total.....	22
2.4.2 Persentase Tutupan Karang.....	22
2.4.3 Suhu.....	22

2.4.4	Salinitas	23
2.4.5	Oksigen Terlarut (<i>Dissolve Oxygen</i>)	23
2.4.6	Derajat Keasaman (pH)	24
2.5	Pantai Pasir Putih Situbondo	24
BAB 3	METODOLOGI	25
3.1.1	Koleksi dan Pencatatan Data Teripang (Holothuroidea).....	25
3.2	Waktu dan Tempat.....	25
3.3	Alat dan Bahan	27
3.3.1	Alat	27
3.3.2	Bahan.....	27
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	27
3.5	Metode Penelitian	28
3.5.1	Identifikasi Data Teripang (Holothuroidea).....	28
3.5.2	Koleksi dan Pencatatan Data Faktor Lingkungan	28
3.5.3	Analisis Data Kuantitatif	31
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1	Kondisi Lingkungan	34
4.1.1	Parameter Fisika dan Kimia	34
4.1.2	Tipe Substrat dan Sedimen.....	36
4.2	Keanekaragaman Holothuroidea	40
4.2.1	Kekayaan, Komposisi dan Kelimpahan Spesies Holothuroidea ..	40
4.2.2	Nilai Indeks Keanekaragaman	44
4.3	Kecenderungan Distribusi Holothuroidea Berdasarkan Tipe Substrat	45
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	49
	DAFTAR PUSTAKA	50
	LAMPIRAN.....	61
	BIODATA PENULIS	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi eksternal holothuroidea	16
Gambar 2.2 Tipe spikula Holothuroidea	16
Gambar 2.3 Tipe tentakel Holothuroidea	16
Gambar 2.4 Pembagian zona intertidal	20
Gambar 2.5 Keanekaragaman organisme zona intertidal.....	21
Gambar 3.1 Lokasi penelitian	26
Gambar 3.2 Desain <i>belt transect</i> penelitian	26
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian	27
Gambar 3.4 Segitiga sephard.....	29
Gambar 3.5 Ilustrasi metode UPT	30
Gambar 4. 1 Diagram persentase fraksi sedimen pada lokasi penelitian	38
Gambar 4. 2 Kekayaan dan kelimpahan Holothuroidea.....	41
Gambar 4. 3 Kelimpahan relatif Holothuroidea pada lokasi penelitian	42
Gambar 4. 4 Nilai indeks keanekaragaman Holothuroidea.....	44
Gambar 4. 5 Hasil <i>scatter plot</i>	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis - Jenis Substrat Untuk Biota Laut Tropis	18
Tabel 3.1 Posisi Geografis Titik Pengamatan	26
Tabel 3.2 Klasifikasi Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener	32
Tabel 3.3 Klasifikasi Indeks Dominansi Simpson	32
Tabel 3.4 Klasifikasi Indeks Kemerataan Jenis Pielou	33
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Parameter Fisika Kimia di Lokasi Penelitian	34
Tabel 4.2 Hasil Analisis Tipe Substrat	37
Tabel 4.3 Tipe Sedimen Pada Lokasi Penelitian	39
Tabel 4.4 Kekayaan dan Komposisi Spesies Holothuroidea	40

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zona intertidal merupakan salah satu bagian dari wilayah perairan zona litoral dengan garis pasang surut air laut sebagai pembatasnya. Kondisi lingkungan seperti faktor fisik maupun faktor kimia pada zona intertidal mendukung semua organisme di dalamnya untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik jika dibandingkan dengan wilayah perairan yang lain. Nybakken (1998). Setyono et al., (2019) mengatakan bahwa zona ini memiliki keanekaragaman hayati yang lebih besar jika dibandingkan dengan zona subtidal. Hal tersebut yang menyebabkan keanekaragaman biota laut pada zona intertidal sangat tinggi (Aba & Rusliadi, 2020). Faktor lain yang mendukung hal tersebut adalah beragamnya habitat dan tipe substrat pada zona intertidal. Tipe – tipe substrat tersebut antara lain makroalga, bebatuan, batu karang, batu keras, pecahan karang, pasir berlumpur, lamun dan pasir (Setiawan et al., 2022). Habitat dan substrat pada zona intertidal yang beragam tersebut banyak dijadikan sebagai tempat perlindungan yang tepat untuk biota laut seperti Holothuroidea yang termasuk kedalam hewan filum Echinodermata (Lalli and Parsons 2006; Alamsyah et al., 2022).

Holothuroidea merupakan biota makrozoobenthos yang umumnya dapat dijumpai di setiap ekosistem laut, mulai dari kawasan pasang surut yang dangkal hingga perairan yang dalam (Moom et al., 2021). Habitat yang dihuni oleh Holothuroidea dapat berupa terumbu karang pada perairan tropis dangkal, pantai berbatu, liang berpasir, pantai berlumpur dan ekosistem lamun (Rakhmawati & Ambarwati, 2020). Ciri morfologi yang dimiliki oleh Holothuroidea adalah tubuhnya yang berbentuk panjang atau silindris dengan kisaran 10-150 cm dengan gerakan yang lamban. Holothuroidea memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena sebagian besar dari jenis mereka dapat dijadikan sebagai bahan makanan yang berprotein (Pechenik, 1996). Secara ekologis Holothuroidea berperan besar dalam komponen dalam rantai makanan yang ada di laut karena kemampuan mereka dalam memakan sampah organik atau biasa disebut sebagai detritus perairan. Fungsi ekologis lain dari Holothuroidea adalah sebagai bioindikator pencemaran air laut (Marsoedi et al., 2020).

Struktur komunitas Holothuroidea di zona intertidal suatu perairan dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang mendukung tingkat keanekaragaman dan jumlah keberadaan Holothuroidea pada suatu kawasan (Sukmiwati et al., 2012). Faktor lingkungan seperti tipe substrat, tipe sedimen, kandungan organik sedimen, ekosistem terumbu karang, suhu, salinitas, pH dan DO air laut merupakan faktor pembatas bagi kehidupan Holothuroidea (Huda et al., 2018). Holothuroidea diketahui memiliki beragam preferensi habitat dan tipe substrat seperti pasir, lumpur, lingkungan terumbu karang dan padang lamun. Kelimpahan Holothuroidea berkaitan erat dengan substrat suatu perairan (Moom et al., 2021). Contohnya seperti spesies *H. atra* yang banyak ditemukan di perairan Indonesia dengan substrat berpasir (Sukmiwati et al., 2012). Tipe substrat atau sedimen berkorelasi dengan kandungan bahan organik, tipe sedimen dengan tekstur yang berbeda mempunyai kandungan bahan organik yang berbeda (Yudha et al., 2020). Hewan Echinodermata terutama jenis Holothuroidea cenderung ditemukan pada habitat dengan sedimen yang memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi (Muzaki et al., 2019). Pada zona intertidal terdapat ekosistem terumbu karang yang berfungsi sebagai pelindung untuk berbagai biota laut yang hidup di dalam kompleks habitatnya seperti sponge,

akar bahar, kima, berbagai ikan hias, ikan kerapu, anemon, teripang, lobster, moluska dan lain-lain. Biota-biota tersebut berasosiasi untuk keperluan mencari makan, melakukan pemijahan dan juga sebagai tempat perlindungan dari para predator. Teripang (Holothuroidea) juga hidup di daerah terumbu karang untuk mencari makan sehingga dapat dikatakan bahwa terumbu karang menjadi salah satu faktor lingkungan yang mendukung kehidupan Holothuroidea (Fadli, 2013). Suhu sebagai salah satu faktor lingkungan pada zona intertidal merupakan faktor yang berperan dalam proses metabolisme, fisiologis, perkembangan dan jenis suatu organisme. Suhu juga dapat dijadikan sebagai faktor pembatas penyebaran suatu spesies dalam ekosistem laut seperti Holothuroidea. Faktor lingkungan lain yang berperan besar terhadap distribusi Holothuroidea selain suhu adalah salinitas. Holothuroidea hidup pada kisaran salinitas air laut normal 30–34‰. Terdapat beberapa jenis diantaranya dapat bertahan pada salinitas kisaran 21‰ (Bakus, 2007). Faktor lingkungan lain yang sangat penting bagi kehidupan biota laut adalah derajat keasaman (pH). Perubahan nilai pH dapat menimbulkan perubahan terhadap keseimbangan kandungan karbondioksida, bikarbonat dan karbonat di dalam air. Holothuroidea banyak ditemukan di perairan dengan pH air laut yang sesuai dengan kisaran toleransi yang dapat mendukung pertumbuhan dan reproduksi mereka. pH air laut yang ideal bagi kehidupan biota laut berkisar antara 6,6–8,5 (Direktorat Konservasi & Tanaman Nasional Laut 2004). Kandungan oksigen terlarut (DO) dalam suatu perairan juga sangat dibutuhkan oleh biota laut seperti Holothuroidea untuk proses pernafasan (respirasi) serta proses oksidasi dalam perairan. Kemampuan adaptasi dari Holothuroidea terhadap faktor abiotik yang ada akan mempengaruhi keanekaragaman jenisnya di suatu perairan (Moom et al., 2021).

Kajian struktur komunitas Holothuroidea berdasarkan tipe habitat di zona intertidal penting dilakukan untuk memahami ekologi dan konservasi habitat unik ini. Hal tersebut juga dapat memberikan wawasan mengenai potensi dampak aktivitas manusia, seperti pembangunan pesisir dan pariwisata, terhadap ekosistem pasang surut. Meskipun Holothuroidea memiliki kepentingan ekologis dan ekonomi, namun sering kali mereka dieksploitasi secara berlebihan karena nilai komersialnya yang tinggi (Aprianto et al., 2019). Pemanfaatan dan eksploitasi jenis-jenis biota laut terutama yang memiliki nilai ekonomis tinggi seperti Holothuroidea jika dilakukan secara terus menerus tanpa praktik pengelolaan berkelanjutan dan upaya konservasi akan mengancam kelestariannya. Hal tersebut juga berpotensi menyebabkan keberadaan Holothuroidea di perairan alam Indonesia akan terancam punah (Tarimakase et al., 2020).

Pantai Pasir Putih Situbondo merupakan salah satu kawasan konservasi Perairan Daerah Kabupaten Situbondo (Peraturan Bupati Situbondo, 2012). Pantai tersebut juga memiliki aksesibilitas yang cukup mudah sehingga sering dijadikan sebagai salah satu tujuan wisata utama. Organisme Biota laut yang beragam juga menjadi alasan banyaknya penelitian yang dilakukan di pantai tersebut, seperti struktur komunitas spons laut, keanekaragaman nudibranchia, variabilitas jenis ikan karang, kelimpahan Echinodermata dan sebagainya (Somma et al., 2017). Keanekaragaman jenis Kelas Holothuroidea di Pantai Pasir Putih Situbondo diperkirakan masih tergolong tinggi sedangkan data ataupun publikasi tentang Holothuroidea di lokasi tersebut terutama pada pada kawasan intertidal masih sangat terbatas dan belum diketahui secara pasti. Upaya konservasi yang tepat sasaran dan berkelanjutan pada Pantai Pasir Putih Situbondo juga dapat dilakukan melalui penelitian yang ada. Sebagian besar Holothuroidea ditemukan pada habitat tertentu atau mempunyai zonasi yang diduga berkorelasi dengan substrat yang ada di kawasan tersebut. Adanya zona intertidal sebagai kawasan pasang

surut air laut juga diduga menjadi penyebab lain terbentuknya zonasi Holothuroidea tersebut. Terbatasnya data dan diperlukannya informasi lebih lanjut terkait bagaimana zonasi Holothuroidea di zona intertidal Pantai Pasir Putih, Situbondo menjadi latar belakang untuk perlu dilakukannya penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keanekaragaman spesies teripang (Holothuroidea) yang terdapat di zona intertidal Pantai Pasir Putih, Situbondo?
2. Bagaimana hubungan antara struktur komunitas teripang (Holothuroidea) dengan tipe substrat yang terdapat di zona intertidal Pantai Pasir Putih, Situbondo?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tipe substrat yang akan diteliti meliputi substrat karang keras, karang mati, karang mati yang ditumbuhi oleh alga, pecahan karang, pasir, lanau dan substrat berbatu yang ada di zona intertidal Pantai Pasir Putih, Situbondo.
2. Analisis struktur komunitas teripang akan mencakup keanekaragaman, dominansi dan pemerataan.
3. Faktor lingkungan dalam penelitian ini adalah tipe substrat berdasarkan persentase tutupan karang, tipe sedimen, kandungan bahan organik pada sedimen, suhu, salinitas, pH dan DO air laut.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui keanekaragaman spesies teripang (Holothuroidea) yang terdapat di zona intertidal Pantai Pasir Putih, Situbondo
2. Mengetahui hubungan antara struktur komunitas teripang (Holothuroidea) dengan tipe substrat yang terdapat di zona intertidal Pantai Pasir Putih, Situbondo

1.5 Manfaat

Data dan informasi yang menjadi luaran penelitian menjadi penting sebagai bagian dari usaha untuk melengkapi database distribusi dan biogeografi teripang (Holothuroidea) di Indonesia. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan bagi tindakan pengelola berkaitan dengan pemanfaatan wilayah pesisir Pantai Pasir Putih, Situbondo secara optimal dan berkelanjutan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teripang (Holothuroidea)

2.1.1 Definisi Teripang (Holothuroidea)

Echinodermata (Hewan berkulit duri) merupakan salah satu filum yang berasal dari hewan-hewan invertebrata atau biasa disebut sebagai hewan yang tidak bertulang belakang (Alamsyah et al., 2022). Filum Echinodermata dibagi menjadi lima kelas yaitu kelas Asteroidea atau biasa dikenal sebagai bintang laut, kelas Echinoidea atau landak laut, kelas Ophiuroidea atau bintang ular, kelas Crinoidea atau lili laut, dan yang terakhir adalah kelas Holothuroidea atau sering disebut sebagai teripang (Hartati et al., 2018). Teripang (Holothuroidea) merupakan hewan bentik yang bergerak lambat, hanya dapat bergerak menyusuri atau menggali pasir dengan permukaan kaki tabungnya atau berenang dengan menggerakkan tubuhnya (Aulia et al., 2021). Bentuk tubuh teripang secara umum ialah mirip seperti ketimun sehingga dalam bahasa Inggris disebut “*Sea Cucumbers*” atau ketimun laut (Husain & Lamangantjo, 2023). Teripang (Holothuroidea) dapat ditemukan diseluruh perairan pantai, mulai dari daerah pasang surut yang dangkal hingga perairan yang lebih dalam. Teripang lebih menyukai perairan yang jernih dan airnya relatif tenang. Terdapat sekitar 1.250 jenis teripang yang telah dideskripsikan oleh para taksonom. Teripang tersebut dibedakan dalam enam bangsa (ordo) yaitu Dendrochirotida, Aspidochirotida, Dactylochirotida, Apodida, Molpadida, dan Elasipoda (Pawson, 2010). Menurut (Pechenik, 1996), Secara taksonomi teripang diklasifikasikan sebagai berikut:

Phylum : Echinodermata

Subphylum : Echinozoa

Class : Holothuroidea

Subclass : Aspidochirotoacea

Order : Aspidochirotida

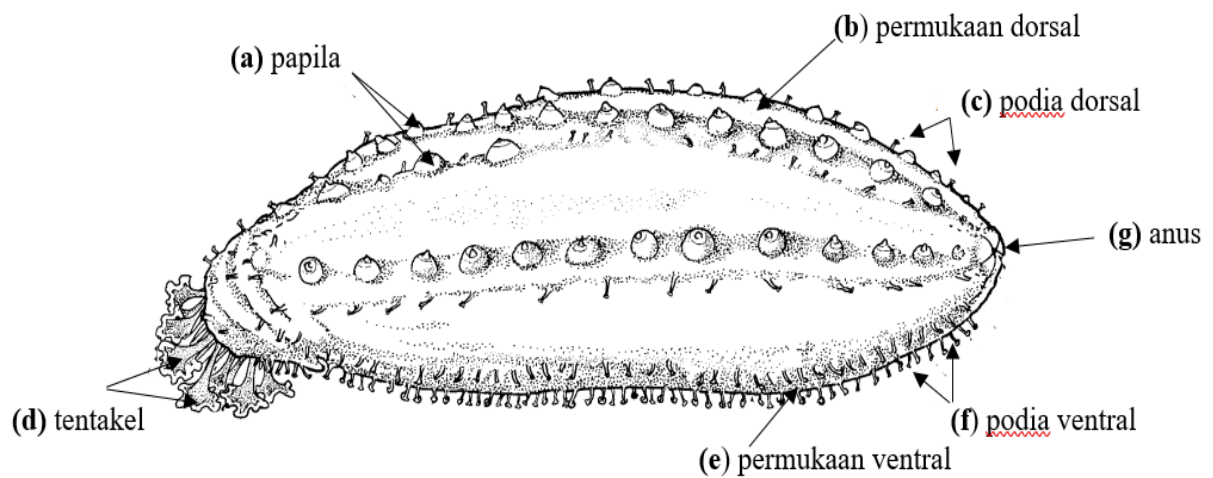
Family : Holothuriidae, Stichopodidae, dan Famili Synaptidae

Perilaku yang dimiliki oleh sebagian besar dari spesies teripang adalah aktif mencari makan pada malam hari dan menyembunyikan diri pada siang hari atau disebut sebagai hewan nokturnal. Perilaku teripang saat mencari makan dilakukan secara simultan sesuai dengan kelimpahan dan keberadaan detritus (Husain & Lhamangantjo, 2023).

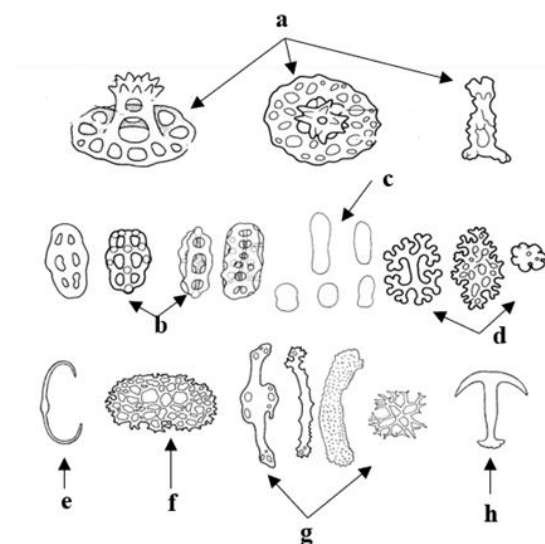
2.1.2 Morfologi Teripang (Holothuroidea)

Teripang (Holothuroidea) memiliki tekstur tubuh yang lunak, berdaging dan berbentuk silindris memanjang seperti ketimun. Tubuh teripang umumnya berbentuk bulat panjang atau silindris sekitar 10-30 cm. Tubuhnya berotot, sedangkan kulitnya dapat halus atau berbintil (Martoyo et al., 2006). Morfologi eksternal tubuh teripang antara lain ujung anterior (mulut), ujung posterior (anus), papila, kaki tabung, serta bagian ventral dan dorsal (Purcell et al., 2012). Mulut teripang dikelilingi oleh tentakel atau lengan peraba yang pada umumnya bercabang-cabang berfungsi untuk menangkap mangsa. Pada ujung posterior beberapa spesies teripang memiliki lubang anus dapat mengeluarkan benang – benang lengket berwarna putih (*tubulus cuvier*) ketika teripang merasa terancam atau mendapat gangguan baik fisik maupun kimia (Purwati & Syahailatua, 2008). Pada masing – masing kaki tabung yang dimiliki oleh teripang terdapat 2 baris pembuluh kaki yang secara bergantian (kontraksi dan relaksasi) akan

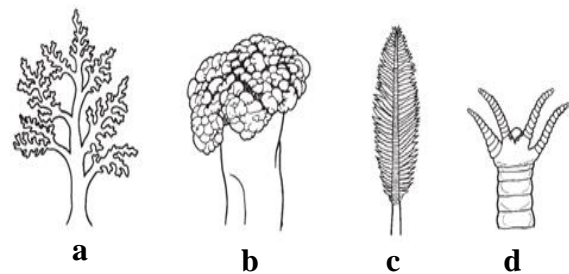
menghasilkan gerakan maju pada teripang (Radjab, 1996). Duri -duri lunak (papila) pada tubuh teripang membuat permukaan tubuh teripang memiliki tekstur yang kasar. Duri duri tersebut dapat berupa tonjolan-tonjolan besar sebagai modifikasi papila atau disebut dengan tuberkel (Martoyo et al., 2006). Organ lain yang dimiliki oleh teripang adalah spikula atau *ossicle*. Spikula merupakan struktur mikroskopik yang tersusun atas zat kalsium karbonat. Spikula tertanam dalam jaringan integumen teripang. Bentuk dan komposisi spikula pada masing – masing spesies berbeda, mulai dari bentuk sederhana hingga bentuk yang kompleks dan menjadi ciri khas teripang pada tingkat genus dan spesies. Jenis jenis bentuk spikula teripang antara lain berbentuk seperti batang, batang bercabang, lempengan, roset, kancing, jangkar, oval, Huruf C dan huruf S (Purcell et al., 2012). Gambar 2.1 menunjukkan morfologi eksternal, tipe tentakel dan spikula dari hewan teripang.



Gambar 2.1 Morfologi eksternal holothuroidea (Purcell et al., 2012)



Gambar 2.2 Tipe spikula Holothuroidea
Keterangan: (a) tables; (b) buttons; (c) grains; (d) rosettes; (e) C-shaped element; (f) Plate; (g) rods; (h) anchor (Purcell et al., 2012)



Gambar 2.3 Tipe tentakel Holothuroidea
Keterangan: (a) dendritic; (b) peltate; (c) pinnate; (d) digitae (Conand, 1998)

2.1.3 Habitat dan Distribusi Teripang

Habitat teripang tersebar luas di lingkungan perairan di seluruh dunia, mulai dari zona pasang surut sampai laut dalam terutama di Samudra Hindia dan Samudra Pasifik Barat. Penyebaran habitat teripang sangat luas di beberapa wilayah, mulai dari kedalaman 1 hingga 40 meter. Hal tersebut yang menyebabkan selain banyak ditemukan di perairan dangkal, terdapat juga teripang yang hidup di laut dalam (Matrutty et al., 2021). Hewan ini umumnya menempati ekosistem terumbu karang dan dasar goba atau luar tubir dengan kedalaman 5-10 m dan lebih menyukai perairan relatif tenang dan jernih. Teripang tersebar dalam beberapa habitat di laut seperti habitat karang, padang lamun, habitat berbatu, berpasir-berlumpur, dan dataran berpasir (Wirawati et al., 2019). Hewan ini juga dapat ditemukan di dasar perairan yang gelap, di bawah batu, di lamun dan karang, serta ada yang membenamkan diri di bawah pasir. Dalam beberapa penelitian terkait teripang umumnya masing-masing jenis memiliki habitat yang spesifik misalnya, teripang putih (*Holothuria scabra*) banyak terdapat di perairan yang ditumbuhi lamun (*sea grass*), sedangkan teripang koro (*Muelleria leconoro*) dan teripang pasir banyak ditemukan di perairan yang lebih dalam (Martoyo et al., 2006). Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Darsono (2005) menyebutkan bahwa jenis teripang yang termasuk dalam *Holothuria*, *Scitopus* dan *Muelleria* memiliki habitat berada di dasar berpasir halus, terletak di antara terumbu karang, dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Habitat utama teripang adalah pada lamun dan karang. Keberadaan suatu organisme, termasuk teripang pada suatu perairan sangat ditentukan oleh faktor lingkungan perairan, salah satu diantaranya adalah habitat. Adanya perbedaan kondisi habitat tersebut dapat mempengaruhi keberadaan teripang dimana pada habitat yang satu akan berbeda dengan habitat yang lainnya (Husain et al., 2017). Penyebaran atau distribusi teripang di Indonesia sangat luas antara lain di perairan pantai Madura, Jawa Timur, Bali, Sumba, Lombok, Aceh, Bengkulu, Bangka, Riau dan sekitarnya, Belitung, Kalimantan (bagian barat, timur dan selatan), Sulawesi, Maluku, Papua dan Kepulauan Seribu (Martoyo et al., 2006).

2.1.4 Manfaat dan Peranan Teripang

Dari berbagai aspek komoditi yang ada, teripang menjadi salah satu hewan yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan dalam berbagai aspek. Sebagian besar masyarakat memanfaatkan teripang sebagai bahan pangan dan obat-obatan (Kumayanjati, 2020). Kandungan nutrisi yang tinggi seperti protein 43%, lemak 2%, kadar air 17%, mineral 21% dan kadar abu 7% menjadikan teripang memiliki nilai ekonomis yang tinggi baik dalam skala nasional maupun internasional (James dalam Darsono, 2007). Jenis teripang yang dapat dikonsumsi dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi adalah jenis teripang famili *Holothuriidea* dan *Stichopodidae* yang meliputi Genus *Holothuria*, *Actinopyga*, *Bohadschia*, *Thelenota*, dan *Stichopus* (Martoyo et al., 2006). Dari aspek kesehatan teripang juga banyak dimanfaatkan seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani et al (2015) yang menyebutkan bahwa aktivitas antioksidan jeroan teripang *Holothuria atra* memiliki berpotensi sebagai sumber antioksidan alami dan sumber antibakteri alami kategori sedang. Ekstrak teripang *Holothuria atra* dapat dimanfaatkan sebagai sumber potensi bioaktif dalam industri farmasi. Ekstrak teripang *Holothuria atra* bertindak sebagai antioksidan yang efektif sebagai antiinflamasi, analgesic, antipiretik, dan imunomodulator (Isaac dan Lipton, 2014) (dalam Silaen et al., 2018). Secara ekologis, teripang yang termasuk kedalam hewan kelas *echinodermata* dikenal sebagai detritus perairan karena

memakan bahan organik, sehingga berperan besar sebagai komponen dalam rantai makanan yang ada di lautan (Pallo & Lewaherilla, 2001). Teripang juga dikenal sebagai *sediment reworking* atau hewan pengolahan sedimen yang berperan sebagai (*Bioturbation*) yaitu proses perubahan dari sedimen menjadi bentuk lain (feses) oleh hewan atau tumbuhan. Peran ekologis teripang sebagai *deposit feeder* memiliki kemampuan untuk mengolah substrat yang ditempatinya sebagai sumber makanan bagi biota laut berupa telur, larva, dan juvenil (Luhulima et al., 2020).

