BAB II

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Ekosistem Sungai

Sungai merupakan salah satu ekosistem air tawar yang terdapat di daratan dengan badan air mengalir karena adanya arus air, di mana arus air adalah aliran air yang terjadi karena adanya perubahan vertikal persatuan panjang. Sungai juga di tandai dengan adanya anak sungai yang menampung dan menyimpan serta mengalirkan air hujan yang jatuh, kemudian dialirkan ke laut melalui sungai utama (Odum, 1994 dalam Rafi'i, 2018).

Sungai sebagai sumber daya alam merupakan salah satu ekosistem perairan yang sangat besar manfaatnya bagi kehidupan manusia dan telah lama dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup. Di samping itu air merupakan bagian essensial dari protoplasma atau sel, juga merupakan bagian yang terbesar dari kehidupan, yaitu sebagai medium atau habitat tempat berlangsungnya berbagai aktivitas kehidupan dalam suatu tatanan yang utuh dan menyeluruh antara makhluk hidup dengan lingkungannya (Koesoebiono, 1979 dalam Silaban, 2021).

Sungai sebagai badan perairan sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor alam ataupun aktivitas manusia. Adanya masukan limbah atau sampah dari kegiatan manusia di sekitar badan sungai secara langsung atau tidak langsung dapat mempengaruhi kondisi fisika dan kimia air sungai, yang akhirnya dapat mempengaruhi kehidupan biota di dalam maupun di sekitar sungai tersebut. Adapun bagian-bagian sungai tersebut meliputi :

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

1. Bagian Hulu

Pada bagian ini memiliki daya erosi sangat besar, karena alur sungai melewati daerah pegunungan, perbukitan atau lereng gunung api yang apabila terkena air hujan, maka air akan mengalir membawa partikel-partikel tanah dan akan menyebabkan erosi. Pada bagian ini terdapat arus yang cukup deras dan biasanya memiliki lembah yang curam dengan penampang sungai berbentuk V.

2. Bagian Tengah

Pada bagian ini memiliki arus yang sedang, memiliki daya erosi dan pengendapan yang bervariasi dan penampang sungai berbentuk U sehingga daya tampung masih cukup stabil.

3. Bagian Hilir

Pada bagian ini alur sungai berbelok-belok dan pengendapan berasal dari pasir halus sampai kasar, lumpur, endapan organik dan endapan lainnya. Pada bagian ini mempunyai arus yang cukup lambat karena alur sungai melalui daerah pedataran mempunyai kemiringan dasar sungai yang cukup landai (Firdhausi *et al.,* 2018).

2.2 Indikator Kualitas Air Berdasarkan Faktor Fisika Kimia

A. Kualitas Air Berdasarkan Indikator Fisika

1. Suhu

Suhu sangat mempengaruhi laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup hewan-hewan akuatik. Hewan-hewan akuatik sangat sensitif terhadap perubahan suhu yang terjadi. Perubahan suhu di air dipengaruhi oleh interaksi antara suhu udara dipermukaan dan suhu dan perairan. Peningkatan suhu dapat disebabkan oleh perbedaan waktu, lintang, ketinggian dari permukaan sungai, sirkulasi udara, kedalaman air. Suhu yang baik untuk hewan akuatik yaitu sekitar 25^{o} C sampai dengan 36^{o} C (Khairun, 2019).

B. Kualitas Air Berdasarkan Parameter Kimia

1. pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan parameter kimia organik yang berperan dalam faktor pembatas bagi hewan akuatik di suatu perairan. pH < 7 pada perairan menandakan air bersifat asm, sedangkan pH > 7 menandakan air bersifat basa. Biasanya air murni akan bersifat netral dengan pH 7. Air yang tercemar biasanya memiliki pH yang berbeda-beda tergantung pada spesies limbah buangan yang masuk ke dalam air. Air limbah yang berasal dari industri biasanya bersifat asam dengan pH yang rendah. Air yang bersifat basa akan menyebabkan korosi terhadap alat yang terbuat dari besi (Alexander, 2020).

