

**HUBUNGAN KONSENTRASI NITRAT, ORTHOFOSFAT, DAN SILIKA
TERHADAP KELIMPAHAN DIATOM DI TAMBAK UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*) WAY URANG, KALIANDA,
LAMPUNG SELATAN**

SKRIPSI

Oleh

**RESTU NINGSIH
1814201012**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**HUBUNGAN KONSENTRASI NITRAT, ORTHOFOSFAT, DAN SILIKA
TERHADAP KELIMPAHAN DIATOM DI TAMBAK UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*) WAY URANG, KALIANDA,
LAMPUNG SELATAN**

Oleh

RESTU NINGSIH

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
2025**

ABSTRAK

HUBUNGAN KONSENTRASI NITRAT, ORTHOFOSFAT, DAN SILIKA TERHADAP KELIMPAHAN DIATOM DI TAMBAK UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) WAY URANG, KALIANDA, LAMPUNG SELATAN

Oleh

RESTU NINGSIH

Perairan laut Desa Way Urang, Kalianda, Lampung Selatan sebagian besar dimanfaatkan masyarakat untuk aktivitas pertambakan budi daya udang vaname. Adanya aktivitas tersebut memengaruhi kualitas fisika-kimia air dan komunitas fitoplankton di perairan. Fitoplankton adalah produser primer yang memanfaatkan energi matahari dan unsur hara menjadi bahan organik untuk makanan organisme perairan. Fitoplankton laut didominasi oleh Bacillariophyceae (diatom) dengan ciri khas adanya frustula pada dinding selnya berupa silika. Penelitian bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman dan kelimpahan diatom, serta hubungan konsentrasi nitrat, orthofosfat, dan silika terhadap kelimpahan diatom. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari tahun 2023, bertempat di perairan tambak udang Vaname Desa Way Urang. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Parameter fisika-kimia yang diukur yaitu suhu, kecerahan, kedalaman, kecepatan arus, oksigen terlarut, salinitas, nitrat, orthofosfat, dan silika. Hasil perhitungan konsentrasi nitrat berkisar 0,355-6,700 mg/l, orthofosfat 0,457-1,245 mg/l, dan silika 0,002-0,013 mg/l. Indeks keanekaragaman berkisar 0,686-2,375 termasuk dalam kriteria keanekaragaman sedang. Kelimpahan diatom berkisar 530-10.083 sel/L termasuk kriteria mesotrofik (kesuburan perairan sedang). Analisis hasil uji regresi, nilai korelasi nitrat dan orthofosfat terhadap kelimpahan diatom menunjukkan hubungan yang positif dan berhubungan negatif terhadap silika.

Kata kunci: *Diatom, Fitoplankton, Nitrat, Orthofosfat, Silika.*

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP NITRATE, ORTHOPHOSPHATE, AND SILICA CONCENTRATIONS ON DIATOM ABUNDANCE IN VANAME SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) PONDS WAY URANG, KALIANDA, SOUTH LAMPUNG

By

RESTU NINGSIH

The sea waters of Way Urang Village, Kalianda, South Lampung are mostly used by the community for vaname shrimp farming activities. These activities affect the physico chemical quality of the water and the phytoplankton community in the waters. Phytoplankton are primary producers that utilize solar energy and nutrients into organic matter as food for aquatic organisms. Marine phytoplankton are dominated by Bacillariophyceae (diatoms) with the characteristic of having frustules on their cell walls in the form of silica. The purpose of this research was to analyze diversity and abundance of diatoms, as well as the relationship between nitrate, orthophosphate, and silica concentrations and abundance of diatom. The research was held on January 2023, in the waters of the Vaname shrimp ponds Way Urang Village. The method used is a quantitative with a descriptive research type. The physicochemical parameters measured were temperature, brightness, depth, current speed, dissolved oxygen, salinity, nitrate, orthophosphate, and silica. The calculation results of nitrate concentration ranged from 0.355-6.700 mg/l, orthophosphate 0.457-1, 245 mg/l, and silica 0.002-0.013 mg/l. The diversity index ranged from 0.686-2.375, including the moderate diversity criteria. The abundance of diatoms ranged from 530-10,083 cells/ L, including the mesotrophic criteria (moderate water fertility). Analysis of regression test results, the correlation value of nitrate and orthophosphate to abundance of diatoms showed a positive relationship and a negative relationship to silica.

Keywords: *Diatom, Phytoplankton, Nitrate, Orthophosphate, Silica.*

Judul Skripsi

: **HUBUNGAN KONSENTRASI NITRAT,
ORTHO FOSFAT, DAN SILIKA TERHADAP
KELIMPAHAN DIATOM DI TAMBAK
UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)
WAY URANG KALIANDA,
LAMPUNG SELATAN**

Nama Mahasiswa

: **Restu Ningsih**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1814201012

Program Studi

: Sumberdaya Akuatik

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

A handwritten signature in black ink, belonging to Henni Wijayanti Maharani.

Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si.
NIP. 198101012008012042

A handwritten signature in black ink, belonging to Putu Cinthia Delis.

Putu Cinthia Delis, S.Pi., M.Si.
NIP. 199008222019032011

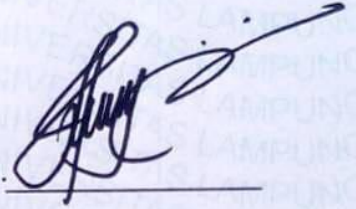
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan

A handwritten signature in blue ink, belonging to Munti Sarida.

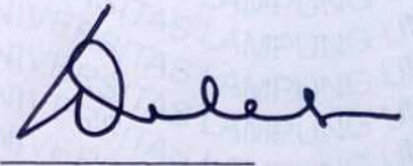
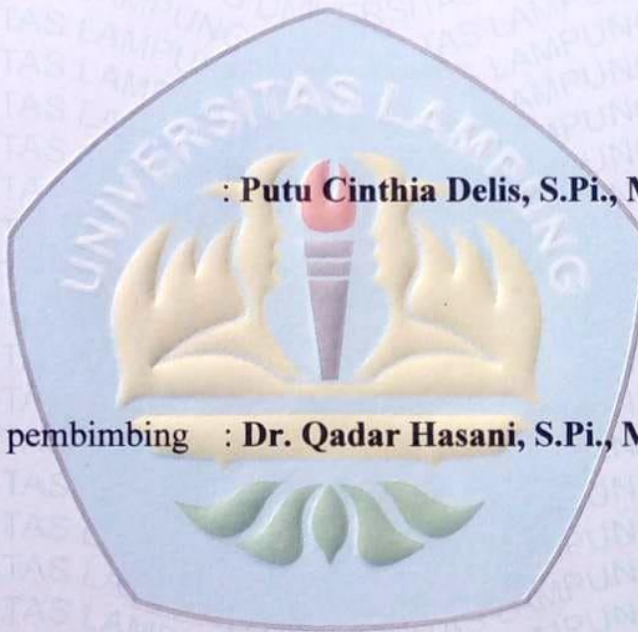
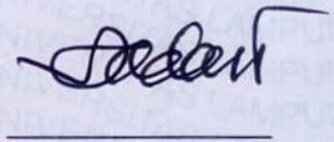
Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

MENGESAHKAN**1. Tim Penguji**

Ketua

: **Henni Wijayanti M, S.Pi., M.Si.**

Sekretaris

: **Putu Cinthia Delis, S.Pi., M.Si.**Penguji bukan pembimbing : **Dr. Qadar Hasani, S.Pi., M.Si.****2. Dekan Fakultas Pertanian****Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**
NIP. 196411181989021002Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **01 Juli 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Restu Ningsih

Npm : 1814201012

Judul Skripsi : Hubungan Konsentrasi Nitrat, Orthofosfat, Dan Silika Terhadap Kelimpahan Diatom Di Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Way Urang, Kalianda, Lampung Selatan.

Menyatakan skripsi yang saya tulis adalah murni hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya dapatkan. Karya ini belum pernah dipublikasikan dan bukan plagiat dari hasil karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan dalam karya ini, maka saya siap bertanggung jawab.

Randar Lampung, 20 Juni 2025



Restu Ningsih
NPM. 1814201012

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kotabumi pada tanggal 11 Desember 1999 sebagai anak kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak M. Darpin dan Ibu Purnawati. Penulis menempuh pendidikan formal Sekolah Dasar Negeri (SDN) 02 Kelapa Tujuh (2006-2012), kemudian melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) Kemala Bhayangkari Kotabumi (2012-2015), dan pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 03 Kotabumi, Jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) (2015-2018).

Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang pendidikan tinggi sarjana (S1) pada tahun 2018 di Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) sebagai anggota Bidang Kominfo tahun 2020/ 2021.

Penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Plankton dan Tanaman Air 2020/2021, Plankton dan Tanaman Air 2021/2022. Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Tanjung Senang, Kecamatan Kotabumi

Selatan, Kabupaten Lampung Utara pada tahun 2021. Penulis telah melaksanakan Praktik Umum di PT. Maju Tambak Sumur Hatchery, Way Urang, Kalianda, Lampung Selatan pada tahun 2021 dengan judul “Dinamika Kelimpahan Bakteri *Vibrio*”. Penulis melakukan penelitian di tambak udang vaname PT. Maju Tambak Sumur, dengan judul “Hubungan Konsentrasi Nitrat, Orthofosfat, dan Silika Terhadap Kelimpahan Diatom di Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Way Urang, Kalianda, Lampung Selatan”.

PERSEMBAHAN

Untuk orang tua tercinta Bapak M. Darpin dan Ibu Purnawati,
Pipin Ariyanti, S.Pd., Mas Wahyu Hardian Dwi Saputra, dan diri sendiri.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “*Hubungan Konsentrasi Nitrat, Orthofosfat, dan Silika Terhadap Kelimpahan Diatom di Tambak Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) Way Urang, Kalianda, Lampung Selatan*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian;
2. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan;
3. Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Program Studi Sumber daya Akuatik dan sebagai Dosen Pembimbing Utama;
4. Putu Cinthia Delis, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/ Sekretaris;
5. Dr. Qadar Hasani, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Penguji Utama;
6. Dosen-dosen dan para staf administrasi Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian;
7. Bapak M. Darpin dan Ibu Purnawati selaku orang tua.

