



BUKU AJAR PLANKTONOLOGI



Herna Febrianty Sianipar

BUKU AJAR PLANKTONOLOGI

BUKU AJAR PLANKTONOLOGI

Herna Febrianty Sianipar



BUKU AJAR PLANKTONOLOGI

Penulis:
Herna Febrianty Sianipar

Editor:
Apriani Sijabat

Layouter :
Tim Kreatif PRCI

Cover:
Rusli

Cetakan Pertama : Juli 2025

Hak Cipta 2025, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT

Pondok Karisma Residence Jalan Rafflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org
E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2024 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2025
; 14,8 x 21 cm
ISBN 978-634-239-086-3

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Buku Ajar Planktonologi ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Buku ini dirancang sebagai sumber belajar bagi mahasiswa program studi Manajemen Pengelolaan Sumberdaya Perairan, Biologi, Ilmu Kelautan, Perikanan, dan Ilmu Lingkungan yang mempelajari plankton sebagai komponen penting dalam ekosistem akuatik.

Plankton, meskipun mikroskopis, memiliki peran vital dalam menjaga keseimbangan biosfer, menjadi dasar jaring makanan akuatik, serta penghasil utama oksigen bumi. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai jenis, klasifikasi, kedudukan dalam ekosistem, faktor lingkungan, adaptasi plankton, peranan plankton, teknik pencuplikan, pencacahan, hingga pengawetan plankton menjadi sangat penting dalam pendidikan dan penelitian ilmiah.

Buku ajar ini disusun berdasarkan kombinasi antara kajian literatur ilmiah, pengalaman praktikum lapangan, serta hasil-hasil penelitian terkini di bidang planktonologi. Materi disajikan secara sistematis, mulai dari pengenalan plankton, klasifikasi, teknik pengambilan sampel, metode

analisis laboratorium, hingga peran ekologis dan aplikatif plankton dalam pemantauan lingkungan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan buku ini masih memiliki keterbatasan, baik dari sisi cakupan maupun kedalaman pembahasan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran dari para dosen, peneliti, dan mahasiswa demi perbaikan edisi selanjutnya.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan buku ini. Semoga buku ajar ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam proses pembelajaran dan pengembangan ilmu planktonologi di Indonesia.

Pematangsiantar, 28 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	III
BAB I PLANKTON	1
A. Pengertian Plankton	1
B. Pengelompokkan Plankton	4
BAB II KEDUDUKAN PLANKTON DALAM EKOSISTEM PERAIRAN	18
A. Kedudukan dan peran plankton dalam jaring-jaring makanan dan tingkat tropik	18
B. Produktivitas primer	22
BAB III KELIMPAHAN DAN DISTRIBUSI PLANKTON	25
A. Kelimpahan Plankton	25
B. Distribusi Plankton	26
C. Pergerakan Fitoplankton	30
BAB IV FAKTOR LINGKUNGAN DAN FAKTOR PEMBATA	32
A. Faktor Lingkungan	32
B. Faktor Pembatas	44
BAB V ADAPTASI PLANKTON TERHADAP FAKTOR LINGKUNGAN	52
A. Adaptasi plankton untuk tetap melayang	52
B. Ragam bentuk plankton	54

C. Warna dan Transparansi sebagai Adaptasi Lingkungan pada Plankton	57
---	----

BAB VI PERANAN PLANKTON DALAM KEHIDUPAN MANUSIA TERMASUK BIOINDICATOR	60
A. Pendahuluan	60
B. Peran Plankton bagi kehidupan manusia	60
C. Plankton sebagai bioindikator	63

BAB VIII TEKNIK PENCUPLIKAN, PENCACAHAN, SERTA PENGAWETAN PLANKTON	69
A. Teknik pencuplikan plankton	69
B. Pencacahan Plankton	72
C. Pengawetan Plankton	77

DAFTAR PUSTAKA	83
----------------	----

BIOGRAFI PENULIS	87
------------------	----

BAB I

PLANKTON

A. Pengertian Plankton

Plankton adalah makhluk (tumbuhan atau hewan) yang hidupnya mengapung, mengambang atau melayang di dalam air yang kemampuan renangnya (kalaupun ada) sangat terbatas hingga selalu terbawa oleh arus. Istilah plankton diperkenalkan oleh Victor Hensen pada tahun 1887 yang berasal dari bahasa Yunani yaitu “planktos” yang memiliki arti meng hanyut atau mengembara. Plankton berbeda dengan nekton (ikan) yang memiliki kemampuan berenang aktif dan tidak bergantung dengan arus air. Selain itu, plankton juga berbeda dengan bentos yang hidupnya melekat, menancap, merayap atau melinang di dasar sedimen.

Selanjutnya, istilah plankton merujuk pada organisme berukuran kecil (mikron hingga sentimeter) yang hidup di dalam air dan terbawa oleh arus air. Plankton terdiri dari golongan bakteri hingga ubur-ubur. Definisi mengenai plankton tersebut sangat longgar sehingga golongan ubur-ubur hingga anakan udang (krill) yang masih kecil dan belum dapat berenang aktif termasuk dalam kategori tersebut. Selain itu, golongan dari larva ikan juga dapat dikategorikan

sebagai plankton disebabkan ikan tersebut tersaring dan terperangkap dalam plankton net. Oleh karena itu, definisi plankton lebih mudah diartikan sebagai material yang terperangkap oleh jaring dengan ukuran yang sesuai dengan plankton.

Sebagian besar wilayah dunia merupakan laut. Meskipun terdapat banyak laut didunia ini hanya sebagian kecil wilayah yang produktif dan dapat dimanfaatkan yaitu wilayah laut dangkal. Salah satu organisme yang paling mendominasi dan menghuni hampir seluruh perairan baik sungai, danau, estuari, maupun laut adalah plankton. Plankton adalah sebuah organisme yang umumnya berukuran mikroskopis, baik yang bersifat hewan maupun tumbuhan, umumnya hidup melayang di kolom perairan dan pergerakannya sangat dipengaruhi oleh arus. plankton (fitoplankton dan zooplankton) merupakan makanan alami larva organisme di Perairan laut.

Plankton memiliki beragam ukuran, ukuran ini dibagi menjadi tiga kelompok yaitu makroplankton yang memiliki ukuran > 1 mm, mikroplankton memiliki ukuran berkisar antara $0,06 - 1$ mm dan nanoplankton yang ukurannya $< 0,06$ mm yang umumnya berasal dari beberapa jenis fitoplankton. Plankton menurut ukurannya terbagi atas lima ukuran yaitu megaplankton memiliki ukuran > 2 mm, makroplankton yang

memiliki ukuran berkisar antara 0,2 – 2 mm, mikroplankton memiliki ukuran antara 20 – 2000 μm , nanoplankton organisme planktonik yang memiliki ukuran yang berkisar antara 2 – 20 μm dan ultraplankton merupakan organisme planktonik sangat kecil yang ukurannya $< 2 \mu\text{m}$ sangat sulit untuk diidentifikasi karena rentan tubuhnya hancur.

Plankton sendiri menurut sifatnya terdiri dari fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton merupakan organisme mikroskopis yang bersifat autotrof atau mampu menghasilkan bahan organik dari bahan anorganik melalui proses fotosintesis dengan bantuan cahaya khususnya jenis diatom yang memiliki kontribusi lebih besar. Sedangkan zooplankton bersifat hewan dan memangsa fitoplankton. Oleh karena itu, fitoplankton memiliki peran sebagai produsen primer di perairan. Fitoplankton juga dapat menjadi biota indikator kualitas perairan, maka dari itu penelitian tentang fitoplankton cukup penting untuk dilakukan sebagai sumber data baru.

Setiap plankton baik fitoplankton dan zooplankton memiliki peranannya masing-masing dan saling berkaitan antara satu dengan yang lain sesuai dengan tingkatan trofik dalam rantai makanan. Suatu perairan fitoplankton memegang peranan sangat penting, fitoplankton sering dijadikan skala ukuran kesuburan suatu perairan karena

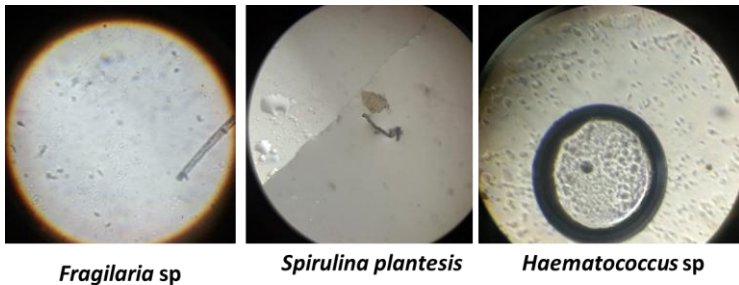
fungsi ekologisnya sebagai produsen primer dan awal mata rantai dalam jaringan makanan. Tingkat berikutnya adalah pemindahan energi dari produsen ke tingkat tropik yang lebih tinggi melalui rantai makanan oleh zooplankton terhadap ikan-ikan kecil dilanjutkan ke tropik yang lebih tinggi (Akbarurrasyid dkk.,2023)

B. Pengelompokkan Plankton

1. Fitoplankton

Fitoplankton sendiri berupa plankton yang bersifat tumbuhan yang memiliki ciri umumnya kecil-kecil, bahkan sering tidak terlihat dengan mata biasa. Banyak biota laut yang daur hidupnya menempuh lebih dari satu cara hidup, pada saat mereka menjadi larva atau juvenil, mereka hidup sebagai plankton. Saat dewasa mereka menjadi wujud aslinya. Namun ada juga beberapa jenis plankton yang seluruh hidupnya bersifat planktonis seperti fitoplankton dan tidak mengalami perubahan wujudnya sampai mati. Fitoplankton berperan cukup penting di dalam ekosistem perairan, hal ini dapat dikatakan fitoplankton adalah pembuka kehidupan di planet bumi ini, karena fitoplankton dengan sifatnya yang autotrof dengan pigmen hijau (klorofila) yang dimilikinya mampu merubah zat hara anorganik menjadi bahan organik dan sebagai penghasil

oksigen yang cukup besar yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan biota lain yang lebih tinggi tingkatannya. Fitoplankton secara umum terdiri dari beberapa kelas, diantaranya Bacillariophyceae (diatom), Chlorophyceae (ganggang hijau), Dinophyceae (gagang hijau biru) dan Cyanophyceae (Cyanobacteria) (Winder dan Sommer, 2012).



Gambar. Fitoplankton

Adanya beban masukan seperti polutan yang diterima oleh perairan organisme pertama yang terganggu karena hal ini adalah fitoplankton. Ini disebabkan karena fitoplankton adalah organisme pertama yang memanfaatkan langsung beban masukan tersebut. Oleh karena itu, perubahan yang terjadi dalam perairan sebagai akibat dari adanya beban masukan yang ada akan menyebabkan perubahan pada komposisi, kelimpahan, dan distribusi dari komunitas fitoplankton. Maka dari itu, keberadaan fitoplankton dapat dijadikan sebagai indikator perairan

karena sifat hidupnya yang relatif menetap, jangka hidup yang relatif panjang dan mempunyai toleransi spesifik pada lingkungan sehingga sangat jelas terlihat perbedaannya.

Adapun beberapa kelas fitoplankton yang umum ditemukan di perairan antara lain :

a. Cyanophyceae

Cyanophyceae (Ganggang biru-hijau) termasuk kelas fitoplankton yang memiliki bentuk sel tunggal maupun berbentuk koloni yang memiliki bentuk menyebar sehingga tertutup oleh pigmen biru hijau (Fikosianin). Kelas Cyanophyceae dapat hidup pada perairan yang tercemar, juga memiliki peran yang penting di perairan karena dapat mengubah kadar nitrogen menjadi nitrat. Sisa metabolisme yang dikeluarkan maupun hasil penguraian selama proses pembusukannya mengeluarkan bau yang busuk dan biasanya beracun serta air yang terdampak akan memiliki rasa yang tidak enak jika diminum dan akan sangat berdampak pada kehidupan ikan karena mengganggu pernafasan ikan.

b. Bacillariophyceae

Diatom merupakan kelompok alga yang berukuran mikroskopis, dari Divisi Chromatophyta dengan kelas Bacillariophyceae. Diatom selalu terdapat pada semua perairan terutama pantai. Diatom merupakan fitoplankton yang paling banyak dijumpai di perairan hal ini di karena kan

diatom memiliki kemampuan membelah diri lebih cepat daripada jenis kelas lainnya. Khusus untuk Chaetoceros selalu dijumpai pada daerah tropis dan daerah dingin. Diatom memiliki kloroplas dengan kandungan pigmen a dan c sehingga ia merupakan organisme fotosintetik. Diatom terbagi atas dua ordo yakni Pennales dan Centrales. Pigmen dominan yang memberikan warna coklat keemasan pada diatom adalah fukosantin dan karotenoid. Keunikan diatom terdapat pada dinding sel yang bersilika dengan ornamentasi yang indah dan disebut dengan frustula. Frustula ini dihubungkan oleh elemen yang membentuk pola bergaris yang terdiri dari dua katup.