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

2. *Disolved Oxygen* (DO)

DO (*Disolved Oxygen)* merupakan oksigen terlarut yang berasal dari hasil fotosintesis tanaman air dan uadara yang masuk kedalam air. Oksigen merpakan senyawa yang di yang dibutuhkan makhluk hidup, seperti hewan-hewan akuatik. Apabila konsentrasi oksigen terlalu dalam kadar yang rendah, maka dapat menghambat aktifitas hewan-hewan akuatik karena oksigen tersebut digunakan proses respirasi. Air sungai yang berarus deras dan jernih memiliki oksigen terlarut dengan kadar jenuh. Namun, kehadiran dari air limbah yang masuk kedalam air akan menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut di dalam air tersebut. Hewan-hewan akuatik memiliki dapat bertahan dengan kadar oksigen terlarut yang berbeda-beda. Contohnya ikan-ikan besar di perairan dapat hidup dengan kadar oksigen terlarut paling sedikit 5 ppm (5 *part per million*), sedangkan ikan-ikan kecil dapat hidup dengan kadar oksigen terlarut paling sedikit 2 ppm (2 *part per million*) (Alexander, 2020).

3. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah senyawa organik yang akan diuraikan, tersedianya mikroorganisme aerob yang mampu menguraikan seyawa organik tersebut dan tersedianya sejumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses penguraian. Adanya bahan pencemar akan menyebabkan kandungan oksigen didalam air menjdai turun dan populasi mikroorganisme meningkat di wilayah penguraian. Apabila bahan pencemar telah di uraikan akan terbentuk zona *terminate* dan akan menjadi zona perbaikan (*recovery).* Pada tahap perbaikan, tingkat populasi mikroorganisme sebagai dekomposer bahan pencemar menurun dan *dissolved oxygen* atau oksigen terlarut akan meningkat sehingga kondisi air akan menjadi normal (Alexander, 2020).

4. Kejenuhan Oksigen

Pengukuran tingkat kejenuhan oksigen akan di lakukan di dalam air. Hal ini dimaksud untuk lebih mengetahui apakah nilai tersebut merupakan nilai maksimum atau tidak. Untuk dapat mengukur tingkat kejenuhan oksigen suatu

contoh air, maka disamping mengukur konsentrasi oksigen dalam mg/l, diperlukan pengukuran temperatur dari ekosistem air tersebut (Alexander, 2020).

5. Kecepatan Arus

Pengukuran arus air dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengukur arus (*flow-meter*) atau secara sederhana dapat dilakukan dengan menggunakan benda ringan yang dapat terapung di permukaan air (gabus) dan sebagainya. Pengukuran dengan menggunakan *current-meter* dilakukan dengan memasukkan detektor arus air berupa baling kecil yang dihubungkan dengan alat pengukur digital. Selanjutnya kecepatan arus dapat dibaca pada alat pengukur tersebut. Apabila *current-meter* tidak ada, maka pengukuran kecepatan arus dilakukan dengan menghanyutkan gabus pada jarak tertentu di permukaan air. Dengan menggunakan *stopwatch,* dihitung waktu yang ditempuh oleh gabus pada jarak yang sudah ditentukan tersebut. Dengan metode sederhana ini dapat ditentukan kecepatan arus meskipun metode ini hanya dapat mengukur kecepatan arus untuk lapisan air di permukaan saja (Alexander, 2020).

2.3 Perifiton

Perkataan perifiton berasal dari pada perkataan rusia (Behning dan Thienemann 1928), yang pada awalnya merujuk pada organisme yang tumbuh pada objek yang diletakan didalam air oleh manusia (substrat buatan). Perifiton terbagi beberapa kumpulan bergantung kepada sekutunya dengan substrat inorganik atau organik. Perifiton yang hidup secara berkoloni memiliki kemampuan hidup dan beradaptasi dengan substrat alami yang tersedia di alam dan substrat buatan manusia (Widdyastuti, 2018).

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

Perifiton adalah organisme yang hidup menempel, bergerak bebas, atau melekat pada permukaan benda-benda di perairan, seperti batu, kayu, dan permukaan tumbuhan, serta di permukaan makroalga yang hidup di perairan. Perifiton merupakan suatu organisme yang cenderung tidak bergerak, sehingga kelimpahan dan keanekaragaman perifiton juga sangat dipengaruhi oleh habitatnya, dan substrat sebagai habitat perifiton juga ikut menentukan proses perkembangannya (Rahman dan Hashim, 2019).