2.2 Substrat

2.2.1 Definisi Substrat

Substrat merupakan suatu permukaan dasar atau material yang digunakan sebagai tempat hidup bagi suatu organisme atau kelompok hewan tertentu. Substrat dapat juga diartikan sebagai landasan, alas, atau sedimen dasar. Pada umumnya substrat di klasifikasikan menjadi kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*) dan lempung (*clay*). Berdasarkan material penyusun sedimen dasar, pantai dibagi menjadi 3 tipe pantai, yaitu pantai berbatu, pantai berpasir, dan pantai berlumpur (Hidayati, 2017). Substrat memiliki peran penting dalam kehidupan organisme. Substrat dapat menyediakan tempat berlindung, tempat mencari makan, dan tempat berkembang biak bagi organisme. Substrat juga dapat mempengaruhi ketersediaan nutrisi, suhu, dan kelembaban bagi organisme. Substrat merupakan susunan dasar perairan yang tersusun dari dua komponen, yaitu komponen biotik dan abiotik. Contoh komponen biotik sebagai penyusun dasar perairan adalah karang keras, karang lunak, spons, dan alga. sedangkan contoh komponen abiotik adalah pasir, karang yang baru mati, karang sudah lama mati, pecahan karang, pasir, dan lumpur (Suharsono, 2008 dalam Luthfi et al., 2019). Substrat biotik pada perairan memiliki peran sebagai tempat tinggal, tempat memijah, dan tempat mencari makan berbagai biota laut. pembentukan ekosistem karang dan sumber kebutuhan bagi manusia juga tidak lepas dari peran substrat biotik pada perairan tersebut (Luthfi et al., 2019).

2.2.2 Jenis – Jenis Substrat

Jenis – jenis substrat berdasarkan kode bentik biota laut tropis sesuai dengan karakteristik dari tipe substrat tersebut dalam (English et al., 1997) (dalam Assyifa et al., 2023) dan (Wenworth CK, 1922) dikategorikan seperti pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Jenis - Jenis Substrat Untuk Biota Laut Tropis

No.	Tipe Substrat	Keterangan
1	<i>Coral massive (CM)</i>	Substrat tutupan karang hidup
2	<i>Dead coral (DC)</i>	Substrat karang mati
3	<i>Rocks (RCK)</i>	Substrat bebatuan
4	<i>Sand (S)</i>	Substrat pasir
5	<i>Seagrass (SSG)</i>	Substrat lamun
6	<i>Algae (A)</i>	Substrat alga
7	<i>Rubbles (R)</i>	Substrat patahan / pecahan karang
8	<i>Silt (SI)</i>	Substrat Lumpur

A. *Coral massive (CM)*

Substrat *coral massive* merupakan substrat karang hidup yang termasuk dalam karang keras (*hard coral*) berupa endapan kalsium karbonat (CaCO₃). Kalsium karbonat ini dihasilkan dari organisme pembentuk terumbu karang dari ordo Scleractinia yang bersimbiosis dengan Zooxanthellae. Keberadaan coral massive didominasi lebih dari 50% spesies. Salah satu anggota genus karang yang menempati substrat ini dari genus *Acropora* (English et al., 1997 dalam Assyifa et al., 2023). Habitat karang pada zona intertidal berfungsi sebagai pelindung dari sinar matahari dan perangkap makanan bagi biota laut (Moom et al., 2021).

B. *Dead coral (DC)*

Karang mati merupakan koloni karang yang polip atau hewan karangnya sudah mati. Dilihat secara visual karang mati tidak memiliki fungsi tetapi diduga menjadi habitat yang penting bagi kelimpahan dan produktivitas dari biota avertebrata laut (English et al., 1997 dalam Assyifa et al., 2023).

C. *Rocks (RCK)*

Rocks atau bebatuan merupakan substrat yang strukturnya berupa batu alam (*non coral*) yang berasal dari lapisan kerak bumi maupun endapan sedimen lava gunung berapi. Substrat ini sebagian besar memiliki sifat permanen dan stabil (Kendrick et al., 2013). Substrat berbatu memberikan karakterter sendiri bagi kehidupan biota laut yang ada di zona intertidal. Organisme yang hidup dan ditemukan di zona intertidal pantai berbatu akan menghadapi perubahan kondisi fisikokimia yang cukup kuat selama terjadinya perubahan pasang surut (Lestari et al., 2021).

D. *Sand (S)*

Pasir merupakan substrat yang diduga berasal dari pecahan karang atau hewan bercangkang yang terbawa arus berupa butiran berukuran 0,0625 – 2 mm (Luthfi et al., 2019). Substrat pasir memiliki ketersediaan makanan berupa detritus dan makroalga serta terlindung dan meminimalkan adanya gerakan air, sehingga biota laut yang menghuni habitat tersebut dapat bertahan hidup di dalamnya (Rakhmawati & Ambarwati, 2020).

E. *Seagrass (SG)*

Padang lamun (*seagrass beds*) merupakan hamparan vegetasi lamun yang menutup suatu area pesisir atau laut dangkal yang tersusun atas satu jenis atau lebih dengan kerapatan yang padat atau jarang. Lamun merupakan tumbuhan berbunga (Angiospermae monokotil), memiliki rhizome, berbuah, berdaun dan berakar sejati. Lamun biasa ditemui pada daerah yang dangkal dengan dasar berpasir, berlumpur, dan daerah terumbu karang pada perairan air laut dangkal dan jernih (Nybakken, 1988). Lamun tergolong sebagai organisme yang hidup berkelompok dan terbenam di dasar perairan laut dangkal sebagai tumbuhan angiosperm akuatik yang umumnya disebut sebagai padang lamun. Substrat yang biasa ditumbuhi oleh lamun antara lain pasir, pasir berkarang, dan lumpur. Substrat dengan tipe batu karang strukturnya yang keras sehingga tidak mampu ditembus oleh akar lamun (Hidayatullah et al., 2018).

F. *Rubbles (R)*

Rubbles merupakan substrat terumbu karang yang telah mati, hancur, pecah, atau roboh dari posisi pertumbuhannya dan terbagi menjadi beberapa bagian. *Rubble* dapat

ditemukan di suatu perairan yang diakibatkan oleh predasi organisme, penyakit, bioerosi dan keadaan perairan yang kurang stabil (Luthfi et al., 2019).

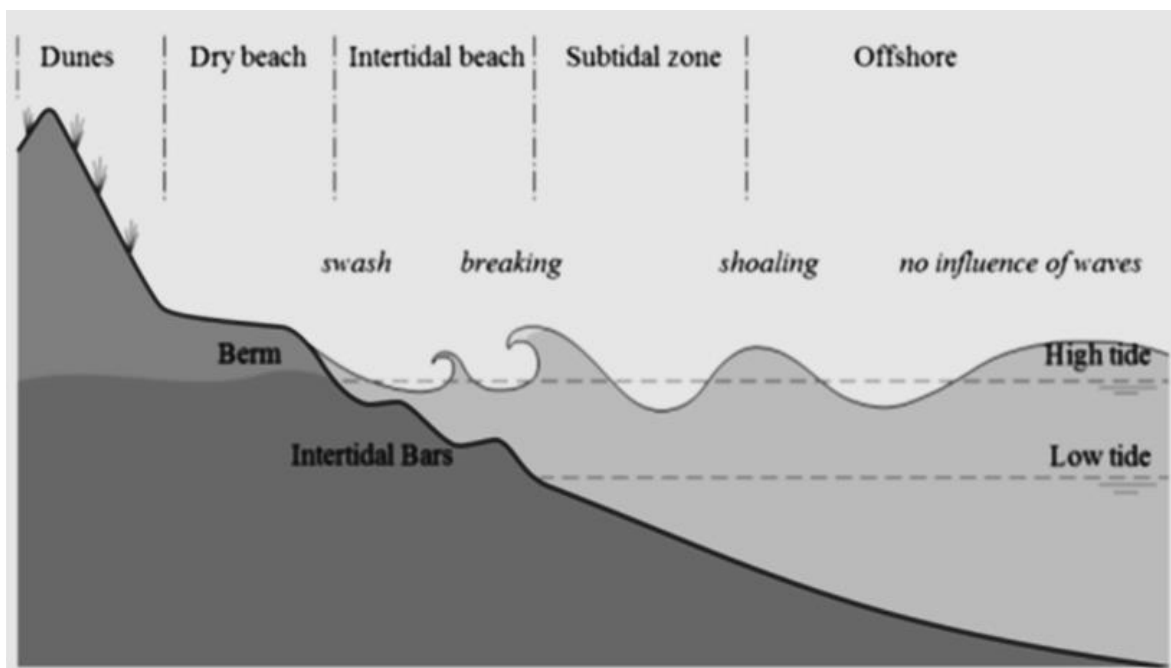
G. *Silt (SI)*

Substrat *silt* adalah jenis substrat yang terdiri dari partikel-partikel berukuran halus, yaitu antara 0,002 mm hingga 0,063 mm. perairan dengan substrat berpasir halus atau pasir bercampur lumpur lebih sering dijadikan habitat oleh biota laut seperti teripang karena dapat melindungi secara tidak langsung dari panas matahari (Husain & Lamangantjo, 2023).

2.3 Zona Intertidal

2.3.1 Definisi Zona Intertidal

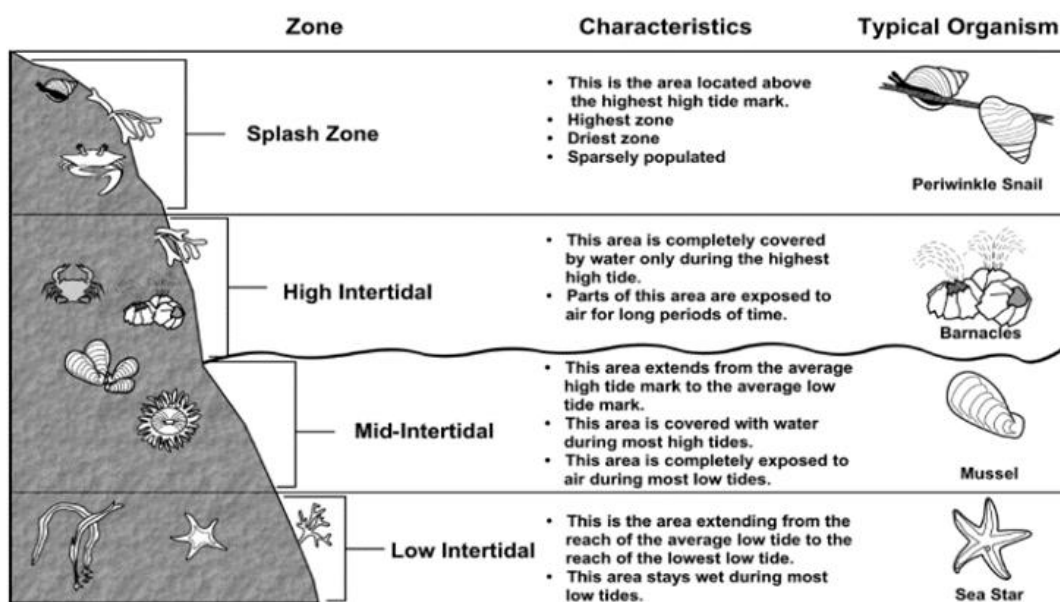
Ekosistem intertidal merupakan ekosistem laut yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut dengan Luas wilayah yang sangat terbatas. Ekosistem ini akan terendam air laut pada saat air laut pasang dan akan menjadi daerah terbuka pada saat air laut surut (Jamilatun et al., 2020). Ekosistem tersebut terletak pada tepi dari bagian ekosistem pesisir dan laut yang berbatasan dengan ekosistem darat. Wilayah intertidal membentuk tiga zona yang terdiri dari zona intertidal atas (*high intertidal*), zona intertidal tengah (*mid intertidal*) dan zona intertidal bawah (*low intertidal*). Kondisi substrat yang umum pada bagian bibir pantai (*high intertidal*) adalah substrat pasir, pasir berlumpur dengan vegetasi lamun yang tidak terlalu rapat. Pada area bagian tengah bibir pantai (*middle intertidal*) didominasi oleh substrat dengan tipe karang mati dan makroalga yang cukup rapat (Setiawan et al., 2022). Ekosistem intertidal secara bergantian terpapar antara lingkungan terestrial dan laut yang memberikan lebih banyak kondisi untuk pemilihan mikrohabitat yang sesuai bagi organisme yang ada (Hilary et al., 2021). Pembagian zona intertidal ditunjukkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Pembagian zona intertidal (Brand et al., 2020)

2.3.2 Struktur Komunitas Zona Intertidal

Keanekaragaman organisme pada ekosistem intertidal tergolong sangat tinggi karena faktor lingkungannya yang lebih bervariasi jika dibandingkan dengan ekosistem laut lainnya (Brand et al., 2020). Dalam beberapa wilayah laut tertentu peristiwa *upwelling* laut juga menjadi faktor utama tingginya produktivitas pada zona intertidal. Massa air dari lapisan bawah karena proses *upwelling* laut sebagian besar kaya akan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor yang berasal dari sisa-sisa organisme laut yang mati dan jatuh ke dasar laut dan terbawa arus menuju permukaan. Nutrisi tersebut dijadikan sebagai bahan makanan bagi organisme laut yang berpotensi meningkatkan produktivitas perairan dan berdampak pada meningkatnya keanekaragaman hayati di ekosistem intertidal perairan tersebut (Tian et al., 2023). Zona intertidal memiliki faktor kimia dan faktor fisik yang mendukung semua organisme di dalamnya untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Beberapa Faktor tersebut antara lain suhu, fluktuasi air laut, substrat atau sedimen pH, salinitas dan cahaya matahari. Kelompok organisme pada ekosistem intertidal pada umumnya terdiri dari rumput laut (*seaweed*), komunitas karang (*coral community*), lamun (*sea grass*) dan biota yang berasosiasi dengan substrat atau sedimen yang ada. Struktur komunitas organisme pada kawasan tersebut berkaitan erat dengan keragaman karakteristik habitat dan sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Keragaman habitat sangat menentukan komunitas dan biota yang berasosiasi dengan sistem ekologi di zona intertidal (Aba & Rusliadi, 2020). Interaksi diantara tiga unsur alam utama yaitu, daratan, perairan, dan udara terjadi di daerah pesisir pantai (Anggriana et al., 2018). Garis pantai memiliki kemiringan karena titik pertemuan antara daratan dan lautan (Ziaulhaq dan Sutikno, 2020). Banyak hewan bermigrasi melewati kawasan ini untuk berkembang biar dan mencari makan (Fachrul & Syahc, 2006). Biota laut seperti teripang memiliki populasi yang berbeda-beda karena tingkat kerjasama kategori hewan yang tinggi secara lokal. Organisasi biologis suatu komunitas menentukan keanekaragaman jenisnya (Astuti et al., 2017). Gambaran umum terkait struktur komunitas zona intertidal dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Keanekaragaman organisme zona intertidal (Brand et al., 2020)

2.4 Parameter Fisika dan Kimia Perairan Laut

2.4.1 Material Organik Total

Bahan organik merupakan salah satu indikator kesuburan lingkungan baik di darat maupun laut. Kandungan organik yang terdapat di sedimen laut terdiri dari partikel-partikel yang berasal dari hasil pecahan batuan, sisa rangka dari organisme laut, ataupun dari detritus organik yang merupakan penimbunan sisa-sisa tumbuhan dan hewan mati (Sari et al., 2017). Hewan echinodermata terutama jenis Holothuroidea cenderung ditemukan di daerah dengan kandungan bahan organik yang lebih tinggi (Muzaki et al., 2019). Kandungan bahan organik dalam substrat berkaitan erat dengan jenis substrat. Jenis substrat dasar perairan yang berbeda akan memiliki kandungan bahan organik yang berbeda pula. Kandungan bahan organik berkaitan dengan ukuran butir sedimen. Semakin halus sedimen, maka akan semakin besar kemampuan butiran sedimen tersebut dalam mengikat bahan organik. Jumlah bahan organik yang terdapat dalam substrat dasar secara keseluruhan disebut bahan organik total, sedangkan bahan organik hasil dekomposisi yang mengendap di dasar perairan disebut organik karbon (Kinasih et al., 2015).

2.4.2 Persentase Tutupan Karang

Terumbu karang merupakan suatu ekosistem di dasar laut tropis dibangun terutama oleh biota penghasil kapur, khususnya jenis-jenis karang batu dan alga berkapur, bersama-sama dengan biota yang hidup di dasar lainnya, seperti jenis-jenis moluska, crustacea, echinodermata, polychaeta, porifera dan tinucata serta biota lain yang hidup bebas di perairan sekitarnya termasuk jenis-jenis plankton dan jenis-jenis ikan (Tudang et al., 2019). Holothuroidea pada umumnya banyak ditemukan di daerah dengan persentase tutupan karang yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan karang hidup menyediakan sumber makanan dan habitat bagi mereka. Alga merupakan salah satu jenis makanan utama bagi Holothuroidea. Karang hidup menyediakan habitat bagi alga untuk tumbuh. Oleh karena itu, ekosistem dengan persentase tutupan karang yang tinggi juga memungkinkan terdapat alga dalam persentase yang tinggi juga. Tutupan karang dengan kondisi yang baik cenderung memiliki keanekaragaman Echinodermata yang tinggi (Fitriyah et al., 2020). Ekosistem terumbu karang berada di daerah perairan dangkal di sekitar daratan daerah tropis. Keberadaannya terbatas di perairan hangat, dengan suhu rata-ratanya tidak kurang dari 18°C pada musim dingin. Selain itu, sifat yang menonjol dari ekosistem terumbu karang menjadikan terumbu karang memiliki produktivitas dan keanekaragaman jenis biota yang tinggi (Moore et al., 2017).

2.4.3 Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter kunci model kualitas air di suatu perairan. Aktifitas biologi dan proses kelarutan gas di dalam air sangat bergantung pada kondisi suhu. Suhu permukaan laut merupakan suhu dimana terdapat pertukaran panas antara laut dan atmosfer. Pemanasan permukaan laut secara utama melalui gelombang inframerah dari radiasi sinar matahari. Energi radiasi pada panjang gelombang tersebut secara langsung bertransformasi menjadi panas melalui proses absorpsi. Suhu air laut permukaan di perairan Indonesia pada umumnya berkisar antara 28-31 °C. Nilai suhu di lapisan permukaan laut yang normal berkisar antara 20,0-30,0°C (Nybakken, 1988). Suhu menentukan konsentrasi oksigen dan

karbondioksida terlarut di perairan, yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap proses biologis sutau organisme (Lalli and Parsons, 2006). Perairan dengan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein, sedangkan perairan dengan suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan kerusakan sel pada suatu organisme (Kurniati et al., 2020). Suhu air laut pada habitat suatu organisme seperti makrozoobenthos merupakan suhu kisaran yang mampu mendukung kehidupan makrozoobentos tersebut. Kinasih (2015) menyebutkan bahwa bahwa suhu yang dapat ditorelir oleh makrozoobentos untuk dapat hidup berkisar antara 250-530 C.

2.4.4 Salinitas

Salinitas air merupakan tingkat keasinan atau kadar garam yang terlarut dalam air. Salinitas juga dapat diartikan sebagai total berat (dalam gram) garam *inorganic* terlarut dalam 1 kg air laut. Istilah sering digunakan untuk mengukur kadar garam pada air laut karena pada dasarnya air laut secara alami mengandung kadar garam yang tinggi, hanya saja kadarnya yang berbeda-beda. Namun dalam perhitungannya dapat menggunakan prinsip digital yang menangkap konduktivitas elektrik dimana akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar garam (Ramandhana, 2019). Salinitas air laut berhubungan dengan sistem osmoregulator dalam mengatur keseimbangan konsentrasi garam dalam tubuh Holothuroidea. Jika salinitas air laut terlalu rendah, Holothuroidea akan kehilangan air melalui kulitnya. Hal ini dapat menyebabkan dehidrasi dan kematian. Sebaliknya, Jika salinitas air laut terlalu tinggi akan menyebabkan kerusakan sel dan kematian pada Holothuroidea (Mudiarti, 2023). Kisaran salinitas air laut normal untuk hidup Holothuroidea berkisar antara 30–34‰, tetapi beberapa jenis diantaranya dapat bertahan sampai dengan salinitas sekitar 21‰ (Sukmiwati et al., 2012). Seperti pada genus *Holothuria* adalah salinitas normal yakni sebesar 32 ‰. Genus tersebut tidak mampu bertahan hidup pada salinitas yang rendah. Kadar salinitas yang rendah akan menyebabkan sel-sel dalam tubuh *Holothuria* lisis sehingga tidak mampu bertahan hidup (Huda et al., 2018).

2.4.5 Oksigen Terlarut (*Dissolve Oxygen*)

Keberadaan oksigen terlarut sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup atau biota laut untuk proses pernafasan (respirasi) serta proses oksidasi dalam perairan. Selain itu keberadaan oksigen berperan sebagai oksidator senyawa-senyawa kimia di perairan laut. Oksigen terlarut mempengaruhi keanekaragaman jenis Holothuroidea. Hal tersebut diduga karena besarnya oksigen terlarut dan suhu akan mempengaruhi aktifitas dari Holothuroidea, salah satunya adalah perkembangan dari larva dan aktifitas fisiologi Holothuroidea (Yusron dan Pitra 2004). Batas konsentrasi minimum serta peran DO bagi ekosistem perairan mencerminkan kemampuan badan air dalam menyesuaikan diri dengan kehadiran beban pencemar. DO sangat berpengaruh terhadap kehidupan ikan, terutama untuk pertumbuhan, memperbaiki jaringan dan reproduksi. Sumber DO dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton (Astuti et al., 2018). Gas terlarut terpenting di dalam air laut adalah O₂ dan CO₂. Kadar kedua gas tersebut dapat berubah-ubah tergantung pada perubahan musim dan kondisi perairan. Kadar oksigen terlarut di Paparan Sunda (Laut Jawa dan Laut Cina Selatan) berkisar antara 3,5–4,0 ml/l dan Lautan Indonesia bagian Timur antara 4,0–5,93 ml/l air laut (Priyotomo, 2007).

2.4.6 Derajat Keasaman (pH)

Nilai derajat keasaman (pH) air laut dapat dijadikan sebagai salah satu indikator kualitas air laut tersebut. Standart baku mutu suatu perairan laut yang baik biasanya bernilai $\text{pH} > 7$ atau basa. pH di suatu perairan yang normal berkisar antara 8,0-8,3. Perairan yang memiliki nilai pH rendah diduga dipengaruhi oleh massa air dari beberapa muara sungai, curah hujan maupun proses oksidasi yang dapat mengakibatkan rendahnya nilai pH. Tingkatan nilai pH air laut di suatu perairan sangat mempengaruhi kehidupan biota laut (Patty et al., 2019). Nilai pH yang tidak sesuai atau diluar batas toleransi dapat mengganggu pertumbuhan dan kelangsungan hidup biota laut seperti Holothuroidea, karena dapat menyebabkan Holothuroidea menjadi stress (Huda et al., 2018). pH yang baik dalam air untuk pertumbuhan teripang adalah $\text{pH} 6.5 - 8.5$ (Khordi, 2010).

2.5 Pantai Pasir Putih Situbondo

Kabupaten Situbondo merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang cukup dikenal dengan sebutan Daerah Wisata Pantai Pasir Putih yang letaknya berada di ujung timur pulau Jawa bagian utara dengan posisi padalintang $7^{\circ}35' - 7^{\circ}44' \text{LS}$ (Lintang Selatan) dan $113^{\circ}30' - 114^{\circ}42' \text{BT}$ (Bujur Timur). Sedangkan Pasir Putih terletak pada jalan Surabaya-Situbondo pada kilometer 171-174 atau jarak 21 kilometer ke arah barat dari Ibukota Situbondo yang meliputi kawasan Pantai sepanjang sekitar 3 kilometer, dengan lebar rata-rata 90-100 Meter dari garis pasang pantai (Muthahharah & Adiwibowo, 2017). Banyak penelitian yang telah dilakukan di Pantai Pasir Putih, Situbondo karena tingkat keanekaragaman sumberdaya hayati terutama komunitas echinodermata seperti bulu babi, bintang laut dan teripang masih tergolong baik disana (Somma et al., 2017). Pantai Pasir Putih Situbondo memiliki tiga kategori substrat perairan yang umum yaitu pasir (*sand*), pasir berlumpur, batu karang (*rock*), dan pecahan karang (*rubble*) (Subagio & Aunurohim, 2013).

