

**STUDI TUTUPAN DAN KEANEKARAGAMAN JENIS TERUMBU
KARANG DI PERAIRAN PULAU KUBUR, KECAMATAN TELUK
BETUNG TIMUR, KOTA BANDAR LAMPUNG**

Skripsi

Oleh

**Muhammad Fikrie Prabowo
1914201038**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**STUDI TUTUPAN DAN KEANEKARAGAMAN JENIS TERUMBU
KARANG DI PERAIRAN PULAU KUBUR, KECAMATAN TELUK
BETUNG TIMUR, KOTA BANDAR LAMPUNG**

Oleh

MUHAMMAD FIKRIE PRABOWO

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

Pada

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



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

STUDI TUTUPAN DAN KEANEKARAGAMAN JENIS TERUMBU KARANG DI PERAIRAN PULAU KUBUR, KECAMATAN TELUK BETUNG TIMUR, KOTA BANDAR LAMPUNG

Oleh

MUHAMMAD FIKRIE PRABOWO

Pulau Kubur merupakan salah satu pulau yang memiliki ekosistem laut yang beragam, salah satunya adalah terumbu karang. Terumbu karang memiliki fungsi sebagai tempat pemijahan, tempat pembesaran, dan tempat mencari makan ikan. Tujuan penelitian ini yaitu mempelajari keanekaragaman jenis terumbu karang di Pulau Kubur, menentukan persentaseutupan karang, serta menganalisis keterkaitan hubungan kondisi terumbu karang dengan parameter kualitas perairan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2023 yang berlokasi di perairan Pulau Kubur, Kecamatan Teluk Betung Timur, Bandar Lampung. Hubungan kondisiutupan dan keanekaragaman jenis terumbu karang dengan parameter kualitas perairan dapat dianalisis dengan metode *principal component analysis* (PCA). Dari hasil penelitian ditemukan beberapa jenis terumbu karang yang berasal dari genus *Fungia*, *Merulina*, *Galaxea*, *Psammocora*, dan lain-lain. Persentaseutupan terumbu karang di perairan Pulau Kubur masuk ke dalam kategori buruk. Persentaseutupan tertinggi berada pada stasiun 2 di kedalaman 3 meter dengan nilai 14,07%. Adapun persentaseutupan terendah berada pada stasiun 1 kedalaman 8 meter dengan nilai 1,07%. Nilai indeks keanekaragaman tertinggi berada pada stasiun 3 di kedalaman 8 meter dengan nilai 2,233, sedangkan nilai indeks keanekaragaman terendah berada pada stasiun 1 di kedalaman 3 meter dengan nilai 0,124. Persentaseutupan terumbu karang di perairan Pulau Kubur memiliki korelasi positif terhadap parameter kecerahan, fosfat, kecepatan arus, dan suhu, serta berkorelasi negatif dengan DO, salinitas, dan nitrat.

Kata kunci: Terumbu karang, kualitas perairan, PCA

ABSTRACT

THE STUDY OF THE COVERAGE AND DIVERSITY OF CORAL REEFS AT KUBUR ISLAND WATERS, EAST TELUK DISTRICT, BANDAR LAMPUNG CITY

By

MUHAMMAD FIKRIE PRABOWO

Kubur Island that has a diverse marine ecosystem, one of them is coral reefs. Coral reefs function as spawning ground, nursery ground, and feeding ground for fishes. The aims of this research were to study coral reefs diversity, estimate the percentage of coral reefs cover, and analyze the relationship between percentage of coral reefs cover and diversity of coral reefs and water quality parameters on Kubur Island. This research was conducted from October to December 2023 which was located in Pulau Kubur Waters, East Teluk Betung District, Bandar Lampung City. The relationship between coral reefs coverage and coral reefs diversity with water quality parameters was analyzed using principal component analysis (PCA). The result should that several types of coral reefs originating from the genus *Fungia*, *Merulina*, *Galaxea*, *Psammocora* and many more were found in the Kubur Island. Percentages of coral reefs coverage at Kubur Island Waters can be categorized as poor. The highest coral reefs coverage was in station 2 at the depth of 3 meter with value of 14,07%. The lowest coral reefs coverage was in station 1 at the depth of 8 meter with value of 1,07%. The highest of diversity index value was in station 3 at the depth of 8 meter with value of 2,333 and the lowest of diversity index value was in station 1 at the depth 3 meter with value of 0,124. Percentage of coral reefs coverage in Kubur Island waters had a positively correlated with the parameters of brightness, phosphat, current speed, and temperature and negatively correlated with DO, salinity, and nitrate.

Keywords: Coral reefs, water quality, principal component analysis

Judul Skripsi : **STUDI TUTUPAN DAN KEANEKARAGAMAN
JENIS TERUMBU KARANG DI PERAIRAN PULAU
KUBUR, KECAMATAN TELUK BETUNG TIMUR,
KOTA BANDAR LAMPUNG**

Nama : **Muhammad Fikrie Prabowo**

NPM : 1914201038

Jurusan/Program Studi : **Perikanan dan Kelautan/Sumberdaya Akuatik**

Fakultas : **Pertanian**



Pembimbing I

Pembimbing II

Rara Diantari, S.Pi., M.Sc.
NIP. 1979080212003122001

Darma Yuhana, S.Kel., M.Si.
NIP. 198907082019032000

**2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan
Universitas Lampung**

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 197008151999031001

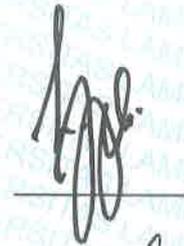
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

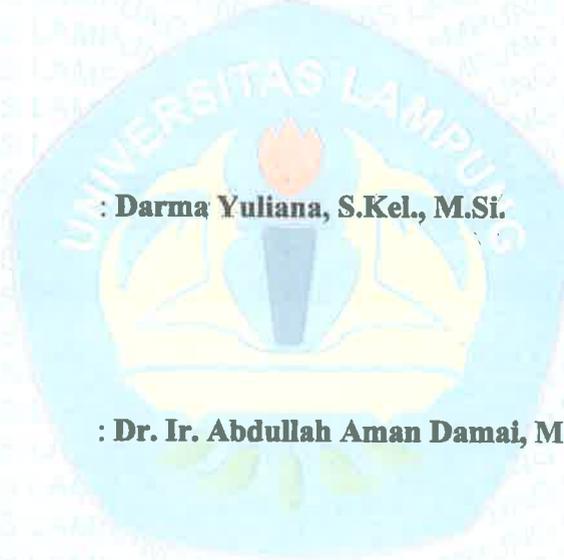
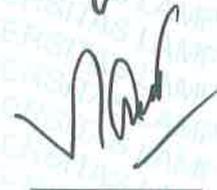
Ketua : Rara Diantari, S.Pi., M.Sc.



Sekretaris : Darma Yuliana, S.Kel., M.Si.



Anggota : Dr. Ir. Abdullah Aman Damai, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi: 06 Agustus 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fikrie Prabowo

NPM : 1914201038

Judul Skripsi : Studi Tutupan dan Keanekaragaman Jenis Terumbu Karang di Perairan Pulau Kubur, Kecamatan Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan, pengalaman, dan data yang saya peroleh dari hasil penelitian yang sudah saya lakukan. Selain itu, semua yang tertulis dalam skripsi saya sudah sesuai dengan panduan penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat kecurangan atau salinan yang berasal dari karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Oktober 2024
Membuat pernyataan



Muhammad Fikrie Prabowo
NPM. 1914201038

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Serang, Provinsi Banten pada tanggal 05 Juni 2001. Penulis merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara, dari pasangan Bapak Setyo Budi Purwanto dan Ibu Uun Mau-nah.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal dari Taman Kanak-kanak (TK) Islam Al-Azhar Kota Serang pada tahun 2007, SD Islam Al-Azhar 10 Kota Serang pada tahun 2013, SMP Islam Al-Azhar 11 Kota Serang pada tahun 2016, dan MAN 2 Kota Serang pada tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi sebagai mahasiswa Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung sebagai anggota pada tahun 2021 dan menjadi Ketua Umum pada tahun 2022. Penulis aktif pada organisasi Maritim Muda Nusantara Daerah Lampung sebagai Sekretaris Daerah pada Tahun 2023 - 2024. Penulis pernah mengikuti kegiatan Praktik Umum (PU) di Taman Nasional Kepulauan Seribu pada bulan Juni - Agustus 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Cikoneng, Kecamatan Anyar, Kabupaten Serang, Provinsi Banten pada bulan Januari - Februari 2022. Penulis pernah mengikuti Seminar Nasional dan Rapat Kerja Nasional Himpunan Mahasiswa Perikanan Indonesia yang diselenggarakan di Universitas Hasanuddin, Makassar pada tahun 2022. Penulis juga melakukan penelitian di Pulau Kubur pada bulan Oktober - November 2023.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmaanirrahim

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam tetap turunkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kebodohan hingga ke zaman yang berilmu.

Kupersembahkan karya ini kepada:

Ayah dan Mamah tercinta

Kuucapkan terima kasih yang tiada habisnya atas semua dukungan dan doa yang tak pernah henti kalian berikan agar putra bungsumu dapat menjadi manusia yang lebih baik serta bermanfaat bagi orang lain.

