

# SKRIPSI

## **KELIMPAHAN FITOPLANKTON YANG BERPOTENSI HABs (*Harmful Algae Blooms*) DI PERAIRAN PULAU SAMALONA, KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh:

**ANELLA HASRI PATTA**

**L011 19 1135**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**KELIMPAHAN FITOPLANKTON YANG BERPOTENSI HABs  
(*Harmful Algae Blooms*) DI PERAIRAN PULAU SAMALONA,  
KOTA MAKASSAR**

**ANELLA HASRI PATTA  
L011 19 1135**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### KELIMPAHAN FITOPLANKTON YANG BERPOTENSI HABs (*Harmful Algae Blooms*) DI PERAIRAN PULAU SAMALONA, KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh:

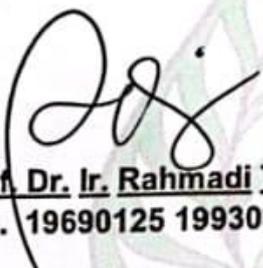
**ANELLA HASRI PATTA**  
L011 19 1135

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 23 November 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
**Prof. Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M. Si**  
NIP. 19690125 199303 1 002

  
**Dr. Ir. Arniati Massinai, M.Si**  
NIP. 19660614 199103 2 016

Ketua Program Studi Ilmu Kelautan,

  
  
**Dr. Khairul Amri, S. T., M.Sc.Stud**  
NIP. 19690706 199512 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anella Hasri Patta  
NIM : L011 19 1135  
Program Studi : Ilmu Kelautan  
Jenjang : S1

Menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul: "**Kelimpahan Fitoplankton yang Berpotensi HABs (*Harmful Algae Blooms*) di Perairan Pulau Samalona, Kota Makassar**" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Pemendiknas No. 17, tahun 2007).

Makassar, 23 November 2023



  
Anella Hasri Patta  
NIM. L011 19 1135

## PERNYATAAN AUTHORSHIP

Yang bertanda tangan di bawah ini:

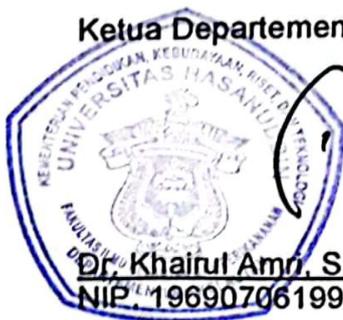
Nama : Anella Hasri Patta  
NIM : L011 19 1135  
Program Studi : Ilmu Kelautan  
Jenjang : S1

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah satu seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikuti

Makassar, 23 November 2023

Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu Kelautan,



Dr. Khairul Amr, S.T., M.Sc.Stud  
NIP. 196907061995121002

Penulis

A handwritten signature in black ink, which appears to be 'Anella Hasri Patta', written over the text of the author's name and NIM.

Anella Hasri Patta  
NIM. L011 19 1135

## ABSTRAK

**Anella Hasri Patta** L011191135 “Kelimpahan Fitoplankton yang Berpotensi HABs (*Harmful Algae Blooms*) di Perairan Pulau Samalona, Kota Makassar” dibimbing oleh **Rahmadi Tambaru** sebagai Pembimbing Utama dan **Arniati Massinai** sebagai Pembimbing Anggota.

---

---

Tingginya populasi fitoplankton beracun di dalam suatu perairan dapat menyebabkan berbagai akibat negatif bagi ekosistem perairan yang dikenal sebagai *Harmful Algae Blooms* (HABs). Salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya blooming fitoplankton adalah pengayaan nutrien. Pulau Samalona diduga banyak menerima beban nutrien akibat proses antropogenik berupa limbah industri dan aktivitas rumah tangga yang berasal dari daratan utama, pantai losari, pelabuhan maupun pulau-pulau disekitarnya. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kelimpahan fitoplankton HABs, hubungan parameter kualitas air dan indeks ekologi terhadap fitoplankton HABs di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar. Pengambilan sampel dilakukan dengan menyaring 100 liter air menggunakan *plankton net* pada 7 titik ulangan pengambilan sampel di kedua stasiun. Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, salinitas, pH, kecepatan arus, nitrat dan fosfat. Hasil penelitian menunjukkan kelimpahan fitoplankton HABs stasiun I (mengarah ke daratan utama) lebih banyak dengan nilai 1842 sel/L dibandingkan stasiun II (mengarah ke laut lepas) dengan nilai 1388 sel/L. Hasil analisis menggunakan uji statistik regresi linear berganda menunjukkan parameter kecepatan arus dan salinitas merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs sebesar 77,3% sedangkan 22,7% dipengaruhi oleh parameter lainnya. Hasil indeks ekologi pada kedua stasiun menunjukkan indeks keanekaragaman termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang, nilai indeks keseragaman mendekati 1 menunjukkan sebaran merata dan indeks dominansi mendekati 0 menunjukkan tidak ada jenis yang mendominasi.

**Kata kunci:** Fitoplankton, HABs, Pulau Samalona, Indeks ekologi

## ABSTRACT

**Anella Hasri Patta** L011191135 "Phytoplankton Abundance with Potential HABs (Harmful Algae Blooms) in the Waters of Samalona Island, Makassar City" supervised by **Rahmadi Tambaru** as Principal Supervisor and **Arniati Massinai** as Co-supervisor.

---

---

High populations of toxic phytoplankton in a water body can cause various negative consequences for aquatic ecosystems known as Harmful Algae Blooms (HABs). One of the factors that cause phytoplankton blooms is nutrient enrichment. Samalona Island is thought to receive a lot of nutrient loads due to anthropogenic processes in the form of industrial waste and household activities originating from the mainland, losari beach, harbor and surrounding islands. The study aims to analyze the abundance of HABs phytoplankton, the relationship between water quality parameters and ecological indices of HABs phytoplankton in the waters of Samalona Island, Makassar City. Sampling was done by filtering 100 liters of water using a plankton net at 7 sampling replicate points at both stations. Water quality parameters measured include temperature, salinity, pH, current velocity, nitrate and phosphate. The results showed that the abundance of phytoplankton HABs at station I (towards the mainland) was more with a value of 1842 cells/L compared to station II (towards the open sea) with a value of 1388 cells/L. The results of the analysis using multiple linear regression statistical tests showed that the parameters of current speed and salinity were the most influential parameters on the abundance of phytoplankton with potential HABs by 77.3% while 22.7% were influenced by other parameters. The results of ecological indices at both stations show that the diversity index is included in the medium diversity category, the uniformity index value is close to 1 indicating an even distribution and the dominance index is close to 0 indicating no dominant species.

**Keywords:** Phytoplankton, HABs, Samalona Island, Ecological index.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala berkat dan rahmat-Nya saya selaku penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Kelimpahan Fitoplankton yang Berpotensi HABs (*Harmful Algae Blooms*) di Perairan Pulau Samalona, Kota Makassar”. Skripsi ini dibuat berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin.