BAB 3 METODOLOGI

3.1.1 Koleksi dan Pencatatan Data Teripang (Holothuroidea)

Penelitian tugas akhir dilakukan melalui pengambilan sampel dengan cara observasi lapangan menggunakan metode *Belt Transect* yang mengacu pada penelitian (Alamsyah et al., 2022). Pengambilan data teripang terdiri dari 5 lokasi dengan masing-masing lokasi dibagi menjadi 3 stasiun sampling. Jarak antara stasiun sampling dengan stasiun lainnya sebesar 50 meter. Di setiap stasiun pengambilan data diletakkan garis transek dengan panjang 50m dan lebar 2m sejajar ke arah laut di daerah intertidal sampai mendekati tubir. Koleksi dan pencatatan data spesimen Holothuroidea dilakukan sepanjang garis transek yang telah ditentukan. Pengambilan sampel Holothuroidea dilakukan dengan menjelajahi setiap titik sampling pada masing-masing stasiun. Koleksi dan pencatatan data Holothuroidea dilakukan dengan mencatat ciri morfologi dan jumlah dari spesies teripang yang ditemukan pada masing-masing titik sampling. Pengamatan morfologi yang dilakukan terdiri atas bentuk tubuh, panjang tubuh dan corak dan pola warna tubuh dari spesies teripang tersebut (Silaen et al., 2018). Sampel Holothuroidea yang ditemukan difoto dengan menggunakan kamera digital sebagai bahan dokumentasi dan diambil sebanyak 1-2 dari masing-masing jenis. Selanjutnya sampel diletakkan kedalam ember plastik berisi larutan MgCl₂ 0.5% dan air laut dengan perbandingan 1:3 selama 15 menit. Metode tersebut bertujuan untuk mematikan teripang secara perlahan tanpa merusak bagian – bagian tubuh yang diperlukan untuk tahap identifikasi seperti tentakel, papila dan kaki tabung (Purcell et al., 2012). Sampel teripang selanjutnya dibalut menggunakan kain kasa dan dimasukkan kedalam plastik ziplock yang telah diberi lubang dan label kemudian direndam pada toples plastik yang berisi larutan formalin dan alkohol 70%. Proses Identifikasi dilakukan di Laboratorium Ekologi, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

3.2 Waktu dan Tempat

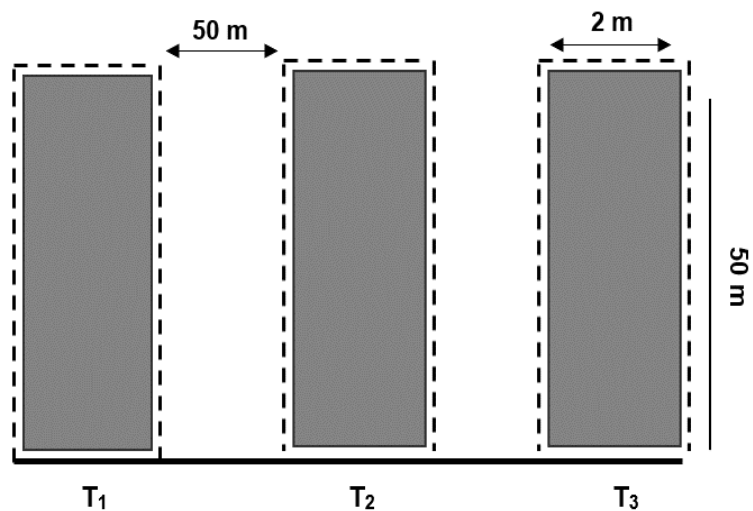
Penelitian tugas akhir dilaksanakan pada periode bulan Desember 2023-Februari 2024. Tahapan-tahapan penelitian dari studi literatur, pekerjaan lapangan, analisis di laboratorium dan penyusunan laporan dilaksanakan pada Desember 2023 – Februari 2024. Pengambilan sampel dilakukan pada zona intertidal Pantai Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur pada Desember 2023 – Januari 2024. Titik Pengambilan sampel dilakukan di 5 lokasi, yaitu Batu Lawang, Teluk Pelita, Kembang Sambu, Takat Palapa dan Pecaron. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian
(Diadaptasi dari *google earth*, 2023)

Tabel 3. 1 Posisi Geografis Titik Pengamatan

	Posisi Geografis	
	Latitude (S)	Longitude (E)
Batu Lawang	07°41'43.5"S	112°49'12.1"T
Teluk Pelita	07°41'26.9"S	112°49'43.0"T
Kembang Sambi	07°41'03.1"S	112°50'34.1"T
Takat Palapa	07°41'00.5"S	112°51'12.9"T
Pecaron	07°40'48.7"S	112°52'00.9"T



Gambar 3. 2 Desain *belt transect* penelitian

Tahap pengamatan sampel teripang dilakukan di Laboratorium Ekologi, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pengujian kandungan bahan organik dilakukan di Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

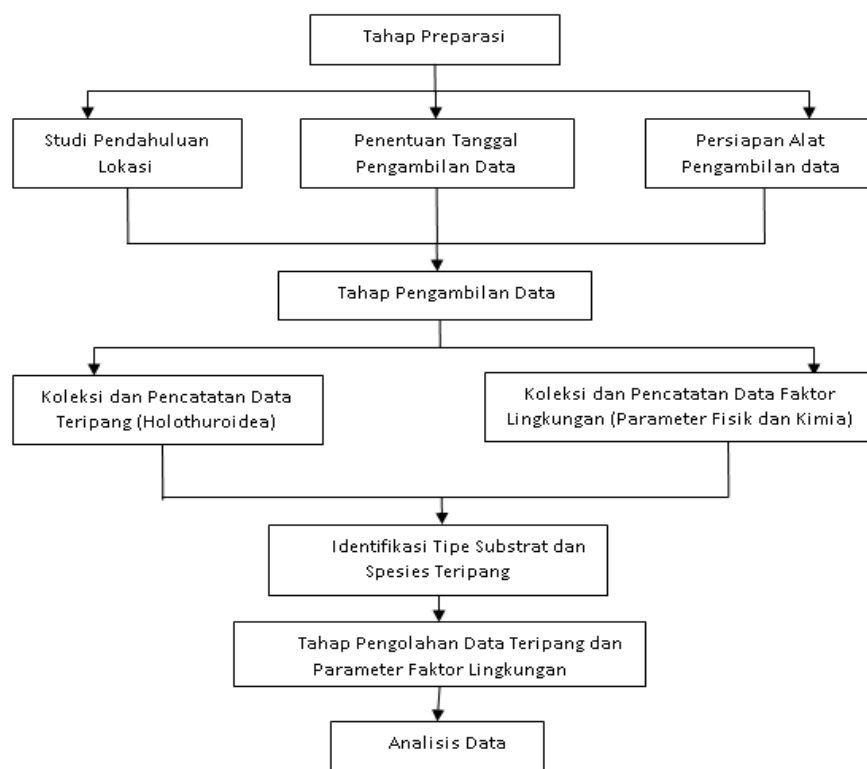
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah meteran lapangan, meteran jahit, ember plastik, sarung tangan, cetok, scoop net, toples plastik, plastik ziplock, alat tulis, papan skala, GPS (*Global Positioning System*), termometer stik digital, kamera, kertas label, refraktometer, pH meter, DO meter, oven, neraca analitik, saringan bertingkat, cawan porselin, kamera digital, cool box, *aluminium foil*, nampan plastik, saringan bertingkat, oven, furnace, desikator, *grid frame*, tabung reaksi, pipet tetes, mikroskop compound, optilab, kain kasa, gelas objek, gelas penutup, pinset, pisau, gunting, papan bedah, pipet tetes, tisu dan buku identifikasi teripang dan jurnal atau journal yang terkait dengan penelitian Holothuroidea.

3.3.2 Bahan

Bahan yang dipakai untuk penelitian adalah spesimen teripang hasil koleksi di lapangan, kain kasa, Alkohol 70%, Formalin, MgCl₂ 0,5% dan akuades.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram air dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Identifikasi Data Teripang (Holothuroidea)

A. Identifikasi Morfologi

Morfologi tubuh yang terdiri atas pola warna tubuh, corak warna tubuh, tipe tentakel, panjang dan bentuk tubuh teripang dikategorikan sebagai identifikasi secara morfologi. Dalam identifikasi masing-masing spesies teripang juga merujuk pada buku identifikasi menurut (Clark & Rowe, 1971), (Massin, 2002), (Hamel et al., 2001) (Purcell et al., 2012), (Sadili, 2015). (Setyastuti et al., 2018), (Setyastuti, A., & Purwati, P., 2015), (Wirawati et al., 2019), (Lovatelli, A., & Conand, 2003), dan literatur lain yang sesuai.

B. Identifikasi Tipe Spikula

Setelah dilakukan identifikasi morfologi, selanjutnya dilakukan pengamatan tipe spikula spesimen teripang dengan tahapan sebagai berikut:

1. Dibuat sayatan tipis pada dinding tubuh teripang yang telah dibersihkan. Selanjutnya sayatan dimasukkan kedalam wadah sampel yang berisikan 5ml aquades dan diberi cairan NaCl ± 10 ml hingga bereaksi dan jaringan hancur yang ditandakan terbentuknya endapan
2. Endapan diambil dengan menggunakan pipet kemudian diletakkan di atas kaca objek yang telah disediakan dan dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop
3. Dilakukan pengamatan Spikula dan didokumentasikan bentuk dan ukurannya menggunakan Optilab
4. Selanjutnya tipe spikula diidentifikasi berdasarkan literatur

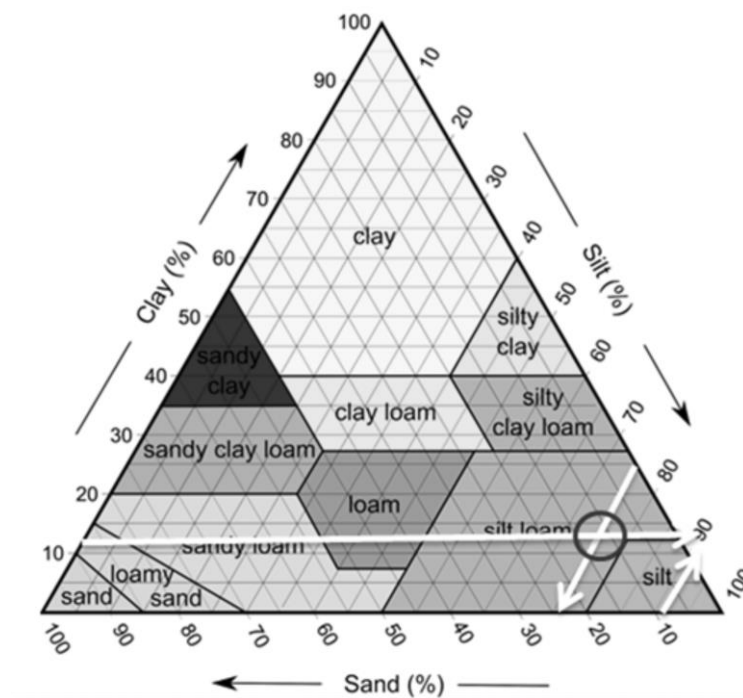
3.5.2 Koleksi dan Pencatatan Data Faktor Lingkungan

Data faktor lingkungan diukur ketika air laut surut (*low tide*). Parameter lingkungan yang diukur adalah tipe sedimen, kandungan organik dalam sedimen dan persentase karang hidup. parameter fisik-kimia yang diambil adalah salinitas, suhu, pH, dan kandungan oksigen terlarut (DO/*Dissolved Oxygendalam* ppm). Pengukuran dan pencatatan data faktor lingkungan dilakukan sebagai faktor pendukung terhadap keanekaragaman dan jumlah keberadaan Holothuroidea pada zona intertidal pantai pasir putih, situbondo.

A. Tipe Sedimen

Tipe sedimen dapat diidentifikasi secara visual pada saat di lapangan dan diidentifikasi berdasarkan ukuran partikel. Komposisi sedimen diamati secara visual untuk menentukan jenis sedimen dari masing-masing titik sampling di setiap stasiun (Silaen et al., 2018). Pada metode identifikasi berdasarkan ukuran partikel, pengambilan data tipe sedimen dengan menggunakan sekop kecil. Sampel sedimen diambil pada masing-masing titik pengamatan di kedalaman ± 10 cm sebanyak kurang lebih 1000 gram. Selanjutnya sedimen dimasukkan pada plastik *ziplock* sebagai data koleksi untuk dianalisis di laboratorium. Tahapan analisis yang pertama adalah sedimen dikeringkan dibawah matahari hingga cukup kering. Selanjutnya, sedimen yang sudah dikeringkan dimasukkan oven pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$. Sampel sedimen yang sudah kering selanjutnya diambil sebanyak 500 gram dan dibasahi menggunakan air. Sampel kemudian disaring menggunakan saringan bertingkat untuk memperoleh ukuran butir yaitu 2 mm, 1,18mm dan 0,075 mm. masing-masing ukuran butir pada fraksi kemudian ditimbang. Rata-rata

ukuran butir sedimen dianalisis dengan tabel (Wenworth, 1922) (Buchanan, 1984), (Mmbaga, 2013) yang selanjutnya dapat dikategorikan tipe sedimennya berdasarkan Segitiga Shepard yang ada pada Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3. 4 Segitiga sephard
(Masruroh & Insafitri, 2020)

B. Material Organik Total

Pengambilan sampel sedimen juga dilakukan untuk pengukuran kandungan organik total sedimen. Sampel sedimen diambil pada masing-masing titik pengamatan di kedalaman ± 10 cm sebanyak kurang lebih 500 gram. Selanjutnya sedimen dimasukkan pada plastik *ziplock* sebagai data koleksi untuk dianalisis di laboratorium. Metode yang digunakan dalam kandungan organik sedimen adalah metode Gravimetri (Dirjen Perikanan Budidaya Air Payau, 1994) dengan tahapan sebagai berikut:

1. Disiapkan sampel sedimen dan cawan porselin serta ditimbang masing-masing berat awalnya
2. Sampel sedimen basah diletakkan kedalam cawan porselin dan ditimbang
3. Sampel diletakkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam atau lebih hingga kering
4. Sampel yang sudah kering dibakar dalam furnace (alat pengabuan) dengan suhu 550°C selama 4 jam
5. Sampel diletakkan kedalam desikator selama ± 4 jam untuk menyerap air yang masih tersisa pada sedimen
6. Sampel ditimbang untuk mengetahui berat akhir. Selisih berat antara sampel kering sebelum dan sesudah dibakar dianggap bahan organik yang hilang.
7. Selanjutnya dilakukan perhitungan sesuai rumus yang ditentukan (Arthaz et al., 2015)

$$\text{Kandungan Bahan Organik (\%)} = \frac{(wt-c)-(wc-c)}{wt-c} \times 100\%$$

Keterangan:

wt = berat total (cawan porselin + sampel) sebelum dibakar pada suhu 550°C

wc = berat total (cawan porselin + sampel) setelah dibakar pada suhu 550°C

c = Berat cawan porselin kosong

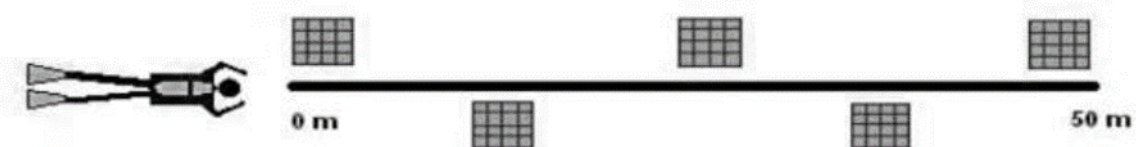
Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Jumlah bahan organik yang terdapat dalam substrat dasar secara keseluruhan disebut bahan organik total, sedangkan bahan organik hasil dekomposisi yang mengendap di dasar perairan disebut organik karbon (Kinasih et al., 2015).

C. Persentase Tutupan Karang

Analisis tutupan terumbu karang hidup diperoleh dengan melakukan pengamatan pada ekosistem terumbu karang di lapangan dengan metode *Underwater Photo Transect* (UPT). Pada prinsipnya UPT adalah metode yang digunakan untuk pengambilan data tutupan karang hidup menggunakan alat bantu *frame* berukuran 58 cm x 44 cm yang dipasang pada garis transek sepanjang 50 meter dengan cara pemotretan bawah air (Assyifa et al., 2023) dengan tahapan sebagai berikut:

1. Rol meter dibentangkan sepanjang 50m pada bawah air dengan kedalaman ± 0,5 – 3 m
2. Dilakukan pemasangan *frame* dengan ukuran 58cm x 44cm dari titik 0, meter ke 1 hingga meter ke 50
3. Dilakukan pemotretan pada meter ke-1 (*frame 1*), meter ke-2 (*frame 2*) dan seterusnya
4. Hasil data selanjutnya akan dianalisis melalui *Software Coral Point Count Excel* (CPCe) (Utama et al., 2022).

Metode pengambilan data luas tutupan terumbu karang dapat diilustrasikan pada Gambar 3.5 berikut:



Gambar 3. 5 Ilustrasi metode UPT
(Assyifa et al., 2023)

D. Suhu

Pengukuran data suhu pada permukaan air menggunakan Termometer *Stick Digital* CE 10186. Termometer dikalibrasi terlebih dahulu hingga menunjukkan suhu udara ambien. Selanjutnya, ujung thermometer dicelupkan pada badan air hingga suhu pada thermometer tidak ada perubahan (Konstan) dan dicatat hasil suhu yang terdapat pada skala thermometer.

E. Salinitas

Pengukuran data salinitas menggunakan alat *Hand Refractometer* ATC RZ118. Refractometer merupakan alat pengukur salinitas dengan mengukur indeks pembiasan pada cairan yang digunakan untuk mengukur kadar garam (Bella et al., 2021.) Pertama dilakukan kalibrasi pada Skala refraktometer hingga menunjukkan nilai nol (0). Sampel air laut selanjutnya diteteskan pada prisma refraktometer dan ditutup. Nilai hasil salinitas dapat dilihat pada skala yang ada melalui *eyepiece*.

F. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) air laut diukur dengan menggunakan pH meter EUTECH® dengan tingkat ketelitian 0,01.

G. DO (Dissolved oxygen)

Dissolved oxygen atau oksigen terlarut (DO) diukur menggunakan DO meter LUTRON® model DO-5510 dengan tingkat ketelitian 0,4 mg/L

3.5.3 Analisis Data Kuantitatif

3.5.3.1 Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')

Dalam literatur suatu penelitian disebutkan bahwa indeks keanekaragaman berfungsi sebagai indikator kompleksitas sebuah ekosistem (Daly et al., 2018). Selain itu Indeks keanekaragaman juga digunakan untuk mengetahui tingkat keanekaragaman teripang (Holothuroidea) di zona intertidal Pantai Pasir Putih, Situbondo dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener sebagai berikut:

$$H' = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

Keterangan:

H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

Pi = ni/N, perbandingan antara jumlah individu spesies i (ni) dengan jumlah total individu semua jenis (N)

Ni = jumlah suatu jenis

N = jumlah total individu yang teramati

Tabel 3. 2 Klasifikasi Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

Nilai H'	Keterangan
H' ≥ 3,50	Keanekaragaman Sangat Tinggi
3,00 ≤ H' < 3,49	Keanekaragaman Tinggi
2,50 ≤ H' < 2,99	Keanekaragaman Sedang
2,00 ≤ H' < 2,49	Keanekaragaman Rendah
H' < 1,99	Keanekaragaman Sangat Rendah

3.5.3.2 Indeks dominansi Simpson (D)

Indeks dominansi digunakan untuk mengetahui spesies teripang (Holothuroidea) yang mendominasi dari spesies teripang (Holothuroidea) lain yang berada di Pantai Pasir Putih, Situbondo. Dominansi dinyatakan dalam suatu indeks dominansi menurut Simpson (Khouw, 2009) dan (Krebs, 1989)) dengan rumus sebagai berikut:

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Keterangan:

Pi = ni /N

D = Indeks Dominansi

ni = jumlah individu spesies ke-i

N = total jumlah individu

Tabel 3. 3 Klasifikasi Indeks Dominansi Simpson

Nilai D	Keterangan
0,75 < D ≤ 1	Tingkat dominansi tinggi
0,5 ≤ D ≤ 0,75	Tingkat dominansi sedang
0 < D ≤ 0,5	Tingkat dominansi rendah

3.5.3.3 Indeks Kemerataan Jenis Pielou (J)

Indeks Kemerataan jenis menentukan tingkat kemerataan individu suatu spesies pada suatu komunitas. Berdasarkan Magurran (2004) Rumus perhitungan dari indeks kemerataan jenis Pielou dikalkulasikan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$J = H' / \ln (S)$$

Keterangan:

J = indeks kemerataan jenis Pielou

H' = nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

S = total jumlah spesies

Tabel 3. 4 Klasifikasi Indeks Kemerataan Jenis Pielou

Nilai J	Keterangan
J > 0,6	Tingkat pemerataan tinggi
0,3 ≤ E ≤ 0,6	Tingkat pemerataan sedang
J < 0,3	Tingkat pemerataan rendah

3.5.3.4 Software Past4.16c

Dalam mengamati hubungan struktur komunitas teripang dengan tipe substrat yang ada dapat dilakukan dengan menggunakan metode statistik multivariat *Canonical Correspondence Analysis* (CCA). Metode CCA dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software Past4.16c. Metode CCA dipilih karena mampu menganalisis hubungan antar variabel secara *linier* dan *non-linier*, serta mampu memvisualisasikan hubungan tersebut dalam bentuk diagram ordinas. CCA merupakan suatu metode yang dapat menganalisis hubungan antara dua set variable (Sherry, 2005). Set variabel pertama disebut variabel dependen, yang dipengaruhi oleh set variabel kedua, yang disebut variabel independen . Dalam penelitian ini tipe substrat sebagai variabel independen sedangkan spesies Holothuroidea dinyatakan sebagai variabel dependen. Data yang sudah ada diolah menggunakan Microsoft Excel selanjutnya di export kedalam software Past4.16c. Data disusun dalam format matriks, dengan variabel-variabel pada baris dan sampel pada bagian kolom. Selanjutnya data diolah pada menu *Multivariate Analysis > Ordination* dan dipilih CCA sebagai metode analisis. Setelah itu ditetapkan tipe substrat sebagai variabel independent dan variabel spesies teripang sebagai variabel dependen. Diagram ordinas akan dihasilkan secara otomatis dengan visualisasi yang memberikan informasi hubungan antar variabel (Legendre & Legendre, 2012).

3.5.3.5 Software CPCe

Indikator terkait analisis tutupan terumbu karang dapat dianalisa menggunakan software CPCe (*Coral Point Count Excel*) (Rahardjo & Anzani, 2023). Untuk mendapatkan data-data kuantitatif berdasarkan foto-foto bawah air yang dihasilkan dari metode UPT, analisis data dilakukan terhadap setiap *frame* dengan cara melakukan pemilihan sampel titik acak. Jumlah titik acak yang digunakan adalah sebanyak 30 titik pada setiap untuk menduga persentase tutupan kategori dan substrat (Giyanto et al., 2010). Berdasarkan proses analisis foto yang dilakukan terhadap setiap frame foto yang dilakukan, maka dapat diperoleh nilai persentase tutupan kategori untuk setiap *frame* yang dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Tutupan Kategori} = \frac{\text{Jumlah Titik Kategori Tersebut}}{\text{Banyaknya Titik Acak}} \times 100\%$$

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Lingkungan

4.1.1 Parameter Fisika dan Kimia

Pengukuran parameter fisika dan kimia lingkungan perairan yang dilakukan secara langsung pada saat di lokasi sampling antara lain parameter suhu ($^{\circ}\text{C}$), salinitas ($\%$), kandungan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (ppm) dan parameter derajat keasaman (pH). Parameter lain yang tidak dilakukan pengukuran pada saat di lokasi sampling adalah perhitungan kandungan bahan organik atau *Total Organic Matter* (TOM). Pengukuran TOM dilakukan di Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. dengan menggunakan metode gravimetri. Adapun Hasil pengukuran parameter fisik dan kimia lingkungan pada lokasi sampling dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Parameter Fisika Kimia di Lokasi Penelitian

Parameter	Lokasi					
	Batu Lawang	Teluk Pelita	Kembang Sambu	Takat Palapa	Pecaron	BM
TOM (%)	2,27	3,27	2,37	3,39	2,78	NA
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	29,5	30	32	31	31	28-32
DO (ppm)	7,1	7,2	7,5	7,2	7,3	>5
pH	7,1	7,4	7,4	7,3	7,3	7-8,5
Salinitas ($\%$)	34	34	34	34	33	33-34

Keterangan; BM = Baku mutu kualitas perairan untuk biota laut sesuai dengan Lampiran VIII Peraturan Pemerintah RI No. 22 Th. 2021; NA = Data tidak tersedia

Total Organic Matter (TOM) atau kandungan material organik total pada sedimen di masing-masing lokasi memiliki nilai yang berbeda. Pada Batu Lawang memiliki nilai TOM sebesar 2,27%. Selanjutnya pada Teluk Pelita memiliki nilai TOM yang lebih tinggi dari Batu Lawang yaitu 3,27%. Pada lokasi Kembang Sambu dan Pecaron memiliki Nilai TOM yang tidak jauh berbeda secara signifikan dengan Batu Lawang. Nilai TOM di Kembang Sambu sebesar 2,37%. Sedangkan pada Pecaron sebesar 2,78%. Nilai TOM pada Takat Palapa juga tergolong tinggi seperti pada Teluk pelita jika dibandingkan dengan lokasi yang lain, yakni sebesar 3,39%. Kandungan bahan organik yang tinggi akan mempengaruhi tingkat kesuburan suatu perairan (Arthaz et al., 2015). Hal tersebut akan berpengaruh terhadap nilai kelimpahan organisme di ekosistem tersebut. Holothuroidea cenderung ditemukan di daerah yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi (Muzaki et al., 2019). Dalam suatu penelitian disebutkan bahwa *Stichopus variegatus* hidup pada habitat dengan kisaran TOM sebesar 5,29-5,75% (Huda et al., 2018). Teripang *Holothuria scabra* mampu bertahan hidup dengan TOM kisaran 10,4-19,7% (Sinsona & Juinio-Menez, 2018). Selanjutnya pada spesies *Holothuria atra* pada kisaran TOM sebesar 1,63-2,09% (Faroby et al., 2021). Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa secara keseluruhan teripang memiliki tingkat toleransi yang cukup baik terhadap kisaran TOM yang bervariasi. Organisme-organisme tertentu memiliki daya tahan tersendiri terhadap tinggi

rendahnya nilai kandungan suatu bahan organik, sehingga tidak jarang dominansi oleh spesies tertentu dapat terjadi di suatu ekosistem (Zulkifli et al., 2009).

Berdasarkan hasil pengukuran parameter suhu, salinitas, dan pH pada Tabel 4.1, kondisi perairan pada masing-masing lokasi menunjukkan nilai yang masih berada dalam rentang Baku Mutu Kualitas Perairan untuk Biota Laut yang sesuai dengan Lampiran VIII Peraturan Pemerintah RI No. 22 Th. 2021. Kualitas perairan seperti salinitas, pH dan suhu yang masih stabil menunjukkan kondisi lingkungan perairan yang aman dan sesuai untuk mendukung kehidupan biota laut seperti teripang (Handayani et al., 2017). Perairan dengan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein, sedangkan perairan dengan suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan kerusakan sel pada suatu organisme (Kurniati et al., 2020). Suhu air laut pada habitat suatu organisme seperti makrozoobentos merupakan suhu kisaran yang mampu mendukung kehidupan makrozoobentos tersebut. Kinasih (2015) menyebutkan bahwa suhu yang dapat ditorelir oleh makrozoobentos untuk dapat hidup berkisar antara 25°-53°C. Teripang sebagai hewan makrozoobentos mampu bertahan hidup dengan baik pada kisaran suhu air antara 24-30°C (Martoyo et al. 2007). Spesies *Holothuria atra* dan *Holothuria fuscocinerea* mengalami pertumbuhan yang baik pada perairan dengan kisaran suhu 26,8-28,0°C (Silaen et al., 2018). Pada penelitian yang dilakukan oleh Aulia et al., (2021), teripang yang berasal dari famili Stichopodidae dan Holothuroiidae dapat hidup pada perairan dengan kisaran suhu 31,1°C. Selanjutnya terdapat jenis *Actinopyga echinites* yang bertahan pada suhu 28°C (Huda et al., 2018). Secara keseluruhan rentang suhu air pada kelima lokasi penelitian ini berkisar antara 29,5-32°C. Suhu tertinggi terdapat pada lokasi kembang sambi yakni sebesar 32°C. Adapun baku mutu untuk parameter suhu air laut adalah sebesar 28-32 °C. Teripang dapat mentoleransi level oksigen terlarut yang rendah dan temperatur yang tinggi dalam periode waktu yang lama, namun teripang masih harus tetap berada dalam kondisi dengan suhu perairan optimal yaitu 27-30 °C (Tuhumury et al., 2019).