c. Chlorophyceae

Chlorophyceae memiliki ciri kloroplas yang berwarna hijau, mengandung klorofil-a dan b serta karotenoid. Pada kloroplas terdapat pirenoid, hasil asimilasi berupa tepung dan lemak yang biasanya dari proses fotosintesis. Alga ini biasanya dijadikan kategori kesuburan lingkungan dan zona potensi penangkapan ikan. Hal ini dikarenakan sifatnya yang autotrof yang dapat mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik dengan bantuan energi seperti cahaya matahari dan bahan kimia seperti nutrisi dan faktor fisika lainnya. Chlorophyceae atau ganggang hijau banyak berperan sebagai produsen utama dalam ekosistem perairan karena

penyusun dari fitoplankton yang memiliki klorofil sehingga efektif untuk melakukan fotosintesis. Selain itu, mikroalga khususnya dari divisi Chlorophyta juga sudah dikembangkan menjadi bahan makanan, misalnya dari genus *Chlorella*.

d. Dinophyceae

Dinophyceae merupakan organisme uniselular biflagellata, yang membentuk komponen utama dari plankton dan memiliki peranan penting di perairan laut, air tawar maupun air payau. Fenomena yang disebabkan oleh Dinoflagellata yaitu kemampuan bioluminescence dan pasang merah (red tide) atau blooming di perairan laut. keberadaan dan kelimpahan dari dinophyceae pada perairan ini penting untuk diteliti sebagai prediksi dini tentang kejadian blooming yang diakibatkan oleh kista Dinophyceae. Dinophyceae (dinoflagelata) memiliki ciri khas yaitu flagel atau bulu getar yang berfungsi sebagai alat pergerakan di dalam air. Pada umumnya dinoflagellata memiliki ukuran yang sangat kecil, hidup secara soliter dan jarang membentuk rantai. Kelas dinoflagelata berkembang biak dengan cara pembelahan, ukuran setiap generasi tidak ada yang berbeda, hal ini disebabkan karena saat proses pembelahan sel, ukuran setiap individu dari kelas dinophyceae relatif tetap dan tidak mengecil (Ardyna & Arrigo, 2020)

2. Zooplankton

Zooplankton mempunyai peranan yang sangat penting di lautan. Zooplankton berperan sebagai pengikat energi dari fitoplankton. Hal ini berhubungan dengan peranan zooplankton sebagai predator utama bagi fitoplankton, dan juga merupakan pengontrol dari fitoplankton. Dalam suatu perairan zooplankton berperan sebagai mata rantai antara produser primer (fitoplankton) dengan karnivor baik besar maupun kecil. Berdasarkan uraian tersebut di atas dapat disebutkan bahwa keberadaan zooplankton akan menopang kehidupan hewan-hewan lainnya di perairan. Zooplankton merupakan produsen sekunder dan sebagai konsumen primer dalam perairan yang memanfaatkan produsen primer yaitu fitoplankton, sehingga menjadikannya penting dalam jaring makanan di suatu perairan. Fitoplankton itu sendiri memanfaatkan nutrisi melalui proses fotosintesis. Pada proses selanjutnya zooplankton merupakan makanan alami bagi larva ikan dan mampu mengantarkan energi ke jenjang tropik yang lebih tinggi. Dalam hubungan dengan rantai makanan, zooplankton berperan sebagai penghubung produsen primer dengan tingkat pakan yang lebih tinggi, sehingga kelimpahan zooplankton sering dikaitkan dengan kesuburan perairan. Keberadaan zooplankton pada suatu perairan dapat

digunakan untuk mengetahui tingkat produktivitas suatu perairan, karena kelimpahan zooplankton pada suatu perairan dapat menggambarkan jumlah ketersediaan makanan, maupun kapasitas lingkungan/daya dukung lingkungan yang dapat menunjang kehidupan biota. Dengan kata lain, perubahan yang terjadi pada suatu wilayah perairan dapat diketahui dengan melihat perubahan kelimpahan biota zooplankton. Zooplankton melakukan migrasi vertikal harian dimana zooplankton bergerak ke arah dasar pada siang hari dan ke permukaan pada malam hari. Gerakan tersebut dimaksudkan untuk menghindari cahaya yang kuat dari matahari pada siang hari dan mencari makanan pada malam hari (Amin dkk., 2020).

Adapun beberapa klasifikasi zooplankton yang umum ditemukan di perairan antara lain :

a. Zooplankton dari Protozoa

Protista merupakan kelompok organisme dari protozoa. Seluruh kegiatan metabolismenya dilakukan pada sel itu sendiri dengan menggunakan organel-organel diantaranya membran plasma, sitoplasma dan mitokondria. Ciri-ciri umum dari protozoa yaitu organisme uniseluler (bersel tunggal), eukariotik (memiliki membran nukleus), hidup soliter (sendiri) atau berkoloni (kelompok), alat gerak berupa pseudopodia, silia atau flagela. Protozoa dikelompokkan

menjadi 4 kelas yaitu Rhizopoda, Ciliata, Flagellata dan Sporozoa.

b. Zooplankton dari Cnidaria

Kelas dari Cnidaria yaitu Hydrozoa, Scyphozoa, dan Anthozoa. Hanya pada kelas Hydrozoa, termasuk juga hydra dan terdiri dari spesies-spesies seperti ubur-ubur kecil yang hidup sebagai plankton. Bentuk morfologi memiliki struktur sederhana walaupun terkadang rumit. Cnidaria memiliki karakteristik yang penting yaitu sel penyengat (nematocysts) yang menyuntikkan venom yang bisa melumpuhkan mangsa. Ubur-ubur dari kelas Hydrozoa dan Scyphozoa termasuk filum Cnidaria yang 17 holoplankton, koloni-koloni yang kompleks dan unik dikenal dengan nama sifonofora. Spesies plankton terbesar dan kadangkadang memiliki jumlah besar merupakan ubur-ubur dari kelas Scyphozoa.

c. Zooplankton dari Ctenophora

Filum Ctenophora masih dekat dengan Cnidaria secara taksonomi, yang sebagian besarnya bersifat planktonik. deret-deretan silia yang besar (stereocilia) berguna untuk bergerak dalam air. Tubuh dari filum ctenophora umumnya memiliki bentuk simetri radial, berdiameter 1-10 cm, sebagian besar berbentuk bulat atau oval, akan tetapi ada juga yang berbentuk memanjang seperti pita mencapai 1 m. Ctenophora memiliki tentakel yang dilengkapi dengan

struktur sel-sel perekat koloblas (sel lasso) untuk menangkap mangsanya. Perbedaan Cnidaria dan Ctenophora yaitu tidak adanya sel penyengat (nematocysts) pada Ctenophora, namun Ctenophora mempunyai sel pelengket yang disebut coloblast, sel ini dapat melekatkan mangsanya.

d. Zooplankton dari Annelida

Cukup banyak spesies annelida sebagai meroplankton diperairan. Jenis annelida yaitu lintah (ordo Hirudinae) haya terdapat di air tawar dan menjadi parasit oleh ikan-ikan yang dibudidaya dikolam. Meroplankton pada annelida banyak ditemukan di pantai-pantai yang subur, seperti halnya meroplankton dari Crustacea. Trochophore larva merupakan nama dari larva annelida, jika baru keluar dari telur, memiliki bentuk yang bulat atau oval, bersilia dan memiliki divestitus supaya ketika di lautan bisa memakan nanoplankton dan detritus yang halus (Lumenta, 2017).

e. Zooplankton dari Arthropoda

Anggota filum arthropoda merupakan bagian terbesar dari zooplankton. Crustacea satu-satunya yang hidup sebagai plankton diperairan dan crustasea merupakan zooplankton terpenting bagi ikan air tawar maupun air laut. Crustacea ditunjukkan pada hewan-hewan yang memiliki sel kitin atau kapur yang sukar dicerna. Terdapat 2 golongan

dari crustasea yaitu entomostracea (udang-udangan tingkat rendah) dan malacostracea (udang-udangan).

Larva Malacostracea sebagian besarnya adalah meroplankton, sebagian besar juga mati sebagai plankton karena dimakan spesies hewan yang lebih besar atau mati karena kekurangan makanan. Entomostracea yang terdiri dari ordo-ordo Brachiopoda, Ostracoda, Copepoda dan Cirripedia, tidak mempunyai stadium Zoea seperti halnya Malacostracea. Entomostracea yang termasuk zooplankton adalah Malacostracea hanya Mycidaea dan Euphausiacea yang termasuk zooplankton kasar atau makrozooplankton (Lumenta, 2017). Copepoda Salah satu dari subkelas crustacea yang penting diperairan. Copepoda merupakan crustacea holoplanktonik yang berukuran kecil dan mendominasi zooplankton di semua perairan. Umumnya copepoda yang hidupnya bebas berukuran kecil, panjangnya antar satu dan beberapa milimeter. Kedua antenanya yang paling besar berguna untuk menghambat laju tenggelamnya, tubuh pendek dan silinder, tubuhnya memiliki segmen-segmen. Warna tubuh umumnya keabu-abuan dan kecoklatan. Hidup di air tawar, payau dan laut. Cara copepoda memakan fitoplankton yaitu dengan cara menyaring melalui rambut-rambut (setae) halus yang tumbuh di appendiks tertentu yang mengelilingi mulut

(maxilla), atau langsung menangkap fitoplankton dengan apendiksnya. Beberapa spesies zooplankton bersifat herbivor (pemakan fitoplankton) dan membentuk rantai makanan antara fitoplankton dan ikan, dimana copepoda ini dalam rantai makanan dan ekonomi lautan memiliki peran yang sangat penting. Copepoda sebagai organisme laut memiliki keanekaragaman dan kelimpahan yang tinggi.

f. Zooplankton dari Rotifera

Rotifera ini terdapat 3 kelas diantaranya Seisothoecidae, Bdelloidea dan Monogononta. Dalam kelas Monogononta mempunyai siklus hidup partenogenetik terdiri dari fase aseksual dan seksual. Pada lingkungan yang khusus kelompok ini mampu melakukan reproduksi seksual dan aseksual secara bersamaan namun sebagian masa hidupnya berada dalam fase aseksual. Faktor dalam menentukan jenis kelamin belum bisa dipahami tetapi untuk faktor makanan, tidak adanya stres fisiologis juga genetis memainkan peranan penting dalam hal ini. Kelas monogononta mempunyai susunan morfologi tubuh sederhana yaitu terdiri dari kepala, badan, dan kaki. Terdapat sekumpulan silia disekitar bagian kepala yang disebut corona yang membentuk dalam pergerakannya. Selama fase aseksual dalam siklus hidupnya menghasilkan kista. Kista rotifer dapat melindungi embrio dengan cara menekan proses metabolisme sehingga bisa

bertahan selama beberapa tahun. Kista yang dihasilkan mirip dengan besar dari telur yang dihasilkan melalui fase seksual. Perbedaan keduanya hanya ditutupi oleh cangkang yang keras serta dapat bertahan di lingkungan yang ekstrim. Ketika berada dalam lingkungan yang sesuai, kista bisa menetas pada usia 24 /48 jam pada suhu 25°C dengan intensitas cahaya yang baik.

g. Zooplankton dari Molusca

Kelas dari mollusca diantaranya Gastropoda, Pelecypoda (Bivalvea) dan Cephalopoda. Meroplankton dari Gastropoda juga Bivalvea tidak begitu berperan penting dalam perairan air tawar. Dalam filum molusca biasanya terdiri dari hewan-hewan bentik yang lambat. Akan tetapi, ada pula bermacam molusca yang sudah mengalami adaptasi khusus supaya bisa hidup sebagai holoplankton. Pteropoda dan Heteropoda merupakan molusca planktonik yang mengalami modifikasi tertinggi. Secara taksonomi dua kelompok tersebut dekat dengan siput dan termasuk kelas Gastropoda. Pteropoda memiliki 2 tipe, yakni bercangkang (ordo Thecosomata) dan telanjang (Ordo Gymnosomata). Pteropoda bercangkang ini memiliki cangkang yang mudah hancur/rapuh, pemakan tumbuhan (herbivora), dan kakinya yang berbentuk sayap digunakan untuk berenang. dibandingkan pteropoda bercangkang, pteropoda telanjang

dapat berenang lebih cepat. Untuk heteropoda ini merupakan karnivora berukuran besar, memiliki tubuh seperti agar-agar yang tembus cahaya (Lumenta, 2017).

h. Zooplankton dari Echinodermata

Filum Echinodermata hanya larva-larva dari beberapa ordo yang termasuk meroplankton. Genus-genus Echinodermata yang larva-larvanya merupakan meroplankton ialah Bipinaria, Brachiolarva, dan Auricularia. Memiliki kulit keras (zat kitin dengan 5 lengan seperti jari, terdapat tonjolan kerangka dan duri di permukaan tubuh, bentuk tubuh beragam.

i. Zooplankton dari Chordata

Menurut evolusi, chordata ini keturunan dari spesiesspesies yang hidup sebagai zooplankton, memiliki bentuk mirip dengan larva-larva Echinodermata. Chordata ini termasuk mamalia. Dalam 4 subfilum Chordata, terdapat 2 subfilum hidupnya sebagai zooplankton diantaranya Enteropneusta dan Urochordata. Larva-larva dari Enteropneusta ini bentuknya seperti larva Echinodermata, seperti Tornaria-larva (Lumenta, 2017).

j. Zooplankton dari Platyhelminthes

Platyhelminthes disebut juga cacing pipih karena bentuknya yang padat. Filum ini hanya berisi spesies parasit. Sebagian besar kelas yang hidup adalah kelas turbellaria.