Teruntuk kakak-kakakku, sahabat dan teman-temanku yang telah banyak memberikan bantuan, motivasi, ilmu dan semangat selama ini

serta,

Almamaterku tercinta Universitas Lampung

MOTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

(QS. Ar-Ra'd: 11)

“Karena sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

“Sebaik-baiknya manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia”

(HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni)

“Jika kamu tidak sanggup menahan lelahnya belajar, maka kamu harus sanggup menahan pedihnya kebodohan”

(Imam Syafi'i)

“Iman tanpa ilmu bagaikan lentera di tangan bayi. Namun ilmu tanpa iman, bagaikan lentera di tangan pencuri”

(Buya Hamka)

“Seorang terpelajar harus juga berlaku adil sudah sejak dalam pikiran, apalagi dalam perbuatan”

(Pramoedya Ananta Toer)

SANWACANA

Segala puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Tutupan dan Keanekaragaman Jenis Terumbu Karang di Perairan Pulau Kubur, Kecamatan Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M. P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung;
3. Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Rara Diantari, S.Pi., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama atas kesabarannya memberikan bimbingan, ilmu, arahan, serta motivasi selama penyusunan skripsi;
5. Darma Yuliana, S.Kel., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, ilmu, arahan, serta motivasi selama penyusunan skripsi;
6. Dr. Ir. Abdullah Aman Damai, M.Si., selaku Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, ilmu, arahan, serta motivasi selama perkuliahan dan proses penyusunan skripsi;

7. Seluruh dosen dan staf Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas segala ilmu dan arahan yang telah diberikan selama ini;
8. Bapak Setyo Budi Purwanto dan Ibu Uun Maunah, selaku kedua orang tuaku, serta Nur Akbar Prakoso dan Retno Annisa Shofiyah, selaku kedua kakakku yang tak pernah berhenti memberikan dukungan, arahan, materi, dan doa demi kelancaran dan keberhasilan diriku;
9. Sahabat seperjuangan, Syarif Al-Hamid, Fachri Aldi, Abdillah Wira, dan M. Fajar Kelana, yang telah selalu bersama dan memberikan bantuan selama masa perkuliahan;
10. Ismi Aulia Rachmani, selaku *support system*-ku yang telah kebersamai dan menemani selama proses penyusunan skripsi.
11. Sahabat Banten, Zahri Maulana, M. Fatin Choiri, Hana Maulidah, Miftahul Jannah, dan Frederick Advent, yang telah memberikan semangat dan motivasi selama berkuliah hingga skripsi ini selesai.
12. Rafli Wirayudha, Ivanka Apriyatama, Nazlah Regy, Ilham Jasurya, Evan Samuel, Fadlul Rahman, dan Hafizhan Hidayat selaku adik-adikku yang telah memberikan canda dan tawa selama proses penyusunan skripsi.
13. Tim Penelitian Nadif Gipari, M. Arjuna Rizkyko, Bavo Wahyu Kusumantoro, Awwaliansyah Akbar, dan Christoper Valentino Sidabalok yang telah memberikan bantuan selama proses penelitian;
14. Rekan presidium, Ebed Manuel Marpaung, Fazria, Yulia Farantika, dan pengurus Himapik FP Unila Kabinet Daiva Sagara Tahun 2022 atas kebersamaannya selama menjalankan roda keorganisasian;
15. Teman-teman seperjuangan Perikanan dan Kelautan Angkatan 2019, khususnya teman-teman di Program Studi Sumberdaya Akuatik 2019 yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kebersamaannya, bantuan, dan dukungan selama menuntut ilmu bersama.
16. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan doa, dukungan, serta bantuan dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Semoga segala kebaikan mereka diterima oleh Allah SWT. Penulis berharap penyusunan skripsi dapat bermanfaat dalam memberikan informasi kepada para pembaca. Penulis juga menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi, maka segala saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan oleh penulis.

Bandar Lampung, Oktober 2024

Muhammad Fikrie Prabowo

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Kerangka Pikiran	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Ekosistem Terumbu Karang.....	6
2.2 Reproduksi Terumbu Karang.....	7
2.3 Geomorfologi Terumbu Karang.....	8
2.4 Bentuk Pertumbuhan Terumbu Karang	10
2.5 Faktor Pembatas Pertumbuhan Terumbu Karang	13
2.5.1 Suhu.....	13
2.5.2 Derajat Keasaman (pH).....	13
2.5.3 Salinitas	13
2.5.4 Oksigen Terlarut (<i>Dissolve Oxygen</i>)	14
2.5.5 Kecepatan Arus	14
2.5.6 Kedalaman.....	14
2.5.7 Kecerahan.....	15
III. METODOLOGI	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.3 Prosedur Penelitian	17
3.3.1 Pengambilan Data Terumbu Karang	18
3.3.2 Identifikasi Jenis Terumbu Karang	19
3.3.3 Pengukuran Parameter Kualitas Air.....	19

3.4 Analisis Data	21
3.4.1 Persentase Tutupan Terumbu Karang	21
3.4.2 Indeks Keanekaragaman	23
3.4.3 Indeks Keseragaman	23
3.4.4 Indeks Dominasi.....	23
3.4.5 Analisis Kualitas Air	24
3.4.6 Analisis Komponen Utama (PCA).....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	26
4.2 Kondisi Perairan di Pulau Kubur	29
4.2.1 Parameter Fisika dan Kimia Perairan.....	29
4.3 Kondisi Terumbu Karang	33
4.3.1 Tutupan Terumbu Karang	38
4.3.2 Identifikasi Terumbu Karang	38
4.3.3 Indeks Keanekaragaman (H), Keseragaman (E), dan Dominasi (C) Terumbu Karang	45
4.4 Analisis Komponen Utama (PCA).....	47
V. KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Koordinat stasiun pengambilan data	17
2. Alat dan bahan pengambilan data terumbu karang	17
3. Alat dan bahan pengambilan kualitas air	17
4. Kondisi karang berdasarkan persentase tutupan terumbu karang	21
5. Kode dan kategori tutupan terumbu karang	21
6. Baku mutu karakteristik perairan.	24
7. Hasil pengukuran kualitas air di perairan Pulau Kubur	29
8. Analisis data persentase kategori tutupan karang	36
9. Spesies terumbu karang di perairan Pulau Kubur	43
10. Hasil indeks terumbu karang.....	45
11. Data Persentase kategori tutupan karang	61
12. Data persentase pertumbuhan tutupan karang.....	62
13. Data stasiun 1 kedalaman 3 meter.....	64
14. Data stasiun 1 kedalaman 8 meter.....	64
15. Data stasiun 2 kedalaman 3 meter.....	65
16. Data stasiun 2 kedalaman 8 meter.....	65
17. Data stasiun 3 kedalaman 3 meter.....	66
18. Data stasiun 3 kedalaman 8 meter.....	66
19. <i>Total variance explained</i>	70
20. <i>Correlation matrix</i>	70
21. <i>Communalities</i>	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	5
2. Geomorfologi terumbu karang.....	9
3. Peta lokasi penelitian.....	16
4. Ilustrasi metode underwater photo transect.....	19
5. Stasiun 1 (pantai).....	27
6. Stasiun 2 (kawasan jalur pantai)	28
7. Stasiun 3 (dermaga).....	29
8. Persentaseutupan terumbu karang di perairan Pulau Kubur	34
9. Kondisi terumbu karang di stasiun 2 dan 3.....	34
10. Kondisi terumbu karang pada stasiun 1	35
11. Famili terumbu karang pada stasiun 1	39
12. Famili Merulinidae (<i>Merulina ampliata</i>).....	40
13. Famili terumbu karang pada stasiun 2	40
14. Famili Poritidae (<i>Porites lobata</i>)	41
15. Famili terumbu karang pada stasiun 2	41
16. Famili Fungiidae (<i>Fungia</i> sp.)	42
17. Persentase Famili Terumbu Karang di perairan Pulau Kubur	44
18. Genus <i>Galaxea</i> (<i>Galaxea astreata</i>).....	44
19. Genus <i>Psammocora</i> (<i>Psammocora digitata</i>)	45
20. Biplot hubungan persentaseutupan dan keanearagaman terumbu karang dengan parameter kualitas perairan	48
21. Dokumentasi kegiatan penelitian	68
22. Jenis-jenis terumbu karang di perairan Pulau Kubur	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data persentase tutupan karang.....	60
2. Data persentase tutupan karang berdasarkan jenis pertumbuhan karang	62
3. Data perhitungan indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominasi stasiun 1.....	64
4. Data perhitungan indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominasi stasiun 2.....	65
5. Data perhitungan indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominasi stasiun 3.....	65
6. Dokumentasi kegiatan.....	68
7. Dokumentasi terumbu karang di perairan Pulau Kubur.....	68
8. Analisis data menggunakan PCA.....	69
9. Hasil analisis kualitas air.....	71

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terumbu karang adalah endapan besar kalsium karbonat yang dihasilkan oleh hewan karang dengan bantuan alga dan organisme lainnya. Terumbu karang sangat penting sebagai tempat perlindungan, penyediaan makanan, dan reproduksi bagi biota laut (Cahyo, 2017). Masyarakat pesisir Indonesia juga memanfaatkan terumbu karang untuk kegiatan pariwisata seperti *snorkeling/diving* dan kegiatan penangkapan ikan.

Pemanfaatan sumber daya laut terutama terumbu karang secara berlebihan dan tidak berkelanjutan dapat menyebabkan dampak negatif dan kerusakan. Menurut Yusuf (2013), sebagian besar kerusakan terumbu karang di Indonesia disebabkan oleh kegiatan manusia. Kerusakan yang disebabkan oleh manusia meliputi praktik perikanan destruktif dengan menggunakan bahan peledak, bahan kimia beracun, dan alat tangkap yang merusak lingkungan. Kerusakan terumbu karang juga disebabkan oleh faktor alam, seperti perubahan suhu laut, perubahan iklim global, badai, gempa bumi, erupsi gunung berapi, predator, dan penyakit (Uar *et al.*, 2016).

Sebagian besar wilayah perairan di Teluk Lampung mengalami pencemaran yang disebabkan oleh banyaknya polutan dari kegiatan industri, baik secara langsung maupun tidak langsung akan berdampak terhadap keseimbangan ekosistem di perairan Teluk Lampung (Tugiyono *et al.*, 2015). Salah satu bagian dari perairan Teluk Lampung yang tercemar adalah perairan Pulau Kubur. Kegiatan antropogenik yang terdapat di perairan Pulau Kubur dapat memengaruhi kualitas perairan. Salah satu kegiatan antropogenik yang terdapat di perairan Pulau Kubur adalah

kegiatan wisata. Menurut Mushthofa *et al.* (2014) kegiatan antropogenik seperti aktivitas kegiatan wisata yang berada di suatu perairan secara langsung maupun tidak langsung akan memberikan pengaruh terhadap penurunan kualitas suatu perairan.

Pemerintah Indonesia telah melaksanakan Program Rehabilitasi dan Pengelolaan Terumbu Karang (Coremap) untuk melindungi, merehabilitasi, dan mengelola pemanfaatan terumbu karang dengan tujuan meningkatkan kelestarian terumbu karang dan kesejahteraan masyarakat pesisir. Salah satu kegiatan dalam program ini adalah pemantauan terumbu karang untuk menilai kondisinya. Saat ini, persentase tutupan karang hidup digunakan sebagai parameter, di mana persentase yang lebih tinggi menunjukkan kondisi terumbu karang yang lebih sehat (Giyanto *et al.*, 2017).