Bandar Lampung, 20 Juni 2025

Restu Ningsih

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pikir Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Plankton.....	6
2.2 Kelas Bacillariophyceae (Diatom)	7
2.2.1 Morfologi Diatom	8
2.2.2 Distribusi Sebaran Diatom.....	9
2.2.3 Peranan Diatom.....	10
2.2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Diatom.....	11
2.2.4.1 Parameter Fisika.....	11
a) Suhu	11
b) Kecerahan	12
c) Kedalaman	12
d) Kecepatan Arus.....	13
2.2.4.2 Parameter kimia.....	13
a) Derajat keasaman pH (<i>Power of Hydrogen</i>).....	13
b) <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	14
c) Salinitas.....	15
d) Nitrat (NO ₃)	15
e) Orthofosfat.....	16
f) Silika	17
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	20

3.3	Penentuan lokasi penelitian.....	21
3.4	Pengumpulan data.....	22
3.4.1	Pengambilan dan pengamatan sampel plankton	22
3.4.2	Pengukuran parameter fisika.....	22
3.4.3	Pengukuran parameter kimia	23
3.5	Analisis Data	25
3.5.1	Perhitungan kelimpahan plankton.....	25
3.5.2	Perhitungan indeks keanekaragaman (H').....	26
3.5.3	Perhitungan Indeks Keseragaman (E).....	28
3.5.4	Perhitungan Indeks Dominansi (C).....	29
3.5.5	Hubungan antara parameter fisika, kimia, dan biologi dengan kelimpahan plankton.....	28
3.5.6	Pengaruh nitrat, orthofosfat, silika terhadap kelimpahan diatom....	29
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	30
4.2	Parameter Fisika dan Kimia Perairan Tambak Udang.	32
4.3	Komposisi Jenis Fitoplankton di Perairan Tambak Udang Vaname Desa Way Urang	38
4.4	Indeks Keanekaragaman, keseragaman dan dominansi fitoplankton.....	42
4.5	Hubungan antara faktor fisika kimia air terhadap kelimpahan diatom	43
4.6	Pengaruh nitrat, orthofosfat dan silikat dengan kelimpahan diatom	46
V.	SIMPULAN DAN SARAN	49
5.1	Simpulan.....	49
5.2	Saran,.....	49
	DAFTAR PUSTAKA	50
	LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Bahan penelitian.....	20
2. Alat penelitian.....	20
3. Deskripsi stasiun pengambilan sampel penelitian.....	21
4. Parameter fisika dan kimia perairan tambak udang.....	32
5. Jumlah fitoplankton di tambak udang vaname.....	36
6. Indeks keanekaragaman, keseragaman, dominansi dan kelimpahan.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	5
2. Peta lokasi penelitian.....	19
3. Stasiun 1 area <i>inlet</i> tambak.....	30
4. Stasiun 2 area kolam tambak.....	31
5. Stasiun 3 area <i>outlet</i> tambak.....	31
6. Hubungan kelimpahan diatom dan parameter fisika-kimia air.....	43
7. Hubungan konsentrasi nitrat terhadap kelimpahan diatom.....	46
8. Hubungan konsentrasi orthofosfat terhadap kelimpahan diatom.....	46
9. Hubungan konsentrasi silika terhadap kelimpahan diatom.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil analisis <i>Principal component analysis</i> (PCA).....	54
2. Dokumentasi hasil identifikasi plankton.....	55
3. Dokumentasi pengambilan sampel fitoplankton dan kualitas air.....	59
4. Hasil uji laboratorium konsentrasi nitrat, orthofosfat, dan silika.....	62

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Desa Way Urang, Kalianda, Lampung Selatan terletak di wilayah pesisir. Wilayah pesisir adalah wilayah peralihan antara dua ekosistem yaitu ekosistem darat dan ekosistem laut dengan beragam potensi sumberdaya perairan. Sebagian besar wilayah perairan di Desa Way Urang dimanfaatkan oleh penduduk setempat untuk kegiatan pertambakan budi daya udang vaname. Udang vaname banyak dibudidayakan karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya, memiliki pertumbuhan yang relatif cepat, toleransi terhadap perubahan lingkungan yang cukup baik, dan mampu hidup di kolom air sehingga pemanfaatan ruang lebih efisien (Witari et al., 2021).

Aktivitas masyarakat di sekitar perairan dapat memengaruhi kualitas fisika dan kimia air, yang selanjutnya akan berdampak terhadap organisme di perairan. Organisme perairan yang memiliki peranan penting pada ekosistem perairan adalah diatom. Plankton kelas Bacillariophyceae (diatom) termasuk produsen primer perairan yang dimanfaatkan untuk pakan alami. Pada usaha budi daya udang vaname salah satu faktor penting penentu keberhasilan adalah pakan udang. Pakan udang dikelompokkan menjadi 2 yaitu pakan alami dan pakan buatan, pakan alami untuk udang berasal dari diatom. Diatom tersebar secara luas di perairan bahkan pada daratan yang secara berkala terendam oleh air. Menurut Nurlaelatun et al., (2018) habitat diatom yaitu di perairan samudera, laut, payau, perairan tawar seperti rawa, sungai, danau bahkan pada permukaan sedimen. Selain itu, diatom merupakan produsen utama di lingkungan perairan yang melimpah dan memiliki banyak peran.

Peran kelimpahan diatom di perairan diantaranya sebagai makhluk fotosintesis yang dapat mengikat karbondioksida di atmosfer, organisme penghasil oksigen, sebagai pakan alami udang, menjadi produsen primer dalam rantai makanan, dan sebagai bioindikator dalam menentukan kesuburan perairan. Parameter fisika (suhu, kecerahan, kecepatan arus, kedalaman), dan kimia (pH, *dissolved oxygen*, salinitas, nitrat, orthofosfat, silika) menjadi penyebab bervariasinya komunitas diatom pada perairan. Perairan yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kegiatan usaha budi daya biasanya berkaitan terhadap perubahan lingkungan. Menurut Nurlaelatun et al., (2018) aktivitas yang meningkat di perairan akan berdampak terhadap organisme termasuk diatom. Adanya aktivitas tersebut memengaruhi nutrisi di perairan berupa limbah organik maupun anorganik seperti nitrat (NO_3^-) dan orthofosfat (PO_4^{3-}).

Nutrien adalah zat penting yang dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton. Pada lingkungan perairan, nitrat, orthofosfat, dan silika sangat berperan penting dalam proses metabolisme dan dapat dijadikan sebagai faktor pembatas bagi produktivitas fitoplankton di perairan. Nitrat (NO_3^-) adalah bentuk utama dari nitrogen (N) di perairan alami yang memiliki sifat sangat mudah larut dan stabil. Senyawa ini termasuk nutrisi utama yang dibutuhkan diatom untuk tumbuh dan berkembang dengan baik. Kandungan nitrat akan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kelimpahan diatom (Hidayat et al., 2019).

Orthofosfat adalah bentuk fosfat anorganik yang dapat dimanfaatkan oleh diatom, dan tumbuhan tingkat tinggi. Orthofosfat dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik sehingga dapat memengaruhi produktivitas perairan. Senyawa ini menjadi faktor pembatas tumbuhan tingkat tinggi di perairan alami, hal ini didasarkan bahwa orthofosfat memiliki peran dalam transfer energi di dalam sel. Pada konsentrasi tertentu memberikan kondisi tumbuh yang baik bagi diatom, apabila konsentrasi melebihi yang dibutuhkan akan menjadi racun di perairan (Meirinawati & Fitriya, 2018).

Silika adalah nutrisi yang sangat dibutuhkan diatom dalam pembentukan dinding sel. Ketersediaannya yang cukup pada perairan dapat meningkatkan kelimpahan diatom. Ciri khas dari diatom adalah adanya dinding sel yang terdiri dari silika dan memiliki toleransi bertahan hidup tinggi terhadap tekanan lingkungan.

Silika diserap oleh diatom dalam bentuk terlarut dalam air, yaitu sebagai Si(OH)_4 . Jumlah silika yang dibutuhkan oleh setiap jenis diatom berbeda-beda akibatnya terjadi variasi terhadap kandungan silika terlarut dalam air sehingga terjadinya komunitas diatom yang bervariasi (Yandra et al., 2022).

Kandungan nutrisi yang meningkat dapat mempengaruhi kelimpahan diatom yang ada di perairan. Kelimpahan diatom yang merupakan salah satu kelompok fitoplankton terbesar di laut mungkin akan lebih banyak terdapat di tambak udang, hal ini karena adanya masukan nitrat, orthofosfat, dan silika. Oleh karena pentingnya nitrat, orthofosfat, dan silika bagi pertumbuhan diatom di perairan, maka perlu dilakukan penelitian tentang “Hubungan konsentrasi nitrat, orthofosfat, dan silika terhadap kelimpahan diatom di sekitar perairan tambak udang Desa Way urang, Kalianda, Lampung Selatan”.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