Penyelesaian Skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak baik berupa saran maupun kritikan yang bersifat membangun. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, ayahanda **Muhammad Hasyim Ashari Patta** dan ibunda **Sri Lestari** atas segala doa, nasehat, kasih sayang dan bimbingan yang tak pernah berhenti hingga saat ini. Terima kasih kepada kakak dan adik penulis yang selalu menyemangati dan mendukung dalam menyelesaikan perkuliahan.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M. Si** selaku dosen pembimbing utama, yang telah banyak meluangkan waktu dengan memberikan arahan, dukungan, nasehat serta ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu **Dr. Ir. Arniati Massinai, M.Si** selaku dosen penasehat akademik dan dosen pembimbing anggota yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya untuk mendampingi, memberikan arahan, masukan serta bimbingan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
4. Bapak **Dr. Ir. Syafiuddin, M. Si** selaku dosen penguji utama dan bapak **Drs. Sulaiman Gosalam, M.Si** selaku dosen penguji anggota yang memberikan saran dan kritikan serta memberi banyak ilmu dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Bapak **Safruddin, S.Pi MP., Ph.D**, Ketua Program Studi Ilmu Kelautan Bapak **Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud** beserta seluruh dosen dan staf pegawai yang telah memberikan sebagian ilmu dan membantu dalam pengurusan penyelesaian tugas akhir ini.
6. Teman seperjuangan yang mengambil penelitian dilokasi yang sama (YSSA) Yunita Nur Fatanah, Lala Saskia, dan Devilsa Damayanti, terima kasih sudah saling membantu dan bertukar pikiran mengenai penelitian yang kita lakukan.
7. Tim pengambilan data: Yunita Nur Fatanah, Nur Afifa Nawing, S. Kel, Dwinahdah Asti Adiningsih, Rafa Muhammad Syafiq Tantular, Muhammad Jihad Almunawwir, Muhammad Firdaus, dan Nur Ainul Hidayat Kasim, S. Kel. terimakasih atas bantuan, pengalaman dan kekompakan selama di lapangan.
8. Sahabat terkasih penulis, Dafa Lutfiana Putri Munandar yang telah memberi saran dan dukungan serta menjadi pendengar yang baik kepada penulis.
9. Teman-teman seperjuangan saya, Yunita Nur Fatanah, Nur Afifa Nawing, S. Kel., Dwinahdah Asti Adiningsih, Rafa Muhammad Syafiq Tantular, Andi Muhammad

Rafly, Nurul Muafiah S. Kel., Mudhiyyah Irman, dan Sarah Estafani, S. Kel. terimakasih telah menjadi teman penulis yang selalu menghibur, bertukar pikiran, memberi bantuan dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

10. Seluruh teman-teman MARIANAS'19 dan Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu kelautan (KEMAJIK FIKP-UH) terima kasih atas persaudaraan, kekompakan dan pengalaman yang luar biasa kepada penulis selama masa perkuliahan.
11. Teman-teman TMJ, Dinda Putri Amalia, Assyifa Munandar, Inggri Yanuar, Marisa, Adam Samdhani, Muhammad Reyhan, dan Daffa Zhafiri yang telah memberikan dukungan dari jauh kepada penulis untuk menyelesaikan perkuliahan.
12. Idola terkasih saya, ASTRO (Kim Myungjun, Park Jinwoo, Cha Eunwoo, Moonbin, Park Minhyuk, dan Yoon Sanha), SEVENTEEN dan NCT Dream yang selalu menjadi penyemangat bagi penulis dengan memberikan dukungan melalui lagu-lagu selama masa perkuliahan.
13. Kepada semua pihak yang telah membantu namun belum sempat disebutkan satu per satu, terima kasih untuk segala bantuannya, semoga Allah SWT membalas semua bantuan kebaikan dan ketulusan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna, penulis sangat mengharapkan saran-saran guna perbaikan dan kesempurnaan di masa yang akan datang. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, 20 November 2023  
Penulis,

Anella Hasri Patta

## BIODATA PENULIS



Anella Hasri Patta, lahir di Jakarta pada tanggal 20 Januari 2001. Penulis merupakan anak kedua dari lima bersaudara dari pasangan Muhammad Hasyim Ashari Patta dan Sri Lestari. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di SD Negeri 06 Bahagia dan lulus pada tahun 2013. Selanjutnya pada tahun 2016 penulis menyelesaikan pendidikan di SMP Negeri 4 Babelan. Pada tahun 2019 penulis menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 15 Jakarta dan pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di program studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjalani masa studi di Universitas Hasanuddin, penulis diamanahkan menjadi asisten laboratorium pada mata kuliah Mikrobiologi Laut dan Planktonologi Laut. Penulis pernah mengikuti kepanitiaan dari berbagai kegiatan yang diadakan oleh KEMAJIK FIKP-UH. Penulis menyelesaikan rangkaian tugas akhir pada tahun 2023 yakni dengan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) gelombang 109 di Desa Komba, Kecamatan Rongkong Kabupaten Luwu Utara. Kemudian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Ilmu kelautan dan Perikanan penulis menyusun Skripsi yang berjudul: **Kelimpahan Fitoplankton yang berpotensi HABs (*Harmful Algae Blooms*) di Perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN AUTHORSHIP</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan dan Kegunaan .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
A. Fitoplankton.....	4
B. Bioekologi Fitoplankton.....	4
C. Nutrien Fitoplankton.....	5
D. Paramater Lingkungan .....	7
E. <i>Harmful Algae Blooms</i> (HABs).....	9
F. Indeks Ekologi Fitoplankton .....	13
1. Kelimpahan Fitoplankton.....	13
2. Indeks Keanekaragaman .....	13
3. Indeks Keseragaman .....	14
4. Indeks Dominansi.....	14
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>15</b>
A. Waktu dan Tempat .....	15
B. Alat dan Bahan .....	15
C. Prosedur Penelitian .....	17
D. Indeks Ekologi Fitoplankton .....	19
E. Analisis Data.....	21
<b>IV. HASIL</b> .....	<b>22</b>
A. Gambaran Umum Lokasi.....	22
B. Kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs .....	22
C. Hubungan parameter kualitas air dengan fitoplankton yang berpotensi HABs.....	24

D. Indeks Ekologi Fitoplankton.....	25
<b>V. PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>32</b>
A. Kesimpulan .....	32
B. Saran .....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>38</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Alat yang digunakan dalam penelitian kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.....	16
2. Bahan yang digunakan dalam penelitian kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.....	16
3. Kelimpahan fitoplankton HABs pada setiap stasiun di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.....	23
4. Parameter kualitas air di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar. ....	24
5. Model pengaruh parameter kualitas air terhadap kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.....	24
6. Model signifikan pengaruh parameter kualitas air terhadap kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar. ....	25
7. Indeks ekologi fitoplankton yang berpotensi HABs di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.....	26