Namun, perkembangan parasit kelas trematoda bisa kadang-kadang diamati didalam berbagai organisme planktonik transparan seperti medusa dan chaetognata yang biasanya hanya inang perantara (Lumenta, 2017).

k. Zooplankton dari Gastrotrichs

Gastrotrichs (punggung berbulu) merupakan sebuah divisi dari mikroskopis (0,06-3,0 mm) memiliki hewan yang melimpah baik di air tawar juga lingkungan laut. Bentuk tubuh gastrotrichs ini bilateral simetris, tubuhnya transparan dan bagian bawah datar. Terdapat silia menutupi tubuhnya, terutama bagian mulut dan permukaan ventral, terdapat proyeksi terminal dua dengan kelenjar semen, berfungsi dalam adhesi. Ini merupakan sistem ganda dimana satu kelenjar mengeluarkan lem dan yang lain mengeluarkan deperekat untuk memutuskan sambungan. Seperti kebanyakan hewan mikroskopis, penggerak mereka ini utamanya didukung oleh hidrostatik.

BAB II

KEDUDUKAN PLANKTON DALAM EKOSISTEM PERAIRAN

A. Kedudukan dan peran plankton dalam jaring-jaring makanan dan tingkat tropik

Plankton merupakan organisme mikroskopis yang keberadaannya sangat penting dalam ekosistem perairan. Plankton dikelompokkan menjadi dua, yakni: fitoplankton dan zooplankton. Plankton di lingkungan perairan memiliki fungsi yang luas. Plankton memiliki fungsi ekologis dan fungsi jasa ekosistem. Beberapa jenis plankton dapat berperan sebagai struktur trofik dan indikator kualitas lingkungan perairan. Keberadaan plankton ditambah sangat penting sebagai pakan alami yang berdampak pada pertumbuhan udang vannamee. Plankton berperan penting dalam ekosistem perairan melalui interaksi biotik dan abiotik pada berbagai level trofik dan dapat digunakan sebagai alat biomonitoring terhadap perubahan parameter kualitas air (Sianipar, 2020).

Fitoplankton menjadi pelopor utama rantai makanan di ekosistem akuatik. Produktivitas fitoplankton dapat digunakan sebagai indeks status trofik dan potensi sumber daya perikanan di setiap badan air. Produktivitas ekosistem

akuatik berkorelasi langsung dengan tingkat kepadatan fitoplankton. Fitoplankton menjadi produsen utama sehingga dapat mempengaruhi tingkat trofik yang lebih tinggi, karena menyediakan nutrisi untuk zooplankton yang selanjutnya menjadi nutrisi ke hewan yang lebih besar dalam dari jaring-jaring makanan (Sianipar, 2020).

Dalam perairan Fitoplankton merupakan produsen primer (produsen utama dan pertama) sehingga keberadaan fitoplankton dalam perairan mutlak adanya. Fitoplankton merupakan organisme berklorofil yang pertama ada di dunia dan merupakan sumber makanan bagi zooplankton sebagai konsumen primer, maupun organisme akuatik lainnya sehingga populasi zooplankton maupun populasi konsumen dengan tingkat tropik yang lebih tinggi secara umum mengikuti dinamika populasi plankton. Plankton air tawar dibedakan menjadi 2 jenis yaitu menjadi limnoplankton dan rheoplankton. Limnoplankton adalah plankton yang hidup di perairan tergenang, sedangkan rheoplankton adalah plankton yang hidup di perairan mengalir. Keberadaan plankton di perairan mengalir dipengaruhi oleh lingkungan sungai yang seringkali komposisinya berubah yang berkaitan dengan pergerakan air, kekeruhan, suhu, dan nutrient. Fitoplankton termasuk dalam komponen autotrof plankton. Autotrof adalah organisme yang mampu menyediakan atau

mensintesis makanan sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi seperti matahari dan bahan-bahan kimia. Fitoplankton sebagai organisme autotrof memperoleh energi melalui proses yang dinamakan fotosintesis sehingga mereka harus berada pada bagian permukaan-permukaan yang biasa disebut sebagai zona euphotik. Dalam ekosistem air, hasil dari fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton bersama dengan tumbuhan air lainnya disebut sebagai produktifitas primer. Melalui proses fotosintesis, fitoplankton menghasilkan banyak oksigen yang memenuhi atmosfer bumi. Kemampuan mereka untuk mensintesis sendiri bahan organiknya menjadikan mereka sebagai dasar dari sebagian besar rantai makanan di ekosistem lautan dan di ekosistem air tawar. Fitoplankton selain dari hasil fotosintesis juga membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhannya. Setiap spesies fitoplankton mempunyai respon yang berbeda-beda terhadap perbandingan nutrien yang terlarut dalam badan air. Nutrisi - nutrisi ini terutama berupa makronutrisi seperti nitrat, fosfat atau asam silikat, yang ketersediaannya diatur oleh keseimbangan antara mekanisme yang disebut pompa biologis dan upwelling pada air bernutrisi tinggi dan dalam. Selain makronutrisi fitoplankton juga dipengaruhi oleh adanya ketersediaan mikronutrisi besi yang terkandung pada badan air. Oleh

karena itu, untuk mempertahankan kehidupannya fitoplankton melakukan proses fotosintesis dan respirasi yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitarnya, sehingga mempengaruhi kelimpahan fitoplankton dalam badan air.

Zooplankton sebagai konsumen pertama dalam tingkatan trofik ekosistem perairan sangat rentan dengan tekanan aktivitas masyarakat. Sementara keberadaan zooplankton menjadi sangat penting dalam ekosistem perairan karena zooplankton merupakan rantai utama jaring-jaring makanan yang selanjutnya akan diteruskan oleh nekton dan bentos (Lumenta, 2017). Keanekaragaman dan kelimpahan zooplankton menandakan kesuburan dan kestabilan suatu perairan. Keberadaan zooplankton di perairan juga sangat dipengaruhi kondisi perairan. Hanya zooplankton tertentu yang bisa hidup di muara. Perubahan lingkungan dan ketersediaan makanan pada suatu perairan akan mempengaruhi kelimpahan zooplankton. Apabila kondisi lingkungan sesuai dengan kebutuhan zooplankton maka akan terjadi proses pemangsaan fitoplankton oleh zooplankton. Menurut Sianipar dkk (2022), jika kondisi lingkungan dan ketersediaan fitoplankton tidak sesuai dengan kebutuhan zooplankton maka zooplankton tidak dapat bertahan hidup dan akan mencari kondisi lingkungan

yang sesuai. 1 Kelimpahan zooplankton mengalami kenaikan dan penurunan dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti pertumbuhan, kematian, distribusi vertikal, migrasi dan perubahan kualitas perairan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Karpowicz (2020) bahwa kelimpahan zooplankton mengalami kenaikan dan penurunan disebabkan oleh faktor dari masing - masing zooplankton itu sendiri, seperti : pertumbuhan, kematian, migrasi yang berbeda, distribusi vertikal, dan perubahan kualitas air dari waktu ke waktu. Selain itu adanya pemangsaan (grazing) dari zooplankton karnivora dan predator zooplankton diduga juga memengaruhi kelimpahan zooplankton di perairan tersebut.

B. Produktivitas primer

Produktivitas primer perairan merupakan faktor penting dalam pemantauan kualitas perairan laut karena berperan dalam siklus karbon dan rantai makanan bagi organisme heterotrof (Wibowo. 2024). Selain itu, zooplankton memiliki fungsi sebagai produktivitas sekunder merupakan konsumen langsung fitoplankton dan penting dalam transfer energi melalui rantai makanan. Zooplankton terdiri dari plankton sejati (holoplankton) dan plankton sementara (meroplankton) (Putrisia dkk. 2022).

Kehidupan di bumi dapat terus berjalan karena terjadinya perpindahan energi secara terus menerus yang dimulai dari cahaya matahari sebagai sumber energi utama. Dalam makhluk hidup energi ini berpindah dari satu tingkatan trofik ke tingkatan berikutnya melalui proses makan memakan, yang hubungannya dapat digambarkan dalam rantai makanan dan jejaring makanan. Dalam proses perpindahan ini akan terjadi pengurangan jumlah energi pada setiap tingkat trofik. Energi cahaya matahari diubah menjadi energi kimia oleh produser primer (*Photoautotrophic organism*) yang kemudian tersimpan di dalam senyawa organik. Kemudian melalui rantai makanan energi kimia ini mengalir dari produser primer ke konsumen (*heterotropic*) dengan berbagai tingkat trofik.

Laju produksi dari materi organik oleh kumpulan produser primer menentukan laju aliran energi dan produksi dari seluruh tingkatan trofik hampir dalam setiap ekosistem (Wibowo, 2024). Proses utama dalam pembentukan materi organik dari materi anorganik adalah proses fotosintesis. Proses fotosintesis adalah suatu proses biokimia yang dilakukan produser primer untuk memproduksi energi terpakai (nutrisi) dengan memanfaatkan energi cahaya.

Dalam reaksi ini terjadi perubahan karbon dioksida dan air menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan cahaya

matahari dan klorofil (zat hijau daun). Wibowo (2024) menyebutkan walaupun beberapa organisme seperti bakteri dapat menggunakan reaksi *nonphotochemical* untuk mereduksi materi anorganik menjadi materi organik, namun sejauh ini fotosintesis adalah proses yang paling efisien, familiar dan tersebar luas.

Fotosintesis umumnya diekspresikan dalam satuan mol (massa) karbon per satuan sel (*volume*) per satuan waktu (Vernet dan Smith, 2007), sehingga produktivitas primer sebagai laju fotosintesis dapat dinyatakan sebagai jumlah gram karbon yang dihasilkan dalam satu meter kuadrat kolom air per hari ($\text{gCm}^{-2}\text{d}^{-1}$). Ariadi, dkk (2023) mendefinisikan produktivitas primer kotor (*Gross primary production*, GPP) sebagai hasil fotosintesis yang tidak dipengaruhi respirasi ataupun metabolisme dari organisme heterotropik dalam badan air yang sama, dengan kata lain adalah total karbon yang dihasilkan selama fotosintesis. Sedangkan produktivitas primer bersih (*Net primary production*, NPP) diestimasi sebagai GPP yang telah dikoreksi/dikurangi dengan respirasi alga, yang tersedia untuk heterotropik tingkat pertama.

BAB III

KELIMPAHAN DAN DISTRIBUSI PLANKTON

A. Kelimpahan Plankton

Kelimpahan itu merupakan proporsi yang dipresentasikan oleh masing-masing spesies dari seluruh individu dalam suatu komunitas. Sementara itu Nybakken (1992) mendefinisikan Kelimpahan itu adalah pengukuran sederhana jumlah spesies yang terdapat dalam suatu komunitas atau tingkatan trofik. Sehingga dapat didefinisikan kelimpahan plankton itu jumlah total dari plankton per satuan kuadran yang diperoleh dilokasi penelitian. Kelimpahan suatu plankton juga bisa dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti suhu, cahaya, nutrien, oksigen, kecerahan, serta arus air. Kandungan oksigen yang sangat rendah pada suatu perairan sangat mempengaruhi kelimpahan plankton. Begitu juga dengan kandungan pH yang terlalu ataupun terlalu rendah juga akan mempengaruhi jumlah plankton pada suatu perairan. Selain faktor lingkungan suatu spesies tidak dapat bertelur dan bereproduksi disuatu lingkungan yang baru, hal ini diakibatkan adanya interaksi negatif dengan organisme lain dalam bentuk pemangsaan, parasitisme ataupun kompetisi.

B. Distribusi Plankton

Distribusi vertikal fitoplankton antar perairan sangat bervariasi karena memiliki kedalaman yang berbeda-beda tentunya faktor intensitas cahaya juga akan berbeda secara vertikal sehingga memengaruhi aktivitas fotosintesis, dan adanya perbedaan konsentrasi nutrisi yang memengaruhi fitoplankton dalam melakukan proses metabolisme. Adanya kandungan bahan organik maupun anorganik yang tinggi dapat berakibat terjadinya eutrofikasi yang menyebabkan kelimpahan fitoplankton semakin tinggi. Dengan demikian, perbedaan kondisi ekologis di setiap kedalaman tentunya akan memengaruhi keberadaan fitoplankton (McManus & Woodson, 2012).

Distribusi vertikal fitoplankton di perairan dapat berbeda menurut kedalamannya hal ini disebabkan pengaruh intensitas cahaya matahari akan menurun dengan bertambahnya kedalaman dan tingkat kekeruhan perairan tersebut. Pada sisi lain, tingginya tingkat kekeruhan merupakan masalah bagi perairan TPI Paotere Kota Makassar. Penelitian sebelumnya oleh Makkarump (2020), di PPI Paotere memiliki nilai kecerahan yang rendah yaitu 1,6 m – 2,8 m, di bawah standar baku mutu yang telah ditentukan. Rendahnya tingkat kecerahan pada lokasi tersebut diduga disebabkan adanya pengaruh masukan sedimen dari kanal,

masuknya berbagai sumber pencemaran, baik yang berasal dari hasil aktivitas manusia maupun aliran air melalui kanal-kanal yang ada sehingga tingkat kecerahan berkurang dan tingginya kekeruhan di TPI Paotere. Perairan dengan tingkat kekeruhan yang tinggi dapat memengaruhi penetrasi cahaya secara vertikal dan memengaruhi distribusi secara vertikal dari fitoplankton serta menurunkan produktivitas primer fitoplankton dalam perairan (Gaudin dkk, 2024). Kelimpahan dan komposisi fitoplankton berbeda antar perairan dan akan berubah tergantung kondisi lingkungan baik secara kimia, fisika, maupun biologi di perairan.