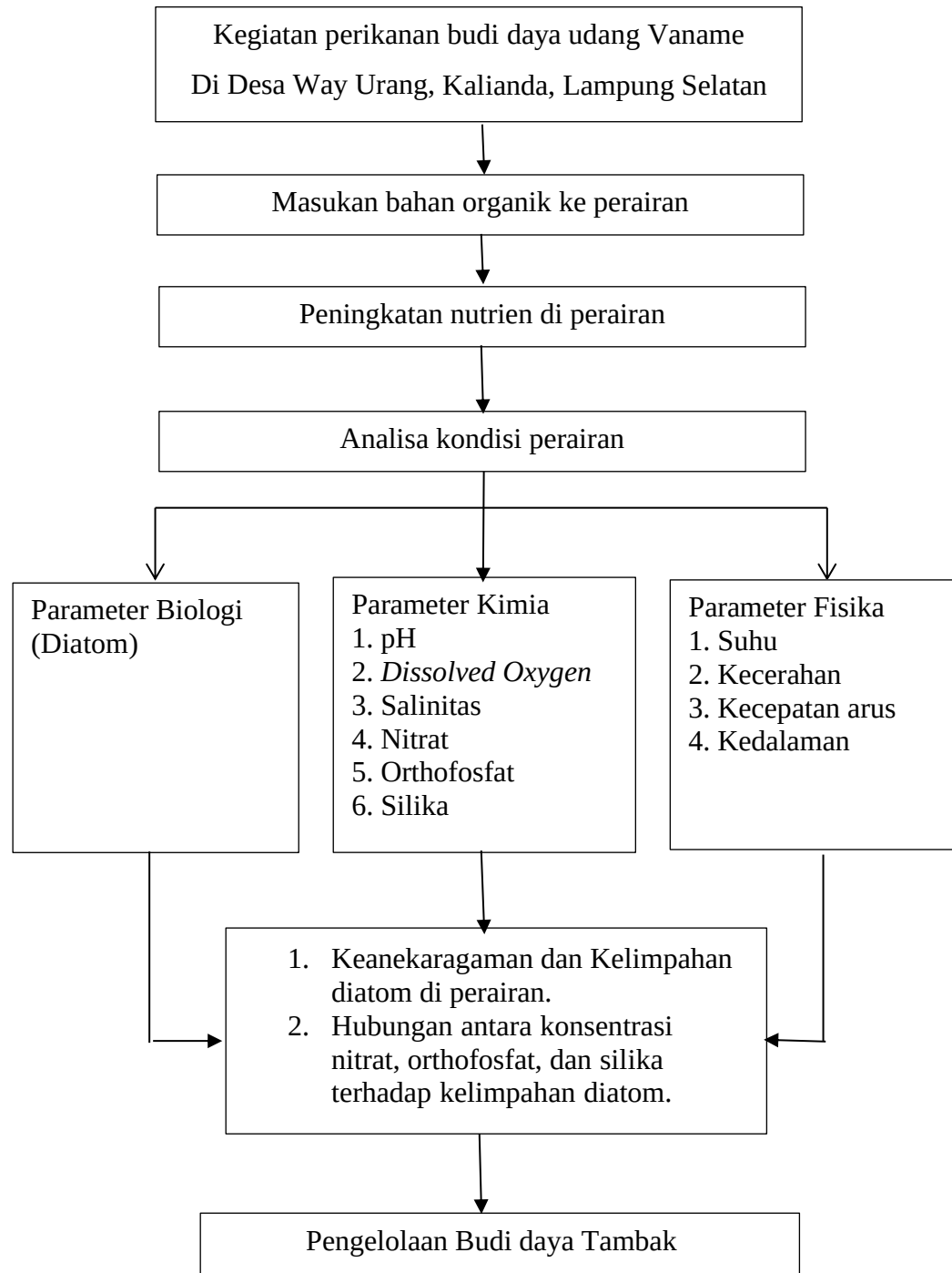
- 1) Menganalisis keanekaragaman dan kelimpahan diatom di perairan tambak udang Vaname Desa Way urang.
- 2) Menganalisis hubungan antara kandungan nitrat, orthofosfat , dan silika dengan kelimpahan diatom di tambak udang Vaname Desa Way Urang.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu dapat menjadi sumber informasi ilmiah terkait pertimbangan pemberian pakan, pemberian nutrisi, pengelolaan buangan air tambak, dan sebagai pengelolaan tambak dalam menentukan kualitas kualitas air tambak. berdasarkan komposisi jenis dan kelimpahan diatom, kandungan nitrat, orthofosfat dan silika sekitar kawasan tambak udang vaname di Desa Way Urang, Kalianda, Lampung Selatan, Lampung.

1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Wilayah pesisir Kalianda merupakan zona pemanfaatan sumberdaya hayati laut yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk kebutuhan sendiri dan sebagai mata pencaharian seperti kegiatan perikanan budi daya tambak udang. Desa Way Urang, Kalianda, Lampung Selatan merupakan salah satu desa yang terletak di wilayah pesisir. Desa ini memiliki potensi dalam kegiatan perikanan budi daya tambak. PT Maju Tambak Sumur (Tambak udang Ketang) menjadi salah satu yang menggeluti usaha di bidang tersebut. Secara administrasi lokasi tambak terletak di Jalan Sinar Laut, Dusun Ketang, Kelurahan Way Urang, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung selatan, Provinsi Lampung (35513). Secara geografis terletak pada $5^{\circ}30'0''$ - $5^{\circ}56'0''$ Lintang Selatan dan $105^{\circ}34'0''$ - $105^{\circ}08'0''$ Bujur Timur. Penelitian ini dilaksanakan di Tambak untuk melihat kondisi dan kesuburan di sekitar perairan tambak berdasarkan parameter biologi fitoplankton (diatom), fisika (suhu, kecerahan, kedalaman), dan kimia (pH, oksigen terlarut, salinitas, nitrat, silikat, dan orthofosfat). Kemudian dari hasil plankton diidentifikasi jenis, dihitung kelimpahan, indeks keseragaman, indeks keanekaragaman, dan dominasi. Dari data yang telah diperoleh dapat diketahui jenis dan kelimpahan diatom yang ada di kolam tambak. Kerangka pemikiran ini dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plankton

Planktos (Yunani) atau yang sering disebut plankton memiliki arti meng hanyut, secara sederhana diartikan sebagai hewan dan tumbuhan berukuran renik yang hidup melayang di kolom air. Plankton memiliki kemampuan gerak yang terbatas sehingga perpindahannya dipengaruhi oleh pergerakan massa air (arus). Keberadaan plankton dianggap sebagai organisme penting di perairan karena menjadi sumber energi untuk biota akuatik dalam sistem jaringan makanan dan rantai makanan. Oleh karena itu, plankton disebut sebagai organisme produsen primer di perairan. Pada pemantauan kualitas air di ekosistem perairan produktivitas primer termasuk faktor penting karena berperan dalam rantai makanan dan siklus karbon organisme heterotrof (Lubis et al., 2023).

Fitoplankton atau plankton tumbuhan adalah golongan plankton yang memiliki klorofil (zat hijau daun) di dalam tubuhnya. Fitoplankton memiliki kemampuan dalam membuat makanan sendiri melalui proses fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari (autotrof) dengan mengubah bahan dari anorganik menjadi bahan organik. Plankton berdasarkan daur hidup dibagi menjadi 2 yaitu holoplankton adalah organisme akuatik yang selama siklus hidupnya sebagai plankton. Mero-plankton adalah organisme akuatik yang hanya sebagian siklus hidupnya sebagai plankton selama masa telur atau larva jika sudah dewasa tidak lagi hidup sebagai plankton (Witari et al., 2021). Selain berperan sebagai sumber makanan organisme air lainnya dalam sistem rantai dan jaring makanan, keanekaragaman plankton dapat digunakan sebagai indikator kesuburan suatu perairan. Fitoplankton dapat digunakan sebagai indikator biologi dalam menentukan kualitas perairan melalui

keragaman spesies. Siklus hidup fitoplankton tergolong pendek dan memiliki respon yang cepat terhadap perubahan lingkungan di perairan. Fitoplankton termasuk organisme penyumbang oksigen terbesar di perairan. Kemampuan fotosintesis fitoplankton menjadikannya sebagai organisme pengikat awal energi matahari sehingga perannya sangat penting bagi kehidupan di perairan (Rosanti & Harahap, 2022).

Plankton menempati zona pelagis perairan samudera, laut, dan air tawar. Sebaran dan struktur komunitas plankton di perairan tidak merata, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan. Faktor tersebut diantaranya, faktor kimia yang meliputi salinitas, pH, *dissolved oxygen*, nitrat, orthofosfat maupun faktor fisika yaitu intensitas cahaya matahari/kecerahan, kedalaman, suhu, arus, dan proses *up welling* yang menyebabkan bervariasinya nitrat dan terjadinya pencampuran massa air. Ketersediaan makanan sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan dan perkembangan plankton. Ketersediaan makanan yang tinggi akan berdampak terhadap jumlah plankton di perairan (Lubis et al., 2023).

2.2 Kelas Bacillariophyceae (Diatom)

Salah satu plankton yang mendiami perairan adalah diatom, yaitu organisme sel tunggal yang termasuk kelompok fitoplankton. Diatom disebut juga ganggang kersik, yang bagian dinding selnya mengandung silika (SiO_2). Dinding sel tersebut berisi silika yang terbentuk dari pektin. Pembentukan frustula membutuhkan silika, konsentrasi dari silika sangat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan diatom di perairan. Kelas Bacillariophyceae (diatom) memiliki kemampuan bertahan hidup dengan menyesuaikan pada kondisi ekosistem di sekitarnya. Diatom juga memiliki kemampuan untuk reproduksi yang tinggi dari kelas fitoplankton yang lain (Nurlaelatun et al., 2018).

Reproduksi Bacillariophyceae (diatom) terjadi secara seksual dan aseksual. Reproduksi seksual disebut oogami dan isogami. Reproduksi aseksual yaitu sel membelah menjadi dua sel baru. Kondisi lingkungan sangat berpengaruh terhadap kecepatan pembelahan sel diatom. Pembelahan sel dapat terjadi dalam 10-12 jam, 18-36 jam, dan 24-48 jam. Diatom akan mati karena beberapa hal diantaranya

yaitu dimangsa, perubahan musim, zat hara yang kurang, dan tenggelam dalam lapisan air yang tidak tertembus oleh cahaya. Siklus hidup diatom dapat terlihat dari jumlah kelimpahannya di lingkungan. Kelimpahan diatom sangat dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia, dan biologi di perairan (Aufar et al., 2023).

Bacillariophyceae disebut juga *golden brown algae*, hal ini karena kandungan pigmen berwarna kuning lebih banyak daripada pigmen berwarna hijau. Kandungan pigmen yang berwarna kuning tersebut menjadikan perairan terlihat berwarna cokelat muda. Diatom hidup di perairan secara soliter dan berkoloni. Jenis diatom yang umum ditemukan di perairan antara lain *Bacteriastrum* sp, *Chaetoceros* sp, *Rhizosolenia* sp, *Thalassiothrix* sp, sedangkan pada daerah perairan pantai yang banyak dijumpai yaitu *Coscinodiscus* sp dan *Skeletonema* sp. Diatom sangat berperan dalam produktivitas primer sebagai sumber oksigen dan makanan pada perairan (Speare et al., 2019).