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. <i>Gonyaulax</i> (a), <i>Nocticula</i> (b), <i>Scrippsiella</i> (c), dan <i>Trichodesmium</i> (d).....	9
2. <i>Alexandrium catenella</i> (a), <i>Alexandrium cohorticula</i> (b), <i>Alexandrium fundyense</i> (c), <i>Alexandrium minutum</i> (d), <i>Alexandrium tamarensense</i> (e), dan <i>Gymnodinium</i> <i>catenatum</i> (f).....	10
3. <i>Dinophysis acuta</i> (a), <i>Dinophysis acuminata</i> (b), <i>Dinophysis fortii</i> (c), <i>Dinophysis</i> <i>norvegica</i> (d), <i>Dinophysis rotundata</i> (e), dan <i>Prorocentrum lima</i> (f).....	11
4. <i>Nitzschia pungens</i> f. <i>Multiseriata</i> (a) dan <i>Nitzschia pseudoseriata</i> (b).....	11
5. <i>Gambierdiscus toxicus</i> (a), <i>Ostreopsis</i> spp. (b), dan <i>Prorocentrum</i> spp. (c).....	12
6. <i>Gymnodinium breve</i> .....	12
7. <i>Chaetoceros convolutus</i> (a), <i>Gymnodinium mikimotoi</i> (b), <i>Crysocromulina polylepis</i> (c), <i>Crysocromulina leadbeateri</i> (d), <i>Prymaesium parvum</i> (e), <i>Heterosigma akashiwo</i> (f), dan <i>Chattonella antiqua</i> (g). ....	13
8. Peta lokasi penelitian kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar. ....	15
9. Rerata kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs pada stasiun I dan stasiun II di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar. ....	23

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data Kelimpahan Fitoplankton yang Berpotensi HABs di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.....	39
2. Hasil analisis Uji T kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs antar stasiun di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar. ....	39
3. Data Parameter Kualitas Air tiap stasiun di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.....	40
4. Analisis regresi linear berganda hubungan kualitas air dengan kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar....	40
5. Dokumentasi pengambilan sampel air dan pengukuran parameter kualitas air .....	43
6. Dokumentasi pengambilan sampel plankton dan pengamatan Plankton .....	44
7. Tim pengambilan data .....	44
8. Dokumentasi genus fitoplankton HABs.....	44

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Fitoplankton berperan sebagai produsen primer di perairan, namun beberapa jenis fitoplankton dapat menyebabkan keracunan pada organisme perairan karena menghasilkan toksin. Menurut Turner dan Tester (1997); Thoha *et al.*, (2020); Tambaru, (2022) beberapa jenis fitoplankton ini dapat menghasilkan toksin, yaitu *Gymnodinium sp.* yang menghasilkan toksin *brevetoxin*, *Gambrierdiscus toxicus* dan *Osteopsis siamensis* yang menghasilkan toksin *ciguatoxin*, *Alexandrium sp.* yang menghasilkan toksin *saxitoxin*, *Pseudonitzschia sp.* yang menghasilkan toksin *Domoic Acid* dan *Dinophysis sp.* yang menghasilkan toksin *Diarrhetic Shellfish Poisoning*.

Fitoplankton yang memiliki racun dapat berpotensi mengakibatkan kerusakan pada biota laut melalui jaringan makanan. Racun yang ditransfusikan melalui jaringan makanan dapat mempengaruhi konsumen pada tingkat tropik sampai pada tingkatan yang lebih tinggi, termasuk ikan, kutu laut dan mamalia laut. Hertika *et al.*, (2021) menjelaskan bahwa adanya akumulasi toksin ke jaring-jaring makanan merupakan hasil dari interaksi antara *fitoplankters* beracun ke zooplankton. Sebagian besar racun dapat juga ditransfer ke kopepoda dan bivalvia, beberapa kopepoda tampaknya terpengaruh oleh toksin fitoplankton. Efeknya yang terjadi dari transfer racun itu adalah penurunan nafsu makan, produksi telur, gangguan kesehatan bahkan kematian pada manusia (Gill dan Harris, 1987; Berdalet *et al.*, 2016). Hal tersebut diduga akibat keracunan mengonsumsi bivalvia yang telah racun, sebelumnya telah dilaporkan 107 kasus penyakit gastrointestinal dan keracunan *amnesic shell poisoning* (ASP) dalam hal ini dapat menyebabkan kehilangan memori jangka pendek permanen.

Tingginya populasi fitoplankton beracun di dalam suatu perairan dapat menyebabkan berbagai akibat negatif bagi ekosistem perairan, seperti berkurangnya oksigen di dalam air yang dapat membahayakan bahkan menyebabkan kematian berbagai makhluk air lainnya (Damar, 2006). Pada penelitian yang dilakukan oleh Ginting *et al.* (2021), fitoplankton ini ditemukan yang paling dominan yang terdapat di Perairan Mayangan Probolinggo Jawa Timur, menjadi penyebab gangguan pernapasan pada beberapa biota seperti ikan. Namun menurut Fikriyah *et al.*, (2023) *Skeletonema* dan *Chaetoceros* sebagai salah satu pakan alami yang baik untuk larva udang karena mengandung banyak nutrisi. Pertambahan populasi fitoplankton beracun yang menyebabkan kerugian bagi ekosistem perairan disebut *Harmful Algae Blooms* (HABs) (Gurning, *et al.*, 2020).

Menurut Tungka *et al.* (2016), keberadaan fitoplankton HABs di perairan dipicu oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya blooming

fitoplankton adalah pengayaan nutrisi terutama nitrat dan fosfat. Peningkatan fenomena HABs dapat diakibatkan oleh perubahan iklim di laut, meningkatnya kesuburan perairan akibat aktivitas baik industri atau rumah tangga di wilayah pesisir, perubahan pola penyebaran nutrisi di perairan akibat masuknya air dari daratan ke badan perairan dalam jumlah yang cukup besar serta fenomena *upwelling* (Rabalais, *et al.*, 2009). Berdasarkan yang telah dipaparkan oleh Junaidi (2017) terdapat daftar genus penyebab HABs yang pernah ditemukan di perairan sekitar Pantai Losari, Dermaga POPSA, dan Pulau Lae-lae yaitu genus *Gonyaulax* yang mengandung toksin *Paralytic shellfish poisoning*, *Dinophysis* dan *Gymnodinium*, yang mengandung toksin *Diarrhetic Shellfish Poisoning*, dimana toksin tersebut menyebabkan gatal, sakit kepala, mual hingga diare.

Salah satu kondisi yang dijelaskan di atas dapat dicermati pada lokasi yang diduga banyak menerima beban nutrisi adalah pulau Samalona. Di pulau tersebut ramai dikunjungi pada akhir pekan oleh masyarakat sekitar Makassar maupun luar Makassar untuk berenang, *snorkling* ataupun sekedar menikmati keindahan pulau tersebut. Namun, beberapa dari pengunjung mempunyai keluhan setelah mengunjungi pulau tersebut seperti gatal-gatal dan diare (Komunikasi pribadi, 2022). Hal ini mempunyai kemungkinan disebabkan oleh *blooming* fitoplankton yang bersifat racun yang dapat meningkatkan risiko dampak toksin yang dihasilkan. Menurut Garno (2022), peningkatan kesuburan perairan dengan peruntukan sarana wisata perlu dihindari karena perairan subur akan menjadi media hidup yang baik bagi fitoplankton penyebab berbagai penyakit, termasuk gatal-gatal dan penyakit kulit lainnya. Perlu diketahui, perairan ini banyak dipengaruhi oleh proses antropogenik berupa limbah industri dan aktivitas rumah tangga yang berasal dari daratan utama, pantai Losari, pelabuhan maupun pulau-pulau di sekitarnya sehingga dimungkinkan memiliki konsentrasi nutrisi yang tinggi. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Faizal, *et al.*, (2012), melaporkan bahwa konsentrasi nutrisi di perairan pesisir laut kota Makassar sudah memasuki kategori eutrofik, dengan konsentrasi nitrat sebesar 418 µg/L dan konsentrasi fosfat mencapai 18,91 µg/L.