Distribusi vertikal fitoplankton dapat memengaruhi produktivitas primer serta transfer energi hingga tingkat trofik yang lebih tinggi. Kejernihan, suhu dan oksigen terlarut suatu perairan sangat memengaruhi distribusi fitoplankton. Kualitas suhu pada danau apabila semakin dalam maka perairan tersebut akan semakin dingin, karena memiliki area termoklin yang suhunya dapat berubah secara drastis. Adapun distribusi fitoplankton secara vertikal antara lain (Gaudin dkk, 2024) :

- 1) Fitoplankton yang memiliki warna biru dan hijau memiliki diatime yang rendah serta memiliki konsentrasi maksimal pada strata yang tinggi.

2) Fitoplankton memiliki keseluruhan klorofil dan populasi maksimum yang selalu berada pada strata di bawah permukaan meskipun terdapat klorofil yang berbeda.

3) Fitoplankton yang memiliki warna biru dan hijau akan menghasilkan konsentrasi yang mendekati permukaan secara berkelompok.

Fitoplankton pada umumnya lebih banyak di zona eufotik yang kandungan intensitas cahayanya lebih tinggi untuk melakukan fotosintesis. Akan tetapi tidak semua jenis fitoplankton dapat beradaptasi dengan cahaya matahari, peristiwa ini dapat terjadi karena adanya perbedaan struktur fisiologi dan kandungan pigmen sehingga perbedaan distribusi secara vertikal dapat terjadi pada tiap-tiap kolom perairan (Dzhembekova dkk., 2024). Kelimpahan fitoplankton dapat terlihat pada kondisi perairan dengan kecepatan arus rendah dan kondisi perairan yang lebih tenang. Distribusi vertikal fitoplankton dipengaruhi beberapa faktor seperti kepekaan perubahan salinitas, suhu, kecepatan arus, ketersediaan nutrisi di permukaan perairan, densitas perairan, dan pemangsaan zooplankton. Kadar salinitas di perairan akan semakin tinggi jika bertambahnya kedalaman, dimana angin di laut lepas juga menentukan penyebaran salinitas secara vertikal. Menurut Dzhembekova dkk (2024), salah satu faktor pembatas bagi organisme fitoplankton

adanya penetrasi cahaya yang juga memengaruhi distribusi vertikal harian fitoplankton, adanya perbedaan distribusi pada tiap kolom perairan, serta menyebabkan kematian bagi biota laut tertentu. Pergerakan massa air di perairan yang dangkal didominasi adanya arus pasang surut, oleh sebab itu secara vertikal proses pencampuran massa air akan lebih efektif, dimana massa air yang berada di kolom perairan akan naik ke permukaan bersamaan dengan unsur hara (Gaudin, 2024). Perpindahan fitoplankton secara vertikal disebabkan karena fitoplankton memiliki kemampuan adaptasi fisiologis yang membuatnya dapat melayang di kolom perairan. Adanya gabungan mekanisme mengapung dan faktor fisika perairan menyebabkan distribusi fitoplankton secara vertikal dapat terjadi sehingga dari waktu ke waktu menimbulkan perbedaan distribusi secara vertikal.

Kondisi di laut lepas secara umum memiliki distribusi fitoplankton yang berhubungan dengan dimensi temporal (Gaudin dkk., 2024). Zona secara vertikal yang bergantung dengan intensitas cahaya bagi ekosistem di perairan dibedakan menjadi 3, antara lain :

- 1) Zona eufotik atau zona fotik, pada zona ini sangat baik bagi organisme melakukan fotosintesis karena intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan sangat cukup.

2) Zona disfotik, pada zona ini intensitas cahaya yang masuk ke kolom perairan tergolong sudah menurun, sehingga proses fotosintesis pada zona ini menurun.

3) Zona afotik, pada zona ini sering disebut zona gelap, yang dimana tidak dapat terjadi proses fotosintesis karena tidak adanya cahaya matahari yang masuk.

Kedalaman dengan intensitas cahaya 1% dari cahaya yang berada di permukaan adalah batas terendah terjadinya proses fotosintesis. Tiap zona memiliki ke dalam berbeda yang bergantung pada lokasi, musim, dan jumlah bahan organik tersuspensi yang masuk ke dalam perairan.

C. Pergerakan Fitoplankton

Fitoplankton merupakan organisme mikroskopis yang hidup melayang di perairan dan mengikuti arah arus untuk pergerakannya. Fitoplankton juga memiliki sifat positif yang membuat organisme ini seringkali dapat ditemukan di permukaan perairan pada siang hari. Pergerakan fitoplankton disebabkan adanya pergerakan massa air yang terdapat plankton di dalamnya, angin juga menjadi faktor yang mendukung kehadiran plankton di kolom perairan tertentu. Menurut Gaudin dkk (2024) menyatakan bahwa, fitoplankton merupakan organisme nabati yang hidupnya melayang di air, dan tidak memiliki daya gerak yang

menyebabkan pergerakannya dipengaruhi dengan gerakan air. Kecepatan arus laut yang kuat di suatu perairan dapat mempercepat persebaran organisme laut karena adanya perpindahan massa air yang berperan dalam persebaran fitoplankton ataupun organisme lainnya. Para ahli mengemukakan bahwa plankton memiliki kemampuan berenang yang lemah sehingga menyebabkan pergerakannya mengikuti arus perairan (Hertika dkk., 2021).

BAB IV

FAKTOR LINGKUNGAN DAN FAKTOR PEMBATAS

A. Faktor Lingkungan

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kelimpahan distribusi dan komunitas fitoplankton dan zooplankton salah satunya adalah faktor fisika kimia. Parameter fisika kimia perairan diantaranya suhu, pH, DO, kecerahan, kedalaman, dan intensitas cahaya yang terdapat di dalam suatu perairan sangat mempengaruhi kehidupan fitoplankton dan zooplankton (Sigalingging dkk., 2023).

Faktor yang mempengaruhi kelimpahan:

a. Rasio N/P

Nutrisi yang sering dijadikan sebagai dasar klasifikasi kondisi perairan adalah Nitrat dan Fosfat. Media pertumbuhan fitoplankton dalam suatu lingkungan sangat tergantung dengan kecukupan unsur hara makronutrien seperti N, P dan Silikat untuk pembentukan selnya serta mikronutrien seperti Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Mo dan Se dalam konsentrasi rendah. Fosfat dan Nitrat merupakan zat hara yang sangat penting bagi pertumbuhan dan metabolisme organisme perairan terutama

fitoplankton yang merupakan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan. Menurut Sigalingging dkk (2023), sumber utama dari zat hara fosfat dan nitrat di perairan yaitu berasal dari perairan itu sendiri melalui proses-proses penguraian pelapukan ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan dan sisa-sisa organisme yang telah mati. Selain itu keadaan sekitar lokasi perairan juga mempengaruhi seperti sumbangan dari daratan melalui sungai yang bermuara ke perairan, seperti buangan limbah ataupun sisa pakan yang dengan adanya bakteri terurai menjadi zat hara. Pada perairan alami, keberadaan Fosfat biasanya relatif kecil dengan kadar yang lebih sedikit daripada Nitrogen dan karena sumber fosfat lebih sedikit dibandingkan dengan sumber Nitrogen di perairan (Musafira & Khairunnisa, 2023). Menurut Amelia, dkk. (2024) menyatakan bahwa, tingginya konsentrasi nutrisi akan berpengaruh pada produktivitas perairan, sedangkan rasio N dan P akan berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton jenis tertentu. Rasio N : P yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton yaitu 16: 1, dimana rasio ini disebut

Redfield Ratio. N akan menjadi faktor pembatas apabila nilai rasio N : P dibawah 16:1, sedangkan P menjadi faktor pembatas apabila rasio N : P di atas 16:1.

b. Suhu

Suhu merupakan faktor yang sangat berpengaruh bagi kehidupan organisme di perairan. Menurut Effendi (2003), suhu perairan dapat mengalami perubahan sesuai dengan musim, letak lintang suatu wilayah, ketinggian dari permukaan laut, letak tempat terhadap garis edar matahari, waktu dan kedalaman air. Cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan akan mempengaruhi kondisi suhu perairan tersebut. Suhu dapat mempengaruhi fotosintesis secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh secara langsung yakni suhu berperan untuk mengontrol reaksi enzimatik dalam proses fotosintesis. Suhu yang tinggi dapat menaikkan laju maksimum fotosintesis, sedangkan pengaruh tidak langsung yakni dalam merubah struktur hidrologi kolom perairan yang pada gilirannya akan mempengaruhi distribusi fitoplankton. Dalam kenyataannya suhu memiliki pengaruh yang sangat besar bagi kehidupan

organisme perairan, baik organisme berukuran makro maupun mikro seperti fitoplankton. Keberadaan fitoplankton banyak ditemukan di bagian permukaan perairan karena terdapat sinar matahari dan keadaan suhu yang cocok bagi kehidupan fitoplankton. Pada suhu yang sangat rendah, fitoplankton dapat mengalami penurunan pertumbuhan dan pada suhu yang sangat tinggi akan menyebabkan kematian pada jenis tertentu. Kisaran suhu optimum bagi kehidupan fitoplankton di perairan adalah 20-30°C (Effendi. 2003).

c. Kecerahan

Kecerahan adalah salah faktor yang sangat penting dan memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan produktivitas fitoplankton. Suatu perairan yang nampak keruh dan berwarna kecoklatan dapat mempengaruhi nilai kecerahan. Menurut Effendi (2003), kekeruhan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu antara lain bahan organik dan bahan anorganik yang tersuspensi dan terlarut maupun plankton dan mikroorganisme lainnya. Kecerahan perairan merupakan suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Tingkat

kecerahan dapat dilihat dari kondisi fisik perairan. Semakin keruh suatu perairan, maka nilai kecerahan semakin rendah karena sedikit cahaya yang bisa masuk ke perairan akibat terhalang oleh beberapa faktor. Menurut Effendi (2003), nilai kecerahan dan tingkat kekeruhan perairan dipengaruhi oleh kandungan lumpur, kandungan plankton dan zat-zat terlarut lainnya. Pada perairan yang keruh, penetrasi cahaya matahari yang masuk akan terhalang, sehingga hal tersebut dapat berpengaruh pada terhambatnya proses fotosintesis oleh fitoplankton serta menurunkan kandungan oksigen terlarut dalam perairan.

d. pH

pH atau derajat keasaman menunjukkan konsentrasi ion Hidrogen dalam suatu perairan. pH bereaksi netral memiliki jumlah konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam keadaan seimbang. Menurut Supono (2008), konsentrasi ion hidrogen mempunyai skala antara 0 sampai 14. Air dengan kondisi pH dibawah 7 termasuk asam dan diatas 7 termasuk basa. pH merupakan salah satu parameter kimia dan variabel kualitas air yang dinamis dan berfluktuasi sepanjang hari. Perubahan nilai pH merupakan efek

langsung dari fotosintesis. Proses fotosintesis dalam perairan dilakukan oleh fitoplankton maupun tumbuhan air yang memanfaatkan CO₂ selama proses tersebut. Karbondioksida dalam air akan bereaksi membentuk asam. Pada siang hari, ketika terjadi proses fotosintesis konsumsi CO₂ akan meningkat. Hal tersebut berdampak pada turunnya konsentrasi CO₂ sehingga akan menurunkan konsentrasi H⁺ dan menaikkan pH air. Sedangkan pada malam hari, organisme perairan melakukan respirasi yang menghasilkan CO₂ sehingga pH menjadi turun. Dinamika atau fluktuasi nilai pH dalam perairan merupakan salah satu akibat dari kegiatan fitoplankton yaitu fotosintesis. Fotosintesis oleh fitoplankton sangat membutuhkan cahaya matahari dan karbondioksida untuk dapat merubah senyawa anorganik menjadi organik yang dapat dimanfaatkan oleh organisme lain. Keberadaan fitoplankton di perairan dapat mempengaruhi dan dipengaruhi oleh lingkungan perairan salah satunya yaitu pH. Apabila nilai pH cenderung asam yaitu berkisar antara 6,0 - 6,5 akan berpengaruh terhadap turunya keanekaragaman fitoplankton di perairan.

e. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan salah satu parameter kimia perairan yang berkaitan erat dengan keberadaan fitoplankton. Oksigen terlarut adalah komponen utama yang dibutuhkan oleh biota perairan untuk respirasi. Oksigen juga merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaanya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota, maka segala aktivitas biota akan terhambat. Dinamika oksigen di perairan dipengaruhi oleh fitoplankton, dimana fitoplankton merupakan organisme autotrof yang selain menghasilkan bahan organik, juga sebagai penyuplai oksigen. Pada siang hari fitoplankton menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis, sedangkan pada malam hari fitoplankton memanfaatkan oksigen untuk respirasi. Kadar oksigen terlarut di perairan mengalami fluktuasi secara harian (diurnal) dan musiman, tergantung pada pencampuran (mixing) dan pergerakan (turbulence) masa air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air (Effendi, 2003). Kandungan oksigen terlarut merupakan faktor abiotik yang mempengaruhi

kelimpahan fitoplankton. Sedangkan kelimpahan fitoplankton memiliki keterkaitan dengan tingkat kesuburan suatu perairan. Keberagaman jenis fitoplankton dengan jumlah yang banyak dapat mengindikasikan bahwa perairan tersebut kaya akan nutrisi dan memiliki tingkat kesuburan yang tinggi. Menurut Boyd (1982), kadar oksigen terlarut di perairan yang dapat ditolerir oleh organisme akuatik terutama fitoplankton adalah tidak kurang dari 5 mg/L. Sejalan dengan pernyataan Hutagalung (1988), oksigen terlarut yang layak bagi kehidupan plankton diatas 5 mg/L. Penurunan jumlah kandungan oksigen terlarut dalam air menyebabkan terganggunya kehidupan organisme perairan terutama bagi pertumbuhan fitoplankton (Effendi, 2003).