2.2.1 Morfologi Diatom

Jenis diatom berdasarkan ciri morfologinya yaitu diatom *centric* dan diatom *pennate*. Diatom *centric* berbentuk bulat, hidup secara planktonik (permukaan air), memiliki ciri bentuk sel yang simetri radial, Sel-nya dapat berbentuk bulat, lonjong atau silindris. Diatom *pennate* yang hidup secara bentik (dasar perairan). memiliki ciri simetri bilateral, bentuk umumnya memanjang. Diatom termasuk organisme eukariotik yang inti sel-nya diselimuti oleh membran sel. Memiliki bagian yang berfungsi sebagai pengatur pusat koordinasi diatom yang disebut vacuola (Rahayu et al., 2022).

Pada sel diatom ada jalur tengah yang disebut *raphe*. *Raphe* digunakan untuk pergerakan diatom dengan mengeluarkan cairan. Jenis *raphe* yang dimiliki diatom, dibedakan menjadi 4 yaitu: *Araphideae*, *Raphidiodeae*, *Monoraphideae*, dan *Biraphideae* (Rahayu et al., 2022). Diatom termasuk jenis yang melimpah di perairan, perubahan kecil pada ekosistem biasanya akan berpengaruh terhadap keragaman jenis, sebaran, dan bentuk morfologi spesiesnya di perairan. Diatom memiliki kemampuan toleransi yang luas terhadap perubahan lingkungan yang

umum, seperti, suhu, kecerahan, kecepatan arus, kedalaman, kadar oksigen terlarut, salinitas, pH, ketersediaan unsur hara, nitrat, orthofosfat, silika, bahan pencemar. Oleh sebab itu, Diatom dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator tingkat trofikasi perairan dalam menentukan tingkat kesuburan berdasarkan kelimpahan dan keanekaragaman jenisnya di perairan tersebut (Rahmah et al., 2022).

2.2.2 Distribusi Sebaran Diatom

Distribusi diatom dapat dibedakan menjadi 2, yaitu Autochthonous, diatom asli dari perairan, dan Allochthonous diatom yang berasal dari luar perairan. Diatom terdistribusi secara luas ke seluruh lapisan atas perairan. Diatom merupakan bagian penting dari rantai makanan pelagis, berperan sebagai sumber makanan bagi sebagian hewan besar di laut. Berdasarkan habitat hidupnya diatom dikelompokkan menjadi dua, yaitu planktonik dan bentik. Diatom planktonik hidup bebas di kolom perairan baik tawar ataupun laut, sedangkan diatom bentik hidup menempel pada substrat. Oleh karena diatom termasuk dalam tumbuhan, secara alami diatom mengambil sumber makanannya sendiri dan cenderung memilih permukaan air. Diatom berfotosintesis untuk mendapatkan energi dan siang hari lebih banyak ditemukan pada permukaan air. Beberapa jenis memiliki gerak lambat dan sangat mengandalkan perubahan arus untuk berpindah (Safnowandi, 2019).

Padatnya aktivitas budi daya dan lainnya akan berdampak pada kualitas air, dan berhubungan dengan diatom yang hidup di perairan. Kelimpahan diatom dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu, proses respirasi dan fotosintesis. Kelimpahan diatom yang bervariasi disebabkan karena adanya perbedaan aktivitas di perairan dan menghasilkan konsentrasi nutrisi yang berbeda-beda. Faktor lingkungan seperti perbedaan suhu dan makanan di perairan juga berpengaruh terhadap keberadaan, struktur, dan morfologi dari diatom (Aufar et al., 2023).

Diatom termasuk dalam kelompok produsen utama yang melimpah dan dibutuhkan untuk pakan alami yang banyak ditemukan di perairan tawar dan laut. Diatom terdistribusi secara luas di lingkungan air tawar, payau, laut, rawa, sungai, terestrial, danau bahkan pada permukaan sedimen. Pertumbuhan dari diatom

sangat ditentukan oleh kecerahan badan air, hal ini karena air yang keruh menyebabkan biomasa kurang produktif, walaupun perairan tersebut memiliki zat-zat makanan atau nutrisi yang cukup untuk diatom hidup. Kekeruhan yang ada pada badan air menjadi penghalang masuknya intensitas cahaya matahari ke dalam air. Diatom sangat bergantung kepada sinar matahari sebagai sumber makanan untuk berfotosintesis (Umiatun et al., 2017).

Kelimpahan dari fitoplankton di perairan umumnya dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia air, ketersediaan nutrisi, serta kemampuan dalam bertahan hidup. Perkembangan dari ekosistem disebut dengan istilah suksesi ekologi. Suksesi merupakan perubahan komposisi dari spesies yang disebabkan oleh perbedaan laju pertumbuhan dari masing-masing spesies yang membuat komunitas berkembang. Laju pertumbuhan dari spesies erat kaitannya dengan faktor-faktor lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, kondisi lingkungan sangat berpengaruh terhadap kelimpahan diatom. Jika kelimpahan fitoplankton di perairan dikategorikan tinggi, maka dapat diduga pada perairan tersebut juga memiliki tingkat produktivitas perairan yang tinggi (Lubis et al., 2023).

2.2.3 Peranan Diatom

Pemanfaatan diatom dilakukan dengan cara mengidentifikasi dan mengklasifikasi jenisnya. Diatom dapat digunakan sebagai bioindikator lingkungan perairan, hal ini untuk menentukan kualitas dan tingkat kesuburan perairan. Diatom termasuk jenis organisme yang memiliki toleransi luas terhadap lingkungan. Diatom digunakan sebagai indikator lingkungan, untuk menentukan eutrofikasi (pengayaan nutrisi), asidifikasi (kadar asam), salinitas (kadar garam). Nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan diatom terdiri dari nitrat, orthofosfat dan silika. Peranan dari diatom adalah sebagai penghasil oksigen organisme perairan, bioindikator kualitas perairan, dan diatom yang mengendap pada dasar laut dalam waktu lama dapat menjadi indikator cadangan minyak bumi. Perannya sebagai organisme bioindikator kualitas perairan memiliki beberapa keunggulan dari organisme lain diantaranya, diatom terdistribusi secara luas, populasi yang variatif, memiliki

siklus hidup yang pendek, reproduksi yang cepat, sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, mampu memberikan informasi perubahan kualitas air, sebagai produsen primer dalam siklus karbon di rantai makanan. (Syaiyuddin et al., 2020).

Peran dari kelimpahan diatom di perairan diantaranya sebagai makhluk fotosintesis yang dapat mengikat karbondioksida di atmosfer, organisme penghasil oksigen, sebagai pakan alami udang, menjadi produsen primer dalam rantai makanan, dan sebagai bioindikator dalam menentukan kesuburan suatu perairan. Meningkatnya aktivitas di wilayah perairan dapat memengaruhi nutrisi di dalamnya berupa limbah organik dan anorganik seperti nitrat (NO_3^-) dan orthofosfat (PO_4^{3-}). Nutrien adalah salah satu zat penting untuk pertumbuhan fitoplankton. Pada lingkungan perairan nitrat, orthofosfat, dan silika sangat berperan penting dalam proses metabolisme dan sebagai faktor pembatas dari produktivitas fitoplankton di perairan (Hidayat et al., 2019).

2.2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Diatom

Air adalah zat yang sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan proses kehidupan dari diatom. Diatom tidak akan mampu bertahan hidup lebih lama dalam keadaan aktif tanpa adanya air. Ekosistem suatu perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor fisika-kimia lingkungan. Faktor fisika berupa suhu, kecerahan perairan, dan kecepatan arus, sedangkan faktor kimia berupa kandungan unsur hara dalam perairan yaitu pH, oksigen terlarut salinitas, nitrat, orthofosfat, dan silika.

2.2.4.1 Parameter Fisika

a) Suhu

Suhu merupakan faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan dari diatom di habitatnya. Suhu berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Suhu erat kaitannya dengan proses metabolisme, suhu yang tinggi akan

memengaruhi proses dari metabolisme, menaikkan kecepatan perubahan sel, respirasi, dan memengaruhi pergerakan diatom karena adanya perubahan viskositas sitoplasma di dalam *raphe*. Suhu merupakan variable yang mengontrol kelimpahan dan distribusi diatom. Menurut Roito et al. (2014), *Chaetoceros* merupakan diatom yang bersifat *eurythermal* dan *euryharline*. Diatom jenis ini dapat hidup pada kisaran suhu tinggi, pada suhu 40°C masih dapat bertahan hidup tetapi tidak berkembang. Pertumbuhan optimum memerlukan suhu pada kisaran antara 25 – 30°C. Suhu air pada permukaan air dipengaruhi oleh kondisi meteorologi seperti curah hujan, penguapan, kelembaban udara, suhu udara, kecepatan angin, dan intensitas radiasi matahari. Perubahan suhu sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air.

b) Kecerahan

Kecerahan merupakan ukuran transparansi dari perairan yang ditentukan secara visual menggunakan alat yang disebut *Secchi disk*. Nilai kecerahan dari perairan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan yang tersuspensi, serta ketelitian dalam melakukan pengukuran. Semakin tinggi kecerahan suatu perairan maka kelimpahan fitoplankton juga ikut meningkat. Pada siang hari, fitoplankton naik ke permukaan perairan untuk menyerap cahaya matahari untuk berfotosintesis. Kecerahan adalah penentu penetrasi cahaya matahari yang masuk, sehingga jika pengambilan sampel dilakukan pada siang hari atau ketika intensitas cahaya matahari maksimal akan mendapatkan sampel dengan kelimpahan plankton yang tinggi. Nilai pengukuran kecerahan bertujuan untuk mengetahui seberapa dalamnya cahaya matahari dapat menembus lapisan air (Novia et al., 2016).