Tingginya konsentrasi nutrisi pada perairan sebagaimana yang dijelaskan di atas dapat mengakibatkan pertumbuhan fitoplankton yang melewati batas normal. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk melihat kelimpahan dan mendeteksi keberadaan fitoplankton yang berpotensi berbahaya (HABs) guna mengantisipasi akumulasi toksin fitoplankton pada lingkungan dan menyebabkan dampak negatif yang tidak diinginkan.

## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.
2. Menganalisis parameter kualitas air dengan kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.
3. Menganalisis indeks ekologi Fitoplankton di perairan Pulau Samalona, Kota Makassar

Kegunaan dari penelitian ini diharapkan sebagai bahan informasi dan rujukan untuk penelitian selanjutnya serta dapat dijadikan informasi untuk pengelolaan dan pemanfaatan di kawasan Pulau Samalona, Kota Makassar.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Fitoplankton

Fitoplankton berasal dari bahasa Yunani "*Phytos*" yang artinya tanaman dan "*Planktos*" yang artinya melayang. Sebagai produsen primer yang membentuk dasar jaring makanan di laut oleh karena itu fitoplankton mempunyai peran penting dalam ekologi perairan. Tidak seperti tanaman darat, yang sebagian besar adalah mikroskopis dan berakar pada tempatnya, fitoplankton adalah sel unisel atau koloni yang mengapung di air.

Fitoplankton umumnya berupa individu bersel tunggal, dengan ukuran sel fitoplankton berkisar sekitar 0,5  $\mu\text{m}$  dengan diameter hingga >1 mm panjangnya. Menurut Hertika, *et al.* (2021) Fitoplankton terkecil memiliki bentuk bola atau elipsoid yang sangat sederhana. Di sisi lain, fitoplankton yang terbesar bisa sangat beragam dengan memiliki bentuk menyerupai "duri" atau "sayap". Mengingat berbagai ukuran ini, sering kali mudah untuk membedakan fitoplankton menjadi kelas ukuran. Salah satu pendekatannya adalah memisahkannya dengan ukuran yang berbeda. Fitoplankton yang memiliki ukuran  $\geq 20 \mu\text{m}$  disebut *microplankton* dan mereka yang berukuran antara  $\geq 2 \mu\text{m}$  dan  $\leq 20 \mu\text{m}$  disebut sebagai *nanoplankton*. Selanjutnya fitoplankton yang berukuran  $\leq 2 \mu\text{m}$  disebut *picoplankton* (Kruk *et al.*, 2002).

### B. Bioekologi Fitoplankton

Komponen utama fitoplankton ditemukan dalam kelompok alga dan termasuk diatom, *Dinoflagellata*, *Coccolithophorids*, *Silicoflagellate*, *Cryptomonads*, dan ganggang hijau ditemukan disebagian besar sampel fitoplankton. Menurut Dowd (2019) strategi reproduksi yang efisien adalah ciri khas fitoplankton. Ketika kondisi pertumbuhannya tepat, beberapa fitoplankton berkembang biak dengan cepat melalui berbagai cara reproduksi aseksual, sebagai berikut:

1. *Dinoflagellata* yang tumbuh cepat biasanya membelah melalui pembelahan biner, sel induk membelah menjadi dua sel identik yang akan membelah lagi dan lagi, filamen dapat terbentuk jika sel tidak terpisah sepenuhnya selama pembelahan sel.
2. Sel persegi panjang *spirogyra* (alga fitoplankton) menempel ujung ke ujung, membentuk rantai yang sangat panjang yang disebut filamen. Ketika sebuah filamen membelah, setiap bagian yang mengapung di atas air akan tumbuh menjadi filamen baru melalui mitosis sederhana. Jenis reproduksi ini disebut fragmentasi.
3. Ganggang hijau dan bakteri dapat menghasilkan spora yang terus membelah di dalam sel induk. Endospora dewasa dilepaskan untuk membentuk keturunan yang identik.

Reproduksi seksual fitoplankton melibatkan kombinasi materi genetik untuk menghasilkan keturunan dengan genom yang unik. Keanekaragaman hayati dalam suatu populasi membantu spesies beradaptasi dengan kondisi buruk seperti panas atau kekeringan. Beberapa fitoplankton dapat bereproduksi secara seksual, sebagai berikut:

1. Diatom menghasilkan dan melepaskan gamet jantan dan betina diploid – spermatogonia dan oogonia yang membelah secara meiosis menjadi sperma haploid atau sel telur. Sel telur yang dibuahi oleh sperma berkembang menjadi zigot yang disebut auksospora yang dapat memasuki masa dormansi. Sel akan tumbuh dalam kondisi yang tepat dan kemudian melepaskan diatom ukuran penuh.
2. Kelompok alga bereproduksi dengan cara seksual, kelompok alga mempunyai perbedaan utama yang jelas pada gamet nya, yaitu kandungan DNA yang haploid bukan diploid. Kombinasi ini terjadi dalam dua jenis: anisogami, dimana kedua gamet bergerak, tetapi satu kecil (sperma) dan yang lainnya besar (telur); oogami, dimana hanya satu gamet yang motil (sperma) dan menyatu dengan lain yang tidak motil dan sangat besar (telur) (Hertika, *et al.*, 2021).

Lennon dan Martiny (2008) menjelaskan fitoplankton dapat bereaksi terhadap perubahan lingkungan dengan mengubah alokasi sumber daya ke berbagai proses fisiologis. Respons aklimatisasi ini dikendalikan oleh sifat-sifat organisme dan pada akhirnya dibentuk dan dibatasi oleh evolusi. Fitoplankton memiliki waktu generasi yang pendek sehingga populasi mereka tergantung perubahan dan/atau lingkungan ekologis. Fitoplankton memiliki peran penting dalam menyumbang setidaknya 90% dari produktivitas primer ekosistem perairan, dan merupakan fondasi nutrisi bagi hampir semua kehidupan perairan. Produktivitas fitoplankton dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan, apabila faktor lingkungan tidak mendukung dapat menyebabkan jumlah individu atau kelimpahannya menurun.

### **C. Nutrien Fitoplankton**

Faktor pembatas pertumbuhan bagi fitoplankton adalah nutrien seperti nitrogen dan fosfor. Dimana komposisi jenis maupun jumlah fitoplankton di kolom air juga dipengaruhi oleh sejumlah faktor lingkungan. Faktor lingkungan “*bottom-up*” merupakan faktor yang dipengaruhi karena adanya pergerakan nutrien serta intensitas cahaya matahari di perairan. Selanjutnya lingkungan “*top-down*” merupakan faktor yang dipengaruhi oleh adanya predator fitoplankton itu sendiri. Nitrogen dan fosfat merupakan nutrien utama yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang biak yang memiliki kadar yang optimal.