f. Karbondioksida (CO_2)

Karbondioksida dalam perairan dapat berupa gas karbondioksida bebas (CO_2), ion bikarbonat (HCO_3^-), ion karbonat (CO_3^{2-}) dan asam karbonat (H_2CO_3). Karbondioksida bebas ini diperlukan dalam proses fotosintesis oleh fitoplankton maupun tumbuhan berhijau daun, sedangkan garam karbonat dan bikarbonat terutama garam kalsium

diperlukan untuk menyangga pH air. Karbondioksida berhubungan erat dengan pH. Meningkatnya kadar CO₂ dalam perairan akan menurunkan nilai pH. Hal tersebut biasa terjadi pada malam hari, ketika jumlah CO₂ naik sebagai hasil respirasi, maka CO₂ bebas dilepaskan dan bereaksi dengan air membentuk asam karbonat. Hasil tersebut akan direduksi menjadi karbonat dan bikarbonat sehingga mengakibatkan turunnya nilai pH. Keberadaan CO₂ di perairan bersumber dari difusi udara serta dekomposisi atau perombakan bahan organik. Pada umumnya perairan alami mengandung CO₂ sebesar 2 mg/L (Nontji, 1987). Pengaruh karbondioksida terhadap kehidupan organisme air dapat secara langsung (proses respirasi) maupun tidak (proses fotosintesis). Karbondioksida di perairan dapat mengalami pengurangan atau bahkan hilang akibat beberapa proses seperti fotosintesis dan evaporasi. Mikroalga (fitoplankton) sebagai tumbuhan mikroskopis bersel tunggal yang hidup di lingkungan yang mengandung air, tumbuh dan berkembang dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi dan nutrien anorganik sederhana seperti

CO₂, komponen nitrogen terlarut dan fosfat. Kemampuan fitoplankton untuk berfotosintesis, seperti tumbuhan darat lainnya yakni dapat memanfaatkan seoptimal mungkin untuk menyerap CO₂. Jumlah CO₂ yang dipakai oleh fitoplankton untuk fotosintesis adalah sebanding dengan jumlah materi organik C₆H₁₂O₆ yang dihasilkan (Effendi, 2003).

g. Nitrat

Nitrat merupakan hasil dari oksidasi Nitrit dengan bantuan bakteri Nitrobacter. Nitrat dan Nitrit selalu ada dalam konsentrasi yang rendah karena tidak stabil akibat proses oksidasi dan sangat tergantung pada keberadaan bahan yang dioksidasi dan bakteri. Nitrat termasuk salah sumber nutrisi yang dimanfaatkan oleh fitoplankton sebagai sumber makanannya, sehingga keberadaan nitrat dapat dikaitkan dengan kelimpahan fitoplankton. Nitrat berasal dari bahan organik melalui proses dekomposisi. Pada kegiatan budidaya bahan organik diperoleh dari sisa metabolisme organisme maupun pakan pelet. Penguraian bahan organik memerlukan oksigen sehingga mempengaruhi jumlah oksigen dalam perairan. Apabila oksigen di

perairan menurun, maka proses dekomposisi tidak akan menghasilkan Nitrat dan akan menghasilkan amonia. Pada perairan yang kaya akan bahan organik yang berlebih, akan mudah mengalami eutrofikasi atau blooming algae sebagai akibat meningkatnya nutrien atau zat pencemar. Hal tersebut dapat menghambat penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan dan menurunkan kadar oksigen sehingga kurang menguntungkan bagi ekosistem air (Simbolon, 2016). Kandungan nitrat dalam perairan memiliki peran terhadap pertumbuhan fitoplankton. Menurut Mackentum (1969), fitoplankton dapat tumbuh optimal pada konsentrasi nitrat berkisar antara 0,9 – 3,5 mg/L. Sedangkan pada konsentrasi di bawah 0,01 mg/L atau di atas 4,5 mg/L nitrat dapat menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan fitoplankton. Berdasarkan tingkat kesuburan perairan terhadap kandungan nitrat, perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat 0-1 mg/L, mesotrofik dengan kadar nitrat 1-5 mg/L dan eutrofik dengan kadar nitrat 5-50 mg/L (Effendi, 2003). Pada perairan yang terlalu subur, perkembangan plankton akan tumbuh dengan cepat

dan harus dikendalikan karena bila terlalu subur dapat mengakibatkan blooming algae, yang dapat membahayakan bagi kehidupan di perairan.

h. Posfat

Menurut Effendi (2003) fosfat adalah bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan dan merupakan unsur esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga, sehingga dapat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan. Fosfor di perairan berbentuk senyawa fosfat yang terdiri atas fosfat terlarut dan fosfat partikulat, dimana fosfat terlarut terbagi menjadi fosfat organik dan fosfat anorganik yang terdiri dari ortofosfat dan polifosfat. Dalam kegiatan budidaya, pakan pelet yang diberikan merupakan sumber fosfat. Dalam pakan ikan, kadar fosfat berkisar 0,96%. Pakan yang setiap hari diberikan tidak semuanya dimakan ikan, akan tetapi 10-15% akan jatuh ke dasar perairan, mengendap dan larut sehingga melepaskan unsur fosfat ke dalam perairan. Menurut Effendi (2003), pada perairan yang cukup mengandung fosfat, maka algae mengakumulasi fosfor di dalam sel melebihi kebutuhannya atau dapat disebut konsumsi lebih (luxury consumption).

B. Faktor Pembatas

a. Intensitas Cahaya

Cahaya matahari merupakan faktor utama yang memengaruhi pertumbuhan fitoplankton dalam melakukan fotosintesis, masuknya cahaya matahari ke dalam perairan dapat memengaruhi sifat optik yang ada di dalamnya. Intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan menentukan keberhasilan pertumbuhan pada fitoplankton. Fitoplankton tentunya membutuhkan cahaya matahari yang cukup karena merupakan organisme yang bersifat autotrofik dan mampu menghasilkan bahan makanannya dengan cara fotosintesis. Nilai intensitas cahaya juga dipengaruhi oleh suhu dan tingkat kekeruhan. Intensitas cahaya yang tinggi akan menghasilkan laju fotosintesis yang tinggi bagi fitoplankton begitupun sebaliknya apabila intensitas cahaya menurun maka laju fotosintesis akan berkurang sehingga cahaya matahari juga menjadi faktor pembatas dalam menentukan produktivitas fitoplankton. Penetrasi cahaya yang menembus ke dalam perairan dapat mempengaruhi distribusi vertikal dari fitoplankton. Distribusi vertikal dapat menyebabkan perbedaan kelimpahan

suatu organisme sehingga memengaruhi tingkat kecerahan perairan (Zainuri dkk., 2023).

b. Kekeruhan

Kekeruhan di suatu perairan merupakan keadaan dimana terdapat zat-zat padat seperti lumpur, pasir, partikel tersuspensi, dan organisme mikroskopis lainnya. Kekeruhan di perairan dapat memengaruhi masuknya cahaya matahari ke kolom perairan sehingga produktivitas fitoplankton akan mengalami penurunan. Kekeruhan dapat menggambarkan sifat perairan berdasarkan seberapa banyak cahaya diserap oleh zat-zat yang terdapat di dalamnya. Cahaya matahari memiliki kemampuan menembus dasar perairan yang dipengaruhi oleh kekeruhan, yang dimana tingkat kekeruhan perairan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan biota. Kekeruhan yang terjadi disebabkan adanya masukan bahan organik dan anorganik dari aktivitas manusia, ataupun dari sedimen aliran sungai, hal ini dapat menurunkan tingkat kecerahan perairan (Suhendar dkk., 2020).

c. Suhu

Suhu merupakan pembatas antara organisme di perairan yang dapat memengaruhi aktivitas

fisiologis dan biologis berbagai kelarutan gas perairan, pengukuran suhu penting dilakukan karena suhu memiliki metabolisme tinggi, jika pernapasan organisme perairan meningkat maka akan terjadi peningkatan konsumsi oksigen di perairan. Fitoplankton sering melakukan migrasi agar mendapat pemasukan oksigen lebih (Aryawati dkk., 2011). Terdapat beberapa faktor yang dapat membantu peningkatan suhu di perairan, seperti intensitas cahaya, kecepatan angin, presipitasi, evaporasi, dan faktor fisika. Adanya evaporasi di perairan dapat meningkatkan suhu karena memiliki aliran bahan udara yang masuk ke permukaan laut, sedangkan presipitasi terjadi karena adanya curah hujan yang dilalui sehingga menurunkan kualitas suhu perairan (Adharini dkk., 2021). Menurut Tambaru (2003) suhu dengan kisaran 20-30°C menjadi suhu optimal fitoplankton dalam melakukan perkembangbiakan dengan baik. Suhu dengan metabolisme tinggi menyebabkan pemasukan oksigen di perairan meningkat (Adharini dkk., 2021).

d. salinitas

Salinitas merupakan hasil konsentrasi larutan garam yang berasal di dalam perairan, dengan adanya salinitas yang tinggi perairan akan semakin tinggi tekanan osmotik (Vicky dkk., 2020). Penurunan tingkat salinitas perairan terjadi karena masuknya air tawar dari sungai dan adanya presipitasi, sedangkan salinitas akan meningkat apabila adanya evaporasi, hal ini yang mendasari kadar salinitas di perairan berbeda terhadap waktu dan letak geografis (Talley, 2002).

Fitoplankton memiliki kisaran salinitas yang dapat ditoleransi yaitu antara 28-34 ppt. Hal ini diperkuat oleh Supriadi (2001) bahwasanya kadar salinitas di suatu perairan umumnya berkisar 24ppt-35ppt. Secara vertikal angin dapat menentukan tersebarnya salinitas di perairan, begitu pula kadar salinitas akan meningkat jika kedalaman semakin dalam. Apabila terjadi upwelling dengan meningkatnya massa air maka salinitas pun akan meningkat. Adanya beberapa faktor seperti penguapan, curah hujan, aliran sungai, dan sirkulasi air dapat memengaruhi persebaran salinitas di perairan (Aryawati, 2011).

e. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan kemampuan perairan yang digunakan dalam memasukkan atau melepaskan ion hidrogen yang dapat mengetahui asam basanya suatu perairan, pH juga dapat menentukan terlarut tidaknya suatu zat di perairan dan menentukan dominansi fitoplankton yang dimana alga biru cenderung mengalami pertumbuhan negatif terhadap keasaman (Irawati dkk., 2013). Biota laut dapat hidup di perairan yang memiliki pH netral dengan kadar basa lemah atau asam lemah. Kadar pH yang layak bagi biota laut berkisar antara 6,6-8,5. Perairan dengan tingkan keasaman tinggi ataupun sangat basa dapat membahayakan kehidupan fitoplankton dan biota laut lainnya, karena dapat menghambat proses respirasi serta metabolisme (Putra dkk., 2012). Menurut KEPMEN LH (2004) menyatakan bahwa 7-8,5 merupakan kadar keasaman optimal dalam berkembangbiaknya fitoplankton.

f. Arus

Arus merupakan suatu peristiwa dimana berpindahnya massa air dari satu tempat ke tempat yang lain, peristiwa tersebut terjadi karena adanya

faktor hembusan angin, pasang surut, dan gradien tekanan, dari beberapa faktor tersebut pasang surut dan angin menjadi faktor utama kuatnya tekanan arus perairan. Dalam melakukan migrasi secara horizontal dan penyebaran plankton arus menjadi parameter yang berperan, akan tetapi keseimbangan ekologis di perairan akan terganggu bila kecepatan arus terlalu kuat (Chang dkk., 2017). Pergerakan arus di perairan sangat berpengaruh bagi biota laut seperti plankton, dimana berperan sebagai organisme kecil di kolom air yang seluruh pergerakannya sangat terbatas (Adinugroho dkk., 2015). Menurut Wijayanti (2021), kecepatan arus yang kuat yaitu > 1 m/dtk, kecepatan arus sedang yaitu $0,1-1$ m/dtk, dan kecepatan arus lemah yaitu $0,1$ m/dtk. Arus di perairan memiliki kecepatan yang berbeda karena adanya tiupan angin terus menerus, densitas massa air, dan pasang surutnya kawasan pantai (Anwar, 2015).

g. Nitrat (NO_3)

Nitrat merupakan nutrisi utama fitoplankton dalam melakukan pertumbuhan di suatu perairan, konsentrasinya menjadi salah satu faktor yang dapat memengaruhi kesuburan perairan. Nitrat

digunakan dalam melakukan proses fotosintesis, dan pertumbuhan organisme, serta sebagai penyusun gen. Nitrat berasal dari adanya degradasi bahan organik, pembuangan limbah, dan proses difusi atmosfer (Hutabarat, 2000). Menurut Yuliana dkk (2012) kandungan nitrat dengan kisaran 0,9-3,5 mg/L menjadi sumber pertumbuhan fitoplankton yang optimal. Semakin dalam perairan maka kadar nitratnya semakin meningkat, namun nitrat dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan terbatasnya pertumbuhan ganggang sehingga berkurangnya kadar oksigen terlarut dan menyebabkan kematian (Reynolds, 1990).

h. Fosfat (PO_4)

Fosfat merupakan unsur esensial fitoplankton bagi metabolisme, dan salah satu faktor pembatas dalam pertumbuhannya jika memiliki kandungan dengan jumlah yang kurang optimal di perairan, fosfat bekerja dalam transfer energi sel dan pembentukan klorofil-a. Fosfat di perairan berasal dari adanya dekomposisi bahan organik, pelapukan batuan material, organisme yang mati, dan limbah industri aktivitas manusia (Purnamaningtyas dkk., 2010). Menurut Perkins (1974), kandungan fosfat di

perairan kurang dari 0,1 mg/L, kecuali perairan tersebut menerima masuknya limbah industri tertentu, dan daerah pemupukan fosfat. Perairan dengan kadar fosfat yang tinggi dapat menyebabkan eutrofikasi pada organisme di perairan tersebut. Daerah lepas pantai ke daerah pantai akan memengaruhi distribusi fosfat sehingga semakin tinggi konsentrasinya.