Salinitas air laut pada Pecaron relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan empat lokasi lainnya, yakni sebesar 33‰. Sedangkan keempat lokasi lain sebesar 34‰. Jika dinilai berdasarkan Baku Mutu Kualitas Perairan untuk Biota Laut Lampiran VIII Peraturan Pemerintah RI No. 22 Th. 2021, maka nilai rata rata salinitas pada seluruh lokasi penelitian masih berada dalam rentang baku mutu. Kisaran salinitas air laut normal untuk hidup Holothuroidea berkisar antara 30–34‰, bahkan beberapa jenis diantaranya dapat bertahan dengan salinitas sekitar 21‰ (Sukmiwati et al., 2012). Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Moom et al., (2021) dimana terdapat spesies teripang yang mampu bertahan hidup dengan salinitas sebesar 26-27‰, yakni jenis *Synapta maculata* dan *Stichopus hermanii*. Berdasarkan hal tersebut maka nilai salinitas pada kelima lokasi penelitian tergolong baik dan mendukung untuk pertumbuhan teripang. Teripang dengan genus *Holothuria* pada umumnya memiliki habitat dengan salinitas sebesar 32‰. Genus tersebut tidak mampu bertahan hidup pada salinitas yang rendah. Kadar salinitas yang rendah akan menyebabkan sel-sel dalam tubuh *Holothuria* lisis sehingga tidak mampu bertahan hidup (Huda et al., 2018).

Derajat keasaman (pH) air laut memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap organisme perairan sehingga sering digunakan sebagai indikator kualitas suatu perairan (Tuhumury et al., 2019). Hasil pengukuran parameter pH pada lokasi penelitian memiliki nilai yang bervariasi. Secara keseluruhan nilai rata rata pH perairan dari kelima lokasi adalah berkisar antara 7,1-7,4. Nilai tersebut masih berada dalam rentang Baku Mutu Kualitas Perairan untuk Biota Laut. Nilai

pH yang baik dalam perairan untuk pertumbuhan teripang adalah pH 6.5-8.5 (Khordi, 2010). Darman et al., (2013) juga menyebutkan bahwa teripang dapat hidup dengan baik pada perairan yang memiliki nilai pH berkisar 6,5-7,3. Berdasarkan data tersebut maka pH pada lokasi penelitian dapat dikatakan masih berada dalam batas toleransi untuk kehidupan teripang (Holothuroidea). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Handayani et al., (2017), perairan dengan nilai pH sebesar 6,5-8,5 menjadi habitat dari berbagai jenis teripang, diantaranya adalah *Holothuria scabra*, *Holothuria leucospilota*, *Holothuria rigida*, *Stichopus variegatus*, *Synapta maculata* dan *Opheodesoma grisea*. Tingkatan nilai pH air laut di suatu perairan sangat mempengaruhi kehidupan biota laut (Patty et al., 2019). Nilai pH yang tidak sesuai atau diluar batas toleransi dapat mengganggu pertumbuhan dan kelangsungan hidup biota laut seperti Holothuroidea, salah satunya dapat menyebabkan Holothuroidea menjadi stress (Huda et al., 2018).

Kadar Oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) dapat mempengaruhi kehidupan Holothuroidea di habitatnya. Hal tersebut diduga karena besarnya oksigen terlarut dan suhu akan mempengaruhi aktifitas dari Holothuroidea, salah satunya adalah perkembangan dari larva dan aktifitas fisiologi Holothuroidea (Yusron & Pitra 2004). Apabila mengacu pada Lampiran VIII Peraturan Pemerintah RI No. 22 Th. 202, nilai parameter DO di kelima lokasi penelitian sebesar 7,1-7,5 ppm dimana nilai tersebut telah memenuhi baku mutu. Nilai minimum DO yang disyaratkan untuk biota laut yaitu >5 mg/l. Menurut hasil penelitian dari Handayani et al., (2017), kadar oksigen terlarut yang bisa menjadi habitat bagi teripang berkisar antara 4-8 ppm. Asha et al. (2015) juga menyebutkan bahwa teripang *Holothuria atra* masih dapat hidup pada nilai DO sebesar 1,9 mg/l. *Holothuria atra*, *Holothuria edulis*, *Holothuria impatiens*, *Holothuria leucospilota*, *Holothuria scabra*, *Stichopus hermannii* dan *Synapta maculata* dapat bertahan hidup dengan baik pada perairan yang memiliki nilai DO sebesar 10-12 mg/l (Moom et al., 2021).

4.1.2 Tipe Substrat dan Sedimen

4.1.2.1 Analisis Tipe Substrat

Tipe substrat pada zona intertidal di lokasi penelitian memiliki komposisi persentase penyusun yang bervariasi. Secara garis besar tipe substrat tersusun atas pasir (*sand*), bebatuan (*rock*), karang hidup (*hard coral*), karang mati yang ditumbuhi oleh alga (*dead coral with algae*), pecahan karang (*rubble*) serta lumpur (*silt*). Hasil pengamatan tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa terdapat tiga kategori substrat yang terdapat di kawasan tersebut, yakni pasir (*sand*), batuan (*rock*), dan pecahan karang (*rubble*) (Raharto et al., 2022; Subagio & Aunurohim, 2013). Tipe substrat pada penelitian ini didapatkan berdasarkan pengambilan data menggunakan metode *Underwater Photo Transect* (UPT) dan dianalisis dengan menggunakan software CPCe. Hasil analisis terkait tipe substrat dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Analisis Tipe Substrat

Lokasi	Substrat%						
	<i>Hard Coral</i>	<i>Dead Coral</i>	<i>Dead Coral With Algae</i>	<i>Rubble</i>	<i>Sand</i>	<i>Silt</i>	<i>Rock</i>
Batu Lawang	7,71	0,48	8,29	43,81	32,48	1,33	0,00
Teluk Pelita	11,79	0,26	23,72	45,00	16,92	0,00	0,0
Kembang Sambu	7,50	4,00	5,17	68,83	13,67	0,00	0,67
Takat Palapa	5,56	7,78	25,26	27,22	33,61	0,00	0,00
Pecaron	20,44	9,33	21,56	29,11	17,56	1,78	0,00

Data pada Tabel 4.2 tercatat bahwa masing masing lokasi penelitian memiliki persentase tipe substrat yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan habitat teripang pada kawasan intertidal Pantai pasir putih Situbondo cukup beragam. *Hard coral* atau substrat karang keras pada zona intertidal berfungsi sebagai pelindung dari sinar matahari dan perangkap makanan bagi biota laut (Moom et al., 2021). Pada hasil penelitian tercatat bahwa persentase substrat *hard coral* berkisar antara 5,56-20,44% pada masing-masing lokasi. Selanjutnya substrat pecahan karang atau *rubble* memiliki persentase tertinggi pada Sebagian besar lokasi penelitian, yaitu sebesar 29,1-68,8%. Adapun lokasi dengan persentase *hard coral* tertinggi (20,44%) adalah Pecaron.

Jenis substrat selanjutnya adalah substrat karang mati (*dead coral*). Pada penelitian ini substrat karang mati dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu substrat karang mati (*dead coral*) dan karang mati yang ditumbuhi oleh alga (*dead coral with algae*). Substrat *dead coral* pada Tabel 4.2 diatas menunjukkan bahwa jenis substrat tersebut tergolong memiliki persentase yang rendah jika dibandingkan dengan persentase substrat *hard coral*, *rubble* dan *sand* pada lokasi penelitian. Nilai tertinggi terdapat pada Takat Palapa (7,78%) dan terendah pada Teluk Pelita (0,26%). *Dead coral* merupakan koloni karang yang polip atau hewan karangnya sudah mati. Apabila dilihat secara visual, karang mati tidak memiliki fungsi tetapi diduga menjadi habitat yang penting bagi kelimpahan, dan produktivitas dari biota avertebrata laut (English et al., 1997 dalam Assyifa et al., 2023). Berbeda dengan substrat karang mati sebelumnya, substrat karang mati yang ditumbuhi oleh alga (*dead coral with algae*) memiliki persentase yang lebih tinggi pada lokasi penelitian, yaitu sebesar 5,13-25,26%. Lokasi dengan persentase substrat *dead coral with algae* yang tinggi antara lain Pecaron (21,56%), Teluk Pelita (23,72%) dan Takat Palapa (25,26%). Persentase substrat *dead coral with algae* yang lebih tinggi pada lokasi penelitian jika dibandingkan dengan substrat *hard coral* dan *dead coral* dapat terjadi karena kondisi habitat yang terdapat pada zona intertidal dan pertumbuhan alga yang cepat. Alga dapat menyusup dan berkembang lebih cepat dari karang (Najmi et al., 2021). Pada daerah pasang surut, paparan cahaya matahari sangat mempengaruhi keberadaan makro alga untuk melangsungkan fotosintesis. Kondisi lingkungan dan substrat yang demikian merupakan habitat yang cocok bagi tanaman makro alga (Nurmiyati, 2013).

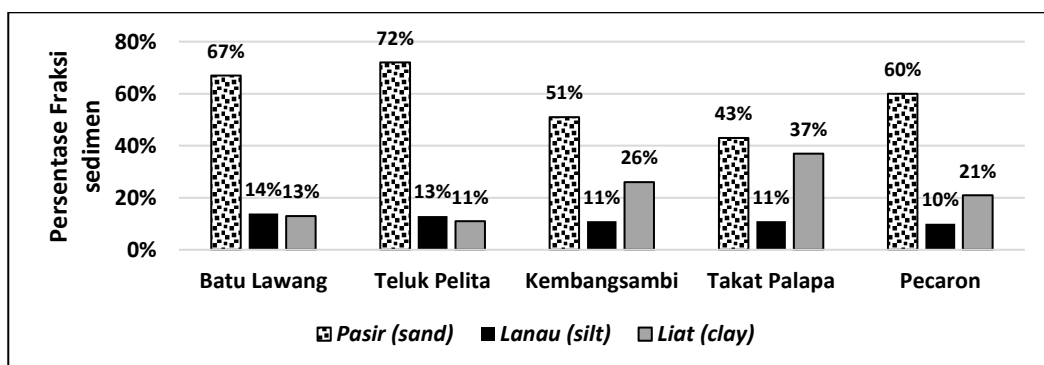
Substrat pecahan karang atau *rubble* memiliki persentase tertinggi pada semua lokasi, yaitu sebesar 29,1-68,8%. Tingginya jumlah pecahan karang (*rubble*) disebabkan adanya substrat karang keras (*hard coral*) dan karang mati (*dead coral*) pada lokasi penelitian. *Rubble* berasal dari terumbu karang yang telah mati, hancur, pecah, atau roboh dari posisi pertumbuhannya dan

terbagi menjadi beberapa bagian dan terbawa arus ombak menuju pantai (Kurniawan et al., 2016). Pecahan karang atau daerah dekat karang digunakan juga sebagai tempat persembunyian teripang (Sutaman, 1993). Selanjutnya pada hasil data substrat pasir (*sand*) juga memiliki nilai persentase yang tinggi pada masing-masing lokasi. Komposisi substrat pasir tertinggi dan terendah terdapat pada Takat Palapa (33,61%) dan Teluk Pelita (16,92%). Pasir merupakan substrat yang diduga berasal dari pecahan karang atau hewan bercangkang yang terbawa arus berupa butiran berukuran 0,0625-2 mm (Luthfi et al., 2019). Pada penelitian yang dilakukan Nirwana et al., (2016) membuktikan bahwa habitat tertinggi yang banyak dihuni oleh teripang terdapat pada habitat pasir dan pecahan karang dengan pola distribusi menyebar secara seragam di semua titik lokasi penelitian.

Lanau (*silt*) merupakan jenis substrat yang terdiri dari partikel-partikel berukuran halus, dengan ukuran antara 0,002 mm hingga 0,063 mm (Husain & Lamangantjo, 2023). Persentase substrat lanau pada lokasi penelitian sangat rendah. Tercatat dua lokasi yang tersusun atas substrat lanau, yaitu Batu Lawang (1,33%) dan Pecaron (1,78%). Selanjutnya persentase pada substrat berbatu (*rock*) juga tidak jauh berbeda dengan kondisi substrat lanau. Tipe substrat bebatuan merupakan habitat yang baik bagi keberlangsungan hidup teripang (Silaen, 2018). Lokasi yang tersusun atas substrat batuan adalah Kembang Sambi dengan persentase sebesar 0,67%. Substrat lanau dan batu termasuk kedalam substrat yang banyak dijumpai pada kawasan pasang surut air laut (Moom *e al.*, 2021; Rakmawati, 2020). Habitat yang ditandai dengan substrat heterogen sebagian besar memiliki keanekaagaman teripang yang tinggi karena kelimpahan teripang berkaitan dengan substrat perairan (Handayani et al., 2017).

4.1.2.2 Analisis Tipe Sedimen

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa zona intertidal pada Pantai Pasir putih Situbondo Sebagian besar tersusun atas pasir (*sand*), bebatuan (*rock*), karang hidup (*hard coral*), karang mati yang ditumbuhi oleh alga (*dead coral with algae*), pecahan karang (*rubble*) serta lumpur (*silt*). Selain kategori substrat yang telah disebutkan tersebut, dalam penelitian ini juga dilakukan analisis tipe sedimen yang dapat dilihat pada Gambar 4.1. Analisis tipe substrat memberikan gambaran umum terkait kondisi fisik dan jenis material yang mendominasi permukaan dasar perairan pada lokasi penelitian. Sementara itu analisis tipe sedimen bertujuan untuk mengetahui komposisi partikel sedimen yang menyusun dasar perairan sebagai habitat yang dapat berpengaruh terhadap struktur komunitas Holothuroidea.



Gambar 4. 1 Diagram persentase fraksi sedimen pada lokasi penelitian

Selanjutnya data pada Gambar 4.1 digunakan untuk menganalisis tipe sedimen yang dikategorikan berdasarkan Segitiga Shepard (Masruroh & Insafitri, 2020). Adapun hasil analisis tipe sedimen pada kelima lokasi penelitian disajikan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Tipe Sedimen Pada Lokasi Penelitian

Lokasi	Tipe Sedimen
Batu Lawang	<i>Sandy loam</i> (Lempung berpasir)
Teluk Pelita	<i>Sandy loam</i> (Lempung berpasir)
Kembang Sambu	<i>Sandy clay loam</i> (Lempung liat berpasir)
Takat Palapa	<i>Sandy clay</i> (Liat berpasir)
Pecaron	<i>Sandy clay loam</i> (Lempung liat berpasir)

Hasil analisis tipe sedimen menggunakan Segitiga Shepard pada Tabel 4.3 di atas menunjukkan bahwa sedimen pada kelima lokasi penelitian sebagian besar tersusun atas fraksi pasir (*sand*). Fraksi sedimen jenis pasir dapat berasal dari pecahan karang atau hewan bercangkang yang terbawa arus berupa butiran berukuran 0,0625-2 mm (Luthfi et al., 2019). Sedimen berpasir memiliki ketersediaan makanan berupa detritus dan makroalga serta terlindung dan meminimalkan adanya gerakan air, sehingga biota laut seperti teripang yang menghuni habitat tersebut dapat bertahan hidup di dalamnya (Rakhmawati & Ambarwati, 2020). Teripang pada umumnya tinggal pada sedimen berpasir di lingkungan terumbu karang dan lingkungan pantai berlamun (Anjani et al., 2020). Fraksi kerikil yang ditemukan pada lokasi penelitian umumnya berasal dari pecahan karang dan cangkang. Riniatsih et al., (2021) dalam penelitiannya menemukan bahwa kepadatan teripang semakin bertambah banyak pada lokasi dengan substrat dasar pasir dan kerikil yang berasal dari pecahan karang.

Lokasi Batu Lawang dan Teluk Pelita memiliki tipe sedimen lempung berpasir (*sandy loam*). Persentase fraksi pasir pada Batu Lawang dan Teluk Pelita sebesar 67% dan 72%. Fraksi sedimen kedua yang memiliki proporsi terbesar adalah lanau (*silt*), yakni sebesar 14% dan 13%. Sedangkan fraksi sedimen liat (*clay*) merupakan fraksi terkecil yang menyusun sedimen lempung berpasir. Pada kedua lokasi tersebut tersusun atas 13% dan 11% fraksi sedimen liat. Pada hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Kanti et al., (2019) juga menyebutkan bahwa sedimen dengan tipe *Sandy loam* (lempung berpasir) memiliki proporsi fraksi sedimen terbesar tersusun atas pasir (*sand*) dan yang terkecil disusun oleh fraksi sedimen lanau (*silt*).

Tipe sedimen pada Takat Palapa memiliki tekstur yang lebih halus daripada lokasi lain. Fraksi sedimen pada Takat Palapa berkaitan erat dengan kandungan bahan organik. Data kandungan bahan organik pada Takat Palapa memiliki nilai tertinggi dari keempat lokasi, yaitu sebesar 3,35%. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang mengatakan bahwa ukuran partikel sedimen yang halus akan mengandung bahan organik yang lebih tinggi daripada sedimen yang lebih kasar. Bahan organik lebih banyak ditemukan pada ukuran partikel sedimen yang halus dibandingkan dengan partikel sedimen yang berukuran lebih kasar pada suatu perairan yang dangkal (Kanti et al., 2019). Sedimen dengan fraksi yang lebih halus akan mengakumulasi bahan organik yang lebih jauh lebih besar dari pada sedimen dengan fraksi yang cenderung lebih kasar (Manik et al., 2017). Secara garis besar tipe sedimen pada masing-masing lokasi

penelitian tersebut yang terdiri atas pasir, lumpur dan liat yang berpotensi menjadi substrat yang baik bagi hewan bentos seperti teripang. Jenis substrat yang diperkirakan disukai oleh bentos adalah kombinasi dari ketiga jenis substrat pasir, lumpur dan liat (Hasan, 2017).

4.2 Keanekaragaman Holothuroidea

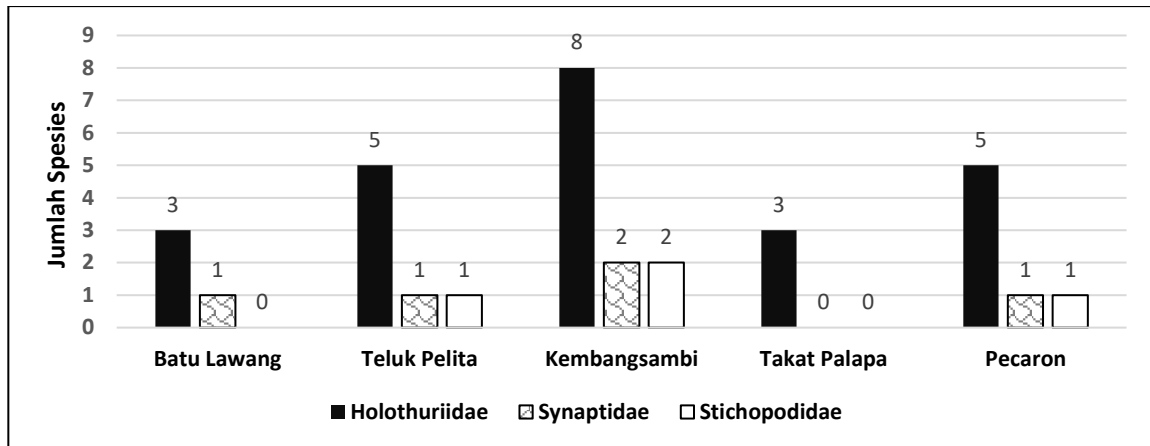
4.2.1 Kekayaan, Komposisi dan Kelimpahan Spesies Holothuroidea

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekayaan spesies dan kelimpahan antar lokasi sebagaimana disajikan pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.2. Secara keseluruhan ditemukan sebanyak 14 spesies Holothuroidea pada seluruh lokasi penelitian dengan jumlah 342 individu. Pada Batu Lawang ditemukan sebanyak 127 individu yang berasal dari Famili Holothuriidae dan Synaptidae. Lokasi Teluk Pelita terdiri atas Famili Holothuriidae, Synaptidae dan Stichopodidae dengan jumlah sebanyak 68 individu. Selanjutnya pada lokasi Kembang Sambi ditemukan sebanyak 47 individu yang berasal dari Famili Holothuriidae, Synaptidae dan Stichopodidae. Takat Palapa hanya terdiri atas spesies yang berasal dari famili Holothuriidae yang berjumlah 61 individu. Lokasi terakhir adalah pecaron yang ditemukan sebanyak 39 individu yang berasal dari Famili Holothuriidae, Synaptidae dan Stichopodidae. Perbedaan jumlah serta jenis spesies pada setiap Lokasi pengamatan dapat disebabkan oleh perbedaan faktor lingkungan seperti kondisi fisik dan biologinya (Faroby et al., 2021; Muzaki et al., 2019).

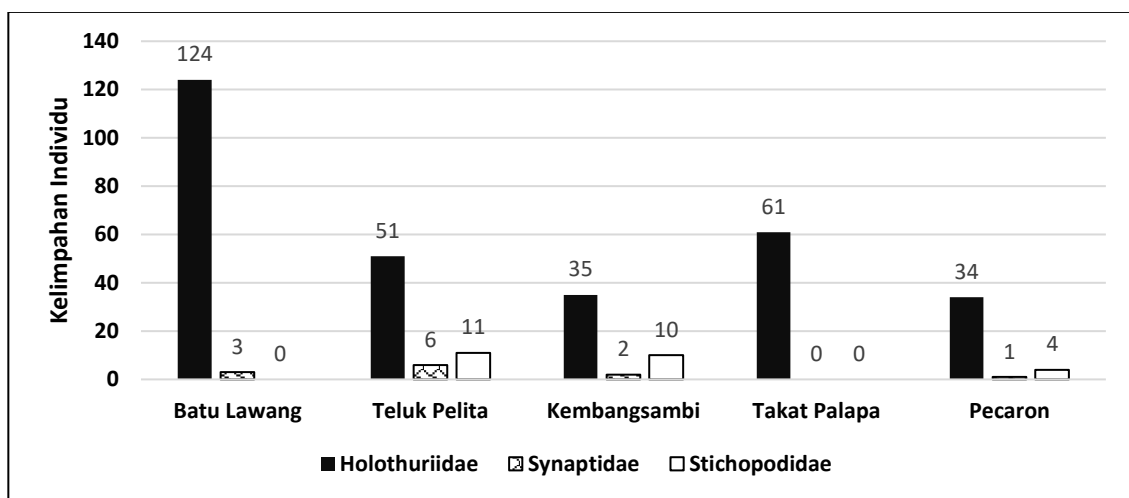
Tabel 4. 4 Kekayaan dan Komposisi Spesies Holothuroidea

No.	Spesies	Famili	Lokasi				
			BL	TP	KS	TPA	P
1	<i>Holothuria hilla</i>	Holothuriidae	+	+	+	0	+
2	<i>Holothuria impatiens</i>	Holothuriidae	+	+	+	+	+
3	<i>Holothuria leucospilota</i>	Holothuriidae	+	+	+	+	0
4	<i>Holothuria fuscocinerea</i>	Holothuriidae	0	+	+	0	+
5	<i>Holothuria pardalis</i>	Holothuriidae	0	+	0	0	+
6	<i>Holothuria rigida</i>	Holothuriidae	0	0	+	+	+
7	<i>Holothuria verrucosa</i>	Holothuriidae	0	0	+	0	0
8	<i>Holothuria sp</i>	Holothuriidae	0	0	+	0	0
9	<i>Labidodemas sp</i>	Holothuriidae	0	0	+	0	0
10	<i>Synapta maculata</i>	Synaptidae	+	0	+	0	0
11	<i>Synapta lamperti</i>	Synaptidae	0	0	0	0	+
12	<i>Opheodesoma grisea</i>	Synaptidae	0	+	+	0	0
13	<i>Stichopus horrens</i>	Stichopodidae	0	0	+	0	0
14	<i>Stichopus monotuberculatus</i>	Stichopodidae	0	+	+	0	+

Keterangan : += ditemukan spesies Holothuroidea; 0= tidak ditemukan spesies Holothuroidea; BL= Batu lawang; TP= Teluk Pelita; KS= Kembang Sambi; TPA= Takat Palapa dan P= Pecaron



(a)



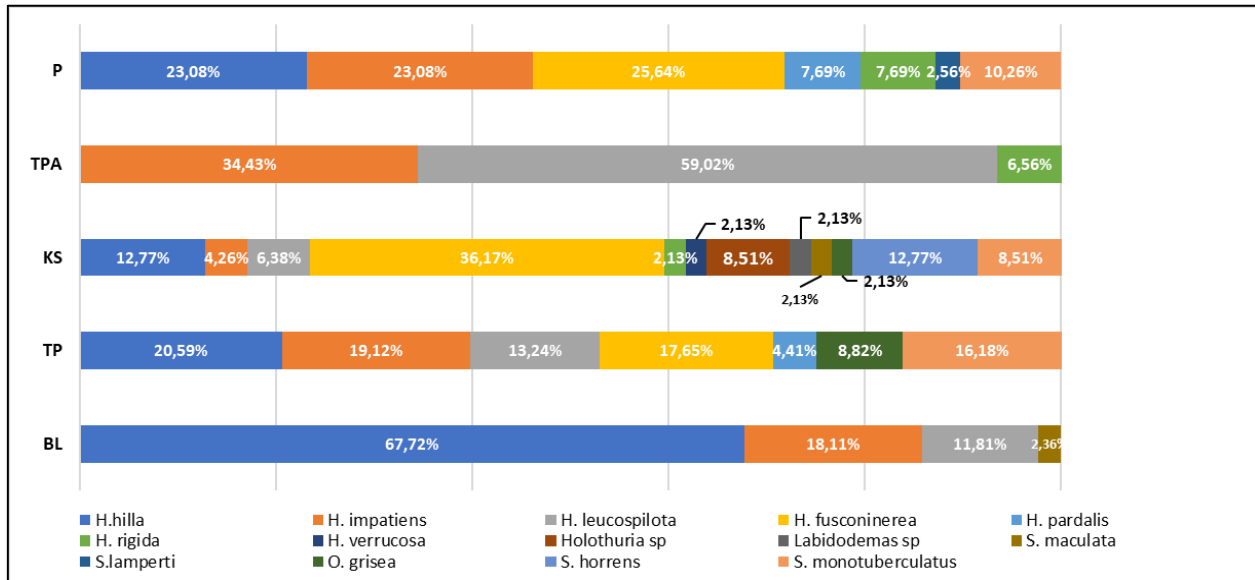
(b)