#### a. Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Nitrat merupakan bentuk utama dari nitrogen di perairan yang berfungsi bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat sangat mudah larut di air dan bersifat stabil, dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Menurut Effendi (2000) kadar nitrat di perairan alami biasanya jarang melebihi 0,1 mg/L, kadar nitrat melebihi 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan yang selanjutnya memicu pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat (*blooming*). Nitrogen merupakan unsur yang sangat penting bagi pertumbuhan fitoplankton dan merupakan salah satu unsur utama dalam pembentukan protein. Selain itu juga diperlukan dalam proses fotosintesis yang diserap dalam bentuk nitrat, kemudian diubah menjadi protein dan selanjutnya menjadi sumber makanan bagi ikan (Koesoebiono, 1981).

#### b. Fosfat ( $\text{PO}_4$ )

Fosfat merupakan salah satu unsur hara yang penting bagi pertumbuhan fitoplankton dalam jumlah yang berlebih fosfat dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi. Fosfat adalah bentuk fosfor yang dimanfaatkan oleh tumbuhan (Effendi, 2000). Nyabbaken (1992) menyatakan bahwa fitoplankton pada perairan laut memiliki pertumbuhan sangat baik pada kisaran konsentrasi fosfat 0,27 – 5,51 ppm. Fosfat dalam suatu perairan dapat bersumber dari limbah industri, limbah pertanian dan domestik serta penguraian bahan organik dan mineral fosfat. Kandungan fosfat yang tinggi pada suatu perairan yang melebihi kebutuhan normal organisme dapat menyebabkan terjadinya penyuburan perairan (eutrofikasi), sehingga akan meningkatkan pertumbuhan fitoplankton dalam waktu singkat (Wardoyo, 1975)

N dan P dapat membatasi produksi primer sampai batas tertentu. Jika rasio N:P di bawah 16, maka unsur N menjadi unsur pembatas, sedangkan jika rasio N:P lebih besar dari 16, maka unsur P merupakan unsur pembatas dari keberadaan fitoplankton. Hal ini berdampak kepada kondisi biologi dari ekosistem seperti biomassa fitoplankton, komposisi spesies yang kemungkinan besar terjadi dominansi jenis-jenis tertentu dan dinamika jaring makanan di suatu perairan. Turner *et al.* (1997) menjelaskan bahwa aktivitas manusia telah secara signifikan mempercepat pasokan nutrisi yang diturunkan ke laut pesisir. Sebagai hasilnya, daerah perairan dekat pantai yang berbatasan wilayah padat penduduk mengalami peningkatan eutrofikasi. Oleh karena itu, kedua nutrisi ini sangat penting dalam kualitas air, pertumbuhan fitoplankton dan juga karena aktivitas manusia biasanya meningkatkan konsentrasi mereka melalui pembuangan limbah, pembukaan lahan, pupuk yang berlebihan, pertanian dan perikanan (Asriyana dan Yuliana, 2021; Hertika, *et al.*, 2021)

Agar (2019) menjelaskan bahwa fitoplankton adalah organisme mikroskopis mirip tumbuhan yang tumbuh subur di laut dan samudra. Sama seperti tanaman darat, fitoplankton membutuhkan sinar matahari, air, dan nutrisi untuk pertumbuhan. Mereka mendapatkan warna hijau dari klorofil yang juga memungkinkan mereka melakukan fotosintesis, membuat makanan mereka sendiri dari sinar matahari dan karbon dioksida. Sebagai organisme autotrof, fitoplankton mampu mentransfer energi cahaya menjadi energi kimia berupa bahan organik yang dapat dimanfaatkan oleh organisme lain pada tingkat tropis di atasnya. Fitoplankton hidup di dekat permukaan laut, di mana mereka mendapatkan sinar matahari dan bergantung pada arus laut dalam yang naik untuk menyediakan nutrisi. Karena kemampuannya memproduksi bahan organik dari bahan inorganik ini maka fitoplankton juga disebut sebagai produsen primer. Bahan organik yang diproduksinya menjadi sumber energi untuk melaksanakan segala fungsi faalinya. Tetapi di samping itu energi yang terkandung dalam fitoplankton dapat dilahirkan ke berbagai komponen ekosistem lainnya lewat rantai makanan. Lewat rantai pakan ini seluruh fungsi ekosistem dalam berlangsung. Seluruh hewan laut seperti ikan, udang, cumi-cumi sampai paus berukuran raksasa, bergantung pada fitoplankton, baik secara langsung ataupun tak langsung melewati jalur rantai makanan (Nontji, 2008).

#### **D. Paramater Lingkungan**

##### **1. Suhu**

Salah satu faktor yang sangat menentukan bagi organisme di laut ialah suhu. Suhu sangat memengaruhi aktivitas metabolisme maupun perkembangbiakan dari organisme di laut (Hutabarat dan Evans, 1985). Suhu dapat berperan dalam menentukan suksesi jenis fitoplankton di suatu perairan. Kisaran suhu yang optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20-30 °C. Alga dari filum Chlorophyta tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 30-35 °C dan Diatom pada suhu 20-30 °C (Effendi, 2000).

Kondisi meteorologi yang memengaruhi suhu air di permukaan ialah curah hujan, penguapan, kelembaban udara, suhu udara, kecepatan angin dan intensitas radiasi matahari (Nontji, 2007). Peningkatan suhu pada kisaran toleransi akan meningkatkan laju metabolisme dan aktivitas fotosintesis fitoplankton. Jika suhu naik maka laju metabolisme air juga akan naik sehingga kebutuhan oksigen terlarut bagi organisme perairan meningkat dua kali lipat adanya kenaikan suhu sebesar 10 °C (Effendi, 2000).

##### **2. Salinitas**

Salinitas merupakan konsentrasi garam terlarut dalam 1 kilogram air asin dan diukur dalam satuan per seribu. Salinitas memiliki pengaruh penting dalam kehidupan

spesies seperti penyebaran kehidupan laut. Beberapa organisme tahan terhadap perubahan salinitas yang substansial, sedangkan yang lain tahan terhadap perubahan salinitas sederhana (Nybakken, 1992).

Sesuai dengan baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021, salinitas perairan ada pada kisaran 33-34 ppm. Tingginya salinitas dapat menghambat pertumbuhan fitoplankton karena menurut Retland dan Iverson (2007), tingkat pertumbuhan fitoplankton lebih tinggi pada perairan dengan salinitas yang rendah sehingga biomassa fitoplankton cenderung tinggi pada perairan bersalinitas rendah. Sedangkan menurut Sachlan (1982) salinitas yang sesuai bagi fitoplankton adalah lebih besar dari 20 yang memungkinkan fitoplankton dapat bertahan hidup, memperbanyak diri dan aktif melakukan fotosintesis.