Metode *underwater photo transect* (UPT) atau foto bawah air merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengambilan data untuk mengetahui penilaian kondisi terumbu karang. Penelitian ini penting untuk memahami dan menjaga keberlanjutan terumbu karang yang merupakan ekosistem yang sangat rentan terhadap perubahan lingkungan dan tekanan manusia. Data yang dikumpulkan dari penelitian ini membantu mendukung upaya konservasi dan pengelolaan yang berkelanjutan dalam menjaga ekosistem terumbu karang. Sampai saat ini belum ada penelitian terkait kondisi dan keadaan terumbu karang di perairan Pulau Kubur.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi dan keadaan terumbu karang di perairan Pulau Kubur?
2. Bagaimana pengaruh kualitas air terhadap terumbu karang di perairan Pulau Kubur?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi dan persentase tutupan karang di perairan Pulau Kubur, Kecamatan Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung.

2. Mempelajari keanekaragaman jenis terumbu karang di perairan Pulau Kubur, Kecamatan Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung.
3. Menganalisis hubungan kualitas air dengan kondisi terumbu karang di perairan Pulau Kubur, Kecamatan Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan memberikan informasi dalam pengelolaan terumbu karang yang praktis dan pengelolaan yang paling baik untuk mengatasi ancaman terhadap sistem sosial-ekologis terumbu karang di masa depan seperti partisipasinya masyarakat lokal dengan pendidikan dan kesadaran sehingga terciptanya rehabilitasi dan restorasi terumbu karang yang melibatkan kerja sama antara instansi terkait.

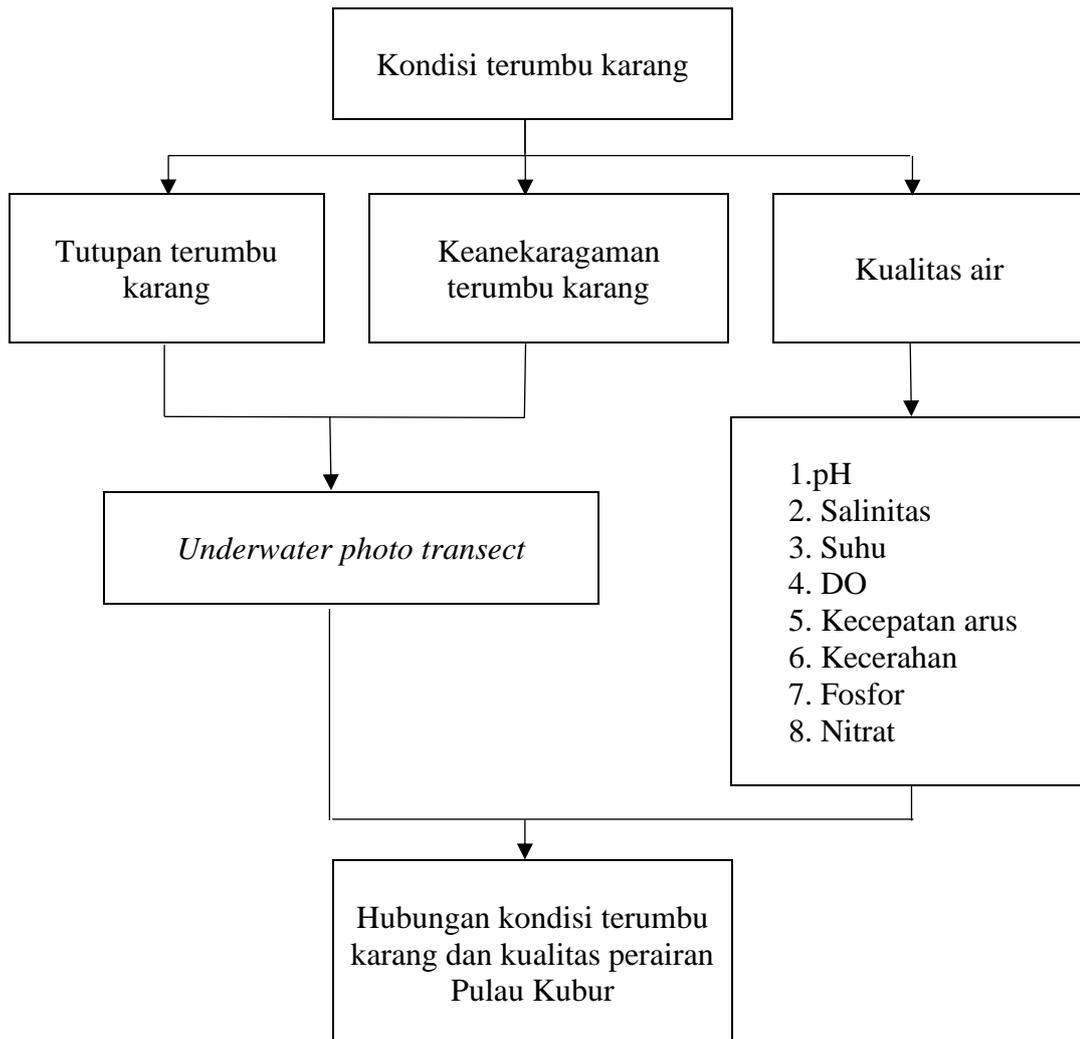
1.5 Kerangka Pikiran

Terumbu karang yang merupakan endapan kalsium karbonat yang berasal dari hewan karang atau lainnya menjadi sebuah ekosistem yang bermanfaat sebagai tempat untuk berlindung, penyedia makanan, dan juga tempat bereproduksi bagi biota laut (Cahyo, 2017). Banyak masyarakat memanfaatkan terumbu karang untuk kegiatan wisata olahraga air seperti *snorkeling* dan *diving*. Pemanfaatan terumbu karang yang berlebihan menjadi sebuah potensi yang akan merusak ekosistem terumbu karang. Maka dari itu perlu adanya pemantauan secara signifikan untuk ekosistem terumbu karang.

Kerusakan terumbu karang merupakan hasil dari interaksi kompleks antara faktor alam dan aktivitas manusia. Menurut Yusuf (2013), mayoritas kerusakan terumbu karang di Indonesia secara signifikan dipicu oleh tindakan manusia. Menjaga kelestarian terumbu karang sangatlah penting untuk memastikan keberlanjutan ekosistem laut yang beragam dan penting bagi kehidupan manusia, diperlukan pendekatan yang holistik dalam menjaga kelestariannya. Salah satu pendekatan yang relevan adalah melalui penerapan metode pemantauan kondisi terumbu karang yang komprehensif. Salah satu upaya yang tepat dalam menjaga terumbu karang adalah dengan melakukan pemantauan secara rutin terhadap kualitas perairan di sekitarnya. Parameter-parameter seperti pH, salinitas, suhu, oksigen terlarut (DO),

kecepatan arus, tingkat kecerahan, dan kedalaman air memiliki peran penting dalam mengidentifikasi perubahan yang mungkin terjadi.

Menurut Siregar (2018), upaya menjaga keragaman hayati dan tutupan terumbu karang juga menjadi unsur yang penting dalam pengawasan. Metode seperti *underwater photo transect* dapat memberikan gambaran data yang akurat mengenai kondisi keanekaragaman dan tutupan terumbu karang. Dengan menerapkan metode tersebut, mampu memberikan informasi yang berharga dalam memonitor dan mengelola keadaan terumbu karang secara efektif. Keberhasilan dalam menjaga dan mengurangi kerusakan terumbu karang akan sangat tergantung pada kemampuan manusia dalam memahami serta mengetahui perubahan yang terjadi di lingkungan.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Terumbu Karang

Komunitas terumbu karang merupakan komunitas yang terdiri dari karang batu dan organisme-organisme lainnya. Daerah komunitas terumbu karang terdapat pada daerah neritik, yaitu ekosistem pantai berpasir dangkal karena letaknya 200 meter dari permukaan laut. Daerah komunitas ini masih dapat ditembus cahaya sehingga fotosintesis dapat berlangsung. Terumbu karang didominasi oleh karang yang merupakan kelompok Cnidaria yang mensekresikan kalsium karbonat.

Rangka dari kalsium karbonat ini bermacam-macam bentuknya dan menyusun substrat tempat hidup karang lain dan ganggang. Hewan-hewan yang hidup di karang memakan organisme mikroskopis dan sisa organik lain. Berbagai invertebrata, mikroorganisme, dan ikan hidup di antara karang dan ganggang. Herbivora seperti siput, landak laut, dan ikan menjadi mangsa bagi gurita, bintang laut, dan ikan karnivora (Asriyana dan Yuliana, 2019).

Menurut White (1987), terumbu karang adalah ekosistem yang unik di antara ekosistem yang lainnya. Hal tersebut karena ekosistem ini tersusun dari deposit kapur kalsium karbonat (CaCO_3) yang sebagian besar dibentuk oleh karang sehingga faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan karang juga memengaruhi keberadaan ekosistem. Terumbu karang hanya terdapat di laut tropik dan penghasil utama kalsium karbonat ini adalah karang pembentuk terumbu karang, yaitu karang hermaptik (karang keras). Karang termasuk ke dalam hewan avertebrata yang termasuk filum Cnidaria, kelas Anthozoa, ordo Scleractinia yang mirip dengan ubur-ubur dengan sedikit penambahan deposit kalsium karbonat dan jenis mikroalga atau ganggang laut yang bersimbiosis dengan karang (Asriyana dan Yuliana, 2019).

Ekosistem terumbu karang merupakan ekosistem yang kompleks, ekosistem ini dapat menahan nutrisi serta menahan gelombang laut yang dapat merusak wilayah pesisir dan menjadi wilayah pemijahan bagi makhluk hidup di sekitarnya (Septi-wirawan *et al.*, 2020). Ekosistem terumbu karang juga dapat menjadi habitat bagi berbagai jenis ikan yang memiliki nilai ekonomis seperti kakap merah, kerapu, lobster, ikan hias laut (Yusuf, 2013).

Karang memiliki tentakel yang mengelilingi mulut. Di dalam tentakel tersebut terdapat sel penyengat, nematokis yang berfungsi untuk melumpuhkan mangsanya. Tentakel tersebut pada individu karang dinamakan polip karang. Warna tentakel karang keras secara umum tidak berwarna atau bening seperti ubur-ubur, namun beberapa berwarna coklat muda. Polip karang keras umumnya hidup berkoloni. Mereka menyatukan rangka kapur satu dengan yang lainnya sehingga dari luar terlihat seperti batu kapur. Kelompok karang lainnya yang terdapat di terumbu karang adalah kelompok karang lunak, kelompok anemon, dan kelompok kipas laut. Dengan adanya kelompok-kelompok karang, maka terbentuklah suatu hamparan terumbu karang yang di dalamnya terdapat beberapa tumbuhan dan berbagai hewan laut lainnya (Nybakken, 1992).