Gambar 4. 2 Kekayaan dan kelimpahan Holothuroidea

Keterangan: (a): Kekayaan Spesies Holothuroidea; (b): Kelimpahan Individu Holothuroidea

Hasil analisis terkait kekayaan spesies dan kelimpahan Holothuroidea di setiap lokasi penelitian seperti yang disajikan pada Gambar 4.3 (a) dan (b) menunjukkan bahwa teripang yang memiliki jumlah spesies tertinggi serta kelimpahan individu yang dominan merupakan teripang yang berasal dari famili Holothuriidae. Pada setiap lokasi pengamatan hampir selalu dijumpai famili Holothuriidae yang memiliki kisaran jumlah spesies sebanyak 3-8 spesies dengan total kelimpahan individu sebesar 34 - 124 individu. Teripang yang berasal dari famili holothuroidea memiliki komposisi tertinggi karena didukung oleh faktor lingkungan pada lokasi penelitian. Substrat tempat hidup teripang pada lokasi pengamatan secara keseluruhan tersusun atas substrat berpasir dan pecahan karang mati. Substrat tersebut merupakan substrat tempat hidup Sebagian besar jenis teripang dari famili Holothuriidae (Faroby et al., 2021; Matrutty et al., 2021). Faktor lingkungan lain seperti suhu, salinitas, DO dan kandungan bahan organik pada lokasi penelitian yang tercatat juga sesuai untuk mendukung kehidupan biota laut tersebut. Teripang dengan famili Holothuriidae memiliki kemampuan toleransi pada kisaran temperature yang luas (Elfidasari et al., 2012). Seperti pada penelitian terkait teripang yang

dilakukan oleh Handayani et al., (2017), yang menyatakan bahwa faktor lingkungan juga mendukung adanya kelimpahan yang tinggi dari teripang famili Holothuriidae. Selanjutnya dilakukan perhitungan kelimpahan relatif spesies teripang pada masing masing lokasi yang diajikan pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Kelimpahan relatif Holothuroidea pada lokasi penelitian
Keterangan: BL= Batu lawang; TP= Teluk Pelita; KS= Kembang Sambi; TPA= Takat Palapa dan P= Pecaron

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pada Batu Lawang ditemukan Holothuroidea sebanyak 4 spesies dengan *H. hilla* sebagai spesies dengan jumlah tertinggi dan *S. maculata* sebagai spesies dengan jumlah terendah. Selanjutnya pada Teluk Pelita ditemukan sebanyak 7 spesies dengan *H. hilla* sebagai spesies dengan jumlah tertinggi dan *H. pardalis* sebagai spesies dengan jumlah terendah. Pada Kembang Sambi ditemukan sebanyak 12 spesies Holothuroidea dengan *H. Fuscocinerea* sebagai spesies dengan jumlah tertinggi dan *H. pardalis*, *H. rigida*, *H. verrucosa*, *labidodemas sp*, *S. maculata* dan *O. griserea* sebagai spesies dengan jumlah yang rendah. Holothuroidea pada Takat Palapa ditemukan sebanyak 3 spesies dengan *H. leucospilota* sebagai spesies dengan jumlah tertinggi dan *H.rigida* sebagai spesies dengan jumlah terendah. Lokasi terakhir yakni Pecaron ditemukan Holothuroidea sebanyak 7 spesies dengan *H. fuscocinerea* sebagai spesies dengan jumlah tertinggi dan *S. lamperti* sebagai spesies dengan jumlah terendah

Secara keseluruhan spesies *H. hilla*, *H. fuscocinerea* dan *H. leucospilota* termasuk kedalam spesies teripang yang memiliki kelimpahan tinggi pada lokasi penelitian. Spesies *H. leucospilota* banyak ditemukan di habitat dengan substrat berpasir bercampur karang. Warna tubuh dari spesies ini adalah hitam dan ukuran tubuh yang relatif panjang tetapi saat dipegang tubuhnya akan mengerut menjadi kecil (Tuhumury et al., 2019). Penampang tubuh *H. leucospilota* memiliki bentuk yang bulat dengan posterior lebih lebar daripada anterior dengan sisi dorsal berwarna hitam dan ventral berwarna coklat matang (Wulansari et al., 2012). *H. hilla* memiliki ciri-ciri tubuh bulat panjang, berwarna coklat dan memiliki tonjolan-tonjolan berwarna coklat kemerahan dengan lingkaran kuning yang merupakan dasar dari papilla di permukaan dorsal tubuhnya (Daud et al., 2023). Banyak ditemukannya *H. hilla* pada lokasi

pengamatan yang memiliki substrat berpasir dan batuan karang keras sudah sesuai dengan penelitian yang menyebutkan bahwa teripang jenis ini banyak ditemui pada substrat berpasir dan juga biasanya bersembunyi dibalik batuan (Setyastuti et al., 2019). Spesies *H. fuscocinerea* pada saat dilakukan pengamatan morfologis memiliki tubuh yang berwarna abu abu kecoklatan. Pada tuuhnya terdapat corak berbentuk garis dengan warna coklat matang. Tipe spikula yang dimiliki oleh *H. fuscocinerea* pada saat dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop adalah *tables dan buttons*. Hasil tersebut sejalan dengan literatur yang menyebutkan bahwa spesies ini berwarna abu-abu kecoklatan, krem hingga coklat di bagian ventral dengan garis coklat di bagian dorsal dengan bentuk spikula *tables, buttons, dan rods* (Purcell et al., 2012). Jenis teripang lain yang ditemukan adalah *H. impatiens*. Secara morfologis teripang tersebut memiliki tubuh bulat berwarna abu-abu dengan belang berwarna hitam di sisi dorsal. Spikula yang dimiliki oleh *H. impatiens* yakni berbentuk kancing atau *buttons* (Wulandari et al., 2012).

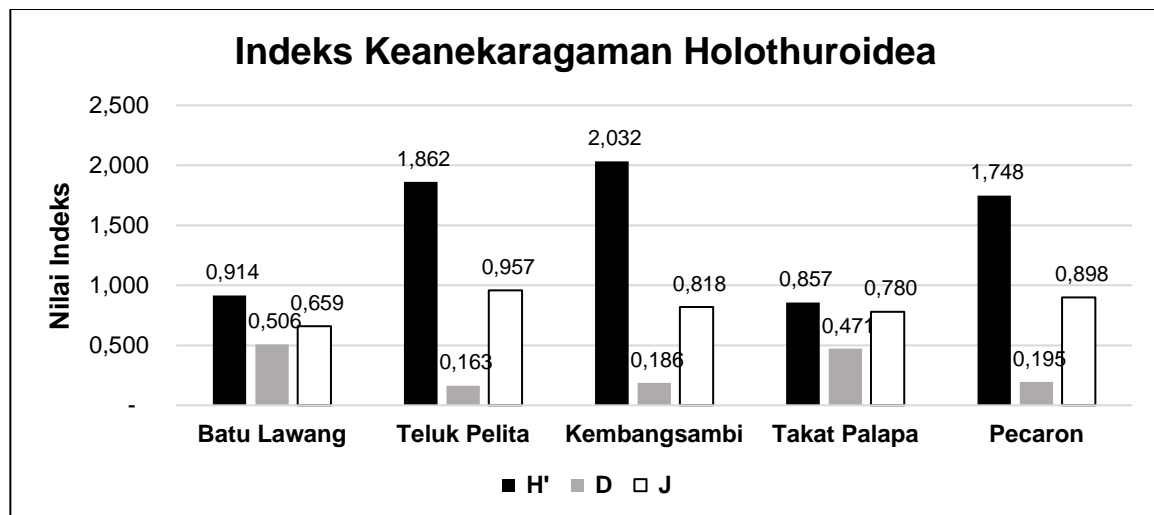
Terdapat beberapa spesies teripang pada penelitian ini yang hanya dijumpai di lokasi tertentu, seperti spesies *S. maculata, O. grisea, H. verrucosa, Labidodemas sp* dan *S. lamperti*. Spesies *S. maculata* ditemukan sebanyak 4 individu yang berada di Batu Lawang dan Kembang Sambi. Spesies *S. lamperti, H. verrucosa* dan *Labidodemas sp* yang tercatat hanya terdapat 1 individu yang tersebar di lokasi pengamatan yang berbeda. Tidak ditemukannya spesies-spesies tersebut pada setiap lokasi diduga karena faktor tipe substrat yang ada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substrat pada Batu Lawang dan Kembang Sambi memiliki persentase yang lebih tinggi dan beragam jika dibandingkan dengan lokasi lain. Hal tersebut menyebabkan spesies spesies tertentu tidak ditemukan pada lokasi lain karena ketidakmampuan adaptasi mereka pada lokasi yang tidak memiliki komposisi tipe substrat yang sama seperti pada Kembang Sambi dan Batu Lawang. Rendahnya kelimpahan beberapa spesies tersebut diduga dapat disebabkan oleh faktor habitat yang dapat membatasi kelimpahan dan kekayaan spesies dalam suatu ekosistem (Latuconsina, 2019). *S. maculata* umumnya hidup pada tipe substrat berpasir dengan suhu air laut sebesar 29-31°C (Setiawan et al., 2018). Faktor lain yang menyebabkan rendahnya kelimpahan teripang dari ketiga jenis tersebut pada lokasi pengamatan adalah karena waktu sampling penelitian yang dilaksanakan di siang hari. *S. maculata, S. lamperti dan O. grisea* merupakan teripang yang lebih aktif di malam hari (nokturnal) (Kerr et al., 2006; Roberst, 2007). Berdasarkan hal tersebut kemungkinan besar pada saat sampling dilakukan, jenis teripang tersebut banyak bersembunyi dan sulit untuk ditemukan. Secara keseluruhan terdapat 14 spesies teripang yang dijumpai pada seluruh lokasi penelitian. Adapun 14 spesies tersebut disajikan pada Tabel 4.6

Spesies yang berasal dari Famili Stichopodidae dalam penelitian ini ditemukan sebanyak dua jenis teripang, yakni *S. horrens* dan *S. monotuberculatus*. Secara garis besar morfologis yang dimiliki oleh kedua teripang ini memiliki banyak persamaan. bentuk tubuh yang dimiliki oleh teripang *S. horrens* adalah memanjang dan warna pada bagian tubuh teripang hitam keabu-abuan dan coklat, bagian tubuhnya terdapat tonjolan-tonjolan yang tidak teratur. Spikula dari spesies ini antara lain berbentuk *tables, rods dan C shaped* (Gasango et al., 2013). Sedangkan pada *S. monotuberculatus* memiliki tubuh yang dominan berwarna abu-abu krem hingga kekuningan. Pada bagian dorsalnya terdapat bintik papila berwarna coklat tua, abu-abu hingga kehitaman (Purcell et al., 2012). Bentuk spikula yang dimiliki oleh *S. monotuberculatus* adalah *rods, buttons dan rosettes* (Massin, 1996).

Spesies *H.pardalis* memiliki tubuh yang berwarna coklat tua pada bagian dorsal dengan bintik coklat yang tersusun menjadi dua baris. Pada bagian ventralnya berwarna krem sedikit kekuningan dan terdapat corak berwarna coklat tua. Bentuk tubuhnya memanjang, silindris, dan lebih lebar di ujung posterior (Purcell et al., 2012). Tipe spikula yang dimiliki oleh teripang ini adalah *rods* dan *tables* (Ahmed et al., 2020). Spesies lain yang ditemukan pada lokasi penelitian adalah *S. maculata* dan *O. grisea*. Dua spesies tersebut dalam beberapa penelitian disebutkan kemungkinan dapat hidup berdampingan di habitat yang sama dan sulit untuk dibedakan diantara keduanya (Roberts, 1979). *S. maculata* termasuk kedalam spesies nokturnal, sedangkan *O. grisea* aktif pada siang dan hari (Bakus, 1973). Ciri morfologis yang dimiliki oleh *O. grisea* antara lain tubuhnya yang memiliki bercak hijau kehitaman pada bagian dorsal dan bagian ventral serta tentakel berwarna hijau keabu-abuan. Panjang tubuh dari spesies teripang ini dapat mencapai sekitar 70 cm, spesies ini tergolong aktif di malam hari (Kerr et al., 2006).

4.2.2 Nilai Indeks Keanekaragaman

Hasil analisis perhitungan nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), dominansi Simpson (D) dan indeks kemerataan spesies Pielou (J) Holothuroidea pada masing-masing lokasi penelitian disajikan pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4. 4 Nilai indeks keanekaragaman Holothuroidea
Keterangan: H' = nilai indeks keanekaragaman; D = nilai indeks dominansi;
 J = nilai indeks kemerataan

Nilai H' tertinggi terdapat di lokasi Kembang Sambi dengan nilai sebesar 2,032. Nilai H' tersebut menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman teripang pada lokasi Kembang Sambi termasuk dalam kategori ‘sedang’ dimana nilai H' antara 1,00-3,00 (Jasmadi et al., 2020). Sedangkan nilai H' terendah pada terdapat lokasi Takat Palapa yakni 0,857. Nilai H' tersebut menunjukkan bahwa Tingkat keanekaragaman pada lokasi Takat Palapa termasuk kedalam kategori “rendah”. (Sidomukti & Wardhana, 2021). Lokasi yang memiliki tingkat keanekaragaman “sedang” selanjutnya adalah Teluk Pelita dan Pecaron. Nilai H' pada lokasi tersebut sebesar 1,862 dan 1,748. Variabel utama yang menjadi penentu tinggi rendahnya Nilai H' dalam suatu ekosistem adalah kekayaan spesies dan kelimpahan relatif dalam suatu komunitas (Magurran, 2004). Apabila suatu lokasi memiliki nilai kekayaan spesies yang tinggi dan memiliki tingkat kelimpahan yang relatif merata atau tidak ada yang mendominasi maka nilai H' akan tinggi.

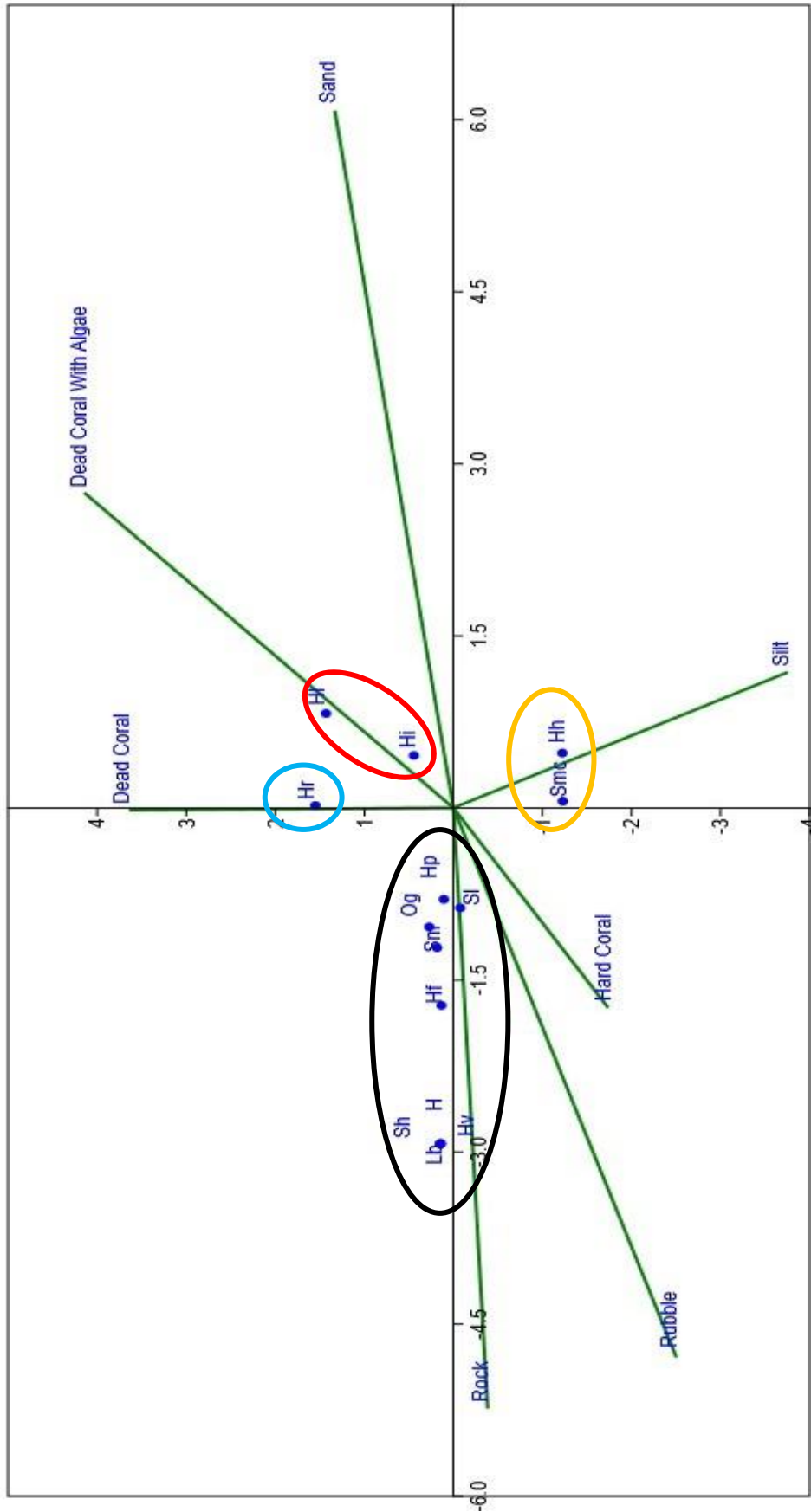
Sebaliknya, apabila dalam suatu komunitas tersebut terdapat spesies yang memiliki nilai kelimpahan relatif yang mendominasi, maka nilai H' akan cenderung menurun (Husnia, 2019).

Hasil analisis indeks dominansi (D) teripang di Batu Lawang memiliki nilai tertinggi jika dibandingkan dengan lokasi lain. Nilai D pada lokasi tersebut sebesar 0,506. Berdasarkan nilai tersebut maka dapat dikatakan bahwa pada lokasi Batu Lawang terdapat spesies teripang yang mendominasi atau “dominansi tinggi”. Hal tersebut sesuai dengan kriteria indeks dominansi menurut (Simpson, 1949 dalam Odum, 1971) dimana Jika $0 < D \leq 0.5$ = Dominansi rendah, sedangkan indeks dominansi dikatakan tinggi jika nilai $C = 0.75 < C \leq 1$. Pada Batu Lawang diketahui bahwa terdapat spesies *H. hilla* dengan kelimpahan relatif sebesar 67,72% dimana nilai tersebut tidak merata dengan kelimpahan relatif pada spesies lain di lokasi yang sama.

Hasil perhitungan indeks pemerataan jenis Pielou (J) pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan persebaran populasi teripang pada lokasi penelitian termasuk kedalam kategori “tingkat pemerataan tinggi”. Lokasi yang memiliki nilai J terendah adalah Batu Lawang yakni sebesar 0,659. Dapat dilihat pada Gambar 4.8 diatas bahwa nilai J pada masing masing lokasi memiliki nilai dengan kisaran 0,659 – 0,957 atau mendekati 1. Nilai tersebut memiliki arti bahwa pemerataan antar spesies teripang relatif merata atau kelimpahan individu teripang setiap spesies relatif setara. Apabila nilai J mendekati 1, maka pemerataannya semakin tinggi (Wahyuningsih et al., 2019). Nilai indeks pemerataan spesies yang tinggi menunjukkan bahwa tidak ada satu spesies yang mendominasi spesies lainnya pada suatu ekosistem (Andrianni et al., 2017). Nilai indeks pemerataan pada Batu Lawang memiliki nilai terendah dari kelima lokasi dapat terjadi karena adanya dominansi pada spesies *H. hilla* di lokasi tersebut. Pada analisis Indeks Dominansi diketahui bahwa Batu Lawang termasuk kedalam kategori “Dominansi tinggi”. Hal tersebut mengakibatkan tingkat pemerataan pada Batu Lawang menjadi “rendah”. Indeks pemerataan mempunyai hubungan yang terbalik dengan Indeks Dominansi, dimana bila pemerataannya tinggi maka dominansinya rendah dan sebaliknya bila pemerataannya rendah maka dominansinya tinggi (Fikryanti et al., 2018).

4.3 Kecenderungan Distribusi Holothuroidea Berdasarkan Tipe Substrat

Analisis *Canonical Correspondence Analysis* (CCA) ini dilakukan dengan menggunakan software PAST 4.16c untuk melihat keterkaitan antara kelimpahan spesies Holothuroidea dengan tipe substrat. Visualisasi scatter plot yang dihasilkan oleh software PAST 4.16 akan menjadi dasar dalam analisis ini untuk menunjukkan korelasi kekuatan hubungan (korelasi kanonik) antara distribusi spesies dengan variabel lingkungan (Akour et al., 2022). Adapun visualisasi dari hasil distribusi spesies Holothuroidea dengan variabel tipe substrat disajikan pada Gambar 4.5. Hasil *scatter plot* pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa terdapat pola distribusi masing-masing spesies dengan jarak yang berdekatan dalam ruang ordinasi. Distribusi tersebut antara lain spesies *H. leucospilota* dan *H. impatiens* yang ditunjukkan oleh lingkaran berwarna merah dan spesies *S. maculata* dan *H. hilla* yang ditunjukkan oleh lingkaran berwarna kuning. Selanjutnya terdapat *S. horrens*, *H. verrucosa*, *Holothuria sp.*, *Labiodemas sp.*, *H. fuscocinerea*, *S.monotuberculatus*, *O. griserea*, *H. pardalis* dan *S. lamperti* yang ditunjukkan oleh lingkaran berwarna hitam. Spesies yang berdekatan dalam ruang ordinasi kemungkinan besar memiliki habitat dan preferensi tipe substrat yang serupa (Iryadi et al., 2023).



Gambar 4.5 Hasil scatter plot

Keterangan:

- Hf: *Holothuria fuscocinerea*
- Hh: *Holothuria hilla*
- Hi: *Holothuria impatiens*
- Hi: *Holothuria leucospilota*
- Hp: *Holothuria pardalis*
- Hr: *Holothuria rigida*
- Og: *Opheodesoma grisea*
- H: *Holothuria sp*
- Hv: *Holothuria verrucosa*
- Lb: *Labidodemas sp*
- Sh: *Stichopus horrens*
- Sm: *Stichopus monotuberculatus*
- Smt: *Synapta maculata*
- Sl: *Synapta lamperti*

Hasil *scatter plot* pada Gambar 4.5 yang ditunjukkan dengan lingkaran berwarna biru menunjukkan bahwa spesies *H. rigida* memiliki jarak yang berdekatan dalam ruang ordinasi dengan tipe substrat karang mati (*dead coral*). Hal tersebut menunjukkan bahwa spesies *H. rigida* berasosisasi atau cenderung banyak ditemukan pada substrat yang sebagian besar terdiri atas karang mati (*dead coral*). *H. rigida* sebagai teripang yang berasal dari famili holothuriidae dapat beradaptasi dan menempati segala macam tipe dasar seperti pasir karang mati (Nurafni et al., 2020). Selanjutnya pada hasil penelitian Gambar 4.5 juga menunjukkan bahwa spesies *H. impatiens* dan *H. leucopilota* memiliki jarak ordinasi yang berdekatan dengan tipe substrat karang karang mati yang ditumbuhi oleh alga (*dead coral with algae*) yang ditandai oleh lingkaran berwarna merah. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada substrat pecahan karang mati yang ditumbuhi oleh alga (*dead coral with algae*) banyak ditemukan spesies *H. impatiens* dan *H. leucopilota*. Kemungkinan besar bahwa spesies tersebut cenderung menyukai lokasi yang banyak terdapat substrat karang mati yang ditumbuhi oleh alga. Wulandari et al., (2012) menyebutkan bahwa *H. leucopilota* sebagai salah satu teripang yang terdapat pada habitat pecahan karang mati. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kerr et al., (2006) menyebutkan bahwa spesies *H. impatiens* pada siang hari banyak ditemukan di bawah pecahan karang mati serta bebatuan yang ditumbuhi oleh alga.

Spesies *S. maculata* dan *H. hilla* pada hasil Gambar 4.5 yang ditandai dengan lingkaran berwarna kuning terlihat bahwa spesies *S. maculata* dan *H. hilla* memiliki jarak ordinasi yang sangat dekat dengan tipe substrat lanau (*silt*). Jarak ordinasi tersebut menunjukkan bahwa spesies *S. maculata* dan *H. hilla* cenderung banyak ditemukan pada lokasi yang memiliki substrat lanau (*silt*). Hasil penelitian pada Batu Lawang diketahui memiliki persentase tipe substrat *silt* yang tinggi jika dibandingkan dengan lokasi lain yang juga ditemukan keberadaan spesies *S. maculata* pada lokasi tersebut. Pada suatu penelitian dikatakan bahwa *H. hilla* merupakan teripang yang banyak ditemui pada substrat berpasir, berlumpur dan hamparan batu karang (Setyastuti et al., 2019). *S. maculata* merupakan spesies teripang yang umumnya ditemukan pada area berpasir atau di hamparan lamun (Abroguena et al., 2023). Hal tersebut menunjukkan bahwa *H. hilla* dan *S. maculata* mampu beradaptasi dengan baik pada berbagai macam tipe substrat. Famili Holothuriidae dapat beradaptasi dan menempati segala macam tipe dasar (substrat), seperti lumpur, lumpur pasiran, pasir, pasir lumpuran, kerikil, pantai berbatu, koloni karang, karang mati dan pecahan karang (*rubbles*) (Nirwana et al., 2016).