c) Kedalaman

Perairan yang dangkal cenderung memiliki keanekaragaman yang lebih tinggi, dibandingkan dengan perairan yang lebih dalam. Hal ini karena pada

kondisi perairan dangkal, intensitas cahaya matahari dapat menembus seluruh badan air hingga mencapai dasar perairan. Cahaya yang masuk ke perairan secara maksimal dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk berfotosintesis. Daerah dangkal pada musim hujan perairan cenderung lebih dalam jika dibandingkan dengan saat musim kemarau. Hal tersebut dapat memengaruhi kelimpahan diatom di suatu perairan. Cahaya termasuk faktor penting dalam proses fotosintesis pertumbuhan dan perkembangan diatom. Ada jenis diatom yang tidak peka terhadap intensitas cahaya, namun, dalam proses metabolismenya ada yang memerlukan intensitas cahaya tertentu. Tingkat kecerahan dan intensitas cahaya menurun seiring dengan peningkatan kedalaman. Kedalaman optimum diatom untuk melakukan fotosintesis 5-20 m (Simon et al., 2015).

d) Kecepatan Arus

Arus sangat berpengaruh besar terhadap sebaran perpindahan diatom di perairan. Peran arus diantaranya meningkatkan difusi oksigen dalam air, membantu penyebaran fitoplankton dari suatu tempat ke tempat lainnya, arus menjadi media transportasi dalam membantu suplai bahan makanan yang dibutuhkan fitoplankton. Kategori arus dalam perairan laut yaitu berarus sangat cepat (> 1 m /detik), cepat (0,5-1 m/detik), sedang (0,25-0,5 m/detik), lambat (0,1-0,2 m/detik), dan sangat lambat ($< 0,1$ m/detik). Konsentrasi orthofosfat di perairan tinggi karena pergerakan arus di dasar perairan mengandung fosfat naik ke permukaan. Konsentrasi nitrat yang rendah dan tinggi juga dipengaruhi oleh adanya faktor arus yang membawa nitrat dari satu tempat ke tempat lain (Fikri et al., 2021).

2.2.4.2 Parameter kimia

a) Derajat keasaman pH (*Power of Hydrogen*)

Derajat keasaman atau pH merupakan indikator kandungan karbondioksida suatu larutan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan larutan tersebut.

Karbondioksida adalah bahan penting dalam fotosintesis diatom di laut. Derajat keasaman suatu perairan dapat diketahui dari hasil uraian CO_2 . Semakin banyak CO_2 terlarut dan semakin banyak ion H^+ maka semakin rendah nilai pH. Kenaikan pH di perairan mengindikasikan terjadinya penurunan konsentrasi CO_2 . Oleh sebab itu, apabila nilai pH tinggi maka kepadatan diatom akan rendah dan sebaliknya. Suhu tekanan dan salinitas mempengaruhi nilai pH, meningkatnya suhu dan salinitas akan menurunkan nilai pH di perairan. Nilai pH optimum untuk pertumbuhan diatom berkisar 8-9 (Novia et al., 2016).

Tingkat keasaman dan kebasaan air dipengaruhi oleh kandungan senyawa organik yang terlarut dalam perairan. Beberapa jenis diatom yang membutuhkan kadar pH di bawah 7,00, kandungan kalsium (Ca), serta Magnesium (Mg) yang rendah, yaitu *Eunotia* dan *Frustulia*. Genus yang lain justru sebaliknya, menghindari air yang mengandung asam, konsentrasi kalsium dan magnesium yang rendah, seperti *Mastogoia*, *Diploneis*, *Amphipleura*, *Gysigma*, *Denticula*, *Ephitemia*, dan *Rhopalopoda*. Perubahan nilai pH dan senyawa organik perairan akan mempengaruhi keberadaan diatom di perairan (Harmoko & Krisnawati, 2018).

b) *Dissolved Oxygen (DO)*

Dissolved Oxygen merupakan jumlah oksigen terlarut dalam air yang dimanfaatkan oleh organisme untuk respirasi dan oksidasi bahan anorganik maupun organik. Sumber utama oksigen terlarut dalam air berasal dari adanya proses fotosintesis di perairan dan kontak permukaan air dengan udara. Oksigen hilang atau berkurang dari air secara alami karena adanya respirasi biota, penguraian bahan organik secara aerob, aliran air bawah tanah yang miskin oksigen dan kenaikan suhu. Oksigen terlarut diukur dengan 2 cara, yaitu metode titrasi dengan cara Winkler dan metode elektrokimia dengan DO meter. Rendahnya kadar oksigen terlarut dapat disebabkan oleh adanya lapisan minyak di permukaan laut. Umumnya oksigen terlarut dalam perairan sebesar 5 ppm, apabila perairan tidak terdapat senyawa yang bersifat racun (tidak tercemar) kandungan oksigen sebesar 2 ppm

sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan. Nilai ambang batas oksigen terlarut untuk kehidupan biota laut adalah $> 5 \text{ mg/L}$.

c) **Salinitas**

Jumlah kadar garam yang terkandung dalam air laut disebut salinitas. Setiap perairan memiliki kadar salinitas yang berbeda-beda. Adapun faktor yang memengaruhi kadar salinitas air laut diantaranya penguapan, curah hujan, dan sungai. Semakin besar penguapan air laut maka kadar salinitas semakin tinggi, jika penguapan rendah maka salinitas juga semakin rendah. Curah hujan yang tinggi di wilayah laut akan menurunkan kadar salinitas, jika curah hujan rendah maka salinitas semakin tinggi. Banyak sedikitnya sungai yang bermuara juga memberikan pengaruh terhadap kadar salinitas di laut. Semakin banyak sungai bermuara ke laut maka salinitas akan menurun, sedangkan jika sedikit sungai yang bermuara maka kadar salinitas akan meningkat (Rahmah et al., 2022).

Selain itu terdapat hubungan antara kuantitas fitoplankton dengan Salinitas. Wilayah perairan yang terletak dekat pantai umumnya bersalinitas rendah dengan kelimpahan fitoplankton yang tinggi jika dibandingkan dengan wilayah yang jauh dari pantai. Kadar salinitas yang rendah memungkinkan beberapa jenis plankton mengalami kelimpahan, kondisi ini karena jenis tersebut memiliki toleransi terhadap perubahan salinitas pada lingkungan. Organisme laut memiliki toleransi terhadap salinitas lebih sempit jika dibandingkan dengan organisme estuari.

d) **Nitrat (NO_3^-)**

Bentuk utama nitrogen di perairan alam adalah nitrat yang berguna untuk pertumbuhan fitoplankton. Kandungan nitrat yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan fitoplankton. Pengayaan nutrisi pada perairan terjadi jika kadar nitrat di perairan melebihi $0,2 \text{ mg/liter}$. Fitoplankton akan tumbuh optimal pada kandungan nitrat berkisar $0,9\text{-}3,5 \text{ mg/liter}$. Konsentrasi nitrat yang meningkat di perairan di-

sebabkan oleh adanya masukan limbah ke perairan. Sumber alamiah nitrat di permukaan air berasal dari pelarutan batuan beku, drainase lahan, sisa hewan dan tumbuhan yang mati, feses, buangan limbah domestik yang kemudian diuraikan oleh bakteri sehingga menjadi nutrient, dan pakan yang tidak termakan pada budi daya. Peran nitrat selain untuk menstimulasi pertumbuhan juga dapat dimanfaatkan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Senyawa nitrat bersifat stabil dan mudah larut di perairan (Rahayu et al., 2022).

Di perairan dekat pantai kadar nitrat cenderung lebih tinggi akibat adanya tambahan nitrat dari daratan melalui sungai-sungai yang bermuara di pantai. Perbedaan kuantitas buangan limbah ke lingkungan perairan mengakibatkan perbedaan kadar nitrat dari pemukiman hingga laut lepas pantai mengalami penurunan, sebaliknya konsentrasi nitrat yang rendah diduga karena berada jauh dari aktivitas masyarakat, dan telah dimanfaatkan diatom untuk pertumbuhan hidup. Tingkat kesuburan suatu perairan berdasarkan kandungan nitrat dibagi atas tiga tingkatan yaitu: 0.0-0.8 mg/L disebut perairan oligotrofik (kurang subur), 0.9-3.5 mg/L disebut perairan mesotrofik (kesuburan sedang), >3.5 mg/L disebut perairan eutrofik (kesuburan tinggi) (Arief et al., 2023).

e) Orthofosfat

Orthofosfat adalah bentuk fosfat anorganik yang dapat dimanfaatkan oleh diatom secara langsung. Orthofosfat dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik sehingga dapat mempengaruhi produktivitas perairan. Setelah masuk kedalam tumbuhan, orthofosfat akan mengalami perubahan menjadi organofosfat. Senyawa ini menjadi faktor pembatas pertumbuhan tingkat tinggi dan alga di perairan alami, hal ini didasarkan bahwa fosfor berperan dalam transfer energi di dalam sel. Pada konsentrasi tertentu orthofosfat dapat memberikan kondisi tumbuh yang baik bagi diatom dan dapat menjadi racun di perairan apabila konsentrasi melebihi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan (Amien et al, 2017).

Zat hara merupakan nutrisi yang perlu diwaspadai, hal ini karena di lingkungan perairan memiliki dampak positif dan negatif. Dampak positifnya mening-

katkan produksi fitoplankton, sedangkan dampak negatifnya menurunkan kandungan oksigen terlarut di perairan dan memperbesar munculnya fitoplankton berbahaya. Zat hara yang diperlukan untuk perkembangan hidup fitoplankton yaitu orthofosfat. Sumber utama orthofosfat berasal dari perairan itu sendiri yaitu melalui proses penguraian pelapukan ataupun dekomposisi tumbuhan dan sisa organisme mati. Selain itu juga tergantung pada keadaan sekitar lingkungannya yaitu sumbangan dari daratan melalui aliran sungai, dan limbah budidaya. Sehubungan dengan kebutuhan bagi pertumbuhan fitoplankton, kisaran orthofosfat yang optimum adalah 0,09-1,80 mg/liter. Senyawa orthofosfat merupakan senyawa pembatas bila kadarnya di bawah 0,004 mg/liter, sementara pada kadar lebih dari 1,0 mg/liter dapat menimbulkan *blooming* (Simon et al., 2015).