Perifiton sespesies mikroalga yang hidupnya selalu menempel di substrat dan dapat dijadikan sebagai sumber energi yang utama di suatu perairan. Jumlah dan keberadaan perifiton sangat melimpah di perairan, sehingga memiliki suatu peranan yang lebih kuat dalam menentukan hasil produktivitas primer perairan dibandingkan dengan organisme lain seperti fitoplankton. Perifiton mengalami perubahan berupa adaptasi evolusioner, dimana adaptasi tersebut berguna untuk melekatkan perifiton dengan subtrat sehingga perifiton tidak terbawa arus sungai yang deras. Perifiton yang termasuk spesies hewan terdiri dari protozoa dan rotifera berperan sebagai dekomposer di perairan, sedangkan perifiton yang termasuk spesies tumbuhan terdiri dari mikroalga yang berperan sebagai produsen karena mampu berfotosintesis di perairan. Peranan ganda dimiliki perifiton dalam suatu habitat, memegang peranan sebagai produsen untuk organisme air seperti ikan herbivora dan invertebrata dan memegang peranan sebagai dekomposer bagi makroalga yang selanjutnya proses penguraian dekomposer menghasilkan unsur hara yang secara langsung mempengaruhi perkembangan dari makroalga (Rahman dan Hashim, 2019).

Perifiton termasuk produser anorganik primer yang paling utama dalam proses pembuatan makanan pada suatu perairan sehingga komunitas perifiton menjadi yang paling penting dalam ketersediaan makanan untuk kelangsungan hidup dan perkembangbiakan biota di perairan. Manfaat dari perifiton ialah sebagai pakan alami untuk biota air dan bioindikator suatu perairan. Umumnya perifiton memiliki sifat yang tetap dan menempal pada substrat berupa akar tumbuhan, bebatuan, kayu, serasah (sisa dedaunan), serta benda mati lainnya sehingga cenderung menerima polutan lebih banyak di daerah sekitar tempat hidupnya dibandingkan dengan hidrobiota lainnya yang ada perairan tersebut. Perifiton yang hidup menempel pada substrat tidak melakukan proses penetrasi pada substrat tersebut. Organisme yang ditemukan pada air yang tercemar polutan berbeda baik secara keanekaragaman spesies maupun jumlah individu dengan organisme air yang ditemukan pada kondisi air belum tercemar polutan (Georgudaki, 2018).

Ketahanan dan cara beradaptasi dari setiap spesies organisme perifiton berbedabeda antara satu spesies dengan spesies lainnya. Perifiton dengan spesies tertentu dapat dijadikan petunjuk dari kualitas air tempat hidupnya, karena ada

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

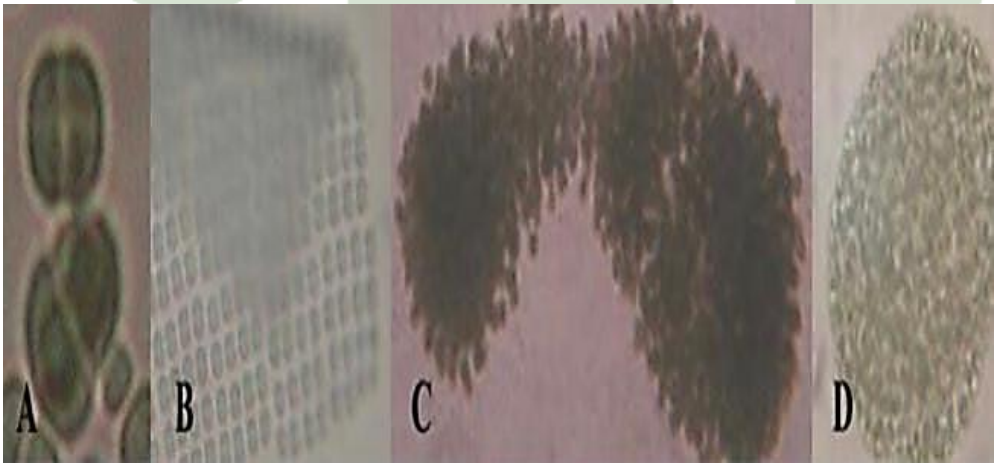
spesies tertentu yang tahan hidup pada kondisi air yang tercemar berat sekalipun dan ada spesies tertentu yang hanya hidup pada kondisi air yang bersih (Fatah, 2020).

2.4 Spesies Perifiton

Spesies organisme perifiton yang di jumpai di perairan tawar terdiri dari kelas Cyanophyta, Chlorophyta dan Bacillariophyta.

