

2.	Analisis Sampel di Laboratorium.....	18
3.	Pengamatan dan Identifikasi Plankton .....	20
4.	Pengukuran Variabel Fitoplankton .....	21
D.	Analisis Data .....	24
IV.	HASIL.....	25
A.	Gambaran Umum Lokasi.....	25
B.	Parameter Lingkungan .....	15
C.	Kelimpahan Fitoplankton .....	28
D.	Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Oseanografi....	32
E.	Indeks Ekologi Fitoplankton.....	37
V.	PEMBAHASAN .....	38
A.	Parameter Fisika Kimia Perairan.....	38
B.	Kelimpahan Fitoplankton .....	43
C.	Indeks Ekologi.....	46
VI.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
	DAFTAR PUSTAKA .....	48
	LAMPIRAN .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Indeks Keanekaragaman.....	14
Tabel 2. Indeks Keseragaman.....	14
Tabel 3. Indeks Dominansi.....	15
Tabel 4. Rencana dan karakteristik Lokasi dan Stasiun Pengamatan.....	16
Tabel 5. Alat yang digunakan di Lapangan.....	17
Tabel 6. Indeks Keanekaragaman.....	12
Tabel 7. Indeks Keseragaman.....	12
Tabel 8. Indeks Dominansi.....	13
Tabel 9. Rencana dan karakteristik Lokasi dan Stasiun Pengamatan .....	14
Tabel 10. Alat dan Bahan yang digunakan di Lapangan.....	15
Tabel 11. Bahan yang digunakan di Laboratorium :.....	15
Tabel 12. Uji normalitas dengan Metode Kolmogorv-Smirnov dan Shapiro-Wilk .....	29
Tabel 13. Hasil Linearity Test .....	30
Tabel 14. Hasil Heteroskedastisitas .....	30
Tabel 15. Independent T-Test .....	31
Tabel 16. Hasil analisis varians antar stasiun .....	31
Tabel 17. Hasil analisis regresi.....	32
Tabel 18. Hasil analisis Pearson stasiun 1 .....	32
Tabel 19. Hasil analisis Pearson stasiun 2 .....	34
Tabel 20. Hasil uji homogenitas.....	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi Penelitian .....	14
Gambar 2. Komposisi jumlah jenis fitoplankton .....	29
Gambar 3. Indeks Ekologi Fitoplankton setiap stasiun pengamatan.....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.Data Kelimpahan Fitoplankton.....	56
Lampiran 2.Data Parameter Kimia-fisika .....	58
Lampiran 3.Uji Perbandingan .....	59
Lampiran 4.Uji Regresi.....	66
Lampiran 5.Dokumentasi Hasil Identifikasi Fitoplankton .....	69
Lampiran 6.Dokumentasi Penelitian di Lapangan dan Laboratorium .....	70

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Wilayah pesisir merupakan wilayah penerima tekanan lebih besar dibandingkan dengan wilayah lain, karena wilayah pesisir mempunyai fungsi sebagai penyedia sumberdaya alam, penyedia jasa-jasa pendukung kehidupan, penyedia jasa kenyamanan dan sebagai penerima limbah dari aktivitas pembangunan yang terdapat di lahan atas (lahan daratan) seperti kegiatan permukiman aktivitas perdagangan, perikanan dan kegiatan industri. Kesemua kegiatan tersebut memberikan dampak terhadap wilayah pesisir yang dapat mempengaruhi pada kualitas lingkungan terutama terhadap penurunan kualitas ekosistem pesisir (Asyiwati dan Akliyah, 2014).

Salah satu sumber daya hayati yang sangat penting keberadaannya dalam laut adalah fitoplankton. Keberadaan fitoplankton sangat dipengaruhi oleh kondisi parameter fisika dan kimia perairan antara lain nutrien, padatan tersuspensi, suhu dan salinitas. Tambaru *et al* (2020a) menyatakan bahwa nutrien berpengaruh terhadap kelimpahan populasi fitoplankton. Kelimpahan dan distribusi fitoplankton berkorelasi erat dengan suhu, kecerahan, salinitas, nitrat dan fosfat perairan. Komposisi dan kelimpahan fitoplankton berbeda-beda pada setiap perairan dan akan berubah sebagai respons terhadap perubahan-perubahan karakteristik lingkungan perairan baik fisika, kimia, maupun biologi (Radiarta, 2013).