Hasil *scatter plot* pada Gambar 4.5 selanjutnya menunjukkan bahwa keberadaan spesies *H. fuscocinerea*, *H. pardalis*, *Holothuria sp*, *H. verrucosa*, *Labidodemas sp*, *O. griserea*, *S. horrens*, *S. monotuberculatus* dan *S. lamperti* memiliki jarak ordinasi yang berdekatan dengan tipe substrat berbatu (*rock*) yang ditunjukkan dengan lingkaran berwarna hitam. Hasil ordinasi tersebut menunjukkan bahwa spesies *H. fuscocinerea*, *H. pardalis*, *Holothuria sp*, *H. verrucosa*, *Labidodemas sp*, *O. griserea*, *S. horrens*, *S. monotuberculatus* dan *S. lamperti* cenderung lebih menyukai dan banyak ditemukan pada substrat berbatu (*rock*). Pola hidup yang dimiliki oleh Spesies *S. monotuberculatus* dan *S. horrens* sebagian besar sering berlindung di bawah puing karang dan di celah-celah berbatu (Gray et al., 2023; Kerr et al., 2017). Hasil pada Gambar 4.5 juga didukung oleh literatur yang menyebutkan bahwa *H. pardalis* dan *H. fuscocinerea* dapat ditemukan pada habitat perairan dangkal di bawah pecahan karang atau bebatuan keras dan terkubur pasir (Ahmed et al., 2019). Spesies *S. lamperti* merupakan teripang yang biasanya hidup pada habitat bebatuan serta batu karang yang terdapat sponge didalamnya (Woo et al., 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Mariyati et al., (2012) menyebutkan bahwa *O. Grisea* dapat ditemukan pada habitat yang terdiri atas substrat terumbu karang. Dalam penelitian tersebut juga dikatakan bahwa sekitar 71,4% spesies banyak ditemukan hidup di bawah bebatuan sekitar

terumbu karang (Mariyati et al., 202). Spesies *H. verrucosa* hidup di perairan dengan substrat dasar berbatu, berpasir, dan berlumpur dari perairan dangkal hingga dalam serta pada celah antara batu-batu besar (Ahmed et al., 2020).

Berdasarkan hasil analisis terkait kecenderungan distribusi teripang berdasarkan tipe substrat diatas dapat dilihat bahwa masing masing spesies Holothuroidea memiliki kecenderungan pada habitat dengan tipe susbtrat tertentu. Selain itu sebagian besar dari Holothuroidea mampu bertahan hidup di berbagai jenis substrat yang ada pada kawasan intertidal Pantai Pasir Putih Situbondo. Beberapa studi menyatakan bahwa Holothuroidea mampu beradaptasi pada berbagai tipe habitat yang meliputi habitat berlumpur, berpasir, berbatu, koral, padang lamun dan daerah pertumbuhan alga (Ramadani, 2024). Hal tersebut juga disebutkan dalam Wirawati et al., (2019) dalam Aulia et al., (2021) yakni teripang tersebar luas di laut, seperti di terumbu karang, padang lamun, habitat berbatu, berpasir-berlumpur, dan dataran berpasir. Kehidupan hewan teripang memiliki kaitan yang erat dengan kondisi substrat (Silaen et al., 2018). Tipe substrat yang bervariasi dapat berpengaruh terhadap penyebaran beberapa kelompok hewan yang hidupnya terkait dengan substrat seperti hewan teripang (Manuputty & Noya, 2019).

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Teripang (Holothuroidea) yang ditemukan pada zona intertidal Pantai Pasir Putih Situbondo terdiri atas 14 spesies yang berasal dari famili Holothuriidae, Synaptidae dan Stichopodidae.
 - a. Holothuroidea pada Batu Lawang terdiri dari 4 spesies dengan *H. hilla* sebagai spesies dengan jumlah tertinggi dan *S. maculata* sebagai spesies dengan jumlah terendah
 - b. Pada Teluk Pelita terdiri dari 7 spesies dengan *H. hilla* sebagai spesies dengan jumlah tertinggi dan *H. pardalis* sebagai spesies dengan jumlah terendah
 - c. Pada Kembang Sambi terdiri dari 12 spesies dengan *H. Fuscocinerea* sebagai spesies dengan jumlah tertinggi dan *H. pardalis*, *H. rigida*, *H. verrucosa*, *labiodemas sp*, *S. maculata* dan *O. griserea* sebagai spesies dengan jumlah yang rendah
 - d. Pada Takat Palapa terdiri dari 3 spesies dengan *H. leucospilota* sebagai spesies dengan jumlah tertinggi dan *H. rigida* sebagai spesies dengan jumlah terendah
 - e. Pada Pecaron terdiri dari 7 spesies dengan *H. fuscocinerea* sebagai spesies dengan jumlah tertinggi dan *S. lamperti* sebagai spesies dengan jumlah terendah
2. Berdasarkan analisis CCA, diketahui bahwa terdapat hubungan antara struktur komunitas teripang (Holothuroidea) dengan tipe substrat yang terdapat di zona intertidal Pantai Pasir Putih Situbondo, yaitu kecenderungan penyebaran spesies Holothuroidea berdasarkan preferensi tipe substrat yang ada.
 - a. Spesies *H. rigida* cenderung menyukai substrat karang mati (*dead coral*).
 - b. Spesies *H. impatiens* dan *H. leucospilota* cenderung menyukai substrat pecahan karang mati yang ditumbuhi oleh alga (*dead coral with algae*).
 - c. Spesies *S. maculata* dan *H. hilla* berasosisasi atau banyak ditemukan pada substrat lanau (*silt*).
 - d. Spesies *H. fuscocinerea*, *H. pardalis*, *Holothuria sp*, *H. verrucosa*, *Labiodemas sp*, *O. griserea*, *S. horrens*, *S. monotuberculatus* dan *S. lamperti* cenderung lebih menyukai substrat berbatu (*rock*).

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengambilan sampel secara periodik atau berkala di lokasi yang sama. Hal ini akan memungkinkan untuk mengamati perubahan struktur komunitas teripang seiring perubahan waktu, terutama dalam konteks perubahan musim, iklim, atau aktivitas manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aba, L., & Rusliadi, R. (2020). "Inventarisasi Jenis Teripang (Holothuroidea) Pada Zona Intertidal di Perairan Pulau Ottouwe Wakatobi". *Saintifik*, 6(1), 31–43.
- Abroguena, J. B. R., Tanita, I., Anton, A., Maquirang, J. R. H., Duarte, C., Woo, S. P., ... & Rabaoui, L. J. (2023). Influence of environmental variables on the abundance of *Synapta maculata* (Holothuroidea: Synaptidae) in a multi-species seagrass meadow in the southern Red Sea of Saudi Arabia. *Regional Studies in Marine Science*, 66, 103133.
- Ahmed, Q., Bilgin, S., & Ali, Q. M. (2019). Seasonal effects on length-weight relationship and condition factor of *Holothuria pardalis* (Holothuroidea: Echinodermata) collected from Karachi Coast-Northern Arabian sea. *Cahiers de Biologie Marine*, 60, 81-86.
- Agudo, N.S. 2006. Sandfish Hatchery Techniques. Australian Centre for International Agricultural Research, Secretariat of the Pasific Community and The WorldFish Center, Noumea, New Caledonia.
- Akrama, A. W., & Insafitri, I. (2020). Struktur Komunitas Teripang (Holuthuroidea) Pada Daerah Padang Lamun Dengan Kelas Persen Penutupan Yang Berbeda Di Pulau Sapudi Kabupaten Sumenep. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(2), 180-188.
- Alamsyah, M., Marhento, G., & Siburian, M. F. (2022). "Keanekaragaman Jenis Echinodermata Pada Zona Intertidal Di Pesisir Selatan Pulau Tidung Kecil Kepulauan Seribu Dki Jakarta". *Edubiologia: Biological Science And Education Journal*, 2(1), 41.
- Al Faroby, W., Supratman, O., & Syari, I. A. (2021). Analisis kepadatan teripang hitam (*Holothuria atra*) di kawasan intertidal perairan Tuing Kabupaten Bangka. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 15(1), 1-7.
- Alvarado, B., Calva-Benítez, L. G., Granja-Fernández, R., Pérez-López, J., & López-Pérez, A. (2021). Feeding habits of *Holothuria* (*Stauropora*) *fuscocinerea* (Echinodermata: Holothuroidea) in a Mexican Pacific reef. *Revista de Biología Tropical*, 69, 66-79.
- Alwi, D., Sandra Hi, M., & Hasan, M. H. (2020). Struktur Komunitas Teripang (Holotroidea) di Perairan Juanga Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 6(1), 41-48.
- Andriani, A., Damar, A., Rahardjo, M. F., Simanjuntak, C. P., Asriansyah, A., & Aditriawan, R. M. (2017). Kelimpahan fitoplankton dan perannya sebagai sumber makanan ikan di Teluk Pabean, Jawa Barat. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1(2), 133-144.
- Anjani, P. D., Sulardiono, B., & Widyorini, N. (2020). Analisis Food Habit Teripang Hitam (*Holothuria Atra*) Di Perairan Pantai Alang-Alang Taman Nasional Karimunjawa Analysis Food Habit of Black Sea Cucumber (*Holothuria atra*) in The Coastal Waters of Alang-Alang Karimunjawa National Park. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 8(4), 283-290.
- Aprianto, R., Amir, N., Kasmianti, Matusalach, Fahrul, Syahrul, Tresnati, J., Tuwo, A., & Nakajima, M. (2019). "Economically Important Sea Cucumber Processing Techniques

- In South Sulawesi, Indonesia”. *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 370(1).
- Arthaz, C. P. (2015). “Hubungan Kelimpahan Bulu Babi (Sea Urchin) Dengan Bahan Organik Substrat Dasar Perairan Di Pantai Krakal, Yogyakarta”. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 4(3), 148-155.
- Astuti, Y. S. D. L. P., & Lismining, P. (2018). “Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran Dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan Di Sungai Citarum Dissolved Oxygen Response Againsts Pollution And The Influence Of Fish Resources Existence In Citarum River”. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 203.
- Assyifa, S. F., Yulianto, G., & Yulianda, F. (2023). “Penilaian Kondisi Terumbu Karang Di Pulau Genteng Besar Dan Kayu Angin Genteng, Kepulauan Seribu”. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 14(2), 113-123.
- Aulia, E. D., Muzaki, F. K., Saptarini, D., Setiawan, E., Setiamarga, D., Lutvianti, I. D., & Muhammad, N. A. (2021). “Diversity Of Sea Cucumber From Intertidal Area Of Pacitan And Bangkalan, East Java, Indonesia”. *Biodiversitas Journal Of Biological Diversity*, 22(4).
- Bakus. G. J.. 1973. *The biology and ecology of tropical holothurians*. In *Biology and geology of coral reefs and lagoons*. Vol. II. edited by O. A. Jones & R. Endean. Academic Press. New York. pp. 326-367.
- Bakus, G.J. 2007. “A comparison of some population density sampling technique for biodiversity, conservation, environmental impact studies”. *J Biodiversity Conserv*, 16: 2445- 2455
- Bella, A., Putri, D. R. P. S., & Mandang, I. (N.D.). “Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Dan Salinitas Pada Air Laut”. In *Progressive Physics Journal*, 2:1
- Bivalvia Yang Berasosiasi Dengan Kerang Lentera Brachiopoda, K., & Ambarwati, R. (2020). “Bivalves Communities Associated With Lamp Shells (Brachiopoda: Lingulata) From The Intertidal Zone Of Madura Strait”. In *Jurnal Riset Biologi Dan Aplikasinya*, 2 (1)
- Brand, E., Chen, M., & Montreuil, A. L. (2020). “Optimizing Measurements Of Sediment Transport In The Intertidal Zone”. *Earth-Science Reviews*, 200, 103029.
- Buchanan, J.B. (1984), “Sediment Analysis”, In Holme, N.A. And McIntyre, A.D. (Eds
- Bupati, P. (2012). “Pencadangan Kawasan Terumbu Karang Pasir Putih Sebagai Kawasan Konservasi Perairan Daerah Kabupaten Situbondo”.
- Clark, A.M. & F.W. Rowe. (197). “Holothurians. In *Monograph Of Shallow-Water Indo-West Pacific Echinoderms*” P. 171-210
- Conand, C. (1998). “Holothurians. *Fao Species Identification Guide. The Marine Living Resources Of The Western Central Pacific*”. (2): 1157-1190.
- Daly, Aj, Baetens, Jm, And B De Baets. (2018). “Ecological Diversity: Measuring The Unmeasurable”. *Mathematics*. 6(7): 119
- Darsono, P. (2005). “Teripang (Holothuroidea) Perlu Dilindungi”. Jakarta: Bidang Sumberdaya Laut, Puslit Oseanografi–Lipi

- Daud, M. A., Baruadi, A. S. R., & Nane, L. (2023). Diversitas and Distribution Pattern of Sea Cucumbers in Bajo Village Boalemo Sub District Tomini Bay Gorontalo. *Torani Journal of Fisheries and Marine Science*, 7(1), 86-105.
- Dewi NK, Prabowo SA. 2015. "The status of seagrass beds in tourism beaches of Pacitan (Status padang lamun pantai-pantai wisata di Pacitan)". *Biogenesis: J Ilm Bio* 3 (1): 53-59. DOI: 10.24252/bio.v3i1.567
- Direktorat Konservasi & Tanaman Nasional Laut. 2004. Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Departemen Kelautan dan Perikanan RI.
- English S, Wilkinson C, Baker V. (1997). "*Survey Manual For Tropical Marine Research. Asean-Australia Marine Science Project*". Townsville: Australian Institute Of Marine Science.
- Elfidasari, D., Noriko, N., Wulandari, N., & Perdana, A. T. (2012)." Identifikasi jenis teripang genus *Holothuria* asal perairan sekitar Kepulauan Seribu berdasarkan perbedaan morfologi". *Jurnal Al-azhar Indonesia seri sains dan teknologi*, 1(3), 140-146.
- Fachrul, Mf, & Syach, Jn (2006). "*Pengaruh Gangguan Kualitas Air Terhadap Komunitas Fitoplankton Di Teluk Jakarta, Indonesia*"
- Fadli, M. (2013). "Kelimpahan jenis teripang (holothuroidea) di rata-rata terumbu karang dan lereng terumbu karang pantai pancuran belakang Pulau Karimunjawa Jepara". *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2(3), 288-297.
- Fikri, M., Isdianto, A., & Luthfi, O. M. (2021). Kondisi Lingkungan Perairan (Fisika Oseanografi) Di Sekitar Terumbu Buatan (Artificial Reef) Di Pantai Damas Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur Physics Oseanography Around Artificial Reef On The Pantai Of Damas, Trenggalek District, East Java. *Journal of Marine and Coastal Science Vol, 10*, 1.
- Fitriyah, A., Suryanti, S., & Rudiyaniti, S. "Hubungan Tutupan Karang dengan Keanekaragaman Echinodermata di Pulau Karimunjawa, Jepara". *Jurnal Pasir Laut*, 4(1), 52-59.
- Gasango, H., Manu, G. D., & Tamanampo, J. F. W. S. (2013). Struktur Komunitas Teripang (Holothuroidea) di Pantai Desa Kakara Pulau Kecamatan Tobelo Kabupaten Tobelo. 1. *Jurnal Ilmiah Platax Vol, 1*(4).
- Giyanto, Manuputty, A. E., Abrar, M., Siringoringo, R. M., Suharti, S. R., Wibowo, K., Zulfianita, D. (2014). "*Panduan Monitoring Kesehatan Terumbu Karang*". Jakarta: COREMAP CTI LIPI
- Gray, B. C., Byrne, M., Clements, M., & Purcell, S. W. (2023). Movement dynamics, sediment turnover and sheltering behaviours of the nocturnal coral reef sea cucumber, *Stichopus cf. monotuberculatus*. *Coral reefs*, 42(6), 1329-1341.
- Handayani, T., Sabariah, V., & Hambuako, R. R. (2017). "Komposisi Spesies Teripang (Holothuroidea) di Perairan Kampung Kapisawar Distrik Meos Manswar Kabupaten Raja Ampat".

- Hamel, J. F., Conand, C., Pawson, D. L., & Mercier, A. (2001). “*The Sea Cucumber Holothuria Scabra (Holothuroidea: Echinodermata)*”. : Its Biology And Exploitation As Beche-De-Mer.
- Hartati, R., Meirawati, E., Redjeki, S., Riniatsih, I., & Mahendrajaya, R. T. (2018). “Jenis-Jenis Bintang Laut Dan Bulu Babi (Asteroidea, Echinoidea: Echinodermata) Di Perairan Pulau Cilik, Kepulauan Karimunjawa”. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(1), 41.
- Hasan, U. (2017). Hubungan Morfometrik dan Karakteristik Tanah Kerang Lokan Geloina erosa (solander 1786) di Ekosistem Mangrove Belawan. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 3(2), 6-9.
- Hidayati, N. (2017). “*Dinamika Pantai.*” Malang: Ub Press.
- Hidup, M. N. L. (2001). “Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001 Tentang: Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang”. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Huda, H. N., Sulardiono, B., & Ain, C. (2018). “Sebaran Spasial Teripang Tangkapan Nelayan Berdasarkan Kandungan Bahan Organik Sedimen di Pulau Geleang Karimunjawa”. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(1), 141-149.
- Husain, G., Fws Tamanampo, J., Manu, G. D., Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, P., Perikanan Dan Ilmu Kelautan, F., & Sam Ratulangi Manado, U. (N.D.). “Struktur Komunitas Teripang (Holothuroidea) Di Kawasan Pantai Pulau Nyaregilaguramangofa Kec. Jailolo Selatan Kab. Halmahera Barat Maluku Utara 1”. *Jurnal Ilmiah Platax*, 5(2), 2017.
- Husain, I. H., & Lamangantjo, C. J. (2023). “*Community Structure And Ecological Conditions Of Sea Cucumbers (Holothuroidea) In The Coastal Village Of Pasokan, Walea Besar District, Central Sulawesi*”. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 270–276.
- Husnia, F., Hidayat, S., & Setyawati, S. M. (2019). Biodiversitas Capung Subordo Zygoptera Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Aliran Sungai Kawasan Muria Desa Colo Kabupaten Kudus Jawa Tengah. *Journal Of Biology Education*, 2(2), 128-135.
- Iryadi, R., & Wardhani, P. K. (2023). The influence of environmental conditions on the distribution and abundance of *Sauromatum horsfieldii* Miq. at Mount Tapak, Bali. *Buletin Kebun Raya*, 26(2), 73-83.
- Isaac., Dhinakaran, D & Lipton, A. P. (2014). “*Bioactive Compounds From Holothuria Atra Of Indian Ocean*”. *Springerplus*, (3): 1-10
- Jamilatun, A., Lestari, F., & Susiana, S. (2020). “*Patterns Of Macro Algae Types In The Intertidal Zone Of Malang Rapat Waters, Gunung Kijang District, Bintan Regency, Riau Islands, Indonesia.*” *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil*, 4(2), 65–71.
- Kanti, H. M., Supriharyono, S., & Rahman, A. (2019). Kandungan N Dan P Hasil Dekomposisi Serasah Daun Mangrove Pada Sedimen Di Maron Mangrove Edu Park, Semarang The Content of N and P Results of Decomposition of Litter of Mangrove Leaves in

- Sediments at Maron Mangrove Edu Park, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 8(3), 226-233.
- Kerr, A. M., Miller, A. K., Brunson, C., & Gawel, A. M. (2017). Commercially valuable sea cucumbers of Guam. *University of Guam Marine Laboratory Technical Report*, 162, 1-45.
- Khouw As. (2009). "Metode Dan Analisa Kuantitatif Dalam Bioekologi Laut. Pusat Pembelajaran Dan Pengembangan Pesisir Dan Laut (P41)". Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil (Kp3k). Dkp. Jakarta
- Kinasih, Arn, & Purnomo, Pw (2015). :Analisis Hubungan Tekstur Sedimen Dengan Bahan Organik, Logam Berat (Pb Dan Cd) Dan Makrozoobentos Di Sungai Betahwalang, Demak". *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan (Maquares)*, 4 (3), 99-107.
- Kordi, M. G. 2010. *Budi Daya Biota Akuatik Untuk Pangan, Kosmetik, dan Obat-obatan*. Yogyakarta: Andi Offset
- Krebs C J, 1989. "*Ecological Methodology*". New York: Harper Collins Publisher,
- Kumayanjati, B. (2020). "Teripang Sebagai Salah Satu Sumber Kolagen". *Oseana* , 45 (1), 17-27.
- Kurniati, E., Anugroho, F., & Sulianto, A. A. (2020). "Analisis pengaruh pH dan suhu pada desinfeksi air menggunakan microbubble dan karbondioksida bertekanan". *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(2), 247-256.
- Lalli, C.M & Parsons, T. R. (2006). "*Biological Oceanography: An Introduction*". China: Elsevier.
- Latuconsina, H. (2019). *Ekologi perairan tropis: prinsip dasar pengelolaan sumber daya hayati perairan*. UGM PRESS.
- Leps, J. (2003). "*Multivariate Analysis Of Ecological Data Using Canoco*, Cambridge University" Press : Cambridge
- Lestari, D. F., Fatimatuzzahra, F., & Syukriah, S. (2021). "Jenis-Jenis Gastropoda Di Zona Intertidal Pantai Indrayanti Yogyakarta". *Journal Of Science And Applicative Technology*, 5(1), 187.
- Luthfi, O. M., Akbar, D., Ramadhan, M. G., Rohman, M., & Wahib, N. K. (2019). Studi Komparatif Tutupan Living dan Non Living Substrat Dasar Perairan Pulau Sempu Kabupaten Malang Menggunakan Metode Reef Check. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(2), 127-134
- Lovatelli, A., & Conand, C. (Eds.). (2003). "*Advances In Sea Cucumber Aquaculture And Management*". Food & Agriculture Org..
- Luhulima, Y., Zamani, Np, & Bengen, Dg (2020). "Kepadatan Dan Pola Pertumbuhan Teripang *Holothuria Scabra*, *Holothuria Atra* Dan *Bohadchia Marmorata* Serta Asosiasinya Dengan Lamun Di Pesisir Pulau Ambon, Saparua, Osi Dan Marsegu, Provinsi Maluku". *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* , 12 (2), 541-554.

- Luthfi, O. M., Akbar, D., Gilang Ramadhan, M., Rohman, M., Wahib, K., Kelautan, I., & Perikanan, F. (N.D.). *Article History*.
- Magurran, A. (2004). *“Measuring Biological Diversity”* Usa: Blackwell Publishing
- Manik, Y., Nedi, S., & Elizal, E. (2017). Analisis fraksi sedimen dan bahan organik di perairan muara Sungai Dumai Provinsi Riau (Doctoral dissertation, Riau University).
- Manuputty, G. D., & Noya, Y. (2019). Distribusi Spesies Teripang Berdasarkan Tipe Substrat pada Ekosistem Padang Lamun di Perairan Negeri Suli. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 15(2), 76-81.
- Marine Benthos, 2nd Edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford, Pp. 41-65.
- Marsoedi, M., Guntur, G., & Mulyani, L. F. (2020). “Identifikasi Kesesuaian Lahan Budidaya Teripang Pasir (*Holothuria Scabra*) Berdasarkan Parameter Kimia Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Perairan Lombok Barat”. *Jurnal Perikanan Unram*, 10(1), 1–7.
- Martoyo, J., Aji, N., & Winanto, T. (2006). *“Budidaya Teripang, Edisi Revisi”*. Jakarta: Penerbit Penebar Swadaya
- Martoyo, J., Aji, N., & Winanto, T. (2007). Seri Agribisnis: Budidaya Teripang. *Penebar Swadaya. Jakarta*.
- Masruroh, L., & Insafitri, I. (2020). “Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Kerapatan Vegetasi *Avicennia Marina* Di Kabupaten Gresik”. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(2), 151–159.
- Massin, C. 1996. Results of the Rumphius Biohistorical Expedition to Ambon (1990). Part 4. The *Holothuroidea* (Echinodermata) collected at Ambon during the Rumphius Biohistorical Expedition. *Zoologische Verhandelingen* 307: 1–53.
- Massin, C., Zulfigar, Y., Hwai, T. S., & Boss, S. R. (2002). *“The Genus Stichopus (Echinodermata: Holothuroidea) From The Johore Marine Park (Malaysia) With The Description Of Two New Species”*. *Biologie*, 72, 73-99.
- Matrutty, M., Wakano, D., & Suriani, S. (2021). “Struktur Komunitas Teripang (*Holothuroidea*) Di Perairan Pantai Desa Namtabung, Kecamatan Selaru, Kabupaten Kepulauan Tanimbar”. *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 17(1), 10–17.
- Mmbaga, T.K. (2013). *“The Effect Of Fishing On The Ecology Of Sea Cucumber (Holothuroidea: Echinodermata) Holothuria Scabra And Holothuria Nobilis In Tanzanian Sea Water”*. *International Journal Of Development And Sustainability*, Vol. 2(2): 1099-1126.
- Moom, M. B., Sabariah, V., Handayani, T., Toha, A. H. A., Simatauw, F. F. C., Tebay, S., & Saleh, F. I. (2021). “Keanekaragaman Teripang (*Holothuroidea*) Di Zona Intertidal Pada Area Konservasi “Sasi” Kampung Folley Distrik Misool Timur Kabupaten Raja Ampat-Papua Barat”. *Konservasi Hayati*, 17(2), 85–92.
- Mudiarti, I. L. (2023). *Pengantar Budidaya Laut*. Jepara: UNISNU Press.