BAB V

ADAPTASI PLANKTON TERHADAP FAKTOR LINGKUNGAN

A. Adaptasi plankton untuk tetap melayang

fitoplankton jenis diatom beberapa mengandung minyak (fatty oils) yang ringan dalam selnya sehingga dapat mengurangi berat jenisnya dan menambah daya apungnya. Diatom juga beradaptasi morfologi untuk tetap melayang dengan beberapa cara yaitu :

- a) Tipe kantong, yakni dimiliki oleh diatom berukuran relatif besar dengan kandungan cairan ringan dalam selnya. Contohnya *Coscinodiscu*. Bentuknya juga menyerupai cakram seperti pada *Planktoniella* yang membentuk jalur zigzag sehingga tidak langsung terjun ke dasar air ketika tenggelam
- b) Tipe jarum atau rambut, berbentuk ramping memanjang seperti pada *Rhizosolenia*. Dapat juga membentuk rantai panjang saling bertautan seperti *Nitzschia seriata*
- c) Tipe pita, yang memiliki sel-sel lebar pipih dan saling bertautan mirip pita seperti pada *Fragillaria* dan *Climacodium*

- d) Tipe bercabang, dan terkadang membentuk rantai spiral untuk menghambat penenggelaman seperti pada jenis *Chaetoceros* dan *Corethron*.

Zooplankton umumnya mempunyai kemampuan bergerak atau berenang meskipun terbatas. Zooplankton seperti Copepoda dan Eufasid diperlengkapi dengan umbai-umbai yang digunakan sebagai kaki renang. Dengan kemampuan itu mereka dapat melakukan gerakan migrasi vertikal. Dalam suatu percobaan dapat dibuktikan bahwa Copepoda yang tidak bergerak akan tenggelam juga, dengan kecepatan yang berbanding terbalik dengan ukuran panjangnya. Makin kecil makin lambat laju penenggelamannya. Meskipun demikian, banyak juga zooplankton yang mempunyai bentuk morfologi yang adaptif untuk menahan laju penenggelamannya. Ada juga *Velella* yang mempunyai gelembung yang membuatnya dapat terapung dipermukaan. Ada yang mempunyai bentuk seperti payung seperti yang terdapat pada ubur-ubur, yang dalam tubuhnya juga terdapat banyak air yang membantu daya apungnya. Ada pula yang mempunyai umbai-umbai dan antenanya bercabang-cabang yang banyak terdapat pada Copepoda *Oithona* sp. Atau badannya berbentuk lebar dan pipih seperti *Copepoda Sapphirina*. Kerapatan (massa per satuan volume) zooplankton lebih besar dibandingkan dengan

air. Hal ini mengakibatkan setiap organisme zooplankton akan cenderung tenggelam, hal ini menjadi sesuatu yang merugikan bagi kelangsungan hidup zooplankton. Zooplankton tenggelam keluar dari wilayah-wilayah dimana banyak terdapat makanan, yaitu fitoplankton (Nybakken, 1992). Distribusi zooplankton secara vertikal tergantung dari pergantian musim dan hubungan keberadaan kelompok. Apabila perairan menjadi lebih dingin, maka zooplankton akan naik keatas karena lapisan ini miskin oksigen. Ada faktor lingkungan yang juga ikut mempengaruhi daya apung zooplankton, yakni viskositas atau kekentalan air laut, yang bergantung dari suhu dan salinitas (kadar garam). Makin tinggi suhu air atau makin rendah salinitas akan menyebabkan viskositas menurun, dan menyebabkan zooplankton lebih mudah tenggelam. Untuk mengatasi itu maka ukuran zooplankton harus kecil untuk mempertahankan daya apungnya

B. Ragam bentuk plankton

Plankton memiliki berbagai bentuk dan ukuran, dan dikelompokkan menjadi dua kategori utama: fitoplankton (tumbuhan) dan zooplankton (hewan). Fitoplankton, seperti diatom dan dinoflagellata, berfotosintesis untuk membuat

makanan sendiri, sedangkan zooplankton memakan organisme lain untuk bertahan hidup.

Berikut adalah beberapa ragam bentuk plankton:

1. Fitoplankton:

a. Diatom:

Plankton ini memiliki cangkang silika yang khas dan seringkali berbentuk seperti kotak atau tabung.

b. Dinoflagellata:

Plankton ini memiliki dua flagel (cambuk) yang digunakan untuk bergerak, dan beberapa di antaranya dapat menghasilkan cahaya (bioluminescent).

c. Flagellata:

Kelompok ini mencakup berbagai jenis plankton bersel tunggal yang memiliki flagel untuk bergerak, termasuk beberapa yang fotosintetik dan beberapa yang heterotrofik (memakan organisme lain).

d. okkolitofor:

Plankton ini memiliki cangkang yang terbuat dari lempengan kalsium karbonat yang disebut kokkolit.

2. Zooplankton:

a. Kopepoda:

Kelompok krustasea kecil yang sangat umum di laut dan merupakan makanan penting bagi banyak ikan.

b. Cladoceran:

Juga dikenal sebagai kutu air, kelompok ini adalah krustasea kecil yang sering ditemukan di perairan tawar.

c. Larva:

Banyak organisme laut memiliki tahap larva yang bersifat planktonik, termasuk larva ikan, krustasea, dan moluska.

d. Ubur-ubur:

Beberapa ubur-ubur berukuran kecil dapat dianggap sebagai zooplankton.

e. Krill:

Kelompok krustasea kecil yang mirip udang, sangat penting dalam rantai makanan laut.

Pengelompokan berdasarkan ukuran:

Plankton juga dapat dikelompokkan berdasarkan ukurannya, dari yang sangat kecil (pikoplankton) hingga yang relatif besar (megaplankton).

- Megaplankton: > 20 cm (contohnya: ubur-ubur besar)
- Makroplankton: 2-20 cm (contohnya: krill, cacing panah, ubur-ubur kecil)
- Mesoplankton: 0,2-2 mm (contohnya: kopepoda, cladoceran, larva)

- Mikroplankton: 20-200 μm (contohnya: diatom besar, foraminifera, naupli)
- Nanoplankton: 2-20 μm (contohnya: diatom kecil, flagellata, ciliate kecil)
- Pikoplankton: 0,2-2 μm (contohnya: bakteri, virus)

C. Warna dan Transparansi sebagai Adaptasi Lingkungan pada Plankton

Plankton merupakan organisme mikroskopis yang hidup melayang di perairan dan memiliki berbagai bentuk adaptasi morfologis untuk bertahan hidup dalam lingkungan akuatik yang dinamis. Salah satu adaptasi penting yang dimiliki oleh plankton adalah sifat warna dan transparansi tubuhnya. Transparansi merupakan ciri umum pada berbagai jenis zooplankton, yang berfungsi sebagai mekanisme kamuflase untuk menghindari deteksi visual oleh predator di lingkungan laut terbuka yang minim perlindungan fisik (Johnsen, 2001). Dengan tubuh yang hampir tidak terlihat di air, plankton dapat menurunkan kemungkinan tertangkap oleh pemangsa yang mengandalkan penglihatan, seperti ikan pelagik.

Sementara itu, warna tubuh pada plankton, terutama fitoplankton, berkaitan erat dengan kebutuhan fisiologis

seperti fotosintesis. Fitoplankton mengandung pigmen fotosintetik seperti klorofil-a, karotenoid, dan fikobilin yang tidak hanya memberi warna khas (hijau, merah, atau cokelat), tetapi juga berperan penting dalam penyerapan cahaya pada berbagai kedalaman air (Falkowski & Raven, 2007). Perbedaan jenis pigmen memungkinkan plankton untuk beradaptasi dengan spektrum cahaya yang tersedia di habitatnya. Di sisi lain, beberapa zooplankton mengembangkan warna tubuh kemerahan atau kebiruan akibat akumulasi pigmen seperti astaxanthin. Pigmen ini diketahui memiliki fungsi protektif terhadap radiasi ultraviolet dan berperan sebagai antioksidan, yang sangat penting terutama bagi plankton yang hidup di lapisan permukaan air (Hairston, 1976).

Selain itu, warna dan transparansi juga berperan dalam perilaku ekologis seperti migrasi vertikal harian (diel vertical migration). Beberapa zooplankton naik ke permukaan perairan pada malam hari untuk mencari makan dan turun ke kedalaman saat siang hari untuk menghindari predator. Dalam konteks ini, transparansi dan warna gelap seperti merah atau biru menjadi strategi penting untuk menyamarkan tubuh mereka dalam kolom air dengan intensitas cahaya yang berubah-ubah (Ringelberg, 1995). Dengan demikian, baik warna maupun transparansi

berfungsi sebagai bentuk adaptasi kompleks yang memungkinkan plankton mempertahankan kelangsungan hidupnya di berbagai kondisi lingkungan perairan.

BAB VI

PERANAN PLANKTON DALAM KEHIDUPAN MANUSIA TERMASUK BIOINDICATOR

A. Pendahuluan

Plankton merupakan organisme mikroskopis yang hidup melayang di kolom air dan terdiri atas dua kelompok utama, yaitu fitoplankton (plankton autotrof) dan zooplankton (plankton heterotrof). Meskipun berukuran kecil, peran plankton sangat besar bagi kelangsungan hidup makhluk hidup lainnya, termasuk manusia. Sebagai bagian paling dasar dalam rantai makanan laut dan penghasil utama oksigen dunia, plankton memberikan kontribusi ekologis, ekonomi, dan bahkan medis yang signifikan. Bab ini membahas berbagai peran penting plankton dalam kehidupan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung.

B. Peran Plankton bagi kehidupan manusia

a. Produsen Primer dalam Ekosistem Laut

Fitoplankton merupakan produsen primer di ekosistem laut yang berperan mengubah energi matahari menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis. Energi

yang dihasilkan fitoplankton menjadi dasar bagi seluruh jaring makanan laut, dari zooplankton hingga predator puncak seperti paus dan hiu. Tanpa keberadaan fitoplankton, produktivitas perairan akan menurun drastis dan mengganggu keseimbangan ekosistem laut secara keseluruhan. Dalam konteks ini, plankton menjadi fondasi utama produktivitas perikanan, yang secara langsung mendukung kebutuhan pangan manusia.

b. Penghasil Oksigen Atmosfer

Salah satu kontribusi paling signifikan dari fitoplankton adalah kemampuannya menghasilkan oksigen. Diperkirakan lebih dari 50% oksigen yang ada di atmosfer bumi berasal dari hasil fotosintesis fitoplankton di laut. Proses ini tidak hanya penting bagi kelangsungan hidup organisme laut, tetapi juga bagi seluruh makhluk hidup di daratan, termasuk manusia. Dengan luasnya distribusi fitoplankton di lautan, perannya dalam menjaga keseimbangan atmosfer sangat krusial dan sering kali tidak disadari oleh masyarakat luas.

c. Pendukung Budidaya dan Perikanan

Zooplankton, seperti rotifera dan *Artemia*, merupakan pakan alami utama bagi larva ikan dan udang. Dalam sektor akuakultur, ketersediaan pakan alami ini menentukan tingkat kelangsungan hidup benih serta efisiensi pertumbuhan. Selain itu, fitoplankton berperan dalam

menjaga kualitas air dengan menyerap senyawa nitrogen dan fosfat berlebih. Monitoring populasi plankton juga digunakan untuk menilai kesuburan dan kondisi perairan budidaya, sehingga sangat berperan dalam keberhasilan industri perikanan.

d. Sumber Pangan dan Suplemen Gizi

Beberapa jenis mikroalga, seperti *Spirulina* dan *Chlorella*, telah dikembangkan sebagai bahan pangan fungsional. Produk-produk ini banyak digunakan sebagai suplemen gizi karena kaya akan protein, vitamin B12, asam amino esensial, zat besi, serta antioksidan. Mikroalga ini telah digunakan secara luas dalam industri makanan kesehatan dan menjadi solusi potensial untuk menghadapi permasalahan gizi dan ketahanan pangan global, khususnya dalam populasi yang mengalami kekurangan protein atau makanan bergizi.

e. Aplikasi dalam Bidang Farmasi dan Kosmetik

Plankton juga memiliki nilai ekonomi tinggi dalam bidang farmasi dan kosmetik. Kandungan senyawa bioaktif seperti polisakarida, astaxanthin, dan pigmen karotenoid dalam mikroalga memiliki potensi sebagai antikanker, antimikroba, serta antioksidan. Ekstrak mikroalga digunakan dalam berbagai produk perawatan kulit, anti-penuaan, dan perlindungan terhadap radiasi UV. Dengan meningkatnya

permintaan terhadap produk alami dan ramah lingkungan, potensi komersial plankton dalam industri ini terus berkembang.

f. Peran dalam Mitigasi Perubahan Iklim

Plankton memainkan peran penting dalam siklus karbon global melalui proses yang dikenal sebagai *biological carbon pump*. Fitoplankton menyerap karbon dioksida dari atmosfer, dan sebagian karbon tersebut akan tersimpan di dasar laut melalui sedimentasi plankton mati atau ekskresi organisme yang memakannya. Proses ini berkontribusi terhadap pengurangan emisi karbon di atmosfer dan menjadi mekanisme alami dalam mitigasi perubahan iklim. Oleh karena itu, plankton memiliki peran ekologis strategis dalam menjaga stabilitas iklim bumi.