2.2 Reproduksi Terumbu Karang

Reproduksi pada hewan benthik khususnya karang dalam keberlangsungan populasinya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu secara seksual dan aseksual. Reproduksi secara seksual memiliki proses pertemuan antara sel telur dan sel sperma yang tumbuh di kolom perairan. Reproduksi secara aseksual yaitu pertumbuhan tanpa adanya pertemuan sel telur dan sel sperma (Thamrin, 2006).

Reproduksi secara seksual yaitu pembentukan keturunan suatu organisme yang diawali dengan proses pertemuan sel jantan (sperma) dan sel betina (sel telur). Karang sebagai hewan melakukan reproduksi secara seksual yang terjadi di luar tubuh atau di dalam tubuh induk. Umumnya spesies karang bercabang dan berpolip kecil memiliki sedikit sel telur dan planula yang dierami (*brooding*), sedangkan spesies yang masif dan berpolip besar menghasilkan banyak telur yang dipijahkan pada kolom air (*broadcast spawning*) untuk pembuahan (Miller dan Ayre, 2004).

Reproduksi aseksual yaitu tidak adanya pertemuan antara sel jantan dan betina. Karang melakukannya melalui fragmentasi, tunas dan larva aseksual. Pada saat itu karang bereproduksi sendiri melalui pembelahan sel untuk membuat polip baru. Sebagian besar metode restorasi karang bergantung kepada jenis reproduksi aseksual (Miller dan Ayre, 2004).

Karang melakukan pewarisan sifat-sifat kedua induknya serta pengeraman dan pemijahan keragaman genetik, 75% karang di dunia adalah pemijah yang artinya telur dan sperma dipijah kemudian disebarkan oleh arus dan bertemu di kolom air, menciptakan larva yang akan menetap dan tumbuh di substrat sedangkan 25% karang lainnya adalah pengeram yaitu telur disimpan di dalam polip dan karang menangkap sperma dari kolom air kemudian larva akan dilepaskan ke kolom air (Okubo *et al.*, 2007).

Dalam restorasi terumbu karang, reproduksi seksual dan aseksual sama pentingnya, karena tujuan utama jangka panjang dalam restorasi adalah untuk memastikan bahwa keragaman genetik terumbu karang mereplikasi ekosistem alaminya. Saat mengumpulkan fragmen karang secara lokal, biasanya hanya beberapa spesies saja yang ditemukan di area tersebut (Mercado *et al.*, 2014).

2.3 Geomorfologi Terumbu Karang

Ekosistem terumbu karang di seluruh dunia sangat mirip, tetapi ada berbagai jenis habitat di dalam ekosistem berdasarkan geomorfologi habitat terumbu karang. Geomorfologi berkaitan dengan proses bagaimana terumbu karang terbentuk dan lokasi suatu habitat terumbu karang dalam kaitannya dengan pengaruh lingkungan seperti gelombang, arus, dan kemiringan (Kennedy dan Roelfsema, 2020). Geomorfologi terumbu karang bisa dilihat pada Gambar 2.



a. karang cincin



b. karang tepi



c. karang penghalang



d. karang datar/petak

Gambar 2. Geomorfologi terumbu karang
Sumber: Steve Schill, (2024).

1) Terumbu Karang Cincin (*Reefs Atolls*)

Atol adalah cincin karang yang membentuk laguna yang terlindung, biasanya terletak di tengah laut. Atol biasanya terbentuk ketika pulau-pulau vulkanik yang dikelilingi oleh karang tepi tenggelam ke permukaan laut. Terumbu karang tepi terus tumbuh dan akhirnya membentuk lingkaran dengan laguna di dalamnya. Taman Nasional Laut Takabonerate termasuk ke dalam 7 Taman Nasional Laut menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan merupakan atol terbesar di Indonesia dan terbesar ketiga di dunia. Yang terbesar adalah *Great Chagos Bank* di Kepulauan Chagos (Woodroffe dan Biribo, 2011).

2) Terumbu Karang Tepi (*Fringing Reefs*)

Terumbu karang tepi tumbuh langsung dari garis pantai di sekitar pulau dan benua. Dipisahkan dari pantai oleh laguna yang sempit dan dangkal. Terumbu karang tepi adalah jenis karang yang paling umum di sekitar pantai karena selalu terkait erat dengan sebuah pulau, dan terkadang dipisahkan dari pantai oleh padang lamun. Terumbu tepi memberikan perlindungan pantai tetapi juga terpengaruh oleh polusi tanah dan pembangunan pesisir. Terumbu tepi memberikan

perlindungan pantai yang signifikan dan konsisten dari badai. Oleh karena itu terumbu tepi memiliki peluang paling besar untuk kegiatan restorasi karang (Smithers, 2011).

3) Terumbu karang Penghalang (*Barrier Reefs*)

Menurut Stoddart *et al.* (1978), terumbu penghalang juga sejajar dengan garis pantai, tetapi dipisahkan oleh laguna yang lebih dalam dan lebih luas. Pada titik paling dangkal dari terumbu penghalang dapat mencapai permukaan air yang membentuk “penghalang” bagi navigasi. Terumbu penghalang yang paling terkenal terletak di Australia dan termasuk terumbu penghalang terbesar di dunia, yaitu *Great Barrier Reef* di perairan Australia. Terumbu penghalang di Indonesia terletak di Kepulauan Spermonde dan Maratua (Kennedy *et al.*, 2020).

4) Terumbu Karang Datar/petak (*Lagoon Reefs*)

Terumbu petak adalah terumbu kecil terisolasi yang tumbuh dari dasar terbuka platform pulau atau landasan benua. Terumbu petak biasanya terbentuk di antara terumbu tepi dan terumbu penghalang. Terumbu petak sangat bervariasi dalam ukuran, dan jarang mencapai permukaan air. Salah satu contoh terumbu karang petak adalah terumbu karang yang ditemukan di dalam Atol Maldives (Aswani dan Vaccaro, 2008).

2.4 Bentuk Pertumbuhan Terumbu Karang

Menurut English *et al.* (1994) pertumbuhan karang terdiri dari dua, yaitu acropora dan non-acropora. Pertumbuhan acropora terdiri dari:

1. *Acropora Branching* (ACB)

Pertumbuhan karang yang membentuk percabangan seperti pohon. Bentuk pertumbuhan ini memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat tumbuh dibandingkan dengan bentuk pertumbuhan lainnya. Tingkat pemulihan pada bentuk pertumbuhan cabang ini lebih baik dibandingkan dengan yang lain.

2. *Acropora Tabulate* (ACT)

Pertumbuhan karang *acropora tabulate* memiliki bentuk seperti meja dengan arah mendatar dan ditopang oleh sebuah batang yang bertumpu dengan membentuk

sudut. Bentuk pertumbuhan ini memiliki dapat bertahan dengan memperlebar koloni dengan membentuk meja untuk mengurangi hempasan arus laut.

3) *Acropora Encrusting* (ACE)

Bentuk pertumbuhan karang *acropora encrusting* memiliki bentuk seperti kerak dan menempel pada jenis karang lainnya dan biasanya terjadi pada jenis acropora yang masih dalam pertumbuhan. Bentuk ini memiliki koralit tanpa dinding dan hanya dapat di suatu permukaan batuan karang.

4) *Acropora Submassive* (ACS)

Bentuk pertumbuhan *acropora submassive* memiliki percabangan dengan bentuk seperti lempengan yang kokoh. Jenis pertumbuhan ini dapat ditemukan di daerah rata-rata terumbu karang.

5) *Acropora Digitate* (ACD)

Bentuk pertumbuhan karang *acropora digitate* memiliki bentuk percabangan rapat dengan cabang seperti jari-jari tangan. Umumnya, bentuk pertumbuhan ini ditemukan di kedalaman 3-12 meter. Jenis pertumbuhan ini memiliki salah satu keunikan yaitu dapat bertumbuh menyamping dan mampu membersihkan sedimen yang menutupi polip karang.

Bentuk pertumbuhan karang non acropora terdiri dari :

1) *Coral Branching* (CB)

Bentuk pertumbuhan karang *coral branching* memiliki cabang dengan ukuran cabang lebih panjang dibandingkan dengan ketebalan atau diameter yang dimiliki oleh jenis karang coral branching.

2) *Coral Massive* (CM)

Bentuk pertumbuhan *coral massive* memiliki bentuk seperti batu pada yang berukuran besar. Coral jenis ini juga memiliki variasi yang banyak dan memiliki permukaan yang halus dan padat. Pada umumnya jenis karang ini dapat ditemukan di sepanjang tepi terumbu karang dan memiliki mekanisme ketahanan diri pada kondisi lingkungan yang ekstrim.

3) *Coral Submassive* (CS)

Bentuk pertumbuhan *coral submassive* yaitu memiliki bentuk seperti batu yang

kokoh dengan tonjolan-tonjolan kecil. Bentuk pertumbuhan ini hidup di daerah yang memiliki gelombang yang besar.

4) *Coral Encrusting* (CE)

Bentuk pertumbuhan *coral encrusting* dapat tumbuh menyerupai dasar terumbu dengan permukaan yang kasar dan keras serta memiliki banyak lubang yang kecil. Bentuk ini merayap dengan hampir seluruh bagian menempel pada substrat. Pertumbuhan karang yang mengerak ini hidup pada karang datar, laguna, perairan dalam.

5) *Coral Foliose* (CF)

Bentuk Pertumbuhan *coral foliose* tumbuh seperti lembaran daun yang menonjol pada dasar terumbu. Bentuknya melipat dengan beberapa lembaran atau melingkar dan rata-rata ukurannya kecil hingga sedang. Jenis pertumbuhan ini banyak ditemukan bahkan beberapa jenis dapat mendominasi. Pada umumnya pertumbuhan karang ini dapat ditemukan di perairan yang memiliki intensitas cahaya yang optimal pada perairan dangkal.

6) *Coral Mushroom* (CMR)

Bentuk pertumbuhan *coral mushroom* memiliki bentuk pertumbuhan seperti jamur dan umumnya berbentuk oval atau lingkaran. Pada permukaannya banyak sekali tonjolan seperti gerigi. Bentuk pertumbuhan ini hidup lepas dari substrat dan umumnya ditemukan di perairan Indo-Pasifik. Hidup karang ini yaitu secara sendiri (soliter) atau membentuk sebuah koloni dan memiliki ciri khas dapat berpindah dari suatu habitat ke habitat lainnya.

7) *Coral Heliopora* (CHL)

Bentuk *coral heliopora* dapat dikenal dengan adanya warna biru pada bagian tubuhnya. Pertumbuhan karang ini berada di perairan dangkal, oleh karena itu sangat rentan terhadap penyakit pemutihan karang dan ancaman lainnya. Umumnya karang ini dapat ditemukan di perairan Indo-Pasifik.