### 3. Derajat Keasaman (pH)

Salah satu parameter yang dapat menentukan kehidupan suatu perairan adalah pH. Perairan laut memiliki pH yang relatif stabil yaitu 7,7 – 8,4 oleh adanya kapasitas penyangga. Penyangga tersebut disebabkan oleh konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat. Rahman *et al.* (2016) menyatakan pH ideal untuk keberlangsungan hidup fitoplankton berkisar antara 6,5 - 8. Perubahan pH dapat menyebabkan kehidupan biota di suatu perairan menjadi terganggu karena ketidakseimbangan CO<sup>2</sup> (Rukminasari *et al.*, 2014 *dalam* Rahmah, *et al.*, 2022)

Pada perairan yang berkondisi asam dengan pH kurang dari 6, organisme yang menjadi pakan ikan (fitoplankton) tidak akan hidup dengan baik, perairan dengan nilai pH lebih kecil dari 4 merupakan perairan yang sangat asam dan dapat menyebabkan kematian makhluk hidup, sedangkan pH lebih dari 9,5 merupakan perairan yang sangat basa yang dapat menyebabkan kematian dan mengurangi produktivitas (Wardoyo, 1982 *dalam* Asriyana dan Yuliana, 2021).

### 4. Kecepatan Arus dan Arah Arus

Kecepatan arus merupakan salah satu parameter yang dapat mempengaruhi jenis-jenis perifiton dan fitoplankton yang hidup di dalamnya. Rimper (2002) *dalam* Isnaini (2011) menjelaskan kecepatan arus menunjukkan korelasi negatif dimana kelimpahan fitoplankton menurun dengan meningkatnya kecepatan arus. Korelasi terbalik ini mungkin terjadi karena meningkatnya kecepatan arus, dapat mempertinggi peluang terangkutnya populasi fitoplankton yang hidupnya melayang ke tempat lain. Sebaliknya pada kondisi perairan yang relatif tenang dimana kecepatan arus relatif rendah terlihat kelimpahan fitoplankton relatif tinggi.

Arus dari 0,1 m/dtk termasuk kecepatan arus yang sangat lemah, sedangkan kecepatan arus sebesar 0,1-1 m/dtk tergolong kecepatan arus yang sedang,

kecepatan arus > 1 m/dtk tergolong kecepatan arus yang kuat (Wijayanti, 2011). Arus merupakan salah satu faktor eksternal dari persebaran fitoplankton dan memiliki peran yang sangat penting sebagai media transportasi dalam laut yang selalu bergerak tanpa henti (Davis, 1990).

### E. Harmful Algae Blooms (HABs)

*Harmful Algae Blooms* atau HABs merupakan sebuah fenomena yang ditandai dengan akumulasi biomassa yang cepat pada sistem perairan, dimana biomassa yang terakumulasi tersebut dapat mempengaruhi dinamika jaringan makanan. HABs adalah istilah generik yang digunakan untuk mengacu pada pertumbuhan lebat populasi fitoplankton jenis-jenis tertentu di laut atau di perairan payau yang dapat menimbulkan kerugian dan menyebabkan kematian massal ikan, mengkontaminasi makanan laut dengan racun yang diproduksi oleh fitoplankton. (Shen, *et al.*, 2012; Nontji, 2006).

Menurut Wiadnyana (1996) terdapat tiga kelompok mikroalga berbahaya, yang merupakan fitoplankton mikroskopik terdiri dari:

#### 1. *Anoxious*

*Anoxious* merupakan tipe yang dapat sedikit membahayakan biota laut, akibat terjadinya penurunan oksigen terlarut. *Anoxious* memiliki sifat kurang berbahaya, ledakan terjadi pada kondisi tertentu dapat berkembang sangat padat menyebabkan penurunan kadar oksigen yang drastis dan kematian massal ikan vertebrata. Contoh genus dari kelompok ini ialah *Gonyaulax*, *Nocticula*, *Scrippsiella*, dan *Trichodesmium* (Gambar 1).



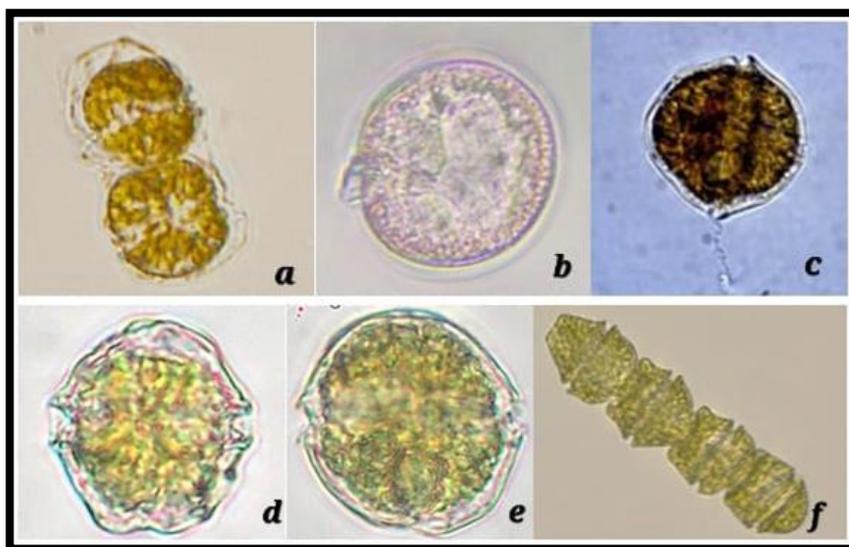
**Gambar 1.** *Gonyaulax* (a), *Nocticula* (b), *Scrippsiella* (c), dan *Trichodesmium* (d).  
Sumber: [www.afcd.gov.hk](http://www.afcd.gov.hk); phytopedia; WoRMS; JGI genome portal

#### 2. Beracun

Tipe yang memiliki sifat beracun berat yang dapat menyebabkan berbagai macam penyakit perut, sistem saraf dan dapat membahayakan biota laut, karena dapat menghasilkan racun. Beberapa racun yang termasuk dalam kelompok ini ialah:

- a. *Paralytic Shellfish Poisoning* (PSP) yang dihasilkan oleh beberapa fitoplankton Dinoflagellata seperti *Alexandrium* sp., *Gymnodinium* sp., dan *Pyrodinium* sp (Gambar 2). Racun ini stabil dalam panas dan dingin, larut dalam air. Mereka