Tingginya konsentrasi orthofosfat karena mendapatkan sumbangan unsur hara dari daratan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Simon et al., (2015) konsentrasi orthofosfat tinggi disebabkan oleh difusi dari sedimen. Proses pengadukan pada dasar perairan dan proses sirkulasi dari permukaan akan sangat memengaruhi konsentrasi orthofosfat. Rendahnya konsentrasi orthofosfat karena daerah tersebut jauh dari daratan, selain itu telah dimanfaatkan oleh aktivitas fitoplankton yang intensif dari perairan dan aktivitas masyarakat.

f) Silika

Silika merupakan unsur hara yang sangat penting untuk mendukung kehidupan fitoplankton. Keberadaannya menjadi faktor pembatas di perairan dan akan menjadi penentu terjadinya *blooming* apabila konsentrasinya berlebihan. Silika termasuk faktor pembatas yang dibutuhkan bagi pertumbuhan diatom. Silika menjadi senyawa yang berperan penting dalam pembentukan dinding sel tubuhnya. Diatom mendominasi populasi fitoplankton pada konsentrasi silika yang tinggi. Silika berasal dari pelapukan batuan dasar, penguraian organisme mati dan *run off* daratan, erosi, serta curah hujan (Umiatun et al., 2017).

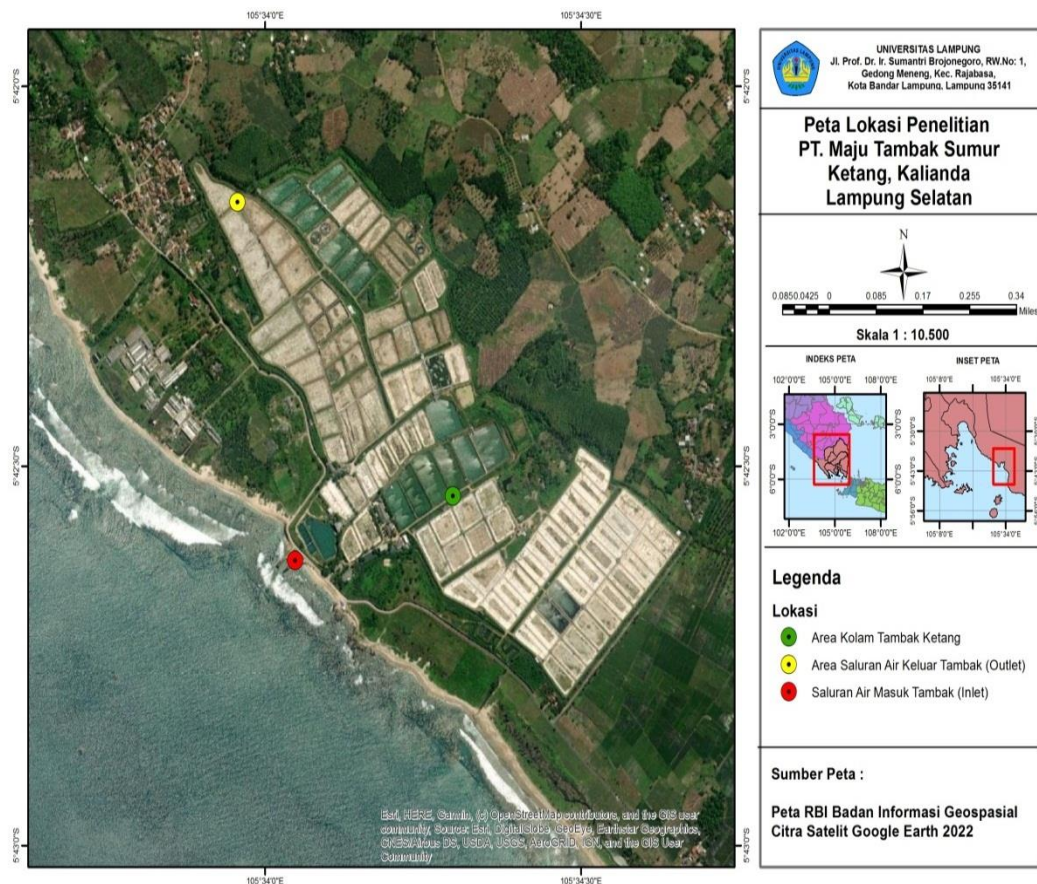
Jika kondisi parameter lingkungan perairan optimum untuk pertumbuhan diatom maka diatom akan tumbuh dengan pesat dan mendominasi di lapisan

permukaan perairan. Sumber silika di perairan pesisir berasal dari hasil pelapukan mineral tanah yang mengandung silika yang larut dalam aliran sungai menuju pesisir dan laut. Selain itu, pasokan air hujan dapat menyebabkan terjadinya pengenceran pada konsentrasi silika di perairan. Rendahnya konsentrasi silika karena tidak terdapat pengaruh sungai dan adanya pengaruh pasang surut di perairan. Tingginya konsentrasi silika karena aktivitas alami dari perairan dan aktivitas dari masyarakat. Selain itu fenomena arus laut juga berperan dalam penyebaran konsentrasi silika (Sanjaya & Danakusuma, 2018).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2023 berlokasi di wilayah tambak udang Vaname, Desa Ketang, Kelurahan Way Urang, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Analisis diatom dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Universitas Lampung dan analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Institut Pertanian Bogor. Peta lokasi penelitian dapat dilihat di Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan penelitian

No	Bahan	Merk	Kegunaan
1	Air sampel	-	Mengukur nitrat, orthofosfat, silika, identifikasi fitoplankton.
2	Formalin 4 %	-	Mengawetkan sampel.
3	Aquades	-	Membersihkan alat.

Alat yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat penelitian

No	Alat	Merk	Kegunaan
1	Plankton net	-	Menyaring air sampel.
2	Ember air 10 liter	-	Mengambil air sampel.
3	Botol sampel 100 ml	-	Wadah air sampel.
4	DO meter	Lutron	Mengukur oksigen terlarut.
5	pH meter	Eutech EC-pHTEST30	Mengukur pH air.
6	Refraktometer	Brix ATC	Mengukur salinitas air.
7	<i>Secchi disk</i>	-	Mengukur kecerahan air.
8	Tongkat skala	-	Mengukur kedalaman air.
9	<i>Current meter</i>	Flowatch FL-03	Mengukur kecepatan arus.
10	<i>Thermometer</i>	GEA S-006	Mengukur suhu air.
11	Pipet tetes	-	Mengambil bahan cair.
12	Tisu	Jolly	Membersihkan alat.
13	Alat tulis	Buku, pena	Mencatat hasil penelitian.
14	<i>Handphone</i>	Infinix hot 12i	Dokumentasi.
15	Mikroskop	Leica	Mengamati fitoplankton.
16	<i>Roll meter</i>	ORIS MTR-FB100	Mengukur jarak titik sampel.
17	<i>Global Position System (GPS)</i>	Infinix hot 12i	Menentukan titik koordinat penelitian.

Tabel 2. Alat penelitian (lanjutan)

No	Alat	Merk	Kegunaan
18	Spektrofotometer	Thermo Scientific GENESYS 10S UV Vis	Mengukur nitrat, orthofosfat, dan silika.
19	Buku identifikasi fitoplankton	Buku identifikasi digital PLANKTON SELAT BALI, Planktonologi Studi Orga-nisme Mikroskopis Di Perairan: Klasifikasi, Peran, Dan Manfaat.	Mengidentifikasi jenis fitoplankton.

3.3 Penentuan Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan untuk menentukan lokasi pengambilan sampel di perairan sekitar tambak adalah *purposive sampling* berdasarkan karakteristik lokasi. Pengambilan sampel dilakukan pada saat kondisi air laut sedang pasang dan dilakukan di lokasi pengamatan yang berbeda. Daerah penelitian dibagi atas tiga Stasiun dengan 2 titik sampling penelitian. Penentuan titik koordinat Stasiun dilakukan dengan menggunakan alat GPS (*global position system*). Deskripsi Stasiun pengambilan sampel pada Tabel 3.

Tabel 3. Deskripsi stasiun pengambilan sampel penelitian

Lokasi	Titik koordinat	Deskripsi
Stasiun 1	S 5°42'37.548" E 105°34'2.2008"	Merupakan kawasan saluran masuk air tambak (<i>inlet</i>).
Stasiun 2	S 5°42'33.228" E 105°34'19.182"	Merupakan kawasan kolam tambak udang.
Stasiun 3	S 5°42'9.3852" E 105°33'58.3704"	Merupakan kawasan saluran keluar air tambak (<i>outlet</i>).

3.4 Pengumpulan Data

3.4.1 Pengambilan dan pengamatan sampel plankton

Sampel plankton diambil dari kawasan perairan yang berbeda yaitu kawasan saluran air masuk tambak (*inlet*), kawasan kolam tambak udang, dan kawasan saluran keluar air tambak (*outlet*). Pengambilan sampel plankton dilakukan pada bulan Januari 2023 pada 3 stasiun, masing-masing Stasiun diambil sebanyak 12 sampel. Sampel plankton diambil pada siang hari dari pukul 09.30-12.00 WIB, karena pada waktu tersebut diatom berada di permukaan untuk melakukan fotosintesis. Sampel plankton diambil dengan cara menyaring 100 liter air menggunakan plankton net atau jaring plankton dengan ukuran *mesh* size 25 μ m, kemudian, air hasil saringan tersebut dituang ke dalam botol sampel berukuran 100 ml. Setelah itu diberi larutan formalin sebanyak 4%. Selanjutnya masing-masing botol diberi label sesuai stasiun, titik, dan pengulangan pengambilan, lalu dimasukkan ke dalam *ice box* untuk dianalisis di laboratorium menggunakan mikroskop.