Perairan pesisir bagian selatan Sulawesi Selatan merupakan daerah yang memiliki kepadatan penduduk cukup tinggi. dilihat dari banyaknya industri yang mulai berkembang di daerah pesisir seperti tempat pelelangan ikan, pariwisata, perbaikan kapal, pertambakan dan lain-lain sehingga memungkinkan banyak bahan-bahan organik dan anorganik yang masuk ke lingkungan perairan. Salah satunya adalah perairan Sanrobone yang dekat dengan daerah budidaya rumput laut dan pertambakan baik tradisional maupun intensif. Perairan lainnya adalah perairan Beba yang dekat dengan Dermaga Pangkalan Pendaratan Ikan Beba yang padat akan aktivitas transaksi nelayan dan wisata (BPS Sulsel, 2017). Karakteristik lingkungan adalah faktor yang sangat mempengaruhi terbentuknya suatu ekosistem perairan seperti parameter oseanografi fisik dan kimia. Peninjauan karakteristik lingkungan dapat berupa kegiatan yang meliputi pengukuran parameter fisik lingkungan perairan seperti pengukuran suhu, salinitas, arus, Ph,

kekeruhan dan pengukuran parameter kimia lingkungan seperti pengukuran kadar nitrat, fosfat, nitrit, amonia, silika. Sehingga aktivitas pesisir baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi parameter oseanografi fisik kimia pada akhirnya berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton.

Penelitian karakteristik lingkungan terkait dengan fitoplankton di perairan pesisir barat bagian utara Sulawesi Selatan telah banyak dilakukan, sebaliknya penelitian di perairan pesisir bagian selatan Sulawesi Selatan khususnya perairan Sanrobone dan Beba belum banyak dilakukan. Untuk maksud tersebut, maka telah dilakukan suatu penelitian menyangkut tinjauan karakteristik lingkungan terhadap kelimpahan fitoplankton di perairan pesisir bagian selatan Sulawesi Selatan.

## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui karakteristik lingkungan yang berpengaruh terhadap kelimpahan Fitoplankton
2. Mengetahui perbedaan kelimpahan fitoplankton antar stasiun/lokasi
3. Menentukan nilai indeks ekologi fitoplankton di lokasi penelitian.

Kegunaan dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan informasi tentang karakteristik lingkungan yang berpengaruh terhadap kelimpahan Fitoplankton di perairan pesisir Sulawesi Selatan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Plankton

Plankton merupakan sekelompok biota akuatik baik berupa tumbuhan maupun hewan yang hidup melayang maupun terapung secara pasif di permukaan perairan, dan pergerakan serta penyebarannya dipengaruhi oleh gerakan arus walaupun sangat lemah (Sumich, 1992; Nybakken, 1993; Arinardi, 1997). Plankton merupakan organisme-organisme mikroskopik yang jumlahnya banyak dan tidak dapat menahan gerakan air yang begitu besar (Nybakken, 1992). Ada beberapa dari golongan plankton perenang aktif walaupun demikian plankton tetap terombang-ambing oleh arus lautan (Hutabarat dan Evans, 2014). Menurut Sumich (1999), plankton dapat dibedakan menjadi dua golongan besar yaitu fitoplankton (plankton nabati) dan zooplankton (plankton hewani). Plankton berbeda dengan nekton, yang juga merupakan organisme pelagik, namun dapat berenang cukup kuat sehingga dapat melawan gerakan masa air (Asriyana dan Yuliana, 2012). Berbeda dengan Benthos (hewan dasar) yang hidup di wilayah benthic (dasar lautan), nekton dan plankton hidup di wilayah epipelagic atau biasa disebut dengan photic zone yaitu wilayah perairan yang mendapatkan suplai sinar matahari (Delisa, 2014).

Berdasarkan batasan biologi, plankton terbagi atas fitoplankton (plankton nabati) dan zooplankton (plankton hewani). Menurut batasan hidupnya, plankton digolongkan menjadi dua golongan yaitu holoplankton (plankton yang seluruh daur hidupnya sebagai plankton) dan meroplankton (plankton yang hanya sebagian daur hidupnya terutama stadia larva hidup sebagai plankton) (Asriyana dan Yuliana, 2012). Termasuk dalam golongan meroplankton ialah berbagai larva hewan laut yang pada stadium dewasa hidup sebagai bentos atau nekton (Nybakken, 1992).