8) *Coral Millepora* (CME)

Bentuk pertumbuhan *coral millepora* sering juga disebut karang api karena pada ujung karang ini berwarna kuning atau merah dan apabila disentuh akan

merasakan sensasi panas seperti terbakar apabila disentuh. Bentuk pertumbuhan karang ini mampu hidup di perairan dengan gelombang dan arus yang besar.

2.5 Faktor Pembatas Pertumbuhan Terumbu Karang

2.5.1 Suhu

Suhu mempengaruhi kecepatan metabolisme, pertumbuhan, dan reproduksi terumbu karang serta sebaran secara geografis. Suhu yang paling baik untuk pertumbuhan karang berkisar antara 23-30°C. Suhu di bawah 23°C dapat menghambat pertumbuhan terumbu karang akan menyebabkan kematian. Kenaikan suhu antara 1-4°C dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan karang, sedangkan kenaikan suhu sebesar 4-5°C dapat menyebabkan kematian pada terumbu karang (Ningrum, 2012). Pertumbuhan terumbu karang pada umumnya terbatas pada suhu perairan antara 18-36°C, sedangkan nilai optimal karang pertumbuhan karang berkisar 26-28°C. Pertumbuhan terumbu karang masih dapat ditolerir oleh karang akan tetapi kurang optimal sehingga kondisi tutupan terumbu karang hidupnya relatif kecil (Purba, 2013).

2.5.2 Derajat Keasaman (pH)

Terumbu karang dapat hidup pada pH 7 dan hewan karang memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan pH perairan dengan pH < 6 akan menyebabkan biota pemangsa ikan tidak dapat hidup dengan baik. Karang akan hidup apabila kondisi perairan normal, apabila pH turun maka akan menurunkan oksigen perairan dan mengganggu respirasi karang sehingga pertumbuhan akan terhambat (Laranisa, 2016).

2.5.3 Salinitas

Salinitas memiliki peranan yang penting untuk mempertahankan tekanan osmosis. Salinitas optimal untuk karang tumbuh yaitu antara 30-36 ppt. Oleh sebab itu, terumbu karang tidak dapat ditemukan di daerah dengan salinitas rendah, seperti sungai ataupun muara (Giyanto, 2017). Karang yang hidup di tempat yang cukup dalam tidak pernah mengalami perubahan salinitas yang cukup besar, sedangkan

karang di tempat-tempat dangkal seringkali dipengaruhi oleh intrusi air tawar yang berasal dari pantai ataupun hujan sehingga terjadi penurunan salinitas perairan (Pasaribu, 2008).

2.5.4 Oksigen Terlarut (*Dissolve Oxygen*)

Oksigen terlarut merupakan sebuah kebutuhan dasar bagi kehidupan biota hidup di dalam air. Penyebab utama berkurangnya oksigen terlarut di dalam air adalah adanya bahan-bahan buangan organik yang banyak mengkonsumsi oksigen ketika penguraian berlangsung. Konsentrasi oksigen yang terlarut akan aman bagi kehidupan di perairan. Konsentrasi oksigen terlarut minimum sebesar 2 mg/L cukup menandai bahwa perairan tersebut normal untuk menunjang kehidupan biota di perairan (Laranisa, 2016).

2.5.5 Kecepatan Arus

Kecepatan arus yang bergerak dari suatu tempat ke tempat lain akan sangat penting untuk diketahui karena akan membawa banyak makanan, oksigen, dan kandungan biologi seperti jasad renik dari suatu tempat. Selain itu, kecepatan arus akan membersihkan dan menghindari endapan material yang tersuspensi berlebih kepada terumbu karang. Penumpukan endapan pada terumbu karang akan membahayakan pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang (Muhlis, 2011).

Arus dan laju sedimentasi dapat memengaruhi jumlah dari suatu koloni pada terumbu karang. Faktor kecepatan arus dapat memberikan dampak baik ataupun buruk terhadap pertumbuhan karang. Pertumbuhan terumbu karang di tempat yang airnya selalu tercampur oleh angin, arus, dan ombak lebih baik daripada yang tenang dan terlindung (Santoso dan Kardono, 2008). Arus akan membawa nutrisi dan bahan-bahan organik yang diperlukan oleh zooxanthellae dan karang. Dampak baik ataupun buruk dilihat dari sedimentasi di perairan terumbu karang dan menutupi permukaan karang sehingga berakibat pada kematian terumbu karang (Sabil *et al.*, 2017).

2.5.6 Kedalaman

Pertumbuhan terumbu karang memiliki resiko kematian apabila terlalu lama berada di udara terbuka karena dibatasi oleh adanya udara, sehingga pertumbuhan

terumbu karang ke atas hanya terbatas sampai dengan tingkat surut terendah. Terumbu karang dapat tumbuh dan berkembang dengan baik di daerah yang memiliki gelombang yang cukup besar. Hal tersebut dapat memberikan sumber air yang baru karena kebutuhan oksigen yang optimal dan akan mengurangi, bahkan menghilangkan sedimentasi pada terumbu karang. Selain itu, gelombang akan menambah ketersediaan plankton dan sumber makanan lainnya yang nantinya akan berguna bagi pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang (Pasaribu, 2008). Sebaran dan pertumbuhan karang akan memiliki tingkat pertumbuhan yang berbeda berdasarkan kedalaman dan bentuk atau tipe terumbu karang itu sendiri. Salah satu contohnya karang tipe bercabang (*Branching*) akan tumbuh dengan optimal pada kedalaman dibawah 10 meter karena mampu memecahkan hantaman ombak (Ramli, 2003).

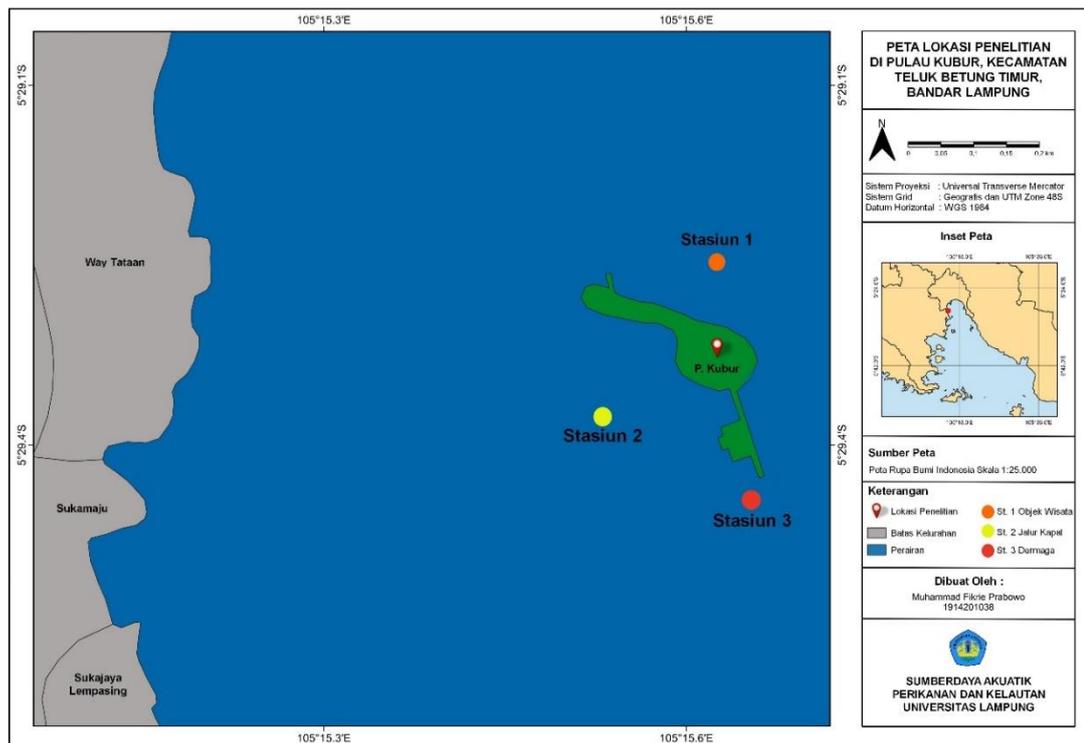
2.5.7 Kecerahan

Kecerahan sangat diperlukan untuk menjamin masuknya sinar matahari ke dasar laut, yang sangat penting artinya bagi alga yang bersimbiosis dengan karang. Semakin banyak partikel atau endapan di dalam air laut, maka akan menyebabkan kekeruhan yang menghalangi proses fotosintesis alga dan akhirnya pertumbuhan karang terganggu. Oleh karena itu, air jernih adalah media yang baik untuk terumbu karang bertumbuh. Semakin banyak partikel-partikel tersuspensi dalam kolom perairan, maka semakin negatif pengaruhnya kepada terumbu karang (Sukarno, 1995). Kejernihan air sangat erat kaitannya dengan intensitas cahaya matahari sehingga cahaya dapat mencapai dasar perairan yang ditumbuhi oleh terumbu karang, apabila terdapat benda-benda yang larut atau melayang di laut akan mengganggu masuknya cahaya matahari (Adriman, 2012).

III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Oktober-November tahun 2023. Penelitian ini berlokasi di perairan Pulau Kubur, Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung dan Laboratorium Produktivitas Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian

Untuk pengambilan data terumbu karang dibagi ke dalam tiga stasiun yaitu pada stasiun 1 terletak di bagian objek wisata pantai, stasiun 2 terletak pada jalur kapal

PPI Lempasing, dan stasiun 3 terletak di bagian dermaga sebelah selatan Pulau Kubur. Koordinat stasiun pengambilan data bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Koordinat stasiun pengambilan data

Stasiun	Koordinat
1	5°29'13,71"LU dan 105°15'36,98"BT
2	5°29'22,64"LU dan 105°15'30,94"BT
3	5°29'26,54"LU dan 105°15'38,93"BT

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

Tabel 2. Alat dan bahan pengambilan data terumbu karang

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Alat dasar selam	Membantu pengambilan data pada saat penyelaman.
2.	<i>Scuba</i>	Alat bantu penyelaman.
3.	Kamera bawah air	Dokumentasi pengambilan data.
4.	Rol meter	Mengukur panjang.
5.	Transek (55 x 48 cm ²)	Frame terumbu karang.
6.	Laptop	Menganalisis data.
7.	Buku identifikasi terumbu karang	Identifikasi terumbu karang.
8.	<i>Global positioning system</i> (GPS)	Mengetahui koordinat stasiun.
9.	Coral Point Count with Excel Extensions (CPCe)	Analisis data tutupan dan keanekaragaman terumbu karang.
10.	Statistical Program for Social Science (SPSS) versi 24	Aplikasi untuk menganalisis data korelasi.