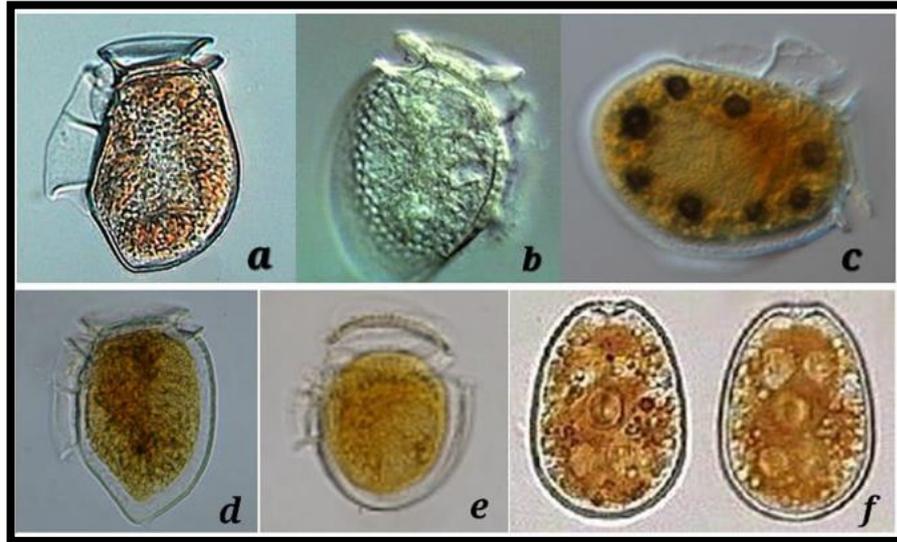
adalah penghambat saluran ion-natrium yang sangat progresif menghambat konduksi saraf dengan cara yang bergantung pada dosis, mengendurkan otot polos dan menyebabkan kelumpuhan dan kegagalan pernapasan pada manusia. Gejala keracunan *saxitoxin* meliputi sensasi menggelitik di mulut, bibir, dan lidah, mati rasa di ekstremitas, kesulitan bernapas, masalah gastrointestinal, dan rasa detasemen diikuti oleh kelumpuhan total (Faber, 2012).



**Gambar 2.** *Alexandrium catenella* (a), *Alexandrium cohorticula* (b), *Alexandrium fundyense* (c), *Alexandrium minutum* (d), *Alexandrium tamarense* (e), dan *Gymnodinium catenatum* (f).

Sumber: iNaturalist UK; ResearchGate (Rebecca Holman); Algae Base; WoRMS

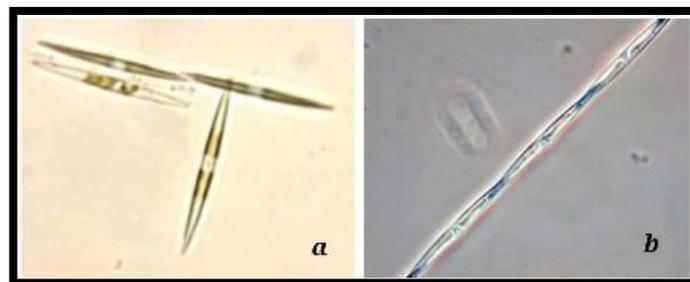
- b. *Diarrhetic Shellfish Poisoning* (DSP) yang dihasilkan dari fitoplankton *Dinophysis acuta*, *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis fortii*, *Dinophysis norvegica*, *Dinophysis mitra*, *Dinophysis rotundata*, dan *Prorocentrum lima* (Gambar 3). Racun ini menghambat protein fosfatase dan bertindak langsung pada subunit enzim tertentu, memengaruhi proses pengaturan seperti metabolisme, sekresi transpor membran, dan pembelahan sel. Gejala yang disebabkan oleh toksisitas yang disebabkan oleh toksin ini termasuk melumpuhkan diare, mual, muntah, dan sakit perut (Valdiglesias, et al., 2013).



**Gambar 3.** *Dinophysis acuta* (a), *Dinophysis acuminata* (b), *Dinophysis fortii* (c), *Dinophysis norvegica* (d), *Dinophysis rotundata* (e), dan *Prorocentrum lima* (f).

Sumber: PlanktoNET; *Algae Base*; WoRMS

- c. *Amnesic Shellfish Poisoning* (ASP) yang dihasilkan oleh *Nitzschia pungens f. Multiseriata*, *Nitzschia pseudodelicatissima*, dan *Nitzschia pseudoseriata* (Gambar 4). Aktivitas racun ini tampaknya terlihat sebagai neurotransmitter asam L-glutamat yang menyebabkan depolarisasi saraf destruktif pada sistem saraf pusat vertebrata, terutama hipokampus yang mengandung reseptor glutamat. Gejala umum pada pasien yang terkena racun ini termasuk sakit perut, muntah, diare, sakit kepala parah, kebingungan, mengantuk, kehilangan ingatan, koma, gata-gatal, tremor, kesulitan jantung, kejang, dan kematian. Toksisitas DA bermanifestasi dalam berbagai gejala klinis, termasuk patologi otak, cedera jaringan/sel, dan kehilangan memori (Lelong, *et al.*, 2012; Pulido, 2008; Lefebvre *et al.*, 2010).

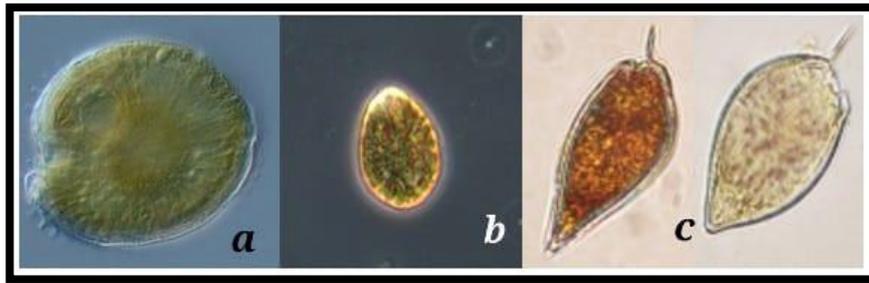


**Gambar 4.** *Nitzschia pungens f. Multiseriata* (a) dan *Nitzschia pseudoseriata* (b).

Sumber: WoRMS

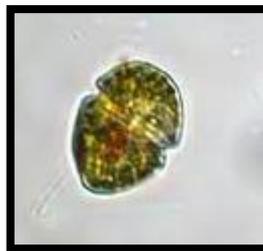
- d. *Ciguatera Fishfood Poisoning* (CFP) yang dihasilkan oleh *Gambierdiscus toxicus*, *Ostreopsis spp.*, dan *Prorocentrum spp* (Gambar 5). Racun *Ciguatoxin* sangat larut dalam lemak dan memiliki efek yang identik dengan *brevetoxins*, menyebabkan

stimulasi sinaptik berulang. Ini adalah salah satu dari serangkaian racun eter polisiklik laut yang aktif secara fisiologis terkait dengan wabah keracunan ikan). Itu menumpuk di rantai makanan, menyebabkan masalah neurologis, gastrointestinal, dan kardiovaskular pada manusia. Hal ini menyebabkan penurunan konduksi saraf laju dan amplitudo pada saraf manusia, yang stabil dengan  $\text{Na}^+$  yang menyimpang dan memanjang pembukaan saluran di membran saraf (Holmes, 1992; Hamilton, *et al.*, 2002; Cameron, *et al.*, 1991).