### B. Fitoplankton

Fitoplankton adalah tumbuhan renik mikroskopis yang hidup mengambang atau melayang di dalam laut dan selalu terbawa oleh arus (Nybakken, 1992). Tumbuhan renik ini terdapat di laut, mulai dari tepi pantai, di muara sungai sampai ke tengah samudera, dari perairan tropis yang hangat sampai ke perairan kutub yang dingin. Fitoplankton merupakan mikroorganisme yang hidup melayang – layang di lautan, danau, sungai, dan badan air lainnya, merupakan mikroorganisme autotrof yang dapat menghasilkan makanan sendiri dengan bantuan sinar matahari (Thoha, 2004). Dalam dimensi vertikal,

tumbuhan renik ini terdapat mulai dari permukaan laut sampai kedalaman dimana cahaya surya dapat menembus laut, yang bisa mencapai kedalaman sampai sekitar 100-150 meter dibawah permukaan laut (Nontji, 2017). Fitoplankton diartikan sebagai alga laut bersel tunggal yang mampu bergerak dengan flagel (bulu cambuk) atau bergerak dengan cara mengikuti arus (Verlencar dan Desai, 2004). Fitoplankton merupakan tumbuhan yang memiliki ukuran 0,0001 mm sampai dengan 2 milimeter yang mampu bergerak ataupun mengalir mengikuti arus dari permukaan air laut sampai dengan kedalaman 100 meter dibawah permukaan laut (Nybakken, 1992). Fitoplankton mempunyai peranan penting di ekosistem pelagik yaitu sebagai produsen primer (primary productivity) zat-zat organik.

Fitoplankton mampu membuat ikatan-ikatan organik yang kompleks dari bahan anorganik yang sederhana (Hutabarat dan Evans, 2014) Fitoplankton juga merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat dijadikan indikator produktivitas primer perairan karena fitoplankton mampu melakukan fotosintesis dan hasil dari fotosintesis berupa oksigen yang dapat dimanfaatkan oleh biota di dalam perairan. Fitoplankton mempunyai beberapa jenis klorofil seperti klorofil a, b, dan c sehingga klorofil dari fitoplankton dapat dijadikan sebagai bahan pengukuran dari kesuburan perairan (Arifin, 2009). Fitoplankton merupakan alga ber sel tunggal yang hidup sendiri (solitary) atau berkoloni (colonial). Komponen utama fitoplankton di laut yaitu Diatom, Dinoflagellata, Coccolithophorids dan beberapa flagellata lainnya (Zeitzschel, 1978). Asriyana dan Yuliana (2012) menjelaskan ada lima kelompok besar fitoplankton yang hidup di perairan, yaitu Cyanophyta (alga biru), Chlorophyta (alga hijau), Chrysophyta (alga kuning), Phyrophyta dan Euglenophyta. Menurut Nybakken (1992) Fitoplankton di bagi menjadi dua kelompok besar yaitu diatom dan dinoflagelata.

## **1. Diatom**

Diatom merupakan fitoplankton yang pergerakannya sangat ditentukan oleh pergerakan air dan beberapa diatom bergerak lambat (Nontji, 2008). Umumnya ditemukan dalam bentuk uniseluler maupun berkoloni (Astuti dkk., 2012). Diatom mudah dibedakan dari dinoflagelata karena diatom hidup dalam suatu kotak gelas yang unik dan tidak memiliki alat-alat gerak. Berbeda dengan dinoflagelata yang memiliki dua flegela untuk digunakan bergerak di dalam air. Diatom memiliki warna emas-kecokelatan atau kuningkehijauan. Diatom merupakan tipikal fitoplankton yang mendominasi daerah yang beriklim sedang. Diatom merupakan produsen penting yang berperan sebagai dasar dari rantai makanan serta menjadi sumber makanan di laut (Bursch, 2008). Diatom merupakan



fitoplankton ber sel tunggal, dengan ukuran sel antara 2  $\mu\text{m}$  – 1000  $\mu\text{m}$ , dan beberapa spesies membentuk rantai yang lebih besar atau agregat lainnya dimana sel-sel individual disatukan oleh benang mucilaginous atau duri (Lalli dan Parsons, 1997). Menurut Arinardi dkk (1997), jenis diatom yang banyak dijumpai di perairan lepas pantai Indonesia antara lain *Chaetoceros* sp., *Rhizosolenia* sp., *Thalassiothrix* sp. dan *Bacteriastrium* sp, sedangkan pada daerah pantai atau muara sungai biasanya terdapat *Skeletonema* sp., dan kadang-kadang *Coscinodiscus* sp.