Tabel 3. Alat dan bahan pengambilan kualitas air

No.	Nama Alat dan Bahan	Fungsi
1.	pH meter	Mengukur nilai pH.
2.	Refraktometer	Mengukur salinitas.
3.	DO meter	Mengukur oksigen terlarut.
4.	Termometer	Mengukur suhu.
5.	<i>Current meter</i>	Mengukur kecepatan arus.
6.	<i>Secchi disk</i>	Mengukur tingkat kecerahan.
7.	<i>Deep meter</i>	Mengukur kedalaman.

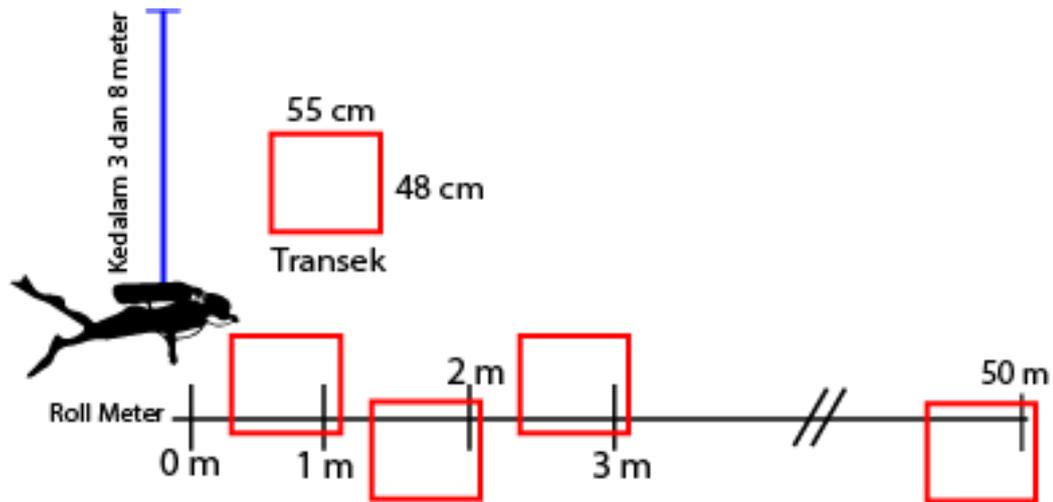
3.3 Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan adalah deskripsi kuantitatif. Penelitian dimulai dengan menentukan lokasi dan melakukan pemeriksaan lapangan dengan

menggunakan *purposive sampling*. Pemilihan lokasi dilakukan berdasarkan karakteristik pemanfaatan perairan Pulau Kubur, sehingga dapat menghasilkan hasil yang representatif tanpa harus melakukan pengamatan seluruh lokasi secara menyeluruh. Data dalam penelitian ini terdiri dari data primer yaitu data parameter lingkungan perairan dan data terumbu karang yang diperoleh melalui pengamatan langsung/observasi. Adapun data sekunder diperoleh melalui studi literatur dari buku referensi, studi lapangan terdahulu, dan dokumen-dokumen terkait dengan penelitian untuk menunjang dan melengkapi data yang diperlukan. Pengukuran parameter fisika kimia perairan sebagai faktor pembatas kehidupan terumbu karang dilakukan secara *in situ* ketika pengamatan terumbu karang mencakup salinitas, pH, DO, suhu, nitrat, fosfat, kecepatan arus, kedalaman, dan kecerahan. Pengamatan terumbu karang menggunakan metode *underwater photo transect* (UPT). Selanjutnya dianalisis menggunakan perangkat lunak Coral Point with Excel Extensions (CPCe).

3.3.1 Pengambilan Data Terumbu Karang

Pengambilan data tutupan terumbu karang dan kondisi terumbu karang mengacu pada Coremap-CTI oleh Giyanto *et al.* (2017) tentang panduan monitoring kesehatan terumbu karang. Metode pengambilan data terumbu karang dengan UPT dilaksanakan dengan satu kali pengambilan data pada kedalaman 3 dan 8 m di setiap stasiun yang telah ditentukan. Secara beraturan, rol meter ditarik sepanjang 50 m di setiap stasiun yang telah ditentukan dan diletakkan sejajar dengan garis pantai. Setelah itu, transek yang terbuat dari besi dengan ukuran panjang 58 cm dan lebar 44 cm diletakkan di setiap meternya. Pada meter ganjil (1,3,5,...49), frame diletakkan di sebelah kiri garis transek, sedangkan pada meter genap (2,4,6,...,50), frame diletakkan di sebelah kanan garis transek. Dilakukan pengambilan gambar dengan menggunakan kamera bawah air setiap meternya. Ilustrasi dari metode UPT dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi metode *underwater photo transect*

3.3.2 Identifikasi Jenis Terumbu Karang

Data UPT yang sudah diambil selanjutnya dihitung persentase tutupan terumbu karang dan mengidentifikasi jenis terumbu karang dengan cara mengamati hasil foto UPT dan kemudian dicocokkan dengan bantuan buku identifikasi “Jenis-jenis Karang di Indonesia” karya Suharsono (2008) sebagai acuan identifikasi. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak yaitu CPCe.

3.3.3 Pengukuran Parameter Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan secara langsung bersamaan dengan pengambilan data terumbu karang secara *in situ*. Analisis parameter nitrat dan fosfor dilakukan di Laboratorium Produktivitas Perairan, Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Parameter yang diukur meliputi pH, salinitas, oksigen terlarut (DO), nitrat, fosfor, suhu, kecerahan, dan kecepatan arus. Adapun prosedur pengukuran parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut:

1. pH

Pengukuran kadar pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. Pengukuran kadar pH dilakukan dengan cara memasukkan ujung pH meter ke dalam air. Kemudian dibaca angka konstan yang tertera.

2. Salinitas

Pengukuran kadar oksigen terlarut dilakukan dengan menggunakan refraktometer dengan sampel air sebanyak satu tetes, lalu diteteskan pada permukaan alat refraktometer tersebut dan dilihat nilai akhir pada skala.

3. Oksigen terlarut (DO)

Pengukuran kadar oksigen terlarut dilakukan dengan menggunakan DO meter. DO meter terlebih dahulu dikalibrasi menggunakan akuades. Selanjutnya DO meter dicelupkan hingga muncul nilai akhir konstan di layar.

4. Nitrat

Pengambilan sampel nitrat dilakukan hanya satu kali pengulangan pada setiap stasiun. Pengambilan sampel nitrat diambil menggunakan botol sampel sebanyak 600 mL. Sampel yang telah diambil kemudian dibawa ke laboratorium untuk selanjutnya dilakukan analisis.

5. Fosfor

Pengambilan sampel fosfor dilakukan hanya satu kali pengulangan pada setiap stasiun. Pengambilan sampel fosfor diambil menggunakan botol sampel sebanyak 600 mL. Sampel yang telah diambil kemudian dibawa ke laboratorium untuk selanjutnya dilakukan analisis.

6. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer air raksa berskala 0-100°C. Pengukuran suhu dilakukan secara langsung dengan cara termometer dimasukkan ke dalam kolom perairan selama ± 3 menit ataupun sampai penunjuk pada skala konstan.

7. Kecerahan

Pengukuran kecerahan air dilakukan dengan menggunakan alat *secchi disk* yang dimasukkan ke dalam air sampai tidak terlihat warna hitam dan putih pada *secchi disk*, kemudian diukur panjang kedalaman sampai batas air. Kecerahan perairan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Keterangan :

K : Kecerahan (m)

d_1 : kedalaman *secchi disk* saat tidak terlihat (m)

d_2 : kedalaman *secchi disk* saat mulai tampak kembali (m)

8. Kecepatan arus

Pengukuran kecepatan arus dilakukan dengan menggunakan alat *current meter* yang dimasukkan ke dalam air sampai baling-baling pada *current meter* bergerak hingga muncul nilai akhir konstan pada layar.

3.4 Analisis Data

3.4.1 Persentase Tutupan Terumbu Karang

Data yang telah dikumpulkan berupa foto terumbu karang kemudian dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak CPCe yang terintegrasi dengan Microsoft Excel, kemudian dibahas secara deskriptif. Kondisi karang berdasarkan persentase tutupan terumbu karang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2001 dapat dilihat pada Tabel 4 dan kode karang yang digunakan untuk mengetahui jenis tutupan (*lifeform*) terumbu karang bisa dilihat pada Tabel 5. Penentuan persentase tutupan terumbu karang dan jenis tutupan lainnya dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Suharsono, 2014):

$$\text{Persentase Tutupan Terumbu Karang} = \frac{\text{Jumlah titik per kategori}}{\text{Banyaknya titik acak}} \times 100\%$$

Tabel 4. Kondisi karang berdasarkan persentase tutupan terumbu karang

Kondisi	Persentase tutupan karang (%)
Buruk	0 - 24,9
Sedang	25 - 49,9
Baik	50 - 74,9
Sangat Baik	75-100

Sumber : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2001

Tabel 5. Kode dan kategori tutupan terumbu karang

Kategori	Kode	Keterangan
<i>Acropora branching</i>	ACB	Bentuk bercabang seperti ranting pohon.
<i>Acropora digitate</i>	ACD	Bentuk bercabang dengan arah mendatar.