1. Cyanophyta

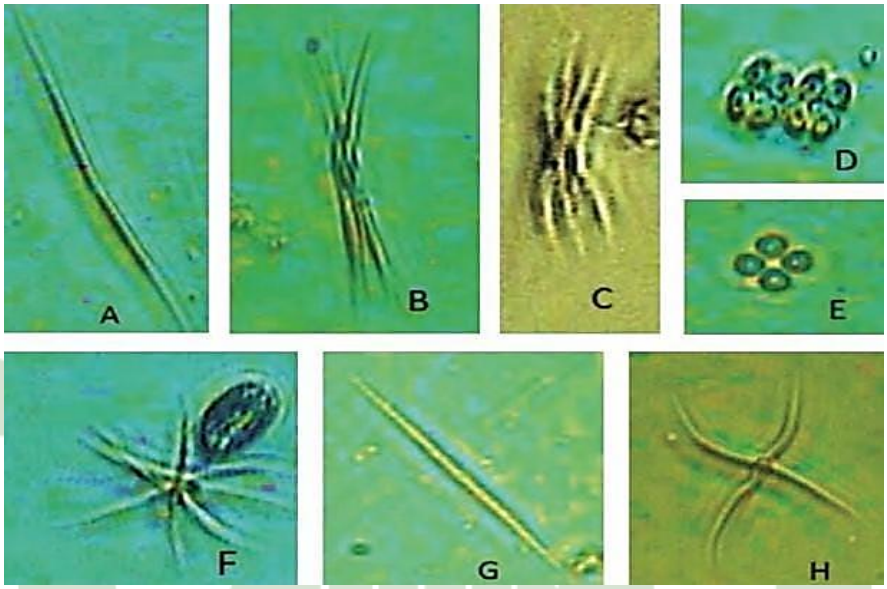
Cyanophyta merupakan sel eukariotik, memiliki membran inti dan nukleus, memiliki dinding sel yang tebal (peptidoglikan), lentur dan spesiesnya tidak memiliki flagel. Kebanyakan hidup dari fotosintesis dan sebagian bersifat sebagai saprofit. Cyanophyta merupakan kelompok yang beranggotakan 1.500 spesies dengan ciri utamanya berwarna hijau-kebiru-biruan. Pengikatan nitrogen yang dilakukannya terjadi dalam heterosista, yaitu sel tak berwarna yang berserakan diantara sel-sel fotosintetiknya. Cyanophyta bersifat prokariotik, namun sangat dekat dengan bakteri fotosintetik, terutama kandungan klorofil-a lebih dominan. Perkembangbiakan terjadi dengan pembelahan sel, secara sederhana atau dengan pembentukan spora (Karsina, *et al* 2019). Keberadaan cyanophyta menempel di substrat seperti tumbuhan (epifitik) di suatu perairan. Beberapa contoh bentuk sel Cyanophyta yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bentuk Sel Cyanophyta *(a) Gloeocapsa* sp. *(b) Merismopedia* sp. *(c) Microcystis aeruginosa (d) Microcytis* sp.
Sumber: (Amrillah, 2023)

2. Chlorophyta

Chlorophyta merupakan kelompok terbesar dari vegetasi alga, bersifat kosmopolit, terutama hidup di perairan yang cahayanya cukup seperti kolam, danau, genangan air, pada air mengalir (sungai dan selokan). Chlorophyta termasuk spesies alga uniseluler dan multiseluler yang mempunyai pigmen dominan yang berupa klorofil a dan klorofil b. Spesies klorofil b tidak dimiliki oleh spesies ganggang lain. (Fauziah, 2020).



Gambar 2.2 Bentuk sel Chlorophyta (a, f, g, h) *Ankistrodesmus falcatus (b, c) Ankistrodesmus spiralis (d) Crucigenia* sp. *(e) Tetrastrum* sp.
Sumber: (Amrillah, 2023)

3. Bacillariophyta

Bacillariophyta merupakan bioindikator yang sudah diketahui secara umum baik untuk mengetahui tingkat pencemaran suatu perairan. Bacillariophyta bersifat uniseluler, berkoloni, dan setiap sel mengandung satu nukleus. Berperan sebagai produsen dalam rantai makanan yakni penghasilan bahan organik dan oksigen. Bacillariophyta memiliki kemampuan beradaptasi terhadap arus yang kuat sampai lambat karena memiliki alat penempel pada substrat berupa rangkai bergelatin (Arifiani, *et al* 2020). Beberapa contoh bentuk sel Bacillariophyta yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

Gambar 2.3 Bentuk sel Bacillariophyta *(a) Frangilaria* sp. *(b) Gomphonema* sp *(c) Cymbella* sp. *(d) Cyclotella* sp. *(e) Cocconeis* sp.
Sumber: (Amrillah, 2023)