Diatom merupakan penyusun utama fitoplankton baik di ekosistem perairan tawar maupun laut dengan jumlah spesies terbesar dibandingkan komunitas mikroalga lainnya. Diatom mempunyai kontribusi 40 - 45% produktivitas laut sehingga lebih produktif dibandingkan dengan hutan hujan di seluruh dunia. Potensi diatom sebagai bioindikator lebih baik dibandingkan dengan kelompok organisme yang lainnya. Keunggulan tersebut karena distribusi luas, populasi variatif, penting dalam rantai makanan, dijumpai di hampir semua permukaan substrat (mampu merekam sejarah habitat), siklus hidup pendek dan reproduksi cepat, banyak spesies sensitif terhadap perubahan lingkungan, mampu merefleksikan perubahan kualitas air dalam jangka pendek dan panjang, mudah pencuplikan; pengelolaan dan identifikasinya (Gell *et al.*, 1999).

## **2. Dinoflagellata**

Dinoflagellata memiliki struktur tubuh yang berbeda dari fitoplankton kelompok diatom. Dinoflagellata dicirikan oleh sepasang flagela yang digunakan untuk bergerak di dalam air (Nybakken, 1992). Dinoflagellata memiliki ukuran sel dari 100 – 2000  $\mu\text{m}$  yang juga merupakan sel tunggal dari Kingdom Protista (Bursch, 2008). Dinoflagellata tidak memiliki kerangka luar yang terbuat dari silikin, namun akan tetapi memiliki lapisan selulosa yaitu suatu karbohidrat. Umumnya dinoflagellata berukuran kecil, hidup tunggal, dan jarang membentuk rantai. Sama halnya dengan diatom, dinoflagellata berkembang biak melalui proses pembelahan. Dinoflagellata mendominasi komunitas fitoplankton di perairan sub tropik dan tropik. Antara 1000 -1500 spesies dinoflagellata menempati lingkungan laut dan air tawar, tetapi sebagian besarnya (lebih dari 90%) hidup dilaut. Kelompok yang mewakili kelas ini umumnya berasal dari genera Peridinales yang meliputi *Ceratium*, *Gonyaulax* dan *Peridinium* dan genera Gymnodinales yang meliputi *Amphidinium*, *Ptychodiscus* (*Gymnodinium*) dan *Gyrodinium*. Dinoflagellata merupakan kelas fitoplankton yang sangat dominan pada kejadian HABs dan sering dihubungkan dengan meningkatnya masukan nutrisi ke ekosistem pesisir sebagai konsekuensi aktivitas manusia. HABs ini banyak

terjadi di area-area dimana aktivitas manusia atau populasi manusia tidak diperhatikan peningkatannya dan merupakan faktor-faktor yang berkontribusi dalam kejadian tersebut (Glibert *et al.*, 2005).

### **C. Kelimpahan Fitoplankton**

Kelimpahan fitoplankton berbeda-beda pada setiap perairan dan akan berubah-ubah pada berbagai tingkatan sebagai respons terhadap perubahan-perubahan kondisi lingkungan perairan baik fisika, kimia, maupun biologi baik pada perairan yang relatif berdekatan dan berasal dari masa air yang sama terlebih pada wilayah perairan yang relatif berjauhan (Tambaru *et al.*, 2021). Menurut Davis (1955), meledaknya kelimpahan populasi fitoplankton suatu spesies diakibatkan oleh adanya rangsangan dari organisme tersebut dan didukung oleh kondisi lingkungan dari perairan tersebut. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kelimpahan fitoplankton di dalam perairan yakni curah hujan yang membawa aliran unsur hara dari darat ke dalam perairan melalui aliran sungai, selain itu diakibatkan pula oleh pengadukan air laut di laut dangkal yang mengakibatkan unsur hara di dasar perairan terangkat. Keragaman kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh berbagai parameter oseanografi dan didominasi oleh ketersediaan nutrisi di dalam perairan dan apabila jumlah nutrisi sangat tinggi di perairan dapat memicu terjadinya HABs (Mujib *et al.*, 2015). Kelimpahan fitoplankton dinyatakan sebagai jumlah individu per satuan volume air atau jumlah individu fitoplankton/m<sup>3</sup> atau per liter air (Sachlan, 1972).