Identifikasi jenis plankton dilakukan di Laboratorium Produktivitas Lingkungan dan Perairan Universitas Lampung menggunakan mikroskop dan SRC (*Sidgewick Rafter Counting*) dengan prosedur awal botol berisi sampel dihomogenkan dahulu supaya tercampur dan tidak ada yang mengendap. Sampel diambil sebanyak 1 ml menggunakan pipet tetes dan diteteskan secara perlahan ke SRC (*Sidgewick Rafter Counting*). Kemudian ditutup dengan *cover glass* dan dilakukan pengamatan secara merata dengan menggunakan perbesaran 10x10. Selanjutnya dilakukan identifikasi jenis plankton, dihitung kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan dominansi.

3.4.2 Pengukuran parameter fisika

Parameter fisika yang diukur yaitu suhu, kecerahan, kecepatan arus, dan kedalaman perairan. Sedangkan, pengukuran parameter kimia yaitu oksigen terlarut, pH, salinitas, nitrat, orthofosfat, dan silika.

- (1). Suhu, diukur menggunakan termometer yang dimasukkan ke perairan, diamkan sampai skala suhu stabil, lalu dicatat hasilnya.
- (2). Kecerahan, diukur dengan alat *sechi disk* yang diturunkan perlahan hingga batas tidak tampak yaitu warna hitam tidak terlihat, Setelah itu diturunkan perlahan hingga warna putih tidak terlihat. Kemudian dicatat hasilnya, kedua nilai batas tidak tampak hitam dan putih dijumlahkan lalu dibagi dua dan hasil yang didapat adalah nilai kecerahan. Rumus menghitung nilai kecerahan:

$$K = \frac{H + P}{2}$$

Keterangan :

K : Kecerahan (m)

H : Kedalaman piringan hitam tidak terlihat

P : Kedalaman piringan putih tidak terlihat

- (3). Kedalaman, diukur menggunakan tongkat berskala yang telah diberi ukuran. Tongkat berskala dimasukkan ke dalam air hingga menyentuh dasar dan tegak lurus. Ukuran kedalaman perairan dilihat dari batas tongkat berskala yang terendam air.
- (4). Kecepatan arus, data ini diukur menggunakan *current meter* dengan cara memasukkan sensor dan baling-baling yang telah terpasang ke dalam perairan, kemudian dicatat hasil yang diperoleh.

3.4.3 Pengukuran parameter kimia

- 1) Oksigen terlarut, diukur menggunakan DO meter dengan cara memasukkan sensor ke dalam perairan dan ditunggu beberapa saat sampai angka stabil, kemudian dicatat hasil yang diperoleh.
- 2) *Potential Hydrogen* (pH) atau derajat keasaman, diukur menggunakan pH meter. Pengukuran pH dilakukan dengan mengambil sampel air yang akan diukur kadar pHnya, kemudian pH meter dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air yang akan diuji. ditunggu hingga angka berhenti dan tidak berubah-ubah dan hasil akan terlihat di *display digital*.

- 3) Salinitas, diukur menggunakan refraktometer dengan pengambil sampel air dengan pipet tetes, kemudian diteteskan pada refraktometer kemudian lihat pada cahaya terang dan catat hasilnya.
- 4) Pengukuran nitrat dilakukan dengan menggunakan metode *brucine sulfat*. Menyaring air sampel sebanyak 15 ml menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42, kemudian ditambahkan larutan EDTA 4 tetes lalu disaring dengan kolom Cadmium (Cd). Diambahkan dengan larutan naptil 10 tetes dan larutan *sulfanilamid acid* 10 tetes. Lalu dilihat perubahan dari bening menjadi warna merah muda, aduk merata dan ukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 543 nm (APHA, 2017). Menurut Arief et al., (2023) menyatakan tingkat kesuburan perairan berdasarkan kandungan nitrat sebagai berikut:
 - 0,1–0,25 mg/L : Perairan oligotrofik (kesuburan lemah)
 - 0,26–0,50 mg/L : Perairan mesotrofik (kesuburan sedang)
 - 0,51–0,75 mg/L : Perairan eutrofik (kesuburan tinggi).
- 5) Analisis pengukuran orthofosfat dilakukan dengan menggunakan metode SNI 06-6989.31-2005, pengujian kadar orthofosfat dalam air menggunakan reduksi asam askorbat yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-vis. Prinsip analisis orthofosfat adalah ammonium molibdat dan kalium antimonitartat bereaksi dalam suasana asam dengan orthofosfat hingga membentuk asam fosfomolibdik yang kemudian direduksi oleh asam asorbik. Prosedur pengukuran orthofosfat yaitu menyaring 12,5 ml menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42, kemudian ditambah larutan ammonium molibdat 10 tetes dan di tambah larutan SnCl 3 tetes, dilihat perubahan dari warna bening menjadi biru dan diukur dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 543 nm. Dicatat absorbansinya dan ditentukan konsentrasinya berdasarkan persamaan kurva standar yang didapatkan (APHA, 2017). Menurut Arief et al., (2023) menyatakan bahwa kesuburan perairan berdasarkan kandungan fosfat ada tiga tingkat yaitu:
 - 0,003-0,010 mg/L : Perairan oligotrofik (kurang subur)
 - 0,010-0,030 mg/L : Perairan mesotrofik (kesuburan sedang)
 - 0,03-0,10 mg/L : Perairan eutrofik (kesuburan tinggi).

- 6) Analisis pengukuran silikat dilakukan dengan menggunakan metode SNI 06-2477-1991, prosedur pengukuran silika yaitu air sampel disaring 12,5 ml dengan kertas *Whatman* no. 42 dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan 1 ml HCl 1:1, ditambahkan 2 ml *ammonium molybdate* dan dididamkan selama 5 menit, kemudian ditambahkan 2 ml asam oksalat. Kandungan silika air sampel diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 nm, kemudian catat hasil yang diperoleh.

3.5 Analisis Data

3.5.1 Perhitungan kelimpahan plankton

Metode perhitungan kelimpahan plankton menggunakan metode sapuan. Sampel yang telah diambil di lapangan diaduk terlebih dahulu agar diatom tersebar secara merata dan mempunyai kesempatan yang sama untuk diambil. Sampel diambil dengan pipet tetes dan diletakkan ke SRC (*sedgewick rafter counting cell*). Pengamatan dilakukan 6 kali ulangan untuk setiap botol sampel. Kelimpahan plankton dihitung menggunakan metode sampling (APHA 2017) :

$$N = Z \times \frac{X}{Y} \times \frac{1}{V}$$

Keterangan :

N : Kelimpahan individu fitoplankton (sel/L)

Z : Jumlah individu fitoplankton (sel)

X : Volume air sampel yng tersaring (100 mL)

Y : Volume SRCC air (1 mL)

V : Volume air yang disaring (100 L)

Kriteria nilai klasifikasi kesuburan perairan berdasarkan perhitungan kelimpahan fitoplankton (APHA, 2017):

0-2000 sel/L : Oligotrofik (Kesuburan perairan kurang)

2000-15000 sel/L : Mesotrofik (Kesuburan perairan sedang)

> 15000 sel/L : Eutrofik (Kesuburan perairan tinggi)

3.5.2 Perhitungan indeks keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman menggambarkan keadaan spesies secara matematis untuk memudahkan dalam mengamati keanekaragaman populasi suatu komunitas. Indeks keanekaragaman spesies digunakan untuk menilai tingkat stabilitas dari struktur komunitas yang diamati yang berkaitan erat dengan karakteristik habitat yang dihuni oleh biota tersebut. Indeks keanekaragaman dapat dihitung dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

H' : Indeks keanekaragaman jenis

S : Banyaknya jenis

n_i : Jumlah individu jenis ke- i

N : Jumlah total individu

Kriteria nilai indeks keanekaragaman (H') menurut persamaan Shannon-Wiener:

$H' \leq 1$: Keanekaragaman rendah

$1 < H' < 3$: Keanekaragaman sedang

$H' \geq 3$: Keanekaragaman tinggi

3.5.3 Perhitungan indeks keseragaman (E)

Indeks keseragaman digunakan untuk menilai tingkat kekayaan masing-masing individu. Indeks keseragaman berkisar antara 0 sampai 1, semakin mendekati 0 maka semakin kecil keseragaman populasi, artinya penyebaran jumlah individu setiap spesies tidak sama dan kekayaannya individu yang dimiliki masing-masing spesies sangat berbeda. Semakin mendekati 1 maka penyebaran jumlah individu cenderung merata dan pemerataan antara spesies relatif merata atau jum-

lah individu masing-masing spesies relatif sama. Indeks keseragaman dihitung dengan menggunakan rumus Evennes indeks:

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

$$H'_{max} = \ln S$$

Keterangan:

- E : Indeks keseragaman jenis
 H' : Indeks keanekaragaman jenis
 S : Banyaknya jenis

Kriteria nilai indeks keanekaragaman (E) menurut persamaan Shannon-Wiener:

- $E < 0,4$: Keseragaman rendah
 $0,4 > E > 0,6$: Keseragaman sedang
 $E > 0,6$: Keseragaman tinggi

3.5.4 Perhitungan indeks dominansi

Indeks dominansi digunakan untuk melihat apakah ada atau tidak spesies yang mendominasi suatu perairan. Perhitungan indeks dominansi dapat dilakukan menggunakan rumus Simpson :

$$C = \sum \left[\frac{n_i}{N} \right]^2$$

Keterangan :

- C : Indeks dominansi
 n_i : Jumlah individu tiap jenis
 N : Jumlah total individu

Kriteria nilai indeks dominansi (C) menurut persamaan Simpson:

- C Mendekati 0 ($C < 0,5$) : Tidak ada jenis yang mendominasi
 C Mendekati 1 ($C > 0,5$) : Ada jenis yang mendominasi

3.5.5 Hubungan antara parameter fisika, kimia, dan biologi dengan kelimpahan plankton

Principal component analysis (PCA) atau analisis komponen utama adalah metode analisis multivariat yang secara khusus dikembangkan untuk mereduksi dimensi data yang berukuran besar menjadi lebih sederhana. Data yang digunakan dalam analisis ini berupa data parameter kualitas air dan data kelimpahan diatom di perairan tambak. Analisis PCA bertujuan untuk menganalisis keterkaitan antara kelimpahan diatom dengan parameter kualitas air sebagai variabel kuantitatif (kolom) serta substasiun pengamatan sebagai individu statistik (baris). *Output* yang dihasilkan adalah bentuk grafik kombinasi linear hasil interpretasi *active variable* terhadap *supplementary variable*, dimana setiap *axis* (faktor) diinterpretasikan sebagai korelasi dengan variabel-variabel asal. *Software* yang digunakan untuk analisis PCA ini adalah Minitab 19.