Tabel 5. Kode dan kategori tutupan terumbu karang (lanjutan)

	Kategori	Kode	Keterangan
<i>Acropora</i>	<i>Acropora branching</i>	ACB	Bentuk bercabang seperti ranting pohon.
	<i>Acropora digitate</i>	ACD	Bentuk bercang dengan arah mendatar.
	<i>Acropora encrusting</i>	ACE	Bentuk merayap.
	<i>Acropora submassive</i>	ACS	Bentuk percabangan rapat.
	<i>Acropora tabulate</i>	ACT	Bentuk seperti meja.
<i>Non Acropora</i>	<i>Coral branching</i>	CB	Bentuk bercabang.
	<i>Coral encrusting</i>	CE	Merayap dan menempel substrat.
	<i>Coral foliose</i>	CF	Bentuk seperti lembaran daun.
	<i>Coral heliopora</i>	CHL	Adanya warna biru pada skeleton.
	<i>Coral massive</i>	CM	Bentuk seperti batu besar yang kompak.
	<i>Coral millepora</i>	CME	Adanya warna kuning di ujung koloni.
	<i>Coral mushroom</i>	CMR	Soliter dan berbentuk seperti jamur.
	<i>Coral submassive</i>	CS	Bentuk kokoh dengan tonjolan kecil.
	<i>Coral tubipora</i>	CTU	Berbentuk seperti pipa kecil.
<i>Soft coral</i>	<i>Soft coral</i>	SC	Karang dengan tubuh lunak.
Karang Mati	<i>Dead coral</i>	DC	Karang yang baru mati berwarna putih.
	<i>Dead coral with algae</i>	DCA	Karang yang masih nampak bentuknya tapi sudah ditumbuhi alga halus.
<i>Algae</i>	<i>Algae assemblage</i>	AA	Terdiri dari satu jenis alga.
	<i>Makro algae</i>	MA	Alga yang berukuran besar.
	<i>Turf algae</i>	TA	Alga yang berkumpul pada karang mati.
	<i>Coralline algae</i>	CA	Alga yang menyerupai struktur kapur.
Biotik Lain	<i>Sponge</i>	SP	Sponge.
	<i>Halimeda</i>	HA	Halimeda.
	<i>Other (fauna)</i>	OT	Anemon, teripang, kima, dan lain-lain.
	<i>Zoanthid</i>	ZO	Crinoid.
Abiotik	<i>Rubble</i>	R	Serakan karang mati.
	<i>Sand</i>	S	Pasir.
	<i>Silt</i>	SI	Lumpur halus.
	<i>Rock</i>	RK	Batu vulkanik.

Sumber : Giyanto, (2017).

3.4.2 Indeks Keanekaragaman

Keanekaragaman jenis dihitung dengan indeks Shannon-Wiener dengan persamaan sebagai berikut:

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right)$$

Keterangan:

H' = indeks keanekaragaman

n_i = jumlah individu spesies ke- i

N = jumlah total individu spesies

Kriteria indeks H' menurut Shannon-Wiener (1949) adalah sebagai berikut:

$H' \leq 1$: Keanekaragaman rendah, penyebaran rendah, kestabilan rendah;

$1 < H' < 3$: Keanekaragaman sedang, penyebaran sedang, kestabilan sedang;

$H' \geq 3$: Keanekaragaman tinggi, penyebaran tinggi, kestabilan tinggi.

3.4.3 Indeks Keseragaman

Berdasarkan Odum (1993) indeks keseragaman dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$E = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Keterangan :

E = indeks keseragaman

H' = indeks keanekaragaman

H_{\max} = indeks keanekaragaman maksimum ($\ln S$)

Kriteria indeks keseragaman berkisar antara 0 – 1 dengan kategori sebagai berikut:

$0 < E \leq 0,4$: Komunitas terumbu karang yang tertekan

$0,5 < E \leq 0,6$: Komunitas terumbu karang yang labil

$0,6 < E \leq 1,0$: Komunitas terumbu karang yang stabil

3.4.4 Indeks Dominansi

Berdasarkan Odum (1993) indeks dominansi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

C = Indeks Dominasi

n_i = Jumlah individu spesies ke-i

N = Jumlah total individu spesies

Kriteria indeks C berkisar antara 0 – 1 dengan kategori sebagai berikut:

$0 < C \leq 0,5$: Dominasi rendah

$0,5 < C \leq 0,75$: Dominasi sedang

$0,75 < C \leq 1,0$: Dominasi tinggi

3.4.5 Analisis Kualitas Air

Pengukuran parameter fisika-kimia dilakukan pada setiap stasiun pengamatan dan dilakukan secara *in situ*. Parameter kimia yang diukur yaitu salinitas, pH, DO, suhu, kecepatan arus, kedalaman, dan kecerahan. Baku mutu air laut yang baik untuk pertumbuhan biota khususnya terumbu karang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Baku mutu karakteristik perairan.

Kimia		Fisika	
pH	7 – 8,5	Suhu (°C)	28-30
Salinitas (ppt)	33-44	Kecerahan (m)	>5
DO (mg/L)	>5		
Nitrat (mg/L)	0,06		
Fosfor (mg/L)	0,015		

Sumber : Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lampiran VIII)

3.4.6 Analisis Komponen Utama (PCA)

Analisis komponen utama atau disebut PCA (*principal component analysis*) adalah suatu teknik analisis statistik untuk mentransformasi peubah asli yang masing-masing saling berkorelasi satu dengan yang lain menjadi satu set peubah baru yang tidak berkorelasi lagi. Tujuan dari analisis komponen utama yaitu menampilkan kesimpulan yang lebih mudah dan terwakilkan dengan menyederhanakan faktor dan variabel dari data yang dihasilkan (Maduppa *et al.*, 2016). Analisis

PCA dilakukan dengan menggunakan aplikasi Statistical Program for Social Science (SPSS) versi 24 untuk mengetahui hubungan tutupan terumbu karang dan keanekaragaman jenis terumbu karang dengan parameter kualitas air. Pada penelitian ini variabel yang digunakan adalah persentase tutupan terumbu karang, keanekaragaman jenis terumbu karang, pH, suhu, salinitas, DO, kecepatan arus, fosfor, nitrat, dan kecerahan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Perairan Pulau Kubur, Kecamatan Teluk Betung Timur, Bandar Lampung dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi tutupan karang di perairan Pulau Kubur dapat dikategorikan buruk dengan persentase di bawah 24,9%. Persentase tutupan karang tertinggi yaitu pada stasiun 2 kedalaman 3 meter sebesar 14,07% dan persentase tutupan karang terendah yaitu pada stasiun 1 kedalaman 8 meter sebesar 1,07%.
2. Terumbu karang yang ditemukan pada penelitian di perairan Pulau Kubur ada 8 famili yang terdiri dari 13 genus dan terdapat 25 spesies, spesies terbanyak yaitu pada genus *Fungia*, yaitu *Fungia concinna*, *Fungia danai*, *Fungia fungites*, *Fungia paumontesis*, dan *Fungia* sp.
3. Hubungan antara persentase tutupan dan keanekaragaman jenis terumbu karang di perairan Pulau Kubur memiliki korelasi positif terhadap kecerahan, fosfat, kecepatan arus, dan suhu serta berkorelasi negatif dengan DO, salinitas, nitrat, dan pH.

5.2 Saran

Dengan kondisi terumbu karang di perairan Pulau Kubur termasuk ke dalam kategori buruk, saran yang dapat diberikan yaitu sebaiknya dilakukan monitoring terumbu karang agar dapat diketahui bagaimana keadaan kondisi ekosistem terumbu karang setiap tahunnya. Dalam upaya pelestarian karang, sebaiknya juga dilakukan kegiatan transplantasi khususnya oleh dinas terkait agar kondisi terumbu karang di perairan Pulau Kubur dapat meningkat sehingga dapat mencegah terjadinya bencana ekologis.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Adriman. 2012. *Desain Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang Secara Berkelanjutan di Kawasan Konservasi Laut Daerah Bintang Timur Kepulauan Riau*. (Disertasi). Institut Pertanian Bogor, Bogor. 224 hlm.
- Akbar, I., Wahyudi, A., dan Umroh. 2016. Pola sebaran karang lunak (*soft coral*) terhadap kedalaman yang berbeda di Pantai Turun Aban, Tanjung Pesona dan Rebo. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 10(2): 14-21.
- Aswani, S., dan Vaccaro, I. 2008. Lagoon and social strategies : habitat diversity and ethnobiology. *Human Ecology*, 36(3): 325-341.
- Asriyana, dan Yuliana. 2019. *Produktivitas Perairan*. Bumi Aksara. Jakarta. 320 hlm.
- Barus, T. A. 2018. Bentuk pertumbuhan terumbu karang di perairan Teluk Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3): 699-709.
- Cahyo, F. D. 2017. Kondisi terumbu karang di perairan Teluk Lada, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. *Prosiding Seminar Nasional Ekosistem Perairan Teluk Lada dan Pulau Tunda*. Loka Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut Serang. Serang. 17 hlm.
- Carpenter, K. E., dan Niem, V. H. 1998. *FAO Species Identification Guide for Fisher Purposes. The Living Marine Resources of The Western Central Pacific. Volume 1: Seaweed, Corals, Bivalves and Gastropods*. FAO. Rome. 686 hlm.
- English, S., C. Wilkinson, dan V. Baker. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources, Townsville*. Australia Institute of Marine Science. Australia. 408 hlm.
- Faturohman, I., Sunarto., dan Nurruhwati, I. 2016. Hubungan kelimpahan plankton dengan suhu perairan laut di sekitar PLTU Cirebon. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 7(1): 115-122.

- Giyanto, Anna, dan Manuputty. 2017. *Panduan Pemantauan Kesehatan Terumbu Karang (Edisi 2)*. Coremap Coral Triangle Initiative Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta 48 hlm
- Giyanto. 2017. *Status Terumbu Karang Indonesia*. Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 30 hlm.
- Giyanto, Mumby, P., Dhewani, N., Abrar, M., dan Iswari M. Y. 2017. *Indeks Kesehatan Terumbu Karang Indonesia*. Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 99 hlm.
- Haerul. 2013. *Analisis Keragaman dan Kondisi Terumbu karang di Pulau Sarap-polompo, Kabupaten Pangkep*. (Skripsi). Universitas Hasanuddin, Makassar. 94 hlm.
- Jemmy, S. 2016. Struktur komunitas karang jamur (fungiidae) di Perairan Pulau Haruku Kabupaten Maluku Tengah. *Biota*, 1(2): 51-61.
- Kennedy, E. V., dan Roelfsema, C. R. 2020. *Reef Cover Classification : Coral Reef Internal Class Descriptors for Global Habitat Mapping*. The University Of Queensland. Queensland, Australia. 47 hlm.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. 2001. Nomor : 04 Tahun 2001 Tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang. Jakarta. 18 hlm.
- Kordi, K. M. G. H. 2010. *Ekosistem Terumbu Karang*. Rineka Cipta. Jakarta. 212 hlm.
- Kuncowati. 2010. Pengaruh pencemaran minyak di laut terhadap ekosistem laut. *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhan*, 1(1): 18-22.
- Kusuma, A. H., Eko, E., dan Hengky, M. 2022. Identifikasi sampah anorganik di Desa Gebang Kecamatan Teluk Pandan Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Jurnal Perikanan*, 12(4): 575-587.
- Laranisa, S. 2016. *Struktur Terumbu Karang di Pantai Sindangkerta Kecamatan Cipatujah Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat*. (Skripsi). Universitas Pajadjaran. Bandung. 56 hlm.
- Maduppa, H., Subhan, B., Arafat, D., dan Zamani, N. P. 2016. Riset dan inovasi terumbu karang dan proses pemilihan teknik rehabilitasi: sebuah usulan menghadapi gangguan alami dan antropogenik kasus di Kepulauan Seribu. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*, 3(2): 45-54.
- Magurran, A. E. 1998. *Ecological Diversity and It's Measurement*. Princeton University Press. New Jersey. 192 hlm.