Diperkirakan sekitar 1400-1800 jenis diatom yang terdapat di perairan laut dunia namun sebagian tidak hidup sebagai plankton. Pada umumnya fitoplankton yang mendominasi di seluruh perairan dunia adalah diatom yang tergolong ke dalam kelas Bacillariophyceae. Menurut Nurfadillah *et al.* (2012) kelas Bacillariophyceae merupakan jenis diatom yang ditemukan melimpah karena fitoplankton dari kelas tersebut merupakan anggota utama fitoplankton yang terdapat di seluruh bagian perairan laut, baik perairan pantai maupun perairan oseanik. Sifatnya yang toleran terhadap kondisi perairan seperti suhu dan mampu beradaptasi dengan baik pada lingkungan perairan, sehingga dapat berkembang biak dengan cepat yaitu tiga kali dalam 24 jam, serta dapat memanfaatkan kandungan nutrisi dengan baik dan kelimpahannya dipengaruhi oleh sifatnya yang kosmopolit (penyebarannya luas) umumnya pada perairan laut (Burhanuddin, 2019). Kemudian fitoplankton yang sangat umum ditemukan di laut setelah diatom adalah Dinoflagellata yang tergolong ke dalam kelas Dinophyceae dan sangat melimpah di perairan tropis (Nontji, 2006).

## **D. Parameter Fisika-Kimia Lingkungan Perairan**

### **1. Suhu**

Menurut Nybakken (1992), suhu adalah ukuran energi gerakan molekul. Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Suhu merupakan parameter fisika yang sangat penting untuk kehidupan organisme di perairan laut dan payau. Kenaikan suhu di atas toleransi organisme dapat meningkatkan laju metabolisme, seperti pertumbuhan, reproduksi, dan aktivitas organisme.

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses fotosintesis fitoplankton di dalam perairan. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan fitoplankton di perairan tropis adalah berkisar antara 25-32°C (Aryawati, 2007). Secara umum laju fotosintesis fitoplankton akan meningkat dengan meningkatnya suhu perairan, namun akan turun secara drastis setelah mencapai suatu titik suhu tertentu. Hal ini disebabkan karena setiap spesies fitoplankton selalu beradaptasi terhadap suatu kisaran suhu tertentu (Tambaru et al., 2020b). Diatom tumbuh lebih pesat pada suhu yang relatif rendah jika dibandingkan dengan pada suhu yang tinggi. Jika suhu naik maka laju metabolisme air juga akan naik sehingga kebutuhan oksigen terlarut bagi organisme perairan meningkat dua kali lipat dengan adanya kenaikan suhu 10°C (Effendi, 2000).

### **2. Salinitas**

Salinitas adalah garam-garam terlarut dalam 1 kg air laut dan dinyatakan dalam persatuan perseribu. Salinitas mempunyai peranan yang penting dalam kehidupan organisme, misalnya dalam hal distribusi biota laut akuatik. Beberapa organisme ada yang tahan terhadap perubahan salinitas yang besar ada pula yang tahan terhadap salinitas yang kecil (Nybakken, 1992). Salinitas pada berbagai tempat di lautan terbuka yang jauh dari daerah pantai variasinya sempit saja, biasanya antara 34-37 ‰, dengan rata-rata 35 ‰. Perbedaan salinitas terjadi karena perbedaan dalam penguapan dan presipitasi. Salinitas lautan di daerah tropik lebih tinggi karena evaporasi lebih tinggi, sedangkan pada lautan di daerah beriklim sedang salinitasnya rendah karena evaporasi lebih rendah (Nybakken, 1992).

Salinitas berpengaruh dalam penyebaran plankton di perairan baik secara vertikal maupun horizontal (Romimohtarto & Juwana, 2001). Perairan dengan tingkat curah hujan tinggi dan dipengaruhi oleh aliran sungai memiliki salinitas yang rendah sedangkan

perairan dengan penguapan tinggi maka salinitasnya tinggi. Menurut Sachlan (1982), plankton air tawar hidup pada salinitas 0-10 ppt, pada salinitas 10-20 ppt hidup plankton air tawar dan laut, sedangkan untuk plankton air laut organisme ini mentolerir tingkat salinitas yang lebih besar yaitu 20 ppt. Secara vertikal nilai salinitas air laut akan semakin tinggi seiring bertambahnya kedalaman laut. Kisaran salinitas yang optimum untuk kehidupan fitoplankton adalah 28-34 ppt. Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Salah satu faktor yang mengakibatkan peningkatan salinitas di permukaan laut adalah upwelling. Hal ini dikarenakan proses alam tersebut mengangkat massa air bersalinitas tinggi di laut dalam (Aryawati, 2007).

### **3. Derajat Keasaman (pH)**

Nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan. Kemampuan air untuk mengikat dan melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan bersifat asam atau basa (Wibisono, 2005). Derajat keasaman dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni aktivitas biologi, masukan air limbah, suhu, fotosintesis, respirasi, oksigen terlarut dan kelarutan ion-ion dalam air.