2.5 Habitat Perifiton

Studi lingkungan hidup dapat ditentukan dari diatom perifiton, karena keberadaannya yang melimpah di sungai serta proses distribusi dari suatu spesies perifiton dipengaruhi oleh kondisi kualitas air di sekitar substrat. Penentuan indikator biologi didasari pada organisme yang teridentifikasi, penentuan pengambilan sampel mudah dilakukan secara kuantitatif, persebaran secara kosmopolit, data autekologi dalam jumlah banyak (melimpah), memiliki nilai ekonomi, mudah mengakumulasi pencemaran, pembudidayaan mudah dilakukan secara laboratorik serta variabilitas genetic dan memiliki tingkat relung yang rendah. Spesies indikator dapat ditentukan jika diantaranya memiliki sifat yang harus predominan dan eksklusif, atau harus memiliki sifat predominan dan karakteristik (Purwani, 2019).

Berdasarkan cara perifiton untuk tumbuh, perifiton dapat dibedakan menjadi epi- jika perifiton memiliki kemampuan tumbuh menempel pada permukaan substrat dan endo- jika perifiton memiliki kemampuan tumbuh dengan

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

menembus substrat. Berdasarkan substrat tempat menempelnya perifiton dapat dibedakan menjadi 5, yaitu:

a. Epipelik, mikroorganisme menempel pada bagian permukaan sedimen,
b. Epilitik, yang menempel pada bagian permukaan bebatuan,
c. Epizoik, yang menempel pada bagian permukaan tubuh hewan,
d. Epifitik, yang menempel pada bagian permukaan dari tumbuhan
e. Episamik, yang hidupnya bergerak di bagian antara butir-butiran pasir

Menurut Novianti (2013), menyebutkan bahwa perifiton merupakan sumber utama penyedia produktivitas di suatu perairan karena mampu melakukan fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari dimana zat anorganik akan diubah menjadi zat organik. Berdasarkan hal tersebut, perifiton memegang peranan yang sangat penting dalam struktur trofik pada ekosistem. Selain itu, perifiton juga dijadikan sebagai bioindikator pencemaran karena dapat merespon perubahan lingkungan perairan (Indrawati *et al*., 2018).

2.6 Manfaat Perifiton

Perifiton dapat digunakan sebagai bioindikator yang sangat efektif dan bernilai ekonomis karena memiliki keunggulan yang lebih banyak dibandingkan dengan organisme air lainnya, diantaranya ialah mempunyai daya distribusi/persebaran yang luas dengan spesies populasi yang lebih bervariasi, memegang peran penting pada rantai makanan, siklus hidup yang singkat, reproduksi yang cepat, dapat ditemukan hampir di semua spesies substrat sehingga mampu merekam sejarah habitatnya, banyak dari spesiesnya yang merespon cepat perubahan lingkungan karena sifat sensitifitas yang tinggi, mampu merefleksikan perubahan kualitas air yang ditimbulkan dalam jangka waktu singkat/pendek maupun dalam jangka waktu yang panjang, pengambilan sampel yang mudah didapat, analisis data dan identifikasi biota yang tidak terlalu rumit (Rahman dan Hashim, 2019).

Istilah perifiton ditujukan lebih kepada spesies flora yang mampu tumbuh di atas permukaan substrat yang berada di dalam perairan. Round in Wood (1967),

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

mengistilahkan perifiton sebagai *algae* yang mampu tumbuh di permukaan substrat yang dibuat sesuai habitat asli (*bewuch)* atau substrat yang secara alami ada di habitat perairan (*aufwuch*). Perkembangan perifiton yang paling utama ditentukan oleh keberadaan dan kondisi substrat tempat hidupnya. Substrat yang berasal dari benda hidup seperti akar tanaman dan tubuh hewan bersifat sementara karena benda hidup mengalami suatu proses pertumbuhan dan kematian. Setiap saat pada substrat hidup akan mengalami perubahan lingkungan sebagai akibat dari proses respirasi dan asimilasi, yang selanjutnya mempengaruhi kondisi dari komunitas perifiton (Zulkifli, 2020).

2.7 Struktur dan Perkembangan Komunitas Perifiton

Struktur dari suatu komunitas terdiri dari keanekaragaman suatu spesies, keseragaman, kelimpahan, struktur dan bentuk pertumbuhan, dominansi dan struktur trofik. Komunitas di ekosistem terdiri dari keanekaragaman yang menunjukkan keberadaan dari suatu spesies di perairan tertentu. Ekosistem dinyatakan seimbang jika keanekaragaman spesies di suatu komunitas tinggi. Kemampuan mempertahankan diri pada perubahan kondisi lingkungan dan keberadaan predator menjadi salah satu pengaruh dari keanekaragaman.