- Muthahharah, A., & Adiwibowo, S. (2017). “Dampak Obyek Wisata Pantai Pasir Putih Situbondo Terhadap Peluang Bekerja Dan Berusaha”. *Jurnal Sains Komunikasi Dan Pengembangan Masyarakat*, 1(2), 157-166.
- Muzaki, F.K., Setiawan, E., Insany, G.F.A., Dewi, N.K. & Subagio, I.B. 2019. “Community Structure Of Echinoderms In Seagrass Beds Of Pacitan Beaches, East Java, Indonesia”. *Biodiversitas Journal Of Biological Diversity*, Vol. 20,(7).
- Najmi, N., Fazillah, M. R., & Agustiar, M. (2021). Kondisi Ekosistem Terumbu Karang Di Perairan Krueng Raya, Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Perikanan Tropis*, 8(1), 11-21.
- Nalle, Y. P., Dahoklory, N., & Turupadang, W. (2023, July). Bioecology study of Holothuroidea (sea cucumbers) in the northern coastal area of Timor Island, East Nusa Tenggara. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1220, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.
- Nurafni, N., Muhammad, S. H., & Kurung, N. S. (2020). Pola sebaran dan indeks ekologi teripang di perairan Army Dock desa Pandanga Kabupaten Pulau Morotai. *Aurelia Journal*, 1(2), 121-128.
- Nugroho, A. C. (2017). Identifikasi Penyakit Pada Terumbu Karang Menggunakan Ripple Down Rules. *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, 1(2), 165-174
- Nirwana, E., & Sadarun, B. (2016). *Studi Struktur Komunitas Teripang Berdasarkan Kondisi Substrat Di Perairan Desa Sawapudo Kabupaten Konawe* (Doctoral dissertation, Haluoleo University).
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (1971). *Fundamentals of ecology* (Vol. 3, p. 5). Philadelphia: Saunders.
- Oktaviani, D., Mulyani, Y., & Rochima, E. (2015). “Aktivitas Antioksidan Dan Antibakteri Ekstrak Jeroan Teripang Holothuria Atra Dari Perairan Pulau Biawak Kabupaten Indramayu”. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 6(2 (1)).
- Pallo, N. C., & Lewaherilla, N. (2001). “Jenis-Jenis Teripang (Holonthuroidea) Di Perairan Kampung Auki Distrik Padaido Kabupaten Biak Numfor Papua”. *Jurnal Biologi Papua*, 3(1).
- Patty, S. I., Rizki, M. P., Rifai, H., & Akbar, N. (2019). “Kajian Kualitas Air Dan Indeks Pencemaran Perairan Laut Di Teluk Manado Ditinjau Dari Parameter Fisika-Kimia Air Laut”. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 2(2).
- Pawson, D. L., Mercier, A., Pawson, D. J., & Hamel, J. F. (2010). “First Record Of The Sea Cucumber *Trachythyone Nina* (Echinodermata: Holothuroidea) In Canadian Waters, With A Redescription Of The Species And Notes On Its Distribution And Biology”. *Marine Biology Research*, 6(3), 315-320
- Pechenik, J. A. (1996). “*Biology Of The Invertebrates*”: Wm. Brown Publishers.
- Pérez, C. A., Padilla Cantero, J., & Quirós-Rodríguez, J. A. (2018). Densidad poblacional y estructura de talla del pepino de mar *Holothuria* (*Halodeima*) *grisea* (Aspidochirotida: Holothuriidae) en aguas someras del sur del golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 776-787.

- Purcell, S. W., Samyn, Y., Conand, C.. (2012). "Food And Agriculture Organization Of The United Nations". *Commercially Important Sea Cucumbers Of The World*. Food And Agriculture Organization Of The United Nations.
- Purwati, P., & Syahailatua, A. (2008). "*Timun Laut Lombok Barat*". Jakarta (Id): Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia.
- Purwati, P. (2005). Teripang Indonesia: komposisi jenis dan sejarah perikanan. *Oseana*, 30(2), 11-18.
- Que, S., Luo, H., Wang, L., Zhou, W., & Yuan, S. (2020). "Canonical correlation study on the relationship between shipping development and water environment of the Yangtze River". *Sustainability*, 12(8), 3279.
- Radjab, A. W. (1996). "Teripang Di Teluk Pulau Dullah Maluku Utara". Bidang Sumberdaya Laut, Puslit Oseanografi–Lipi. Jakarta.
- Rahardjo, C., & Anzani, L. (2023). "Analisis Kondisi Terumbu Karang Akibat Pengaruh Aktivitas Pariwisata Bahari di Pulau Tunda Menggunakan Software CPCe". *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, (1), 33-40.22,
- Raharto, C. C., Wijaya, N. I., & Bintoro, R. S. (2022). Pengaruh Metode Transplantasi Karang terhadap Tingkat Kelulushidupan Karang di perairan Pasir Putih Situbondo. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research)(J-Tropimar)*, 4(2), 67-81.
- Ramadani, T. S. (2024). *Komposisi Jenis dan Kelimpahan Spons yang Berasosiasi dengan Padang Lamun di Perairan Pulau Pajenekang, Kabupaten Pangkep* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Ramadhana, N. (2019). "Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsentrasi Kadar Garam Pada Tambak Ikan Bandeng Menggunakan Android". *Journal Of Telecommunication Network (Jurnal Jaringan Telekomunikasi)*, 9(2), 42-46.
- Riniatsih, I., Ambariyanto, A., & Yudiati, E. (2021). Keterkaitan Megabentos yang Berasosiasi dengan Padang Lamun terhadap Karakteristik Lingkungan di Perairan Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(2), 237-246.
- Roberts, D. (1979). Deposit-feeding mechanisms and resource partitioning in tropical holothurians. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 37(1), 43-56.
- Sadili, D. (2015). "Pedoman Umum Identifikasi Dan Monitoring Populasi Teripang" Direktorat Konservasi Dan Keanekaragaman Hayati Laut, Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, Kementerian Kelautan Dan Perikanan.
- Satriarti, R. B., Pawhestri, S. W., Merliyana, M., & Widiani, N. 2018. Penentuan Tingkat Pencemaran Sungai Berdasarkan Komposisi Makrobentos Sebagai Bioindikator. *Al-Kimiya*, 5(2): 57–61.
- Sari, N. Y., Ete, A., & Made, U. (2017). "Respon Pertumbuhan Padi Gogo Lokal Yang Diberi Bahan Organik Pada Berbagai Kondisi Ketersediaan Air". *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(1), 53-57.

- Setiawan, R., Wimbaningrum, R., Siddiq, A. M., Pratiwi, A., & Firdausiyah, H. R. (2022). "Preferensi Tipe Substrat Dan Kepadatan Populasi *Ophiomastix Annulosa* (Muller & Troschel, 1842) Di Ekosistem Intertidal Pantai Bilik Taman Nasional Baluran". *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (Jkpt)*, 5(1), 55.
- Setiawan, B. P., Suryanti, S., & Sulardiono, B. (2018). Preferensi Habitat Dan Kebiasaan Makan Teripang (Holothuroidea) Di Perairan Pulau Menjangan Kecil, Karimunjawa, Jepara (Preference Habitat and Food Habbit of Sea Cucumber (Holothuroidea) In Menjangan Kecil Island, Karimunjawa, Jepara). *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 6(4), 401-408.
- Setyastuti, A. (2018). "Timun Laut Komersil (Teripang) Di Kepulauan Yamdena, Maluku Tenggara Barat, Indonesia". Riset Sebagai Fondasi Konservasi Dan Pemanfaatan Tumbuhan Dan Satwa Liar, (8)
- Setyastuti, A., & Purwati, P. (2015). "Species List Of Indonesian Holothuroidea". *Spc Beche-De-Mer Information Bulletin*, 35, 19-25.
- Setyono, D. E. D., Kusuma, H. A., Poeteri, N. A., Bengen, D. G., & Kurniawan, F. (2019). "Diversity And Abundance Of Gastropods In The Intertidal Zone Of Watukarung, Indonesia". *Marine Research In Indonesia*, 44(1), 19–26.
- Sherry, A., & Henson, R. K. (2005). Conducting and interpreting canonical correlation analysis in personality research: A user-friendly primer. *Journal of personality assessment*, 84(1), 37-48
- Sidomukti, G. C., & Wardhana, W. (2021). Penerapan Metode Storet Dan Indeks Diversitas Fitoplankton Dari Shannon-Wiener Sebagai Indikator Kualitas Perairan Situ Rawa Kalong Depok, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi*, 14(1), 28-38.
- Silaen, D. B., Arthana, I. W., & Saraswati, S. A. (2018). "Distribusi Teripang (Holothuroidea) Pada Perairan Pesisir Nusa Lembongan, Kecamatan Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Bali". *Journal Of Marine And Aquatic Science*, 4(2), 263-270.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *nature*, 163(4148), 688-688.
- Sinsona, M. J., & Juinio-Meñez, M. A. (2018). Effects of sediment enrichment with macroalgae, *Sargassum* spp., on the behavior, growth, and survival of juvenile sandfish, *Holothuria scabra*. *Aquaculture reports*, 12, 56-63.
- Somma, A., Zahida, F., & Yuda, P. (2017). "Kelimpahan Dan Pola Penyebaran Bulu Babi (Echinoidea) Di Terumbu Karang Pantai Pasir Putih, Situbondo, Indonesia Abundance And Distribution Of Sea Urchin (Echinoidea) In Pasir Putih Reef, Situbondo", *Indonesia* (Vol. 2, Issue 3).
- Subagio, I. B., & Aunurohim, A. (2013)." Struktur Komunitas Spons Laut (Porifera) Di Pantai Pasir Putih, Situbondo". *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 2(2), E159-E165.
- Suharsono. (2008). "Mengaitkan Variasi Komposisi Spesies Dengan Variabel Lingkungan: Studi Multitakson Di Kompleks Terumbu Karang Indonesia". *Ilmu Perairan* , 70 , 419-431.

- Sukmiwati, M., Salmah, S., Ibrahim, S., Handayani, D., & Purwati, P. (2012). "Keanekaragaman Teripang (Holothuroidea) di Perairan Bagian Timur Pantai Natuna Kepulauan Riau". *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1), 131-137.
- Sutaman. 1993. *Petunjuk Praktis Budidaya Teripang*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Tarimakase, Y., Ngangi, El, Kusen, Dj, Sambali, H., Tumembouw, Ss, Wantasen, As, & Salindeho, Ir (2020). "Pertumbuhan Teripang Gamat Lumpur (*Stichopus Hermanii*) Pada Lokasi Budidaya Dengan Substrat Berbeda Di Teluk Talengen Kabupaten Kepulauan Sangihe". *E-Jurnal Budidaya Perairan*, 8 (2).
- Teknologi Perikanan Dan Kelautan, J., Fatma Assyifa, S., Yulianto, G., Yulianda, F., Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Dan Lautan, P., & Perikanan Dan Ilmu Kelautan, F. (2023). "Penilaian Kondisi Terumbu Karang Di Pulau Genteng Besar Dan Kayu Angin Genteng, Kepulauan Seribu Assesment The Condition Of Coral Reefs In Genteng Besar And Kayu Angin Genteng Islands, Seribu Islands". In *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan* (Vol. 14, Issue 2).
- Tian, S., Liao, Y., Tang, Y., Liu, Q., Zhang, R., Shou, L., & Zeng, J. (2023). "Assessment Of Macrobenthic Communities Of Rocky Intertidal Zone From Zhejiang Offshore Islands With Azti Marine Biotic Indeks". *Ecological Indicators*, 154, 110923.
- Tudang, E. M., Rembet, U. N., & Wantasen, A. S. (2019). "Ecological Conditions And Economic Values Of Coral Reef Flats In Mattiro Deceng Village, Badi Island, Pangkajenne Kepulauan Regency, South Sulawesi". *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(1), 142-148.
- Tuhumury, L., Suriani, S., & Wakano, D. (2019). Inventarisasi teripang (holothuroidea) di desa namtabung provinsi maluku. *Rumphius Pattimura Biological Journal*, 2(1), 41-46
- Utama, R.S., Renyaan, J., Nurdiansah, D., Makatipu, P.C., Suyadi, S., Hapsari, B.W., Della Rahayu, E.M., Sugiharto, A. And Akbar, N., (2022). "Diversity Of Reef Fish Species In Presence Of Mangrove Habitat In Ternate, North Maluku, Indonesia". *Biodiversitas Journal Of Biological Diversity*, 23(10).
- Wahyuningsih, R. D. (2019). *Pengaruh Waktu Tanam Tanaman Refugia pada Budidaya Padi dengan Sistem PHT terhadap Wereng Batang Coklat Nilaparvata lugens Stal.(Hemiptera: Delphacidae)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Wentworth, C.K. (1922). "A Scale Of Grade And Class Terms For Clastic Sediments". *Journal Of Geology*, Vol. 30: 377-392.
- Wirawati, I., Setyastuti, A., & Purwati, P. (2019). "Timun Laut Dari Perairan Dangkal Indonesia". Jakarta: Media Sains Nasional
- Woo SP, Yasin Z, Ismail SH and Tan SH. 2013. The distribution and diversity of sea cucumbers in the coral reefs of the South China Sea, Sulu Sea and Sulawesi Sea. *Deep-Sea Res Part II Top Stud Oceanogr* 96: 13-18. DOI: 10.1016/j.dsr2.2013.04.020.
- Wulandari, N., Krisanti, M., & Elfidasari, D. (2012). Keragaman teripang asal Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu Teluk Jakarta. *Life Science*, 1(2).

- Yudha, G. A., Suryono, C. A., & Santoso, A. (2020). “Hubungan antara jenis sedimen pasir dan kandungan bahan organik di Pantai Kartini, Jepara, Jawa Tengah”. *Journal of Marine Research*, 9(4), 423-430.
- Yusron E, dan Pitra. 2004. “Struktur komunitas teripang (Holothuroidea) di beberapa perairan pantai Kai Besar, Maluku Tenggara”. *Makara Seri Sains*, 8 (1): 15-20.
- Ziaulhaq, I., & Sutikno, S. (2020). Pengaruh Kemiringan Pantai Buatan Permeabel Dan Impermeabel Terhadap Kofisien Refleksi. *Jurnal Teknik*, 14(2), 148-152.
- Zulkifli, H., Hanafiah, Z., & Puspitawati, D. A. (2009). Struktur dan Fungsi Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Sungai Musi Kota Palembang: Telaah Indikator Pencemaran Air. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi. FMIPA Biologi Universitas Sriwijaya. Inderalaya*.

LAMPIRAN

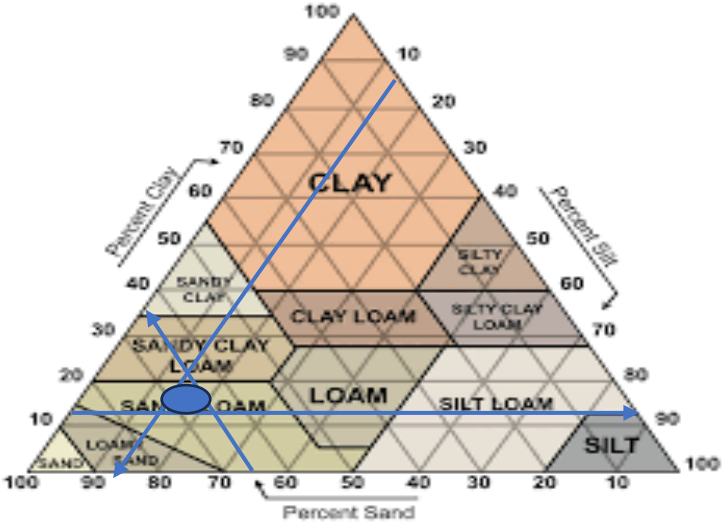
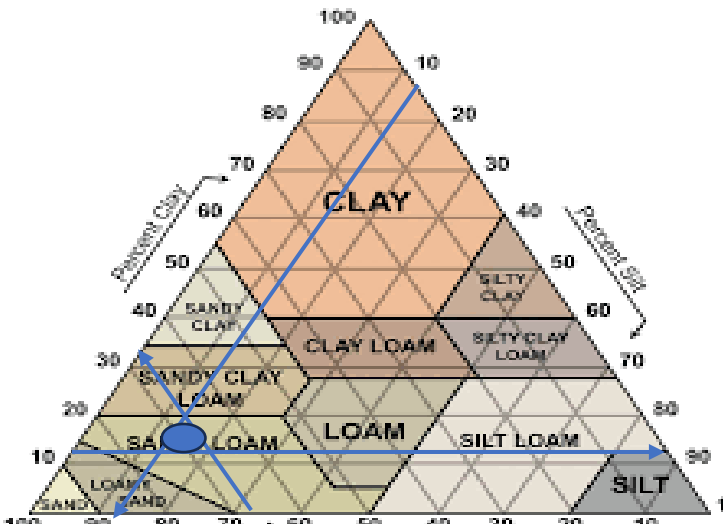
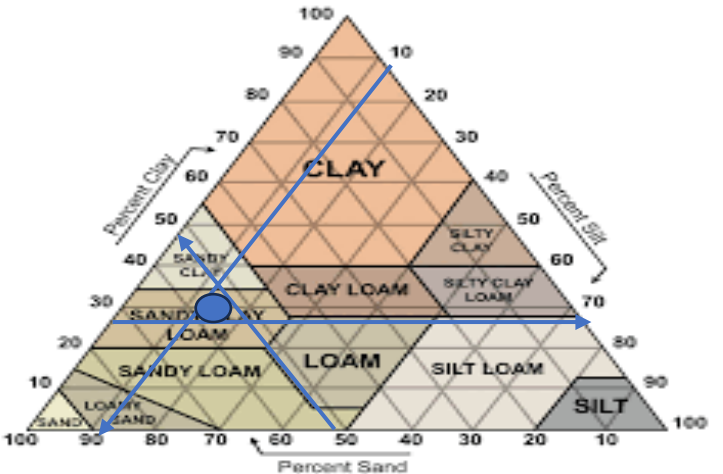
Lampiran 1. Data Kelimpahan Spesies Holothuroidea

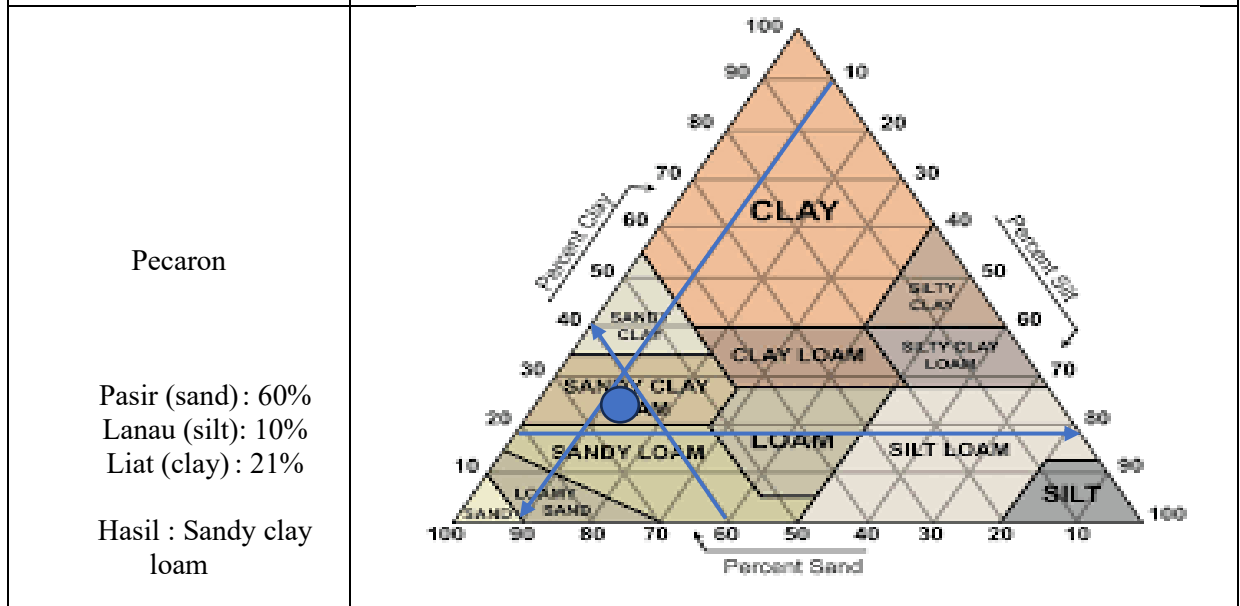
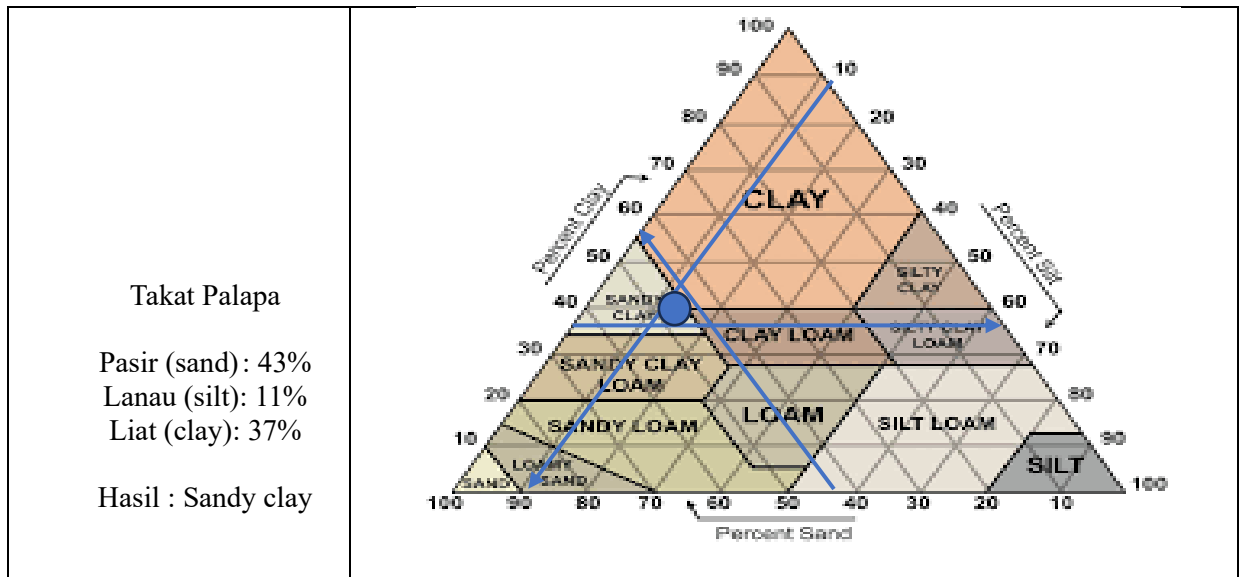
Data Holothuroidea di Zona Intertidal Pantai Pasir Putih Situbondo										
Lokasi										
No	Spesies	Famili	TP 3	KS 1	KS 2	KS 3	TPA 1	TPA 2		
1	<i>Holothuria fuscocinerea</i>	Holothuriidae	7	8	9	0	0	0		
2	<i>Holothuria hilla</i>	Holothuriidae	5	5	1	0	0	0		
3	<i>Holothuria impatiens</i>	Holothuriidae	0	1	1	0	8	10		
4	<i>Holothuria leucospilota</i>	Holothuriidae	7	2	1	0	12	9		
5	<i>Holothuria pardalis</i>	Holothuriidae	0	0	0	0	0	0		
6	<i>Holothuria rigida</i>	Holothuriidae	0	0	1	0	3	0		
7	<i>Holothuria sp</i>	Holothuriidae	0	0	4	0	0	0		
8	<i>Holothuria verrucosa</i>	Holothuriidae	0	0	1	0	0	0		
9	<i>Labidodemas sp</i>	Holothuriidae	0	0	1	0	0	0		
10	<i>Ophoedosoma grisea</i>	Synaptidae	4	0	0	1	0	0		
11	<i>Stichopus horrens</i>	Stichopodidae	0	0	0	6	0	0		
12	<i>Stichopus monotuberculatus</i>	Stichopodidae	8	1	2	1	0	0		
13	<i>Synapta maculata</i>	Synaptidae	0	1	0	0	0	0		
14	<i>Synantula lammerti</i>	Synaptidae	0	0	0	0	0	0		

Data Keaneekaragaman Holothuroidea di Zona Intertidal Pantai Pasir Putih Situbondo (Semua Lokasi)										
Data Keaneekaragaman Holothuroidea di Zona Intertidal Pantai Pasir Putih Situbondo (Teluk Pelita)										
Komunal	D	H'	No	Spesies	Famili	ni	D	H'		
0.4585529171	0.2639859997		1	<i>Holothuria fuscocinerea</i>	Holothuriidae	12	0.02629656684	0.2949986665		
0.0327980656	0.3094483151		2	<i>Holothuria hilla</i>	Holothuriidae	14	0.03579254931	0.3150014688		
0.0139500279	0.2522996321		3	<i>Holothuria impatiens</i>	Holothuriidae	13	0.03086194302	0.305520332		
0.000558001116	0.08847814483		4	<i>Holothuria leucospilota</i>	Holothuriidae	9	0.01479181885	0.25623736		
0.5058590117	0.9142120918		5	<i>Holothuria pardalis</i>	Holothuriidae	3	0.001643535427	0.1299507894		
			6	<i>Ophoedosoma grisea</i>	Synaptidae	12	0.02629656684	0.2949986665		
			7	<i>Stichopus monotuberculatus</i>	Stichopodidae	11	0.02209642075	0.2833495679		
0.18			Total			74	0.157779401	1.880056851		
117			Jumlah total individu (N)			74				
156			Jumlah total spesies (S)			7				
			Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener (H')			1.880056851				
			Nilai indeks dominansi Simpson (D)			0.157779401				
			Nilai indeks kemerataan spesies Pielou (J)			0.9661580993				
Transek 1	D	H'	Data Keaneekaragaman Holothuroidea Teluk Pelita Transek 1							
0.6833777778	0.1573590822									
0.0144	0.2544316243									

Lampiran 2. Analisis Tipe Sedimen Menggunakan Metode Segitiga Sephard

Lokasi & Fraksi Sedimen	Hasil Analisis Segitiga Sephard
-------------------------	---------------------------------

<p>Batu Lawang</p> <p>Pasir (sand): 67% Lanau (silt) : 14% Liat (clay): 13%</p> <p>Hasil : Sandy loam</p>	 <p>A ternary soil texture triangle with vertices labeled 100 for Sand (bottom-left), 100 for Silt (bottom-right), and 100 for Clay (top). The triangle is divided into regions: CLAY (>40% clay), SILTY CLAY (35-40% clay, >15% silt), CLAY LOAM (20-40% clay, >15% silt), SANDY CLAY LOAM (15-20% clay, >15% silt), LOAM (7-20% clay, >15% silt), SILTY CLAY LOAM (15-20% clay, <15% silt), SANDY LOAM (7-15% clay, <15% silt), SILT LOAM (<7% clay, >15% silt), SANDY SILT LOAM (<7% clay, <15% silt), SANDY LOAM (<7% clay, <15% silt), and SILT (<7% clay, <15% silt). A blue dot is placed at approximately 67% sand, 14% silt, and 13% clay, which falls within the 'SANDY LOAM' region.</p>
<p>Teluk Pelita</p> <p>Pasir (sand): 72% Lanau (silt): 13% Liat (clay): 11%</p> <p>Hasil : Sandy loam</p>	 <p>A ternary soil texture triangle with vertices labeled 100 for Sand (bottom-left), 100 for Silt (bottom-right), and 100 for Clay (top). The triangle is divided into regions: CLAY (>40% clay), SILTY CLAY (35-40% clay, >15% silt), CLAY LOAM (20-40% clay, >15% silt), SANDY CLAY LOAM (15-20% clay, >15% silt), LOAM (7-20% clay, >15% silt), SILTY CLAY LOAM (15-20% clay, <15% silt), SANDY LOAM (7-15% clay, <15% silt), SILT LOAM (<7% clay, >15% silt), SANDY SILT LOAM (<7% clay, <15% silt), SANDY LOAM (<7% clay, <15% silt), and SILT (<7% clay, <15% silt). A blue dot is placed at approximately 72% sand, 13% silt, and 11% clay, which falls within the 'SANDY LOAM' region.</p>
<p>Kembang Sambu</p> <p>Pasir (sand): 51% Lanau (silt): 11% Liat (clay): 26%</p> <p>Hasil : Sandy clay loam</p>	 <p>A ternary soil texture triangle with vertices labeled 100 for Sand (bottom-left), 100 for Silt (bottom-right), and 100 for Clay (top). The triangle is divided into regions: CLAY (>40% clay), SILTY CLAY (35-40% clay, >15% silt), CLAY LOAM (20-40% clay, >15% silt), SANDY CLAY LOAM (15-20% clay, >15% silt), LOAM (7-20% clay, >15% silt), SILTY CLAY LOAM (15-20% clay, <15% silt), SANDY LOAM (7-15% clay, <15% silt), SILT LOAM (<7% clay, >15% silt), SANDY SILT LOAM (<7% clay, <15% silt), SANDY LOAM (<7% clay, <15% silt), and SILT (<7% clay, <15% silt). A blue dot is placed at approximately 51% sand, 11% silt, and 26% clay, which falls within the 'SANDY CLAY LOAM' region.</p>



Lampiran 3. Analisis Tipe Substrat menggunakan Software CPCe

CPCe (raw image): C:\CPCe Trial\Bismillah\BATIC_1.jpg Codefile: C:\Users\Cindy Ryan\Wulansari\OneDrive\Dokumen\Akademik\Semester 7\TA\CPCe\CPCe INSTALLER\KODE KARANG COREMAP_Gyt\intermed...