Derajat keasaman (pH) yang ideal untuk kehidupan fitoplankton berkisar antara 6,5-8,0. (Syamsuddin, 2014). Hal serupa juga dikemukakan oleh Diansyah (2004) bahwa perairan yang baik bagi kehidupan organisme adalah perairan dengan pH 6,5 – 8,5. Nilai pH mempunyai peranan penting baik pada proses kimia maupun biologi yang menentukan kualitas perairan alami. Perairan yang asam kurang dari 6, organisme seperti zooplankton tidak akan hidup dengan baik. kondisi pH yang kurang dari 6 maupun lebih dari 9 dapat mengganggu proses metabolisme dari zooplankton. Organisme perairan dapat hidup pada nilai pH yang netral dengan kisaran toleransi antara asam lemah sampai basa lemah. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa membahayakan kelangsungan hidup organisme karena menyebabkan terjadinya gangguan pada proses metabolisme dan respirasi. Selain itu, pH yang sangat rendah (dalam kondisi asam) menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat toksik semakin tinggi yang tentunya mengancam kelangsungan hidup organisme akuatik. Kenaikan pH di atas netral juga mampu meningkatkan konsentrasi amoniak yang juga bersifat sangat toksik bagi organisme (Barus, 2004).

### **4. Kecepatan Arus**

Arus merupakan gerakan air permukaan yang umumnya disebabkan oleh adanya angin yang bertiup. Arus mempunyai pengaruh positif maupun negatif terhadap kehidupan biota perairan. Arus dapat mengakibatkan ausnya jaringan-jaringan jasad hidup yang tumbuh di daerah itu dan partikel-partikel dalam suspensi dapat menghasilkan pengikisan. Di perairan dengan dasar lumpur, arus dapat mengaduk endapan lumpur sehingga mengakibatkan kekeruhan air dan mematikan organisme. Kekeruhan yang diakibatkan juga dapat mengurangi penetrasi sinar matahari sehingga proses fotosintesis dapat terganggu. Manfaat dari arus bagi biota adalah menyangkut penambahan makanan bagi biota-biota tersebut dan pembuangan kotorannya (Silaban & Kadmaer, 2020). Arus memudahkan transportasi nutrient dan menyebabkan massa air menjadi homogen. Massa air yang homogen dapat menghindari besarnya fluktuasi suhu, salinitas, pH dan lain-lain. Arus merupakan salah satu parameter yang menunjang keberadaan organisme plankton di dalam perairan karena dapat membantu penyebaran dan migrasi horizontal plankton yang pergerakannya sangat tergantung pada pergerakan air (Romimohtarto & Juwana, 2001).

## **E. Unsur Hara**

Unsur Hara Kesuburan suatu perairan dapat dikaitkan dengan keberadaan plankton di perairan tersebut. Zat-zat hara anorganik utama yang diperlukan fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang biak ialah nitrogen (sebagai nitrat,  $\text{NO}_3^-$ ) dan fosfor (sebagai fosfat,  $\text{PO}_4^{2-}$ ) (Nybakken, 1992). Kebutuhan akan makronutrien dan mikronutrien oleh fitoplankton pada dasarnya adalah sama namun jumlah yang dibutuhkan berbeda. Penambahan beban masukan nutrien memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap perubahan fitoplankton pada perairan yang oligotrofik dibandingkan terhadap perairan yang eutrofik (Basmi, 1988). Asriyana dan Yuliana (2012) menjelaskan bahwa unsur hara lainnya juga dibutuhkan oleh fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang, namun dalam jumlah yang kecil. Nitrogen dan fosfor merupakan nutrien utama yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

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

Fosfat merupakan salah satu unsur yang diperlukan dan mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan hidup organisme di laut baik dalam pembuatan makanan atau dalam melakukan proses fotosintesis (Nybakken, 1992). Sumber alami fosfor di perairan adalah pelapukan batuan mineral. Selain itu, fosfor juga berasal dari dekomposisi bahan organik maupun hasil degradasi bahan organik dan limbah organik

seperti deterjen. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 menyebutkan bahwa kandungan fosfat untuk biota laut adalah 0,015 mg/L (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004). Menurut Risamasu, *et al.* (2011), konsentrasi fosfat rata-rata baik di lapisan permukaan maupun di lapisan dekat dasar adalah 0,006 mg/L. Adanya kadar fosfat yang tinggi dan rendah pada kedalaman tertentu dapat disebabkan oleh arus laut pada kedalaman tersebut yang membawa fosfat dan kelimpahan zooplankton. Klasifikasi fosfat di perairan yaitu 0.00 – 0.02 mg/L adalah perairan dengan kesuburan rendah, konsentrasi berkisar 0.02 – 0.05 mg/L kesuburan sedang, dan konsentrasi 0.05 – 0.20 mg/l kesuburan perairan tinggi dan lebih dari 0.20 mg/L kesuburan sangat tinggi (Poernomo & Hanafi 1982).