3.5.6 Pengaruh nitrat, orthofosfat, dan silika terhadap kelimpahan diatom

Pengaruh nitrat, orthofosfat, dan silika terhadap kelimpahan diatom dianalisis menggunakan persamaan linier sederhana. Analisis regresi linier sederhana digunakan untuk melihat ada atau tidaknya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, bagaimana arah hubungan, dan seberapa kuat hubungan antara dua variabel tersebut. Dalam hal ini untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan konsentrasi nitrat, orthofosfat dan silika terhadap kelimpahan diatom (Rahmad et al., 2019). Berikut persamaan regresinya :

$$Y = a + bx$$

Keterangan :

Y : Kelimpahan diatom (ind/l)

a : Konstanta

b : Koefisiensi

x : Konsentrasi Nitrat/fosfat/silika (mg/l)

Hasil analisis regresi berupa nilai koefisien determinansi R^2 , nilai signifikansi (p) dan variabel lingkungan yang berperan. Nilai koefisien determinansi (R^2) mendeskripsikan seberapa pengaruh nilai variabel kepadatan diatom terhadap nilai parameter lingkungan. Hubungan variabel kepadatan diatom dan parameter lingkungan akan semakin kuat apabila nilai R^2 mendekati nilai 1. Nilai signifikansi (p) adalah nilai hasil uji f yang dapat dilihat pada tabel anova, nilai ini menunjukkan bahwa kepadatan diatom dapat dilihat dengan variabel parameter lingkungan. Nilai (p) harus semakin kecil dari 0,05 sehingga dapat dikategorikan signifikan dan parameter lingkungan dapat digunakan untuk menjelaskan penyebab perubahan kepadatan diatom di perairan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Indeks keanekaragaman berkisar 0,686-2,375 termasuk dalam kriteria keanekaragaman sedang. Kelimpahan diatom berkisar 530-10.083 sel/L termasuk dalam kriteria mesotrofik (kesuburan perairan sedang).
2. Hasil Analisis regresi linier sederhana menunjukkan hubungan pengaruh positif konsentrasi nitrat dan orthofosfat terhadap kelimpahan diatom, sedangkan hubungan pengaruh negatif konsentrasi silika terhadap kelimpahan diatom di perairan tambak udang Desa Way Urang.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini diharapkan untuk melakukan penelitian lebih lanjut kandungan nitrat, orthofosfat dan silika di perairan tambak udang Vaname Desa Way Urang karena di penelitian ini konsentrasi silika tidak menunjukkan keterkaitan erat terhadap kelimpahan diatom.

DAFTAR PUSTAKA

- Amien, M., Nedi, S., & Nurrachmi, I. (2017). Analisis tingkat kesuburan perairan muara sungai mesjid kota Dumai ditinjau dari nitrat, fosfat dan kelimpahan diatom. Universitas Riau. Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa*. 2(1), 1-11. <https://sagu.ejournal.unri.ac.id/index.php/ajoas/article/view/2522>
- APHA. American Public Health Association. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. (23th Edition). American Public Health Association. 8-57 p.
- Arief, A. F. R., Suryono, C. A., & Setyati, W. A. (2023). Tingkat kesuburan perairan berdasarkan konsentrasi nitrat, fosfat dan klorofil-a di Kabupaten Jepara, *Journal of Marine Research*, 12(4), 754-761. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i4.41718>
- Aufar, S.N., Sabdono, A., Wijayanti, D. P., & Munasik. (2023). Perkembangan diatom perifiton pada substrat buatan di perairan Pulau Panjang, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3), 595-606. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i3.19779>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan. (2015). Kecamatan Kalianda Dalam Angka 2022. Lampung.
- Fikri, M., Isdianto, A., & Luthfi, O. M. (2021). Physics oseanography around artificial reef on The Pantai Of Damas, Trenggalek District, East Java. *Journal of Marine and Coastal Science*, 10(1), 35. <https://doi.org/10.20473/jmcs.v10i1.25605>
- Harmoko & Krisnawati, Y. (2018). Mikroalga divisi bacillariophyta yang ditemukan di Danau Aur Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 6(1), 30-35. <http://dx.doi.org/10.25077/jbioua.6.1.30-35.2018>
- Lubis, F., Lisdayanti, E., & Najmi, N. (2023). Kelimpahan dan indeks ekologi jenis plankton di perairan Pulau Seurodong, Aceh Selatan. *Journal of Habitus Aquatica*, 4(1), 23-33. <https://doi.org/10.29244/HAJ.4.1.23>
- Meirinawati, H., & Fitriya, N. (2018). Pengaruh konsentrasi nutrisi terhadap kelimpahan fitoplankton di perairan Halmahera Maluku. *Oseanologi dan*

- Limnologi Di Indonesia*. 3(3): 183-195.
<https://doi.org/10.14203/oldi.2018.v3i3.129>
- Ngibad, K. (2019). Analisis kadar fosfat dalam air sungai Ngelom kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Jurnal Pijar MIPA*. 14 (3), 5-10.
<https://doi.org/10.29303/jpm.v14i3.1158>
- Novia, Rani, Adnan, & Ritonga, I., R. (2016). Hubungan parameter fisika-kimia perairan dengan kelimpahan plankton di Samudera Hindia bagian Barat Daya. Kalimantan Timur. *Depik*. 5(2), 67-76.
<http://dx.doi.org/10.13170/depik.5.2.4912>
- Nurlaelatun, H., Japa, L., & Santoso, D. (2018). Keanekaragaman dan kelimpahan diatom (bacillariophyceae) di Pantai Jeranjang Desa Taman Ayu Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Biologi Tropis*. 18(1), 13-20. <https://doi.org/10.29303/jbt.v18i1.561>
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Hidayat, R. Nedi, S., & Nurrachmi, I. (2019). Analysis concentration of nitrate, phosphate, silicate and relationship with diatom abundance in waters Tanjung Tiram Districts Batu Bara Regency Of North Sumatera Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*. 2(1), 1-11.
<http://dx.doi.org/10.31258/ajoas.2.1.1-11>
- Rahmah, N., Zulfikar, A., & Apriadi, T. (2022). Kelimpahan fitoplankton dan kaitannya dengan beberapa parameter lingkungan perairan di Estuari Sei Carang, Tanjungpinang. *Journal of Marine Research*. 11(2), 189-200.
<https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.32945>
- Rahayu, S. M., Damar, A., & Krisanti, M. (2022). Perbedaan konsentrasi nitrat dan intensitas cahaya terhadap laju pertumbuhan diatom chaetoceros muelleri. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 9(2), 95-100.
<https://doi.org/10.29103/aa.v9i2.8126>
- Roito, M., Siregar, Y. I., & Mubarak. (2014). Analisis struktur komunitas diatom planktonik di perairan Pulau Topang, Kabupaten Kepulauan Meranti, Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 19(2), 22-32.
<http://dx.doi.org/10.31258/jpk.19.2.22-32>
- Rosanti, L., & Harahap, A. (2022). Keberadaan plankton sebagai indikator pencemaran. *Bioedusains: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 5(1), 182-188.
<https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3529>
- Safnowandi. (2019). Keanekaragaman plankton di pantai jeranjang kabupaten lombok barat untuk penyusunan modul ekologi hewan. *JUPE: Jurnal*

- Pendidikan Mandala*, 4(5), 195-201.
<http://dx.doi.org/10.58258/jupe.v4i5.860>
- Sanjaya, F., & Danakusuma, E. (2018). Evaluasi kerja pertumbuhan diatom (*Thalassiosira sp.*) yang diberi dosis silikat. *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*, 3(2), 82-93. <https://doi.org/10.53676/jism.v3i2.46>
- Simon, I. P., Arfah, H., & Abdul, M., S. (2015). Zat hara fosfat, nitrat, oksigen terlarut dan pH kaitannya dengan kesuburan di perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(1), 43-50.
<https://doi.org/10.35800/jplt.3.1.2015.9578>
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. (2004). *Metode Pengujian Kadar Silikat, Nitrat, Posfat dalam Air*. PIP2B DIY.
- Speare, K. E., Duran, A., Miller, M.W., & Burkepile, D. E. (2019). Sediment associated with algal turfs inhibits the settlement of two endangered coral species. *Marine Pollution Bulletin*, 14(4), 189-195.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.066>
- Syaifuddin, A. T., Umasya'tiyan, & Melisa, A. O. (2020). Identifikasi mikroalga pada air sumur di daerah Kecamatan Kota Kabupaten Kudus. *ALVEOLI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(2), 62-80.
<https://doi.org/10.35719/alveoli.v1i2.2>
- Umiatun, S., Carmudi, & Christiani. (2017). Hubungan antara kandungan silika dengan kelimpahan diatom benthik di sepanjang Sungai Pelus Kabupaten Banyumas. *Jurnal Scripta Biologica*. 4(1), 61-67.
<http://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.1.387>
- Witari, M. R., Saidi, A.W., & Sariasih, K. (2021). Dampak abrasi terhadap lingkungan dan sosial budaya di wilayah pesisir pantai Pabean, Gianyar. *Jurnal Teknik Gradien*, 13(01), 27-35.
<https://ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien/article/download/739/647>.
- Yandra, Y., Nedi, S., & Elizal. (2022). The relationship of nitrate, phosphate, and silicate concentrations to the abundance of planctonic diatoms in carocok tarusan waters, pesisir selatan district. *Journal Of Coastal And Ocean Sciences*, 3(1), 44-53.
<https://ijae-unri.ejournal.unri.ac.id/index.php/jocos/article/view/2744/2117>