File Mark border Point Overlay Measurement Image Tools Utilities Options Help

POINT ID	NOTES
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
I	
J	

Zoom: 100%
Lock Rotate Measure

100% 300% 600%

ACB ACE ACS ACD ACT CB CE CF CM CS CMR CHL CME CTU DC DCA SC SP ZO OT AA CA HA MA TA S
 R SI RK ACASP ACBRU ACCAR ACCER ACCLA ACCYT IACDG ACDIV ACECH ACFLG ACFOR ACCEN ACHUN ACHYA ACLAT ACLON ACLOR ACMIC ACMIL ACMON ACNAS ACPAL
 ACPRQ ACPUL ACSAN ACSAR ACSEC ACSUB ACTEN ACVAL ACVER ACYON ACSP: ALCAT ALSR ANPUE ANSP: ASGRA ASMYR ASSP: BAAMI BASP: CAFUR CASP: COMAY COSP: CTECH CTSP:
 CYAGA CYCHA CYMIC CYSER CYSR: DIHEL DISP: ECGEM ECHOR ECLAM ECSP: EUANG EUGLA EUSP: FAFAY FAMAR FAMAT FAPAL FARTM FARTN FASPE FAVER FASP: FTABD FTCHI FTCOM
 FTBLE FTBAL FTPAR FTREN FTSP: FUCON FUDAN FUFUN FUGRA FUPAU FUREP FUSP: GLAST GLFAS GLSP: GSEDM GSFAY GSPAL GSPER GSRAN GSRET GSSP: SOCOL GOLOB GOMIN
 GOSTO GOTNL GOTND GOSP: HECOE HESP: HRLIM HRWEB HRRSP: HYEXE HYMIC HYPIL HYRIG HYSP: LAPRU LAPUR LATRA LASP: LEIRR LEPRH LESP: LIUND LISP: LOHAT LOHEM LOSP:
 MEAMF MESCA MESP: MIDIC MIXE MIPLA MITEN MISP: MOCUF MOVAL MOSP: MPAEG MPCAL MPCAF MPCON MPCRA MPDEL MPDGI MPFOL MPHIS MPINF MPML WPMO MPNO MPORI MPPEI
 MPTUR MPUND MPVEN MPSP: MYELE MYSP: DXLAC OXSP: PARUG PASPE PASP: PVCAC PVCLA PVDEC PVFRO PVVEN PVSP: PEALC PELAC PESP: PLDAE PLLAM PLPIN PLSIN PLSPP: PCDAM
 PCFYD PCVER PCSP: PRANN PRCYL PRHOR PRLAT PRLIC PRLUB PRLUT PRNEG PRNIG PRRUG PRRUS PRSDL PRSP: PSCON PSDIG PSSP: SAROB SASP: SCAUS SCSPP: SECAL SEHYS SESP:
 STARM STPIS STSP: SYAGR SYRAD SYREG SYVAL SYSP: CANL PADI SARG TURAL LOBR SARC: SNU XEN ASCI CRW ECHI GORG ANEM TRID

NCRI

CPCE (raw image): C:\CPCE Trial bismillah\BATC_1.jpg Codefile: C:\Users\Cindy Ryan Wulansari\OneDrive\Dokumen\Akademik\Semester 7\TA\CPCE\CPCE INSTALLER\KODE KARANG COREMAP_Gyt intermedii...

File Mark border Point Overlay Measurement Image Tools Utilities Options Help

ACB	ACE	ACS	ACD	ACT	CB	CE	CF	CM	CS	CMR	CHL	CME	CTU	DC	DCA	SC	SP	ZO	OT	AA	CA	HA	MA	TA	S
ACPRO	ACPUL	ACSAM	ACSAR	ACSEK	ACSUB	ACTEN	ACVAL	ACVER	ACYON	ACSP	ALCAT	ALSP	ANPUJ	ANSP	ASGRA	ASMYR	ASSP	BAAMI	BASP	CAFUR	CASP	DOMAY	COSP	CTECH	CTSP
CYAGA	CYCHA	CYMIC	CYSER	CYSP	DIHEL	DISP	ECGEM	ECHOR	ECLAM	ECS	EUANC	EUGLA	EUSP	FAPAV	FAMAR	FAMAT	FAPAL	FARTM	FARTN	FASPE	FAVER	FASP	FTABD	FTCHI	FTCOM
FTFLE	FTHAL	FTPAR	FTPEN	FTRUS	FTSP	FUCON	FUDAN	FUFUN	FUGRA	FUPAU	FUREP	FUSP	GLAST	GLFAS	GLSP	GSEWD	GSAFV	GSPAL	GSPEC	SSRAM	GSRET	GSSP	SOCOL	GOLOB	GOMIN
GOSTO	GOTNL	GOTND	GOSP	HECOE	HESP	HRLIM	HRWEB	HRSP	HYEXE	HYMIC	HYPII	HYRIG	HYSP	LAPRU	LAPUR	LATRA	LASP	LEIRR	LEPHR	LESP	LIUND	LJSP	LOHAT	LOHEM	LLOSP
MEAMF	MESCA	MESPA	MIDIC	MIEXE	MIPLA	MITEN	MISP	MOCUF	MOVAL	MOSP	MPEAG	MPCAL	MPCAF	MPCOB	MPCRA	MPDEL	MPDIC	MPFOL	MPHIS	MPINF	MPMIL	MPMOM	MPNOG	MPORI	MPPEL
MPTUR	MPUND	MPVEN	MPSP	MYELE	MYSP	DXLAC	OXSP	PARIUG	PASPE	PASP	PVCAC	PVCLA	PVDEC	PVFRG	PVVEN	PVSP	PEALC	PELAC	PESP	PLDAE	PLLAM	PLPIN	PLSIN	PLSP	PCDAM
PCEYD	PCVER	PCSP	PRANN	PRCYL	PRHOR	PRLAT	PRLIC	PRLOB	PRLUT	PRNEG	PRNIG	PRRUG	PRRUS	PRSOI	PRSP	PSCON	PSDIG	PSSP	SAROB	SASP	SCAUS	SCSP	SECAL	SEHYS	SESP
STARM	STPIS	SYAGR	SYRAD	SYREC	SYVAL	SYSP	CAUL	PADI	SARG	TURAL	LOBP	SARC	SINU	XENI	ASCI	CRIN	ECHI	GORG	ANEM	TRID					

BAT - Excel

File Beranda Sisipkan Tata Letak Halaman Rumus Data Peninjauan Tampilan Bantuan Power Pivot Beri tahu yang ingin Anda lakukan

Tempel Arial 8 Font Perataan Angka Pemformatan Format sebagai Tabel Gaya Sel

4	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
4	File/sheetname:	D:\doc survei for CPCE\BAT\BAT.xlsx>Data summary											
5													
6	TRANSECT NAME	BAT											
7	Number of frames	35											
8	Total points	1050											
9	Total points (minus tape+wand+shadow)	1050											
10	MAJOR CATEGORY (% of transect)	MEAN STD. DEV. STD. ERROR											
11	CORAL (HC)	7,71	7,71	#DIV/0!	#DIV/0!								
12	RECENT DEAD CORAL (DC)	0,48	0,48	#DIV/0!	#DIV/0!								
13	DEAD CORAL WITH ALGAE (DCA)	8,29	8,29	#DIV/0!	#DIV/0!								
14	SOFT CORAL (SC)	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!								
15	SPONGE (SP)	0,29	0,29	#DIV/0!	#DIV/0!								
16	FLESHY SEAWEED (FS)	3,62	3,62	#DIV/0!	#DIV/0!								
17	OTHER BIOTA (OT)	2,00	2,00	#DIV/0!	#DIV/0!								
18	RUBBLE (R)	43,81	43,81	#DIV/0!	#DIV/0!								
19	SAND (S)	32,48	32,48	#DIV/0!	#DIV/0!								
20	SILT (SI)	1,33	1,33	#DIV/0!	#DIV/0!								
21	ROCK (RK)	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!								
22	TAPE, WAND, SHADOW (TWS)	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!								
23	Sum (excluding tape+shadow+wand)	100,00											
24													

Lampiran 4. Analisis Holothuroidea dengan Tipe Substrat Menggunakan Software Past4.16c

Substrat + sedimen.dat

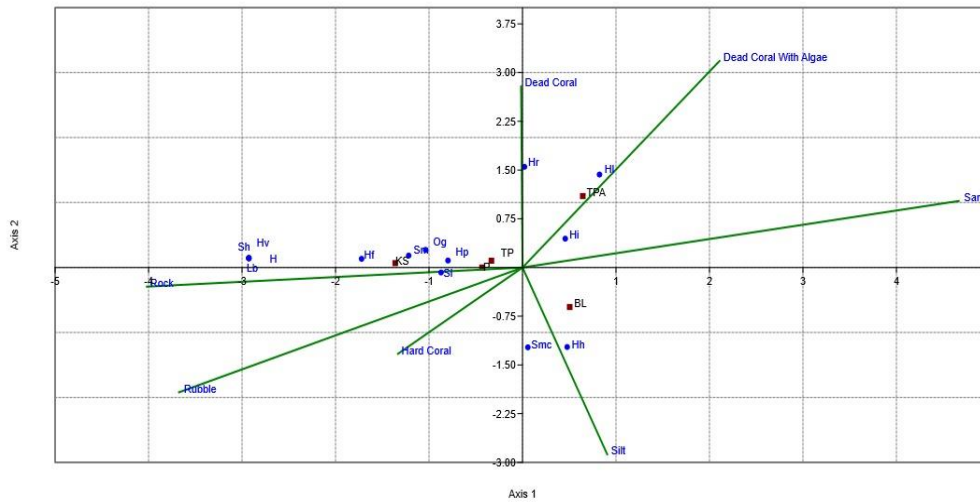
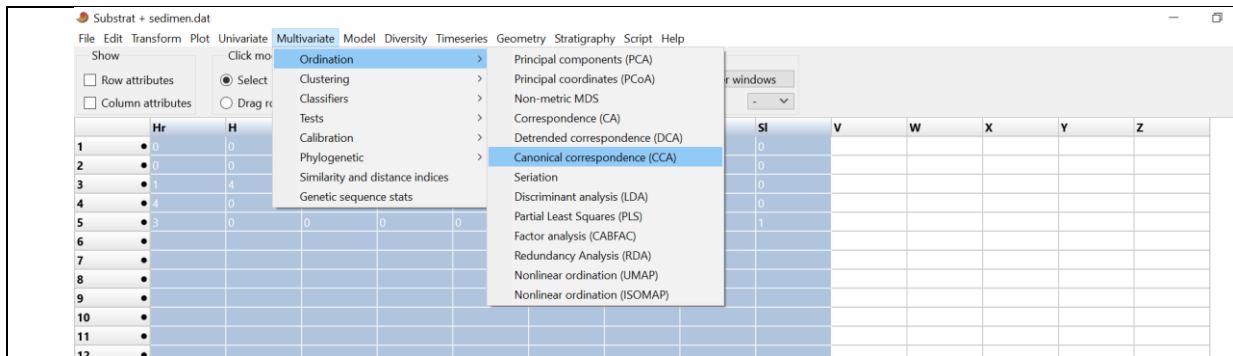
File Edit Transform Plot Univariate Multivariate Model Diversity Timeseries Geometry Stratigraphy Script Help

Show Click mode Edit View

Row attributes Select Bands Recover windows

Column attributes Drag rows/columns Copy Select all Binary Decimals: -

	Hard Coral	Rock	Dead Coral W	Rubble	Sand	Silt	Clay	Hf	Hh	Hi	Hi	Hp	Hr	H
1	• 7,7	0,0	8,3	43,8	295,0	65,0	97	0	86	23	15	0	0	0
2	• 11,8	0,0	23,7	45,0	419,0	19,5	60,2	12	14	13	9	3	0	0
3	• 7,5	0,7	5,2	68,8	363,5	38,5	89	17	6	2	3	0	1	4
4	• 5,6	0,0	25,6	33,6	195,1	48,0	245,6	0	0	21	36	0	4	0
5	• 20,4	0,0	21,6	29,1	83,0	280,5	42	10	9	9	0	3	3	0
6														



Lampiran 5. Analisis Perhitungan Kandungan Bahan Organik Menggunakan Metode TOM

B/bingkai Pernikaha... Methaapriila_22010... 5213416059.pdf Evolution - The foss... DriverPack Solution... OMICS Internationa... Gmail YouTube >> Semua Bo

100% Rp % 0.00 123 Times ... 10 + B I A






G12 =SUM((C12-B12)-(D12-B12))




	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	KADAR AIR									
2	LOKASI	CAWAN	CAWAN + SAMPEL	10S	BASAH	KERING	AIR	% AIR		
3	A	B	C	D	E	F	G	H		
4	Batu Lawang	66,3639	174,276	148,0454	107,9121	81,6815	26,2306	24,31		
5	Teluk Pelita	53,2345	164,9281	135,9361	111,6936	82,7016	28,992	25,96		
6	Kenabangsambi	67,9759	183,0849	146,3088	115,109	78,3329	36,7761	31,95		
7	Takat Palapa	53,2551	153,458	124,9927	100,2029	71,7376	28,4653	28,41		
8	Pecaron	72,2928	193,119	156,4855	120,8262	84,1927	36,6335	30,32		
9	KADAR ORGANIK									
10	LOKASI	C	WT	WC	SAMPEL SEBELUM DIBAKAR	ABU	ORGANIK		% ORGANIK	
11	A	B	C	D	E	F	G	H		
12	Batu Lawang	33,7647	44,0154	43,7827	10,2507	10,018	=SUM((C12-B12)-(D12-B12))		2,27	
13	Teluk Pelita	33,9553	49,653	49,1403	15,6977	15,185	0,5127	0,0327	3,27	
14	Kenabangsambi	35,0098	51,1348	50,7526	16,125	15,7428	0,3822	0,0237	2,37	
15	Takat Palapa	27,2865	47,1058	46,433	19,8193	19,1465	0,6728	0,0339	3,39	
16	Pecaron	34,1773	55,6466	55,0498	21,4693	20,8725	0,5968	0,0278	2,78	
17										
18										
19										


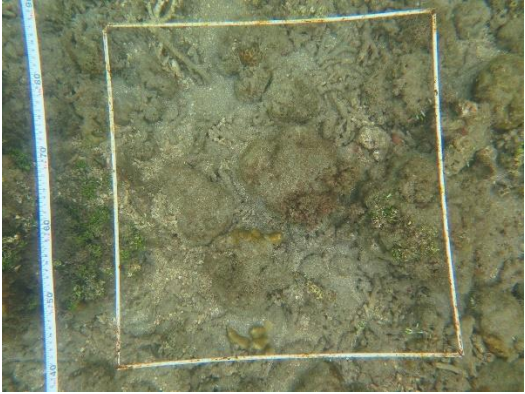

+ Spesies Parameter Fisika Kimia TOM Tipe Sedimen Karang Spesies gabung Data Ordansi Copy of D < >


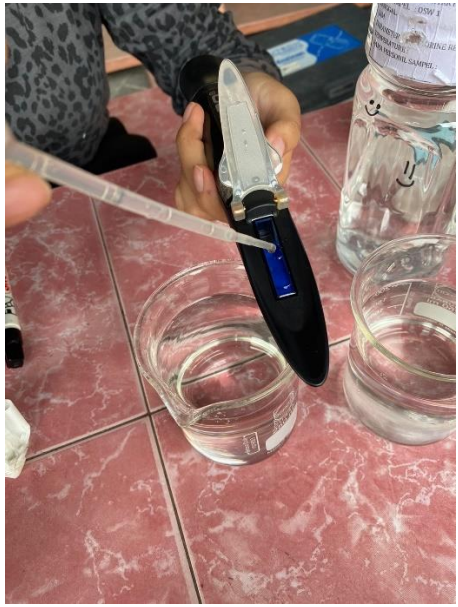

Ketera
a = b
a = b
c = Be



Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian


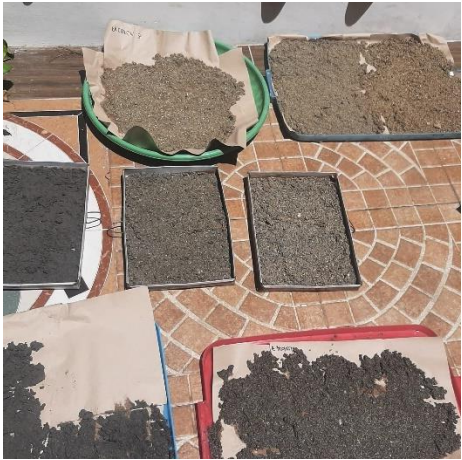

Kondisi Lokasi Penelitian	Batu Lawang	
	Teluk Pelita	
	Kembang Sambi	
	Takat Palapa	
	Pecaron	




No	Kegiatan	Dokumentasi
Koleksi Sampel		
1	Pembuatan Garis Transek	
2	Koleksi Sampel Teripang	 

3	Koleksi Sampel Sedimen	
3	Koleksi Sampel Karang	
Koleksi dan Pencatatan Parameter Fisika dan Kimia Perairan		
1	Pengukuran Suhu air laut	
2.	Pengukuran pH air laut	

3.	Koleksi sampel air laut	
4.	Pengukuran Salinitas air laut	
5	Pengukuran DO air laut	
Preparasi dan Identifikasi Sampel		

<p>1</p>	<p>Preparasi sampel teripang</p>	
<p>2</p>	<p>Identifikasi Spikula Teripang</p>	

		 A circular microscopic view showing a light-colored sediment sample with several dark, circular particles of varying sizes. A thin black line, likely a needle or pipette tip, is visible on the right side of the field of view.
3	Proses pengeringan sampel sedimen	 A photograph showing several trays containing sediment samples. The trays are arranged on a tiled floor. Some trays are covered with a brown paper or cloth, while others are open, showing the dark, moist sediment. The trays are labeled with numbers, indicating different samples.
4	Penyarianan Sampel Sedimen	 A photograph showing a group of students in blue uniforms performing sediment separation. They are gathered around a table, using various tools and containers to separate the sediment into different fractions. One student is using a sieve to filter the sediment into a container.

5	Proses pengovenan sampel sedimen	 An oven with two trays inside. The top tray contains a dark, granular sediment sample, and the bottom tray contains a lighter, more uniform sediment sample. The oven is open, showing the interior shelves and heating elements.
6	Proses Penimbangan dan Identifikasi Tipe Sedimen	  A digital scale with a blue weighing pan. A glass bowl filled with coarse, light-colored sediment is placed on the pan. The scale's display shows '232'. Below the scale, a tray holds several glass bowls containing different sediment samples, including a brown liquid and various granular materials.


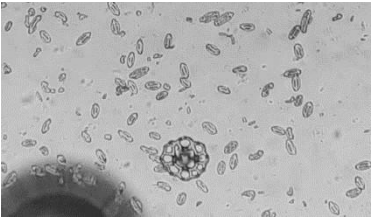



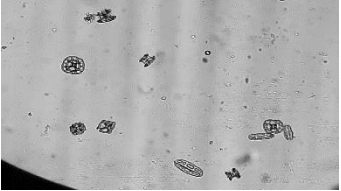

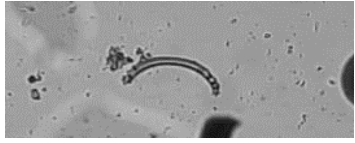
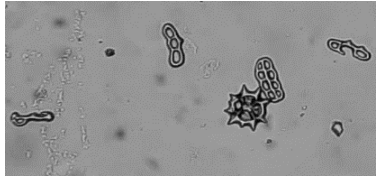


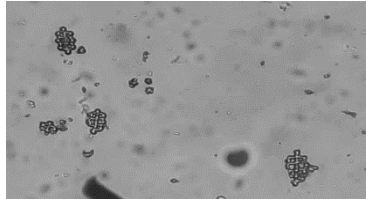
7


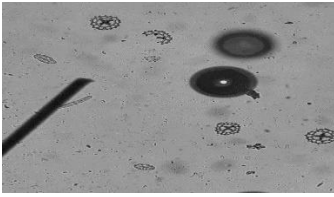

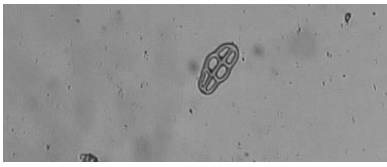

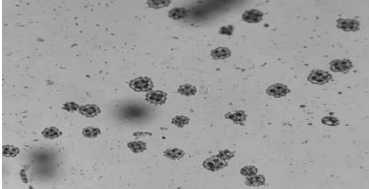


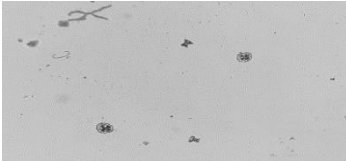

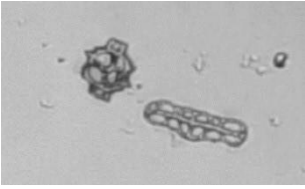
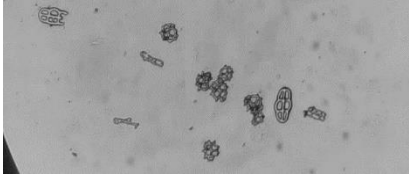
Preparasi dan Analisis Kandungan Bahan Organik Pada Sampel Sedimen

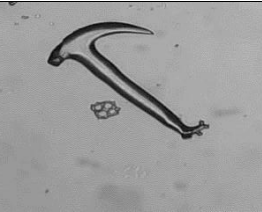



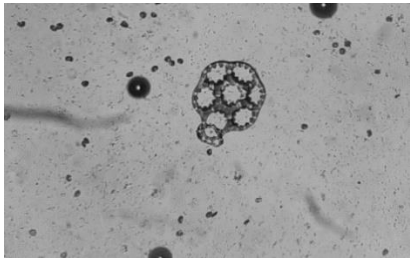
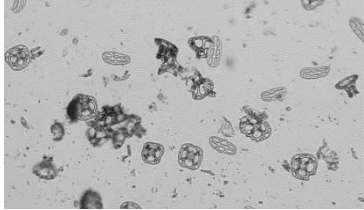

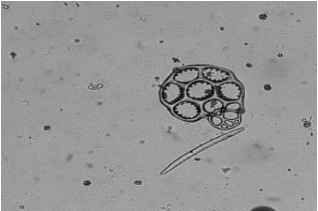





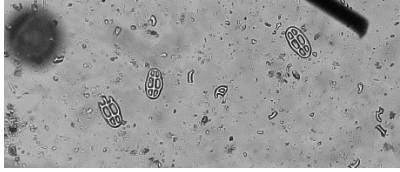
Hasil Identifikasi Morfologi dan Spikula Holothuroidea

No	Spesies	Spikula
----	---------	---------

1	 <p><i>Holothuria fuscocinerea</i></p>	 <p>tables & buttons</p>
2	 <p><i>Holothuria hilla</i></p>	 <p>buttons</p>
3	 <p><i>Holothuria leucospilota</i></p>	 <p>tables, rods & buttons</p>
4	 <p><i>Stichopus monotuberculatus</i></p>	 <p>rods</p>
		 <p>buttons & rosettes</p>
5	 <p><i>Holothuria rigida</i></p>	 <p>rods</p>
		 <p>butons</p>

6	 <p><i>Labidodemas sp</i></p>	 <p>tables & buttons</p>
7	 <p><i>Holothuria impatiens</i></p>	 <p>buttons</p>
8	 <p><i>Holothuria verrucosa</i></p>	 <p>tables</p>
9	 <p><i>Stichopus horrens</i></p>	 <p>C shaped</p>
		 <p>tables</p>
10	 <p><i>Synapta maculata</i></p>	 <p>buttons</p>
		 <p>rosettes</p>

		 <p>anchor</p>
11	 <p><i>Opheodesoma grisea</i></p>	 <p>anchor</p>  <p>buttons</p>  <p>tables</p>  <p>Buttons & tables</p>
12	 <p><i>Holothuria pardalis</i></p>	 <p>Rods & tables</p>

<p>13</p>	 <p><i>Synaptula lamperti</i></p>	 <p>anchors</p>
<p>14</p>	 <p><i>Holothuria sp</i></p>	 <p>buttons</p>

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Pasuruan, 3 September 2002, merupakan anak kelima dari enam bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Dharma Wanita Carat, SDN Carat 1, SMPN 1 Gempol dan SMAN 1 Pandaan. Setelah lulus dari SMAN tahun 2020, Penulis mengikuti SNMPTN dan diterima di Departemen Biologi FSAD - ITS pada tahun 2020 dan terdaftar dengan NRP 5005201009.

Di Departemen Biologi Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan akademik dan non akademik yang diselenggarakan oleh Departemen, Himpunan Mahasiswa Biologi ITS (HIMABITS), Staff Eco Event ITS Eco Campus dan aktif sebagai Asisten Praktikum Ekologi, Biologi Laut dan Oseanografi.