Fosfat keberadaannya sangat penting di dalam suatu perairan karena merupakan faktor pembatas serta berpengaruh terhadap produktivitas fitoplankton namun kadarnya dalam laut sangat kecil (Nybakken, 1992). Unsur hara fosfat diperlukan oleh plankton dikarenakan mampu mempertahankan fungsi dari membran sel (Nontji, 2006). Asriyana dan Yuliana (2012) memaparkan bahwa fitoplankton dapat tumbuh dengan baik pada konsentrasi fosfat 0,09 – 1,80 mg/L. Kandungan fosfat yang terdapat di perairan umumnya tidak lebih dari 0,1 mg/L. Perairan yang mengandung kadar fosfat yang cukup tinggi melebihi kebutuhan normal (ambang batas) organisme akuatik akan menyebabkan terjadinya eutrofikasi (Effendi, 2003). Fosfor tersimpan di sedimen dalam suatu siklus yang terjadi di lautan, umumnya dalam bentuk partikulat yang berikatan dengan oksida besi dan senyawa hidroksida. Senyawa fosfor yang terikat di sedimen dapat mengalami dekomposisi dengan bantuan bakteri maupun melalui proses abiotik yang menghasilkan senyawa fosfat terlarut yang dapat mengalami difusi kembali ke kolom air (Paytan dan McLaughlin, 2007).

## **2. Nitrat (NO<sub>3</sub>)**

Nitrat (NO<sub>3</sub>) adalah bentuk senyawa nitrogen yang merupakan sebuah senyawa yang stabil. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 menyebutkan bahwa kandungan nitrat untuk biota laut adalah 0,008mg/L (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004). Nitrat merupakan salah satu unsur hara yang paling dibutuhkan oleh makhluk hidup khususnya tumbuh-tumbuhan untuk melakukan proses fotosintesis. Fitoplankton sebagai produsen utama di dalam perairan juga membutuhkan nitrat untuk melakukan proses fotosintesis agar dapat menghasilkan oksigen nantinya. Nitrat sangat

mudah larut di air dan bersifat stabil, dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan.

Nitrogen sebagai unsur yang sangat penting bagi pertumbuhan fitoplankton dan merupakan salah satu unsur utama dalam pembentukan protein. Selain itu juga diperlukan dalam proses fotosintesis yang diserap dalam bentuk nitrat, kemudian diubah menjadi protein dan selanjutnya menjadi sumber makanan bagi ikan (Koesoebiono, 1981). Menurut Hakanson & Bryan (2008), untuk pertumbuhan optimal fitoplankton memerlukan konsentrasi nitrat pada kisaran 0,29-0,94 mg/L. Kadar nitrat di perairan alami biasanya jarang melebihi 0,1 mg/L. Kadar nitrat yang melebihi 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya pengayaan nutrisi atau eutrofikasi yang selanjutnya memicu terjadinya ledakan populasi alga khususnya fitoplankton dan tumbuhan air secara pesat (blooming). Meskipun demikian keberadaan nitrat dalam perairan tidak memiliki efek yang berbahaya bagi organisme akuatik (Effendi, 2000).

### **3. Amonia (NH<sub>3</sub>)**

Amonia (NH<sub>3</sub>) dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air laut. Sumber amonia di perairan adalah hasil pemecahan nitrogen organik (protein dan Urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat dalam tanah dan air. Selain itu, sumber amonia dapat berasal dari dekomposisi bahan organik (biota akuatik yang telah mati) yang dilakukan oleh mikroba dan jamur dikenal dengan istilah ammonifikasi. Amonia dapat bersifat toksik bagi organisme akuatik. Persentase amonia bebas meningkat dengan meningkatnya pH dan suhu perairan. Universitas Sumatera Utara<sup>18</sup> Toksisitas amonia terhadap organisme akuatik meningkat dengan penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu (Effendi, 2003). Konsentrasi amonia di perairan laut menunjukkan variasi yang tinggi dan dapat berubah dengan cepat. Seringkali bentuk kelimpahan tertinggi dari nitrogen anorganik pada lapisan permukaan setelah periode produktivitas yaitu ketika fitoplankton berkembang melepaskan bagian yang terbesar dari nitrat dan fosfat. Pada proses asimilasi oleh fitoplankton, amonia digunakan untuk sintesa protein.