C. Plankton sebagai bioindikator

Keberadaan jenis plankton tertentu pada suatu perairan dapat memberikan informasi mengenai kondisi perairan bersangkutan dalam keadaan bersih atau tercemar, sehingga plankton sebagai parameter biologi dapat dijadikan indikator untuk mengevaluasi kualitas suatu perairan atau sebagai bioindikator (Indah, 2014). Jenis tertentu bisa dilihat dengan pemantauan perairan dengan menggunakan indikator fitoplankton. Fitoplankton digunakan karena

memiliki siklus hidup yang singkat namun memiliki tingkat respon yang cepat terhadap perubahan lingkungan sekitarnya. Selain itu, fitoplankton juga merupakan produsen primer penghasil oksigen dan bahan organik di perairan. Potensi fitoplankton sebagai bioindikator terbaik di lingkungan tercemar dapat dilihat dari nilai kelimpahannya (Yunita dkk., 2015). Zooplankton juga memiliki peranan yang penting di perairan terutama dalam rantai makanan, organisme ini merupakan konsumen I yang berperan besar dalam menjembatani transfer energi dari produsen primer (fitoplankton) ke jasad hidup yang berada pada trophic level lebih tinggi (golongan ikan dan udang). Zooplankton terutama dimangsa hewan karnivor yang lebih besar sebagai produsen tersier. Proses ini akan berlangsung dari produsen tingkat IV, tingkat V, dan seterusnya, yang dapat digambarkan dalam rantai makanan (Yuliana, 2014). Plankton termasuk zooplankton dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk mengetahui kualitas dan kesuburan suatu perairan yang sangat diperlukan untuk mendukung pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut. Terdapat hubungan positif antara kelimpahan plankton dengan produktivitas perairan, zooplankton berperan dalam kemantapan produktivitas perairan.

Fitoplankton di rantai makanan berfungsi sebagai produsen primer yang dimakan oleh zooplankton. Zooplankton kemudian dimangsa ikan kecil pemakan plankton dan selanjutnya ikan-ikan tersebut dimakan oleh ikan karnivora yang lebih besar dan seterusnya. Dalam hal ini zooplankton merupakan organisme penting dalam pemanfaatan dan transfer energi. Hal ini dikarenakan zooplankton merupakan penghubung antara fitoplankton sebagai produsen dengan hewan lain dari tingkat trofik yang lebih tinggi. Kelimpahan zooplankton dapat menggambarkan kondisi kesuburan suatu perairan (Davis, 1955). Sebagian besar zooplankton menggantungkan sumber nutrisinya pada bahan organik, baik berupa fitoplankton maupun zat-zat organik yang masuk ke badan perairan (Barus, 2004). Waduk pada awal penggenangan akan mengalami pengayaan nutrisi (nutrient enrichment) yang disebabkan adanya masukan bahan organik maupun anorganik, sehingga mengakibatkan berubahnya komunitas plankton di perairan waduk (Suryanto dan Herwati, 2009).

Pendugaan status trofik berdasarkan zooplankton mengacu pada (Goldman & Horne, 1994):

1. Oligotrofik yaitu perairan yang mempunyai tingkat kesuburan rendah dengan kelimpahan zooplankton kurang dari 1 ind/L.

2. Mesotrofik yaitu perairan yang mempunyai tingkat kesuburan sedang dengan kelimpahan zooplankton antara 1-500 ind/L.

3. Eutrofik yaitu perairan yang mempunyai tingkat kesuburan tinggi dengan kelimpahan zooplankton lebih dari 500 ind/L.

Beberapa indeks sudah dikembangkan yang digunakan dalam mengevaluasi kualitas air menggunakan zooplankton yaitu Wetland Zooplankton Index (WZI) dan Saprobity Index (SaI). WZI merupakan indeks biotik yang dikembangkan untuk menilai kualitas perairan danau di Amerika Utara. Indeks ini menginteraksikan kelompok taksa sensitif dan toleran dengan kondisi lingkungan (tingkat degradasi) (Lougheed & Fraser, 2002). Nilai WZI berkisar antara 2 (kualitas perairan jelek) sampai 5 (kualitas perairan baik) (Khalifa dkk., 2015). Indeks Saprobik digunakan untuk mengetahui tingkat ketergantungan atau hubungan antara organisme dengan senyawa yang menjadi sumber nutrisinya sehingga dapat diketahui hubungan kelimpahan zooplankton dengan tingkat pencemaran suatu perairan. Indeks Saprobik menunjukkan kualitas air yang berhubungan dengan pencemaran organik di suatu ekosistem perairan. Sistem Saprobik didasarkan pada zonasi yang berbeda berdasarkan pengkayaan bahan organik (Rosenberg, 2002).

Contoh plankton sebagai bioindikator dari penelitian:

Jenis fitoplankton yang melimpah ditemukan saat musim hujan adalah *Rhizosolenia hebetata*. Kelimpahan *R. hebetata* di Stasiun 5 yang merupakan perairan pantai disebabkan karena *R. hebetata* merupakan plankton yang hidup di perairan laut dan sebagai spesies eurythermik (toleransi suhu yang luas) serta menyukai salinitas yang tinggi. Menurut Khasanah (2013), *R. hebetata* mampu hidup pada suhu relatif rendah dan fosfat nitrat yang relatif tinggi. Kandungan N total pada Stasiun 5 (musim hujan) sebesar 5,767 mg/L yang masih sesuai dengan standar baku mutu. Menurut Haninuna (2015), spesies *R. hebetata* merupakan spesies plankton yang dapat digunakan sebagai bioindikator perairan yang mengandung bahan organik tinggi. Jenis plankton yang melimpah berikutnya *Gyrosigma attenuatum* pada musim kemarau. Spesies *Gyrosigma attenuatum* termasuk spesies diatom epipelik (yang hidup pada lumpur/sedimen) (Nontji, 2008). Melimpahnya *G. attenuatum* berkaitan dengan jenis sedimen pada Stasiun 1 di dominasi oleh lanau (46,25%). Menurut Hariyati dkk (2009), bahwa dominannya sedimen berupa lumpur halus menyebabkan jumlah spesies diatom epipelik tinggi. Selain itu, melimpahnya *G. attenuatum* disebabkan adanya

fenomena pengadukan massa air pada Stasiun 1 karena fenomena banjir rob.

Jenis plankton yang umum ditemukan hampir di semua stasiun antara lain *Coscinodiscus* sp., *Pleurosigma* sp., *Trichodesmium erythraeum* . Secara umum, *Coscinodiscus* sp., *Pleurosigma* sp., merupakan diatom yang kosmopolit dan toleran terhadap perubahan lingkungan yang terjadi. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Soedarsono (2013), bahwa *Coscinodiscus* sp., *Pleurosigma* sp., termasuk jenis fitoplankton yang mampu mempertahankan dirinya terhadap kondisi perairan yang buruk. Menurut Haumahu (2004), spesies *Coscinodiscus* sp., *Pleurosigma* sp., dapat digunakan sebagai indikator pencemaran bahan organik.

BAB VIII

TEKNIK PENCUPLIKAN, PENCACAHAN, SERTA PENGAWETAN PLANKTON

A. Teknik pencuplikan plankton

Pencuplikan plankton merupakan tahapan awal yang sangat penting dalam penelitian oseanografi biologi, ekologi perairan, dan pemantauan kualitas lingkungan akuatik. Data tentang kelimpahan, komposisi, dan distribusi plankton tidak akan akurat tanpa metode pencuplikan yang tepat. Teknik pencuplikan plankton memerlukan pemahaman mengenai jenis plankton yang ditargetkan (fitoplankton atau zooplankton), kondisi lingkungan perairan, serta penggunaan alat dan prosedur yang sesuai dengan standar ilmiah. Bab ini membahas secara rinci prosedur pencuplikan plankton, baik di perairan laut maupun tawar, mulai dari perencanaan hingga penanganan sampel pasca pengambilan.

Pencuplikan plankton bertujuan untuk mendapatkan sampel representatif dari komunitas plankton di suatu badan air. Beberapa prinsip utama dalam pencuplikan antara lain:

- Representativitas: Sampel harus mewakili kondisi aktual perairan di lokasi dan waktu tertentu.
- Repetabilitas: Teknik yang digunakan harus memungkinkan hasil yang konsisten jika diulang.

- Sterilisasi dan Kontaminasi: Alat harus bersih agar tidak terjadi kontaminasi silang.
- Kesesuaian alat: Pemilihan alat harus disesuaikan dengan ukuran plankton dan kedalaman sampling.

1. Teknik Pencuplikan Fitoplankton

Fitoplankton berukuran kecil (umumnya $<200\ \mu\text{m}$) dan tersebar homogen di kolom air, sehingga teknik pencuplikan memerlukan ketelitian:

a. Menggunakan Botol Van Dorn

- Digunakan untuk mengambil sampel air pada kedalaman tertentu.
- Botol diturunkan hingga kedalaman yang ditentukan, kemudian ditutup dengan messenger.
- Air dimasukkan ke botol sampel, disaring menggunakan kertas saring atau langsung diawetkan.

b. Metode Grab Sampling (Permukaan)

- Air diambil langsung dari permukaan menggunakan botol steril.
- Cocok untuk perairan dangkal, kolam, atau tambak.

c. Penggunaan Jaring Fitoplankton (Fine Mesh Net)

- Mesh size: $10\text{--}20\ \mu\text{m}$.
- Air ditarik dengan tow horizontal atau vertikal.
- Hasil dikumpulkan di tabung kolektor (cod-end).

2. Teknik Pencuplikan Zooplankton

Zooplankton umumnya lebih besar dari fitoplankton dan tidak tersebar homogen. Oleh karena itu, metode pengambilan disesuaikan:

a. Vertical Tow

- Plankton net diturunkan ke dasar kolom air, kemudian ditarik ke atas secara vertikal.
- Umum digunakan di laut atau danau dalam.

b. Horizontal Tow

- Jaring ditarik mendatar dengan kapal kecil atau perahu.
- Kecepatan penarikan $\pm 1-2$ knot agar plankton tidak rusak.

c. Oblique Tow (Diagonal)

- Penarikan secara diagonal dari kedalaman tertentu ke permukaan.
- Cocok untuk menangkap variasi plankton di berbagai kedalaman.

d. Volume Air yang Disaring

- Dihitung menggunakan flowmeter yang terpasang di mulut jaring.
- Penting untuk menghitung kelimpahan plankton (individu/m^3).

3. Penanganan Sampel di Lapangan

- Sampel plankton segera dimasukkan ke botol sampel steril.
- Penambahan larutan pengawet:
 - *Formalin 4%* (untuk zooplankton).
 - *Larutan Lugol 1%* (untuk fitoplankton, menjaga struktur dan warna).
- Botol diberi label lengkap: lokasi, waktu, kedalaman, dan jenis sampel.

4. Kesalahan Umum dalam Pencuplikan

- Mesh terlalu besar atau kecil → kehilangan plankton target.
- Kecepatan towing terlalu cepat → plankton rusak.
- Pengawetan tidak sesuai → sampel membusuk atau tidak dapat dianalisis.
- Tidak mencatat data lapangan → data tidak dapat ditafsirkan.

B. Pencacahan Plankton

Pencacahan plankton merupakan tahap lanjutan setelah pencuplikan dan pengawetan sampel. Proses ini bertujuan untuk menentukan kelimpahan, komposisi jenis, dan struktur komunitas plankton di suatu perairan. Data hasil pencacahan sangat penting dalam kajian produktivitas

perairan, evaluasi kualitas lingkungan, serta dalam mendukung pengelolaan sumber daya hayati akuatik. Teknik pencacahan harus dilakukan secara cermat dan sistematis agar data yang dihasilkan valid, dapat diulang, dan merepresentasikan kondisi plankton di lokasi pengambilan sampel.

Tujuan Pencacahan Plankton

Pencacahan dilakukan untuk:

- Menentukan kelimpahan plankton (jumlah individu/m³).
- Mengidentifikasi komposisi dan dominansi spesies.
- Menganalisis indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi.
- Melihat pola distribusi plankton secara spasial atau temporal.

1. Persiapan Sebelum Pencacahan

Sebelum melakukan pencacahan, beberapa hal perlu dipersiapkan:

- Homogenisasi sampel: Sampel dikocok perlahan agar plankton tersebar merata.
- Penyaringan (jika diperlukan): Mengurangi partikel besar atau sedimen.
- Pewarnaan: Untuk memperjelas morfologi plankton (khusus pada pengamatan mikroskopis).