**Gambar 5.** *Gambierdiscus toxicus* (a), *Ostreopsis* spp. (b), dan *Prorocentrum* spp. (c).  
Sumber; Bigelow; WoRMS

- e. *Neurotoxic Shellfish Poisoning* (NSP) yang dihasilkan dari *Gymnodinium breve* (Gambar 6). Racun ini adalah aktivator saluran natrium, menyebabkan depolarisasi berulang pada membran saraf dengan meningkatkan masuknya ion natrium yang pada akhirnya mengakibatkan penipisan asetikolin yang dipancarkan neurotransmisi pada sinapsis. Pada ikan dan mamalia laut, kematian paling sering terjadi akibat kegagalan pernapasan. *Brevetoxin* dalam keadaan panas dan dingin sangat larut dalam lemak dan dianggap mengubah lapisan ganda lipid sinaptosom. Gejala lain termasuk mual, kesemutan, mati rasa di daerah perioral, kehilangan fungsi motorik, dan otot akut rasa sakit yang dirasakan oleh manusia (Baden, 2000).

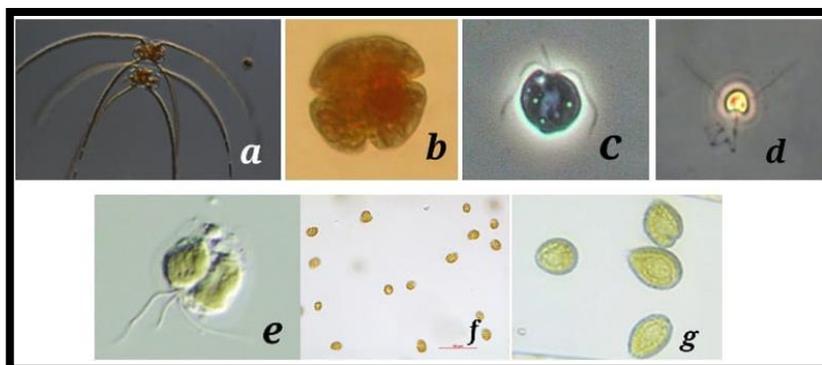


**Gambar 6.** *Gymnodinium breve*.  
Sumber: Kudela Lab

### 3. Perusak sistem pernafasan

Tipe yang membahayakan biota laut, karena merusak dan menyumbat sistem pernafasan (rusaknya insang), yang mempunyai sifat tidak secara fisik mengganggu sistem pernafasan avertebrata dan ikan karena penyumbatan, terutama di waktu

kepadatan tinggi. Contoh spesies yang termasuk dalam kelompok ialah *Chaetoceros convolutes*, *Gymnodinium mikimotoi*, *Crysocromulina polylepis*, *Crysocromulina leadbeateri*, *Prymaesium parvum*, *Prymaesium patelliferum*, *Heterosigma akashiwo*, dan *Chattonella antiqua* (Gambar 7).



**Gambar 7.** *Chaetoceros convolutes* (a), *Gymnodinium mikimotoi* (b), *Crysocromulina polylepis* (c), *Crysocromulina leadbeateri* (d), *Prymaesium parvum* (e), *Heterosigma akashiwo* (f), dan *Chattonella antiqua* (g).

Sumber: *Nordic Microalgae; Algae Base; ResearchGate* (Shimaa Hosny); *CABI Digital Library*

## F. Indeks Ekologi Fitoplankton

### 1. Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton diartikan sebagai jumlah individu fitoplankton per satuan volume air yang biasanya dinyatakan dalam jumlah individu atau sel fitoplankton/m<sup>3</sup> atau per liter air (Sachlan, 1972). Kelimpahan fitoplankton sangat dipengaruhi adanya migrasi. Migrasi dapat terjadi akibat dari kepadatan populasi, tetapi dapat pula disebabkan oleh kondisi fisik lingkungan, misalnya perubahan suhu dan arus. Fitoplankton terdapat pada massa air di permukaan untuk menyerap sinar matahari sebanyak-banyaknya untuk fotosintesis (Susanti, 2010).

Tambaru dan Suwarni (2013) menyatakan bahwa pada umumnya kelimpahan fitoplankton yang mendominasi seluruh perairan di dunia adalah Diatom genus *Chaetoceros*, sedangkan dinoflagellata umumnya melimpah di perairan tropis. Keragaman kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh faktor suhu, salinitas, pH, oksigen, nitrat, dan fosfat, atau oleh kombinasi dari faktor-faktor lingkungan tersebut, dan nutrisi merupakan faktor paling dominan dalam mempengaruhinya. Hal ini dapat memicu terjadinya HABs (Mujib, 2015).

### 2. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman diartikan sebagai suatu pernyataan atau penggambaran secara matematik yang melukiskan struktur kehidupan dan dapat mempermudah menganalisis informasi tentang jenis dan jumlah organisme. Sedikit atau banyaknya spesies yang terdapat dalam suatu contoh air akan mempengaruhi indeks

keanekaragamannya, meskipun nilai ini sangat bergantung pula dari jumlah individu masing-masing spesies. Keanekaragaman fitoplankton yang besar, sangat penting bagi organisme yang menjadikannya sebagai bahan makanan (Pasengo, 1995). Nilai indeks keanekaragaman di perairan yang ditemukan oleh (Masson, 1981) bahwa nilai  $H' \leq 1$  termasuk keanekaragaman rendah dan  $1 \leq H' \leq 3,000$  adalah keanekaragaman sedang dan kestabilan komunitas sedang.

### **3. Indeks Keseragaman**

Indeks keseragaman digunakan untuk melihat tingkat masing-masing komunitas yang terbentuk apakah adanya keseimbangan dan juga menggambarkan penyebaran individu antar spesies yang berbeda yang diperoleh dari hubungan antara keanekaragaman (Bengen, 2000). Indeks keseragaman ini merupakan suatu angka yang tidak bersatuan, yang besarnya antara 0 - 1, semakin kecil nilai indeks keseragaman, semakin kecil pula keseragaman suatu populasi, berarti penyebaran jumlah individu tiap spesies tidak sama dan ada kecenderungan bahwa suatu spesies mendominasi populasi tersebut. Sebaliknya semakin besar nilai indeks keseragaman, maka populasi menunjukkan keseragaman, yang berarti bahwa jumlah individu tiap spesies boleh dikatakan sama atau merata. Hasil perhitungan indeks keseragaman dikelompokkan menjadi tiga golongan yaitu jika  $0 \leq E \leq 0,4$  maka termasuk dalam komunitas yang memiliki keseragaman rendah, kekayaan individu yang di miliki oleh masing-masing jenis jauh berbeda, kondisi lingkungan tidak stabil kerana mengalami tekanan jika  $0,4 < E \leq 0,6$  maka termasuk dalam komunitas yang memiliki keseragaman sedang, kondisi lingkungan tidak terlalu stabil. Serta jika  $0,6 < E \leq 1,0$  maka termasuk dalam komunitas yang memiliki keseragaman tinggi, Jumlah individu pada masing-masing jenis relatif sama, perbedaannya tidak terlalu mencolok, kondisi lingkungan stabil (Pasengo, 1995).

### **4. Indeks Dominansi**

Indeks dominansi merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya jenis yang mendominasi pada komunitas fitoplankton. Indeks dominansi yang digunakan yaitu indeks Simpson dengan kisaran 0 - 1. Nilai indeks yang mendekati 1 menunjukkan adanya dominansi yang tinggi dan sebaliknya nilai indeks dominansi mendekati 0 menunjukkan dominansi rendah atau tidak ada yang mendominasi (Odum, 1996).