- Mercado-Molina, A. E., Ruiz-Diaz, C. P., dan Sabat, A. M. 2014. Survival, growth and branch production of unattached fragments of the threatened hermatypic coral *Acropora cervicornis*. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 457: 215-219.
- Miller, K. J., dan Ayre, D. J. 2004. The role of sexual and asexual reproduction in structuring high latitude populations of the reef coral *Pocillopora damicornis*. *Heredity*, 92 (6): 557-568.
- Muhlis. 2011. Ekosistem terumbu karang dan kondisi oseanografi perairan kawasan Wisata Bahari Lombok. *Berk Penel Hayati*, 16: 111-118.
- Mustofa, A. 2015. Kandungan nitrat dan posfat sebagai faktor tingkat kesuburan perairan pantai. *Jurnal DISPOTEK*, 6(1): 13-19.
- Mushthofa, A., Muskananfolo, M. R., dan Rudiyan S. 2014. Analisis struktur komunitas makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Journal of Maqueres*, 3(1):81-88.
- Nababan, T. M. 2010. *Persen Tutupan Terumbu Karang Hidup di Bagian Timur Perairan Pulau Rubiah Nanggroe Aceh Darussalam*. (Skripsi). Universitas Sulawesi Utara, Medan. 112 hlm.
- Nau, C. A., Femy, A. S., dan Sri, N. H. 2014. Kondisi terumbu karang di perairan Desa Bintalahe Kecamatan Kabila Bone Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 2(1):33-39.
- Ningrum, H. A. 2012. *Fenomena Pemutihan Terumbu Karang (Coral Bleaching) Tahun 2009-2011 di Perairan Amed, Bali*. (Skripsi). Institut Teknologi Bandung. Bandung. 68 hlm.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia. Jakarta. 459 hlm.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Terjemah: T. Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 697 hlm.
- Okubo, N., Motokawa, T., and Omori, M. 2007. When fragmented coral spawn? Effect of size and timing on survivorship and fecundity of fragmentation in *Acropora formosa*. *Marine Biology*, 151(1): 353-363.
- Pasaribu, R. A. 2008. *Studi Perubahan Luasan Terumbu Karang dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh di Perairan Bagian Barat Pulau Moyo, Sumbawa*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 81 hlm.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Nomor 22 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta. 483 hlm.

- Purba, N. P. 2013. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Universitas Padjajaran. Bandung. 27 hlm.
- Rachmawaty. 2011. Indeks keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator tingkat pencemaran di Muara Sungai Jeneberang. *Jurnal Bionature*, 12(2): 103-109.
- Rahayu, N. W. S. T., Hendrawan, I. G dan Suteja, Y. 2018. Distribusi nitrat dan fosfat secara spasial dan temporal saat musim barat di permukaan perairan Teluk Benoa Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*.4(1): 1-13.
- Rahayu, R. A. 2023. *Kondisi Lamun di Perairan Pulau Kubur Kecamatan Teluk Betung Timur Bandar Lampung*. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 82 hlm.
- Rais, F. 2015. *Kelimpahan Jenis Plankton dan Keanekaragaman Terumbu Karang di Gosong Susutan Teluk Lampung*. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 93 hlm.
- Ramadhan, L. 2018. *Kompetisi Organisme Sessile Antara Karang Keras (Scleractinia) dan Makroalga di Perairan Cagar Alam Pulau Sempu, Malang*. (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang. 73 hlm.
- Ramli, I. 2003. *Analisis Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Terumbu Karang di Kawasan Pulau Geleang dan Pulau Burung Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah*. (Tesis). Universitas Diponegoro. Semarang. 132 hlm.
- Rauf, K., Supriharyon, S., dan Purnomo, P. 2015. Kelimpahan zooxanthellae pada *Acropora* sp. berdasarkan kedalaman perairan dan naungan yang berbeda di Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta. *Management of Aquatic Resources Journal*, 4: 46-54.
- Risnawati., Kasim, M., dan Haslianti. 2018. Studi kualitas air kaitannya dengan pertumbuhan rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) pada rakit jaring apung di perairan Pantai Lakeba Kota Bau-Bau Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 4(2): 155-164.
- Rokhim, K., Arisandi, A., dan Abida, I. W. 2009. Analisis kelimpahan fitoplankton dan ketersediaan nutrien (NO₃ dan PO₄) di perairan Kecamatan Kwan-yar Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan*, 2(2): 45-55.
- Rosmawati, T. 2011. *Ekologi Perairan*. Hilliana Press. Jakarta. 114 hlm.
- Rumampuk, Y. B. J., Wowor, P. M., dan Mambo, C. D. 2017. Uji daya hambat ekstrak spons laut (*Callyspongia acrizusa*) terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella typhia* dan *Streptococcus pyogenes*. *Jurnal e-Biomedik (eBm)*, 5(2): 1-7.

- Sabil, A., W. Astawa, dan S. Yulianto. 2017. Analisis hubungan kondisi dengan te-rumbu karang di Desa Pemuteran Buleleng Bali. *Journal of Marin and Aquatic Sciences*, 3(2): 142-153.
- Sakaria, F. S. 2022. Identifikasi tipe karang mati untuk menentukan penyebab ke-rusakan terumbu karang di Perairan Malili Teluk Bone. *Maspari Journal*, 14(2): 91-98.
- Salim, D. 2012. Pengelolaan ekosistem terumbu karang akibat pemutihan dan ru-sak. *Jurnal Kelautan*, 5(2): 142-155.
- Santoso, A. D., dan Kardono. 2008. Teknologi konservasi dan rehabilitasi terum-bu karang. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(3): 221-226.
- Schill, S. 2024. Ekologi Terumbu Karang. <https://reefresilience.org/id/coral-reef-ecology/>. Diakses pada tanggal 15 Juni 2024.
- Septiwirawan, R., Arifin, M. Z., dan Zulkifli, D. 2020. Upaya pengembangan wi-sata bahari di Pulau Maratua oeh Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabu-paten Berau. *eJournal Ilmu Administrasi Publik*, 8(2) 9290-9302.
- Setiyawan, E. 2012. *Dinamika Ikan Terumbu Herbivora dan Makroalga Padina minor di Daerah Transplantasi Karang Pulau Karya*. (Skripsi). Insitut Per-tanian Bogor. Bogor. 72 hlm.
- Shannon, C. E., dan W. Wiener. 1949. *The Mathematical Theory of Communi-cation*. University of Illinois Press. Urbana. 177 hlm.
- Sidharth, M., Sarkar, U., dan Taraphder, S. 2017. Principal componen ana-lysis. *International Journal of Livestock Research*, 7(5), 60-78.
- Simbolon, A. R. 2016. Pencemaran bahan organik dan eutrofikasi di perairan Ci-tuis, Pesisir Tangerang. *Jurnal Pro-Life*, 3(2):109-118.
- Siregar, A. 2018. *Studi Tutupan Terumbu Karang di Perairan Pulau Unggeh Ke-camatan Badiri Kabupaten Tapanuli Tengah Sumatera Utara*. (Skripsi). Universitas Sumatera Utara. Medan. 95 hlm.
- Smithers, S. G. 2011. *Encyclopedia of Modern Coral Reefs: Fringing Reefs*. Springer. Townsville. Australia. 446 hlm.
- Stevenson, C. 2011. *Plastic Debris in The California Marine Ecosystem. A Sum-mary of Current Research , Solution Strategies and Data Gaps*. University of California Sea Grant. Columbia University, New York. 82 hlm.
- Stoddart, D. R., McLean, R. F., Scoffin, T. P., Thom, B. G., dan Hopley, D.1978. Evolution of reefs and Islands Northern Great Barrier Reef. *Philosophical Transactions of Royal Society B Biological Sciences*. 284: 149-159.

- Suharsono. 2008. *Jenis-jenis Karang di Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Press. Jakarta. 344 hlm.
- Suharsono. 2014. *Panduan Monitoring Kesehatan Terumbu Karang*. Oseanografi Coral Triangle Initiative Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 63 hlm.
- Sukarno. 1995. *Ekosistem Terumbu Karang dan Masalah Pengelolaannya*. Puslitbang Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 14 hlm.
- Susana, T. 2005. Kualitas zat hara perairan Teluk Lada Banten. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 1(2): 59-67.
- Thamrin. 2006. *Karang: Biologi Reproduksi dan Ekologi*. Minamandiri Press. Pekanbaru. 259 hlm.
- Tugiyono, Rara, D., dan Efri. 2015. Kajian kualitas air pesisir Teluk Lampung. *Prosiding Semirata 2015 Universitas Tanjungpura Pontianak*, 12321: 292-299.
- Tuheteru, F., dan Mahfudz, D. 2012. *Ekologi, Manfaat, dan Rehabilitasi, Hutan Pantai Indonesia*. Balai Penelitian Kehutanan Manado. Manado. 179 hlm.
- Uar, N. D., Murti S. H., dan Hadisusanto S. 2016. Kerusakan lingkungan akibat aktivitas manusia pada ekosistem terumbu karang. *Jurnal MGI*, 30(1):88-95.
- Ulqodry, T. Z., Yulisman, Syahdan, M., dan Santoso. 2010. Karakteristik dan sebaran nitrat, fosfat, dan oksigen terlarut di perairan Karimunjawa, Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sains*, 13(1): 34-43.
- White, A. T. 1987. *Coral Reef: Valuable Resources of South East Asia*. The International Center for Living Aquatic Resources Management Education Series 1. Manila. 36 hlm.
- Woodroffe, C. D., dan Biribo, N., 2011. Atolls in encyclopedia of modern coral reefs: structure, form and process. *Springer: The Netherlands*, 1060: 51-61.
- Yusuf, M. 2013. Kondisi terumbu karang dan potensi ikan di perairan Taman Nasional Karimunjawa Kabupaten Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 2:54-60.
- Yolanda, D. S., Muhsoni, F. F., dan Siswanto, A. D. 2016. Distribusi nitrat, oksigen terlarut, dan suhu di perairan Socah-Kamal Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan*, 9(20): 93-98.
- Zurma, I. A., Mubarak, M., dan Elizal, E. 2017. Pengaruh geomorfologi terhadap pola arus dan pasang surut Desa Putik Kecamatan Palmatak Kabupaten Kepulauan Anambas Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 22(2): 40-48.