- Pemilihan metode hitung: Disesuaikan dengan kepadatan sampel dan tujuan analisis.

2. Alat dan Bahan yang Digunakan

Alat/ Bahan	Fungsi
Mikroskop	Mengamati dan mengidentifikasi plankton
Counting chamber (ruang hitung Sedgwick-Rafter atau Bogorov)	Tempat hitung terstandar
Pipet mikrovolume	Mengambil volume kecil sampel secara presisi
Botol sampel	Menyimpan sampel homogen sebelum dianalisis
Kertas pencatatan	Merekam hasil pengamatan dan identifikasi

3. Metode Pencacahan Plankton

a. Pencacahan Langsung (Direct Counting)

Metode ini dilakukan dengan menghitung individu plankton di bawah mikroskop menggunakan ruang hitung Sedgwick-Rafter (SR).

Langkah-langkah:

1. Ambil 1 mL sampel homogen menggunakan pipet.
2. Masukkan ke dalam ruang hitung SR.

3. Diamkan beberapa menit agar organisme mengendap dan tidak bergerak.
4. Hitung jumlah individu dalam kotak-kotak mikroskopis sesuai sistem acak atau sistematis.
5. Hitungan dikonversi ke nilai individu per m^3 .

Rumus Kelimpahan Plankton

$$N = \frac{nxVs}{VaxVo}$$

Di mana:

- N = jumlah individu per m^3
- n = jumlah individu yang dihitung
- V_s = volume air yang disaring (m^3)
- V_a = volume sampel akhir (mL)
- V_o = volume yang diamati di SR chamber (mL)

b. Metode Subsampling

Jika konsentrasi plankton terlalu tinggi, dilakukan pengenceran atau pembagian volume (subsampling) agar jumlah organisme dalam bidang hitung terkendali.

c. Metode Penghitungan Parsial (Partial Count)

Hanya sebagian kotak atau garis pada chamber yang dihitung, kemudian dikalikan dengan faktor koreksi (misalnya, hitung 10 dari 100 kotak → total x10).

4. Identifikasi Taksonomi Sederhana

Identifikasi dilakukan bersamaan dengan pencacahan. Klasifikasi biasanya sampai tingkat genus atau

famili, tergantung keperluan dan keterampilan pengamat. Buku kunci identifikasi, atlas plankton, dan foto mikroskop digital sangat membantu dalam proses ini.

5. Pencatatan dan Interpretasi Data

Hasil pencacahan dicatat dalam tabel berikut:

Spesies/Genus	Jumlah Individu	Kelimpahan (/m ³)	Keterangan morfologi
<i>Navicula sp.</i>	25	2.500	Diatom, bentuk lonjong
<i>Brachionus sp.</i>	40	4.000	Rotifera, kutikula keras

Setelah itu, data dapat dianalisis lebih lanjut menggunakan:

- Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H')
- Indeks dominansi Simpson
- Analisis komunitas (misalnya dominansi fitoplankton tertentu sebagai indikator eutrofikasi)

6. Kesalahan Umum dalam Pencacahan

- Pengocokan sampel terlalu kuat → plankton rusak
- Volume chamber tidak diisi penuh → tidak representatif

- Mikroskop tidak dikalibrasi → kesalahan perbesaran dan hitungan
- Kesalahan identifikasi → data taksonomi tidak valid

C. Pengawetan Plankton

Pengawetan plankton merupakan tahap penting dalam rangka menjaga kondisi fisik dan morfologi organisme plankton setelah pencuplikan, agar dapat dianalisis kemudian di laboratorium. Karena plankton bersifat rapuh dan mudah mengalami dekomposisi, penanganan pasca-sampling sangat menentukan keberhasilan identifikasi dan pencacahan. Teknik pengawetan yang tidak tepat dapat menyebabkan rusaknya struktur seluler plankton, perubahan warna, bahkan hilangnya ciri taksonomi penting. Oleh karena itu, pemilihan jenis pengawet, konsentrasi, serta cara penyimpanan harus disesuaikan dengan jenis plankton dan tujuan analisis.

Tujuan Pengawetan Plankton

Tujuan utama pengawetan plankton adalah:

- Mencegah dekomposisi biologis atau pembusukan sampel.
- Mempertahankan struktur morfologi plankton agar tetap dapat diidentifikasi.

- Menjaga warna alami (khusus untuk fitoplankton) agar pigmen tetap terlihat.
- Memungkinkan penyimpanan jangka menengah hingga panjang untuk analisis laboratorium.

Bahan Pengawet yang Umum Digunakan

Jenis Bahan Pengawet	Konsentrasi Umum	Target Plankton	Keterangan
Larutan Lugol (Iodin)	1%	Fitoplankton	Menjaga warna dan struktur kloroplas, bersifat asam
Formalin Netral	4–10%	Zooplankton	Mengawetkan jaringan lunak, tetapi dapat merusak pigmen
Etanol Absolut	70–95%	DNA/plankton genetik	Umumnya digunakan untuk analisis molekuler,

			bukan morfologi
Glutaraldehyde	2–5%	Plankton sensitif	Lebih stabil untuk Scanning elektron mikroskopi (SEM), mahal dan beracun

1. Teknik Pengawetan Fitoplankton

a. Menggunakan Larutan Lugol

- Tambahkan larutan Lugol 1% ke dalam sampel air hingga volume akhir mencapai konsentrasi $\pm 1\%$.
- Warna sampel akan berubah menjadi kecoklatan.
- Simpan dalam botol kaca gelap dan simpan di tempat sejuk ($\pm 4-10^{\circ}\text{C}$).

Keunggulan: Mempertahankan bentuk sel, struktur kloroplas, dan menghambat pertumbuhan bakteri.

Kelemahan: Aroma tajam dan bersifat korosif.

b. Alternatif dengan Formalin Netral

- Tambahkan formalin 4% dengan penetral (CaCO_3) untuk mencegah perubahan pH.

- Cocok jika analisis tidak memerlukan pigmen warna.

2. Teknik Pengawetan Zooplankton

a. Formalin Netral 4%

- Tambahkan formalin netral hingga mencapai 4% dari total volume sampel.
- Sebelum itu, larutan formalin harus dinetralkan dengan natrium tetraborat atau kalsium karbonat agar pH tidak asam.
- Cocok untuk mengawetkan rotifera, copepoda, cladocera, dan larva ikan.

b. Etanol 70%

- Digunakan jika tujuan pengamatan adalah DNA/genetika, bukan morfologi.
- Tidak disarankan untuk identifikasi taksonomi karena menyebabkan pengerutan jaringan.

3. Prosedur Standar Pengawetan di Lapangan

1. Segera setelah pencuplikan, homogenkan sampel secara perlahan.
2. Tambahkan bahan pengawet ke dalam botol hingga proporsional (biasanya 1:10 hingga 1:20 tergantung jenis pengawet).
3. Label botol secara lengkap:
 - Lokasi pengambilan
 - Tanggal dan waktu

- Kedalaman
 - Jenis pengawet dan konsentrasi
4. Simpan di tempat teduh atau dalam kotak pendingin jika memungkinkan.
 5. Hindari suhu ekstrem dan sinar matahari langsung.
4. Penyimpanan Sampel yang Sudah Diawetkan

Jenis Sampel	Suhu Simpan Ideal	Wadah yang Disarankan	Lama Simpan Aman
Fitoplankton	4–10°C	Botol kaca gelap	Hingga 6 bulan (Lugol)
Zooplankton	Suhu ruang (naungan)	Botol plastik bersegel	3–6 bulan (Formalin)
Sampel genetik	-20°C (freezer)	Tabung mikrosentrifuge	>1 tahun (Etanol 95%)

Kesalahan Umum dalam Pengawetan

- Menggunakan pengawet terlalu pekat atau terlalu encer.
- Tidak menetralkan formalin sehingga merusak struktur organisme.

- Volume pengawet terlalu sedikit → sampel busuk.
- Botol tidak kedap udara → kontaminasi dan evaporasi.
- Label hilang atau tidak lengkap → data tidak dapat dilacak.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbarurrasyid, M., Prajayati, V. T. F., Katresna, M., Sudinno, D., & Sofian, S. (2023). Keanekaragaman temporal plankton sebagai bioindikator kualitas lingkungan di area tambak budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan Unram*, 13(3), 783-795.
- Amelia, S., & As' adi, M. A. (2024). Analisis Kandungan Nitrat, Fosfat, dan Amonia serta Pengaruhnya terhadap Kelimpahan Fitoplankton di Sungai Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 4(2), 1075-1085.
- Amin, R. M., Sohaimi, E. S., Anuar, S. T., & Bachok, Z. (2020). Microplastic ingestion by zooplankton in Terengganu coastal waters, southern South China Sea. *Marine pollution bulletin*, 150, 110616.
- Ardyna, M., & Arrigo, K. R. (2020). Phytoplankton dynamics in a changing Arctic Ocean. *Nature Climate Change*, 10(10), 892-903.
- Ariadi, H., Syakirin, M. B., Mardiana, T. Y., Soeprapto, H., Linayati, L., & Madusari, B. D. (2023). Kelimpahan plankton *Prorocentrum* sp. pada tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Agromix*, 14(2), 215-220.

- Dzhembekova, N., Zlateva, I., Rubino, F., Belmonte, M., Doncheva, V., Popov, I., & Moncheva, S. (2024). Spatial distribution models and biodiversity of phytoplankton cysts in the Black Sea. *Nature Conservation*, 55, 269-296.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air: Bagi pengelolaan sumber daya dan perairan*. PT Kanisius.
- Gaudin, M., Eveillard, D., & Chaffron, S. (2024). Ecological associations distribution modelling of marine plankton at a global scale. *Philosophical Transactions B*, 379(1909), 20230169.
- Hertika, A. M. S., Arsad, S., & Putra, R. B. D. S. (2021). *Ilmu tentang plankton dan peranannya di lingkungan perairan*. Universitas Brawijaya Press.
- Karpowicz, M., Ejsmont-Karabin, J., Kozłowska, J., Feniova, I., & Dzialowski, A. R. (2020). Zooplankton community responses to oxygen stress. *Water*, 12(3), 706.
- Lumenta, C. (2017). *Avertebrata Air*. Universitas Samratulangi Press. Manado
- McManus, M. A., & Woodson, C. B. (2012). Plankton distribution and ocean dispersal. *Journal of Experimental Biology*, 215(6), 1008-1016.
- Musafira, F., & Khairunnisa, K. (2023). Analisis kesuburan perairan di Krueng Geukuh, Aceh Utara berdasarkan

sebaran nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia*, 3(2), 66-78.

Nybakken JW. 1992. Marine Biology: An Ecological Approach. Gramedia, Jakarta

Putrisia, A. V., Ain, C., & Rahman, A. (2022). Analisa produktivitas primer sebagai upaya pengelolaan kualitas air di Waduk Jatibarang, Semarang. *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 18(1), 1-9.

Sianipar, H. F. (2020). Keanekaragaman Plankton di Pematangsiantar. Forum Pemuda Aswaja.

Sianipar, H. F., Sianturi, T., & Purba, J. S. (2022). Sosialisasi pentingnya plankton pada budidaya ikan di danau toba. *Jurnal Abdimas Bina Bangsa*, 3(1), 42-46.

Sigalingging, A., Bulan, D. E., & Suryana, I. (2023). Hubungan Kelimpahan Fitoplankton Dengan Kandungan Nitrat dan Fosfat Pada Tambak Secure Di Kampung Suaran, Kabupaten Berau. *BIOPROSPEK: Jurnal Ilmiah Biologi*, 15(2), 43-54.

Suhendar, D. T., Sachoemar, S. I., & Zaidy, A. B. (2020). Hubungan kekeruhan terhadap Suspended Particulated Matter (SPM) dan klorofil dalam tambak udang. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 4(3), 332-338.

- Wibowo, T. S. (2024). *Produktivitas Primer di Embung Kaliaji Kabupaten Sleman Yogyakarta pada Juni-Juli 2023* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Winder, M., & Sommer, U. (2012). Phytoplankton response to a changing climate. *Hydrobiologia*, 698(1), 5-16.
- Zainuri, M., Indriyawati, N., Syarifah, W., & Fitriyah, A. (2023). Korelasi intensitas cahaya dan suhu terhadap kelimpahan fitoplankton di Perairan Estuari Ujung Piring Bangkalan. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), 20-26.

BIOGRAFI PENULIS



Dr. Herna Febrianty Sianipar, S.Si., M.Si merupakan Dosen tetap Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar pada program studi manajemen pengelolaan sumberdaya perairan. Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 tahun 2013 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan, dan Tahun 2016 selesai Pendidikan S2 dari Magister Biologi Universitas Sumatera Utara. Telah menyelesaikan Pendidikan S3 Program Studi Doktor Biologi Universitas Brawijaya Malang dengan Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) dengan Mulai perkuliahan Doktor Biologi pada tahun 2023 dan selesai tahun 2025. Penulis telah menulis lima Buku Ber-ISBN diantaranya: Biologi Umum, Keanekaragaman Plankton di Kota Pematangsiantar, Avertebrata Air, Fisiologi Biota Air, Mikroba Perairan Danau Toba. Penulis juga aktif menulis artikel pada jurnal internasional bereputasi baik dalam negeri maupun luar negeri dan jurnal nasional serta penulis juga sebagai reviewer nasional maupun internasional bereputasi pada beberapa jurnal seperti jurnal Altifani, jurnal Faktori, jurnal Ahsana dan jurnal lainnya.