### **4. Silika (SiO<sub>2</sub>)**

Silika merupakan merupakan faktor pendukung yang harus diperhatikan karena kondisi konsentrasi nitrit di perairan yang berlebihan dapat membahayakan organisme perairan karena nitrit merupakan gas yang tidak stabil karena dipengaruhi oleh oksigen terlarut. Pada suatu perairan nitrit biasanya ditemukan dalam jumlah sedikit karena dan merupakan bentuk peralihan antarproses nitrifikasi serta proses denitrifikasi. Silika

merupakan jenis elemen penyusun dinding sel pada diatom, sehingga silika dibutuhkan untuk sukseksi diatom di perairan dalam jumlah yang berbeda-beda (Umiatun, 2017)

## 5. Nitrit (NO<sub>2</sub>)

Nitrit merupakan suatu parameter kunci dalam penentuan kualitas air karena dapat bersifat racun jika bereaksi dengan hemoglobin dalam darah yang menyebabkan tidak dapat mengangkut oksigen. Sebagaimana kita ketahui bahwa nitrit merupakan transisi antara amoniak dan nitrat dan segera berubah menjadi bentuk yang lebih stabil yakni nitrat. Nitrit dan nitrat alam dihasilkan dihasilkan secara alami berasal dari metabolisme bahan-bahan organik organisme perairan (Setyowati *dkk*, 2016). Sumber alami nitrit dan nitrat adalah aktivitas manusia dan umumnya ditemukan di perairan dalam jumlah yang sangat sedikit karena sifatnya yang tidak stabil akibat keberadaan oksigen (Effendi, 2003).

## F. Indeks Ekologi

### 1. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman diartikan sebagai suatu gambaran secara matematik yang melukiskan struktur kehidupan organisme. Indeks ini mempermudah dalam menganalisa jumlah individu dan jumlah spesies suatu organisme. Selain itu, indeks keanekaragaman juga dapat dijadikan petunjuk seberapa besar tingkat pencemaran suatu perairan. Menurut Wilh & Dorris (1968) dalam Masson (1981), nilai indeks keanekaragaman di perairan disajikan pada Tabel 1 .

Tabel 1. Indeks Keanekaragaman

$H' \leq 1$	Keanekaragaman rendah
$1 \leq H' \leq 3$	Keanekara ragaman sedang dan kestabilan komunitas sedang

### 2. Indeks Keseragaman

Pasengo (1995) mengatakan bahwa semakin kecil nilai indeks keseragaman, semakin kecil pula keseragaman suatu populasi, berarti penyebaran jumlah individu tiap spesies tidak sama dan ada kecenderungan bahwa suatu spesies mendominasi populasi tersebut. Sebaliknya semakin besar nilai indeks keseragaman, maka populasi menunjukkan keseragaman yang berarti jumlah individu tiap spesies boleh dikatakan sama atau merata. Indeks keseragaman ini merupakan angka yang tidak memiliki satuan dan besarnya antara 0-1 dan disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Indeks Keseragaman



$0 \leq E \leq 0,4$	Keseragaman rendah, kekayaan individu yang di miliki oleh masing-masing jenis jauh berbeda, kondisi lingkungan tidak stabil karena mengalami tekanan
$0,4 < E \leq 0,6$	Keseragaman sedang, kondisi lingkungan tidak terlalu stabil
$0,6 < E \leq 1,0$	Keseragaman tinggi, jumlah individu pada masing-masing jenis relatif sama, perbedaannya tidak terlalu mencolok, kondisi lingkungan stabil

### 3. Indeks Dominansi

Indeks dominansi digunakan dalam menentukan ada tidaknya suatu spesies atau suatu jenis plankton yang mendominasi dalam suatu jenis populasi plankton. Dalam penentuan indeks dominansi digunakan indeks dominansi Simpson dengan kisaran 0-1 (Rahmatullah & Karina 2016). Adapun indeks dominansi tersebut disajikan pada Tabel 3 berikut.

*Tabel 3. Indeks Dominansi*

Mendekati 0	Menunjukkan dominansi rendah atau tidak ada yang mendominasi
Mendekati 1	Menunjukkan adanya dominansi yang tinggi