Komunitas perifiton berpotensi sebagai indikator ekologis karena perifiton berperan penting sebagai produsen utama dalam rantai makanan, dapat bertahan pada perairan dengan kecepatan arus yang besar, dan kebanyakan spesies-spesies perifiton dapat bersifat sensitif atau toleran terhadap pencemaran, baik terhadap pencemaran organik maupun logam berat (Sitompul, 2018).

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

Perifiton, fitoplankton, dan makrophita termasuk ke dalam biota penentu produtivitas primer di ekosistem perairan. Komunitas perifiton berperan sebagai penentu produktivitas primer perairan pada kondisi perairan yang mengalir maupun perairan yang tergenang. Kondisi perairan yang tergenang mempengaruhi rendahnya peranan komunitas perifiton dibanding komunitas fitoplankton, sedangkan kondisi perairan yang mengalir mempengaruhi tingginya peranan komunitas perifiton kecuali pada kondisi perairan mengalir dengan warna air yang

keruh (Supriyanti, 2019). Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an, surat An-Nur Ayat 45 yang berbunyi:

وَاللّٰهُ خَلَقَ كُلَّ دَاۤبَّةٍ مِّنْ مَّاۤءٍۚ فَمِنْهُمْ مَّنْ يَّمْشِيْ عَلٰى بَطْنِهٖۚ وَمِنْهُمْ مَّنْ يَّمْشِيْ عَلٰى رِجْلَيْنِۚ وَمِنْهُمْ مَّنْ يَّمْشِيْ عَلٰٓى اَرْبَعٍۗ يَخْلُقُ اللّٰهُ مَا يَشَاۤءُۗ اِنَّ اللّٰهَ عَلٰى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيْرٌ ﴿٤٥﴾

Artinya: "Dan Allah telah menciptakan semua spesies hewan dari air, maka sebagian ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki, sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu." (QS. An- Nur 24: Ayat 45).

Dari surat An-Nur Ayat 45 diatas Allah menyebutkan kekuasaan-Nya yang Maha Sempurna dan kerajaan-Nya yang Maha Agung dengan menciptakan berbagai spesies makhluk dalam bentuk, rupa, warna dan gerak-gerik yang berbeda dari satu unsur yang sama, yaitu air.

Struktur komunitas perifiton secara umum terdiri dari *algae* berukuran mikroskopis yang memiliki sifat *sessil*, bersel satu maupun *algae* yang memiliki filamen terutama dari spesies *Algae Conjugales*, *Diatomae*, *Cyanophyceae*, *Xanthophyceae*, *Euglenophyceae*, *dan Crysophyceae*. Struktur komunitas perifiton dari setiap perairan sangat beragam, namun perifiton yang tumbuh pada berbagai spesies makrofit di suatu perairan dapat seragam. Perkembangan dari perifiton dapat dilihat sebagai proses dari akumulasi, yaitu proses meningkatnya biomassa yang diikuti dengan bertambahnya waktu. Akumulasi memiliki arti hasil kolonialisasi dari proses biologi yang mengikuti serta saling berinteraksi dengan faktor fisika dan kimia di perairan (Zulkifli, 2020).

Menurut Osborn (1983), proses kolonialisasi merupakan pembentukan beberapa inidividu menjadi koloni perifiton yang berlangsung seketika saat pengkoloni menempel pada substrat. Tipe dari substrat sangat menentukan berlangsungnya proses kolonialisasi dan komposisi dari perifiton, hal ini saling berkaitan dengan erat pada kemampuan dan alat penempelnya. Kemampuan

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

perifiton menempel di substrat menentukan daya tahan terhadap pencucian oleh arus perairan atau gelombang yang dapat terlepas dari substrat dan mampu memusnahkannya. Alat perifiton yang digunakan untuk menempel pada substrat, yaitu *Rhizoid* yang terdapat pada genus *Oedogonium* dan *Ulothrix*, tangkai bergelatin panjang atau pendek yang dimiliki genus *Cymbella*, *Gomphonema* dan *Achnanthes*, dan bantalan gelatin yang berbentuk setengah bulatan (*sphaerical*) diperkuat dengan kapur atau tidak yang dimiliki genus *Rivularia*, *Chaetophora* dan *Ophyrydium*.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN