

Monograf 4 (Alga Hijau) DEGRADASI NITRAT LIMBAH DOMISTIK DENGAN ALGA HIJAU (Chlorella sp)

By Munawar Ali

MONOGRAF

■ **DEGRADASI NITRAT LIMBAH
DOMESTIK DENGAN ALGA
HIJAU (*Chlorella* sp)**

Munawar Ali

Monograf

■
**DEGRADASI NITRAT LIMBAH DOMESTIK DENGAN
ALGA HIJAU (Chlorella sp)**

Penyusun

Munawar Ali

Staf Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan,
FTSP - UPN "Veteran" Jawa Timur Surabaya

Editor

Teri Ika Arifoni

Penerbit

Upn Veteran Jatim
Cetakan

I. Surabaya, 2013

REKORDSALAH MELIHAT: MENCUNDA
Munawar Ali
Monograf Degradasi Nitrat Limbah
Munawar Ali "Cat. I"
Surabaya, UPN "Veteran" Jawa Timur,
2013.
v + 48 halaman
ISBN = 978-619-8372-88-8

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat ALLAH SWT karena Wana ada atas nikmat dan karunia yang telah banyak diberikan, dan melalui serta salur untuk perjuangan Wali ahli serta Muhammad Hasudibata Sidiyasa, Anas Wardana. Penulis telah memberikan usaha dan persembahkan pada jalan yang benar dan Beliau juga sebagai kontrol kualitas berikut dan berikut dalam rangka diberikan ini kebutuhan. Ada hal tersebut, sehingga penelitian biokemoteknologi ini dapat dipertanggungjawabkan sebagai **DEGRADASI NITRAT LIMBAH DOMESTIK DENGAN ALGA HIAI (*Chlorella sp*)**

Biokemoteknologi ini merupakan hasil studi di laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Surabaya. Penyusunan biokemoteknologi ini dapat terselesaikan atas dukungan dari staf dosen serta bantuan dari tenaga laboratorium dan mahasiswa yang terlibat secara aktif.

Alhamdulillah, terimakasih dan penghargaan yang akan penulis berikan mudah-mudahan biokemoteknologi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan akan datang.

Surabaya, (Juni 2013)

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR PENYINGKATAN	
1.1. Lama Hibung	1
1.2. Demam Malaria	11
1.3. Demam Penyakit	11
DAFTAR PENGUJIAN AIR BERSIH	
2.1. Luas Permukaan	1
2.2. Waktu Pengaliran	11
2.3. Waktu Pengaliran	11
2.4. Kecepatan aliran Pengaliran	11
2.5. Waktu	11
2.6. Volume	11
2.7. Organisme Alga	11
2.7.1. Klasifikasi Alga	11
2.7.2. Langkah Memeriksa Alga	11
2.7.3. Tujuan : Selain yang Mempengaruhi Pertumbuhan Alga	20
2.8. Pemeriksaan	11
2.9. Demam Penyakit (pH)	14
2.10. Chlorophyll	19
2.11. Thalassiosira	19

III	BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Pendahuluan	34
3.2	Hasil – Substansi	34
3.3	Cara Kerja	34

IV	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Hasil Penelitian	34
4.1.1	Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan Hama (PHH) dalam Kondisi Jenuh dengan menggunakan Alga <i>Chlorella</i> sp.	34
4.1.2	Besarnya Waktu Terganggu Terhadap Pertumbuhan Hama (PHH) dalam Kondisi Jenuh dengan menggunakan Alga Hama <i>Chlorella</i> sp.	37

V	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Simpulan	40
5.2	Saran	40

**BAB VI PORTARA
LAMPIRAN**

RAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Limbah merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, terutama limbah domestik yang merupakan hasil samping dari kegiatan aktivitas manusia. Pengelolaan limbah domestik (SDG) di dalam badan air karena air limbah adalah salah satu masalah pencemaran badan air. Pengelolaan limbah secara konvensional baik secara limbah transfer biologis telah banyak diterapkan, namun pengalihan teralut memiliki beberapa kelemahan antara lain biaya yang dibutuhkan untuk bahan kimia maupun desain bangunan relatif mahal. Hasil samping dari pengolahan tersebut berupa lumpur yang masih membutuhkan pengolahan lebih lanjut.

Saat ini mulai dikembangkan metode pengolahan limbah secara alternatif yang lebih sederhana dengan memanfaatkan tanaman air / organisme air. Pengalihan dengan metode ini dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan yang lebih murah dibandingkan pengolahan secara konvensional. Alga hijau (*Chlorella sp*) merupakan tumbuhan yang dapat dijadikan alternatif pengolahan limbah karena selain biaya pengolahan lebih rendah, pengolahan ini tidak menghasilkan lumpur yang membutuhkan pengolahan lebih lanjut.

hasil samping dari pengolahan biogas juga bisa sendiri yang langsung dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, kadangkala ikan.

1.2. Rumusan Masalah

Pemadatan sludge untuk mengolah limbah domestik yang memiliki konsentrasi nitrat (NO_3^-) yang tinggi belum dikembangkan, padahal konsentrasi nitrat (NO_3^-) yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas air dan mengganggu kehidupan fauna air di dalamnya. Dosis lain nitrat (NO_3^-) merupakan nutrisi yang dibutuhkan oleh setiap organisme air khususnya sludge jenis *Clostridia sp* dalam melakukan biotransformasi.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan penelitian antara lain: penentuan konsentrasi nitrat (NO_3^-) oleh sludge jenis *Clostridia sp* dan menentukan waktu optimal pemadatan konsentrasi nitrat (NO_3^-) oleh sludge jenis *Clostridia sp*.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Domestik

Limbah domestik adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga. Sifat dan limbah domestik dipengaruhi oleh lingkungan yang ada pada limbah tersebut. Karakteristik air limbah dipengaruhi atas sifat fisik, kimia dan biologi.

Sifat fisik meliputi beberapa aspek antara lain : suhu, kekeruhan dan padatan terlarut. Sifat kimia antara lain adalah pH, BOD, COD, DO, Protein, Nitrogen, lemak dan mineral. Beberapa sifat kimia limbah domestik dapat memukul lingkungan dengan berbagai cara. Bahwa limbah terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta memunculkan rasa dan bau yang tidak sedap. Selain itu, bahan organik akan berbiak bila limbah yang terakumulasi adalah bahan beracun. Sedangkan sifat biologi limbah sendiri dapat berbagai mikroorganisme karena ada juga diantaranya berupa mikroorganisme dari hewan dan tumbuhan tingkat rendah. Mikroorganisme yang umum ditemukan dalam air limbah antara lain dari golongan bakteri, jamur, ganggang, protozoa, virus dan prion.

Ketahanan air limbah domestik dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi air bersih, sedangkan kandungan pH dalam air limbah domestik umumnya berada dalam range netral yang dibarengkan

sebagai kandungan buffer air pada air limbah domestik (Hendriyani, 2002).

Karakteristik air limbah domestik di Indonesia adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik air limbah domestik di Indonesia

Parameter (mg/l)	Konsentrasi		
	Low	Medium	High
Total suspended solids (TSS)	150	750	1200
Total suspended solids (TSS)	200	500	800
Total suspended solids (TSS)	100	220	600
BOD	40	220	600
COD	200	600	1000
Total N	20	40	80
Total P	4	8	12
Cl-	50	50	100
Ammonia	50	100	200
Lead	50	100	150

Sumber: (Munichman, 1997)

2.2. Unsur Nitrogen

Nitrogen dapat ditemui di setiap bagian air dalam bermacam – macam bentuk, yaitu NH₃, N₂, NO₂⁻, NO₃⁻. Bentuk nitrogen – nitrogen nitrogen tersebut adalah nitrogen terlarut. Selain itu nitrogen juga dapat ditemui dalam bentuk senyawa –

sebagai energi seperti protein dan lemak dan sebagainya (Alfandi, 2019).

Nitrogen dalam berbagai bentuknya dapat menyebabkan penurunan kadar nitrogen nirlarut dalam bahan air perirama, memperlambat pertumbuhan organisme air, menunjukkan toksisitas melalui kehadiran air, berpengaruh pada efisiensi asimilasi dengan ikan, memperlambat laju daya pertumbuhan moyarkan, dan mempengaruhi kelangkaan air sungai untuk dimanfaatkan kembali (Ritoseum, 1984).

Nitrogen dibutuhkan oleh seluruh jaringan dalam tubuh selang-selang - alga - alga dan semua sel, melalui fotosintesis dan respirasi. Dengan demikian aktivitas - aktivitas tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan nitrogen dalam air. **Kandungan nitrogen dapat menghambat produktivitas primer suatu perairan yang mengandung klorofil**. Bila terdapat kekurangan nitrogen maka produktivitas klorofil akan terganggu pada akhirnya terdapat **menurunnya nitrogen dalam bentuk amoniak (NH_3) atau amonium (NH_4)**. (Alfandi, 2019).

Nitrogen yang terdapat dalam air berubah segera ke bentuk lain. Limbah protein dari ikan, bakteri dan metelidoktopoda menjadi bentuk amoniak. Dari bentuk amoniak, amoniak dibakteri menjadi nitrit dan nitrat, nitrogen dalam bentuk nitrat dapat dimanfaatkan kembali untuk membentuk protein oleh ikan dan tumbuhan lainnya (Pardahesi dan Agastina, 2014).

Nitrogen di dalam pernapasan diangkut dari bentuk organik menjadi bentuk anorganik oleh suatu sero bakteri (dekomposer). Sebagian dari nitrogen berakumulasi sebagai nitrat, bentuk yang paling siap untuk digunakan oleh tumbuhan – tumbuhan hijau. Udara yang mengandung 80 % nitrogen merupakan masalah terbesar dan biaya pengisian sistem. Nitrogen total – minimum memonitor nitrat oleh kegiatan bakteri perantara nitrogen dan secara terus – menerus kepada data melalui kegiatan bakteri pengikat nitrogen atau algae dan melalui perantara halobakteri (gaya elektrokimia). Tahap – tahap dari prosedur ini ke atas memberikan energi untuk organisme – organisme yang melakukan pemecahan, sedangkan langkah – langkah kembalinya memelihara energi dan seperti masalahnya bahwa energi akan akan masalah (Olsen, 1995).

2.3. Siklus Nitrogen

Secara umum siklus nitrogen dapat digambarkan menjadi dua yaitu siklus nitrogen di atmosfer dan siklus nitrogen di air permukaan.

1. Siklus Nitrogen di Atmosfer

Cadangan utama nitrogen adalah nitrogen bebas (N_2) yang meliputi 79 % volume atmosfer. Kemudian nitrogen bebas tersebut di konversi secara alami menjadi nitrogen anorganik melalui proses siklus nitrogen oleh mikroorganisme (dan juga melalui listrik, serta secara artificial oleh kegiatan

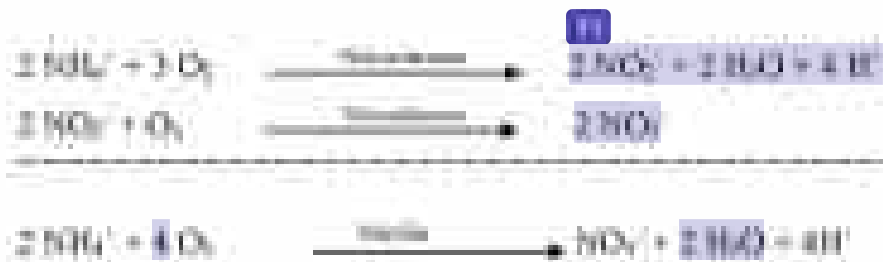
terdapat di pebatil – pebatil. Gas nitrogen berdifusi ke dalam atmosfer melalui proses denitrifikasi oleh mikroorganisme (Rizmanan, 1998).

2. Siklus Nitrogen di Air Perikanan

Siklus nitrogen pada air perikanan merupakan salah siklus yang berkaitan dengan masalah nitrogen ke dalam air perikanan melalui partipatasi dan jadinya dari (biofisi) dalam perikanan (Kusrianto, 1998). masalah air tanah dan air surface. Dalam nitrogen dan atmosfer oleh Air – proses siklus dan interaksi yang berkaitan, dan siklus langsung dari efisiensi air tanah. Dalam lingkungan seperti dan terjadi proses mineralisasi, nitrifikasi dan denitrifikasi. Proses mineralisasi merupakan proses oksidasi nitrogen organik menjadi nitrogen anorganik berupa amoniak (NH_3) (Rizmanan, 1998).

Proses nitrifikasi mengoksidasi nitrogen anorganik berupa amoniak (NH_3), jendahnya ini melalui 2 tahap

- a. Tahap nitrifikasi yaitu tahap oksidasi amoniak (NH_3) menjadi nitrit (NO_2) dan dilakukan oleh bakteri Nitrosomonas.
- b. Tahap nitratasi, yaitu tahap oksidasi nitrit (NO_2) menjadi nitrat (NO_3) dan dilakukan oleh bakteri Nitrosobacter.



Peristiwa di atas menunjukkan bahwa kandungan oksigen tinggi. Sebagai konsekuensinya, oksigen tersebut dalam badan air tawar, yang pada gilirannya akan menyebabkan badan air kehilangan oksigen. Kehadiran NO_2 / N dalam air menyebabkan terbentuknya nitrit dan nitrat. Nitrit dan nitrat merupakan zat beracun – serta infeksi. Cyanobacteria dan nitrogen metabolisme menyebabkan racun dan bau dalam air, sehingga jika badan air dimanfaatkan sebagai sumber air bersih maka kedua komponen tersebut akan menjadi pengganggu. NO_2 / N bersifat toksik pada ikan (Pardisovic dan Aquino, 2004).

2.4. Sumber – sumber Nitrogen

Menurut Ratumanan (1998) sumber – sumber nitrogen ada

2 zona:

a. Sumber Alam

- a. Presipitasi.
- b. Denasif.
- c. HasilT di daerah tak terpenduduk.
- d. Fiksasi secara biologis.

2. Sumber dari aktivitas manusia

- a. Sisa penggunaan di dalam perusahaan
- b. Pembelian bahan baku
- c. Staff dari dalam perusahaan dan pemasok
- d. Efficient air tenaga penduduk
- e. Duitman dari dalam perusahaan dan tempat belanja masyarakat
- f. Air tenaga (ditanai)

Masing – masing sumber tersebut memberikan kontribusi yang berbeda berdasarkan karakteristik masing – masing. Akan tetapi, kontribusi yang diberikan oleh perusahaan manusia sangat besar bahkan dapat mempengaruhi kontribusi secara alamiah oleh alam. Contohnya, jika perusahaan pabrik membuat car menungkat maka kontribusi lingkungan mungkin dalam tanah nanti juga, pada saat hutan tanah terbagi tersebut mungkin hutan – belantara akan terjadi pertumbuhan akibat gas pemanasan bumi. Jadi kontribusi oleh alam ini pun dipengaruhi oleh aktivitas manusia

2.5. Nitrat

Nitrat (NO₃⁻) adalah bentuk sederhana nitrogen yang merupakan anion yang stabil. Nitrat merupakan salah satu anion penting yang digunakan untuk sintesis protein oleh tumbuhan – tumbuhan dan hewan (Abadi, 2003).

Akasi sebagai nitrat yang berkelebihan ($> 10 \text{ mg/l}$) dapat menyebabkan pertumbuhan yang pesat dari alga, sehingga dapat menimbulkan permasalahan mengenai kualitas air (Rahmawati, 1999).

Pada umumnya konsentrasi nitrogen dalam limbah domestik yang belum terolah berkisar antara $20 \text{ mg/l} - 30 \text{ mg/l}$, sedangkan pada effluent pada air buangan, konsentrasi nitrasi yang diperbolehkan berkisar antara $5 - 20 \text{ mg/l N}$ (Alfandi, 2003).

2.6. Bakteri

Kata bakteri berasal dari kata bakterion (Yunani) yang berarti batang kecil. Pada klasifikasi Alcock, makhluk ini dikelompokkan ke dalam dunia tumbuhan, sedangkan Schlegelnya meninjau bahwa bakteri berkembang biak dengan membelah diri. Dalam klasifikasi Whittaker, bakteri termasuk kingdom kerajaan monera. Bakteri dapat hidup di air tawar, air payau, air laut maupun air limbah. Perkembang biaknya secara seksual yaitu dengan membelah diri. Bakteri dapat memanfaatkan senyawa-senyawa yang terdapat di dalam air sebagai sumber makanan seperti CO_2 , kalium, nitrogen dan garam-garam fosfat, asam-asam amino dan lemak. Dari seluruhnya, sumbernya bakteri aerobik yang membutuhkan oksigen dalam bentuk senyawa sebagai sumber makanan. Bakteri yang dapat menggunakan air polutan sebagai sumber bakteri aerobik. Untuk menyeras air polutan tersebut, bakteri melakukan energi cahaya matahari.

Untuk memperoleh energi bagi kelangsungan hidupnya, bakteri melakukan pernafasan yaitu dengan melakukan pemecahan zat makanan pada selubungnya. Dalam pernafasan zat makanan tersebut ada bakteri yang memerlukan oksigen dan ada pula yang tidak memerlukan oksigen. Bakteri aerob adalah bakteri yang dalam selubungnya memerlukan oksigen selama untuk memecah zat makan pada mediumnya. Bakteri yang bersifat aerob sering hidup pada lingkungan yang lembab dan cukup udara (Pratiwiastuti, 2003).

2.7. Organisasi Alga

Alga merupakan organisme tingkat rendah yang berakar eukariotik dan memiliki klorofil. Berdasarkan jumlah selnya, alga terdiri dari organisme uniseluler contohnya *Chlorella* dan *Ablactonema sp* dan multiseluler contohnya *Volvox*. Alga hidup di air tawar, air laut, dan tanah, bahkan air beku. Dalam bentuk koloni ataupun filamen. Alga mampu mengabsorpsi nutrisi dari lingkungan sekitarnya dan berfotosintesis dengan bantuan sinar matahari untuk menghasilkan oksigen. Karena kemampuannya melakukan proses fotosintesis, maka alga diperdagangkan sebagai organisme planktonik. Oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis dapat digunakan oleh mikroorganisme perenang air beku untuk mengoksidasi bahan organik menjadi sel - sel baru, sedangkan CO₂ yang dihasilkan oleh mikroorganisme perenang digunakan oleh alga sebagai sumber karbon. Pada mikroorganisme nitrat maka

1. Zona Littoral, yaitu daerah air yang dangkal dan mendapatkan cahaya matahari sampai terdapat ke bagian dasar. Batas kedalaman zona ini yaitu 0 – 3 meter, sedangkan suhu berkisar 25° C. Organisme yang hidup di daerah littoral meliputi, tumbuhan hijau (*ganggang*), alga, dan fitoplankton.
2. Zona Litoral, yaitu daerah air yang terdapat dan zona tersebut masih mampu menerima darahnya. Batas kedalaman zona ini antara 3 – 10 meter dengan suhu berkisar 10 – 25° C. Organisme yang hidup di daerah litoral memiliki peranan sebagai hewan dan tumbuhan.
3. Zona Profunda, yaitu daerah dasar air yang dalam dan cahaya matahari tidak dapat menembus sampai dasar.

2.7.1 Klasifikasi Alga

Berdasarkan struktur kelompok dan komposisi pigmennya, alga terbagi atas 7 divisi, yaitu : alga merah (*Rhodophyta*), alga hijau (*Chlorophyta*), alga coklat (*Phaeophyta*), alga hijau (*Chlorophyta*), diatom (*Bacillariophyta*), Euglenoid (*Euglenophyta*), dan kieselalga (*Diatomea*). Sel pada alga alga kecuali alga merah mempunyai flagela.

A. Chlorophyta (Alga Hijau)

Chlorophyta merupakan kelompok alga terbesar yang terdapat di perairan tawar. Struktur tubuhnya bervariasi, mulai dari uniseluler, koloni sederhana hingga bentuk yang terdiferensiasi tingkat tinggi. Dimensi tubuh terdapat bentuk seperti alat.

panjang, datar dan dapat reproduksi. Beberapa spesies hidup pada habitat perintis, maral dan air laut. Alga gula yang berdimensi besar cenderung multiseluler, tertata larak. Reproduksi berlangsung dengan cara seksual dan aseksual. Cara aseksual terjadi dengan fragmentasi filamen, percheditan diri, atau dengan gelembung sel - sel yang dapat berputar, yang disebut zoogony. Pada alga hijau reproduksi seksual melibatkan pelepasan sel - sel haploid (n) melalui proses meiosis. Selain itu, dalam sistem reproduksi seksual ini dapat berlangsung sendiri maupun secara silang dan sel.

Alga hijau dapat hidup dalam lingkungan oligotrofik (miliki nutrisi), karena kemampuannya menyimpan CO₂ dan menggunakan bahan - bahan anorganik untuk metabolisme fotosintesisnya. Apabila terjadi peningkatan populasi alga hijau di lingkungan oligotrofik, maka akan terjadi sel - sel makanan bagi organisme lainnya. Mereka berperan pula dalam pengikatan air tanah secara biologis karena menyimpan silika (Alford, 2007).

Mazoni - mazoni Chlorophyta (alga hijau) berdasarkan bentuk tubuh dan cara foldasinya akan gerak, antara lain

1. Alga hijau berati satu tahap akan gerak

- Chlorococum
- Chlamydomonas

2. Alga hijau berati satu berflagel

- Chlamydomonas
- Euglena viridis

3. Alga hijau berbentuk lelatil tidak berporak.

- Hydrodictyon

4. Alga hijau bentuk lelatil berporak.

- Volvox

5. Alga hijau berbentuk lemang (filamen)

- Spirogyra
- Oedogonium

6. Alga hijau berbentuk lembaran (koloni)

- Ulothrix

7. Alga hijau berbentuk tumbuhan tingkat tinggi.

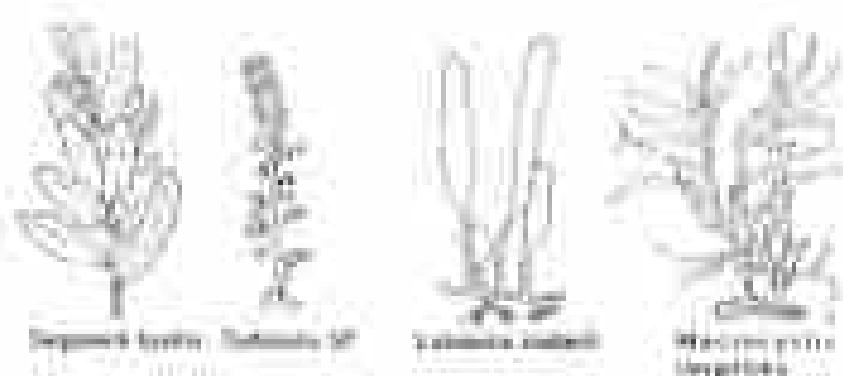
- Chara sp

B. Phaeophyta (Alga Perang / Coklat)

Phaeophyta memiliki klorofil *a* dan *c* serta pigmen tambahan fucoxanthin atau karoten. Habitatnya ada di air laut, bentuk tubuhnya berupa tumbuhan atau lelatang. Dinding sel terdiri dari selulosa atau suatu selulosa di bagian dalam, selangkul di bagian luar seluler dan paku-paku suatu alginat. Ukuran tubuhnya bervariasi.

Phaeophyta merupakan thalusa yang kompleks, karena ada struktur yang menyerupai stipe yang berfungsi melekatkan thalusa dan selulosaanya, batang dan daun. Pada batang atau terdapat gelembung - gelembung udara yang berfungsi untuk mengambang dan alat reproduksi generatif jantan maupun betina.

Cara reproduksi alga paku ada 2 yaitu dengan cara seksual dan aseksual. Cara seksual yaitu dengan membentuk spora berbagai dan ada epimatangia dan flagelata. Sedangkan dengan cara aseksual yaitu dengan sel telur (ovum) dibuahi oleh spermium dan spermangia dibuahi oleh anteridium. Hal yang dilakukan oleh spermangia dan anteridium yaitu yang dilakukan oleh spermangia dan anteridium yaitu akan tumbuh menjadi individu baru. Alga paku memiliki selanya tergolong ketumbar (heterokont), karena sporiangia berakar dari dan strukturnya kompleks. Sedangkan gametofit berbentuk filamen yang mikroskopis. Contoh Sporangium, Sporangium, Gametangium, Anteridium, Spermangium, Anteridium, dan Fase vegetatif.



Gambar 1. Berbagai macam alga paku / coklat.

Tumbuhan dan Sargassum hidup dengan baik di laut yang dangkal, biasanya menempel pada batu karang di pantai yang berombak sedang. Fase vegetatif banyak terdapat di laut dalam.

Mencirikan periferis merupakan tumbuhan berpenjang didunia. Hidup dilaut dengan kedalaman lebih dari 15 meter (Agung dkk, 2009).

C. Rhodophyta (Alga Merah)

Alga merah memiliki klorofil a dan b serta pigmen karotenoid fikosantin. Umumnya alga merah hidup di air laut, air payau maupun air tawar. Struktur tubuhnya berbentuk filus atau lempeng, bereproduksi dengan 2 cara yaitu dengan seksual dan aseksual. Dengan cara aseksual yaitu dengan membentuk spora haploid dan tidak diploid, selanjutnya spora akan tumbuh menjadi alga jenis baru karena yang haploid akan dengan fragmentasi. Sedangkan cara seksual yaitu dengan organ. Sel kelamin jantan tidak berflagel, disebut spermatium, dibasilkan oleh thallos alga jantan, sedangkan sel telur dibasilkan oleh thallos betina. Tahap pembuahan sel telur oleh spermatium adalah zygote yang akan tumbuh menjadi thallos diploid (Agung dkk, 2009). Contoh alga merah:

1. *Euchema spicatum*, hidup di laut dangkal, banyak dibudidayakan menggunakan karang merupakan bahan penyusun agar-agar.
2. *Ceramium* dan *Gracilaria*, hidup di laut dalam.
3. *Chondracanthus*.
4. *Liagostoma*.



Gambar 2 Alga Merah

D. Chrysophyta (Alga Kuning)

Chrysophyta memiliki klorofil a dan c serta pigmen karotenoid lainnya. Habitatnya ada di air tawar, air laut, dan terapan yang basah, struktur tubuhnya terdiri atas satu sel atau banyak sel. Berperistaltik dengan 2 cara yaitu dengan cara ektosit dan retraksi. Dengan retraksi yaitu dengan cara membulatkan diri dan membesar seperti pada apiktopoda, sedangkan ektosit dengan cara menyusut dan menyempit (Agung dkk, 2017). Contoh – contoh alga kuning:

1. Rantai satu
 - Chlorella
 - Nostoc atau Oscillatoria



(Gambar 3) Diatom Dan Reproduksiya

3.2.2. Laju Pertumbuhan Alga

Pertumbuhan alga dapat diukur dengan produksi ukuran atau jumlah sel. Menurut Adanti (2016) secara umum pertumbuhan alga dibagi menjadi empat tahap / fase :

1. Fase Latensi / Adaptasi

Fase ini sel menyesuaikan diri dengan media kultur yang sudah dikenal media. Fase ini ditandai dengan perubahan ukuran sel sangat sedikit terlihat ke dalam media. Semua pembelahan kultur terjadi sehingga kapasitas sel kultur meningkat dan populasi tidak mengalami perubahan.

2. Fase Eksponensial / Logaritma

Fase ini ditandai dengan pembelahan sel dengan laju pertumbuhan yang Pada kultur yang optimum, laju pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimum.

3. Fase Stasioner

Pada fase ini pertumbuhan mulai mengalami penurunan jika dibandingkan dengan fase lag. Laju reproduksi sama dengan laju kematian.

4. Fase kematian

Pada fase ini laju kematian lebih cepat dari laju produksi jumlah sel menurun secara geometris.

Laju pertumbuhan (Winstan) uji mengalami fase eksponensial selama 4 hari, kemudian pertumbuhan terdorong lambat dan memasuki fase stasioner hingga hari ke-12 (Sandi, 2017).

2.7.3. Faktor – faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Alga

Pertumbuhan alga dipengaruhi oleh faktor lingkungan sebagai berikut:

1. Nutrisi

Unsur-unsur yang harus tersedia dalam proses pertumbuhan alga adalah karbon, nitrogen dan fosfor. Sumber karbon berasal dari CO₂ yang didapatkan dari atmosfer maupun hasil respirasi dari bakteri dan karbon organik. Sumber nitrogen dimanfaatkan alga dalam pembentukan protein yang dibutuhkan untuk bahan bentuk selulosa dan sitin. Fosfor dimanfaatkan alga sebagai sumber energi internal dalam metabolisme alga/jamur di dalam sel baik dalam proses sintesis, respirasi maupun pertumbuhan.

proteolisis, perbandingan kebutuhan nitrogen dan fosfor antara 15

1 hingga 20 : 1

2. Salinitas

Bagi golongan air laut / payau, salinitas sangat penting untuk menyesuaikan kadaran nutrisi yang akan disediakan dari organisme dengan air sebagai lingkungan budidaya. Hal ini akan berpengaruh pada proses metabolisme. Beberapa spesies alga akan memarahi kultur dengan menyuarinya tingkat salinitas pada media.

3. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya diperlukan oleh alga untuk berfotosintesis. Selain itu, intensitas cahaya juga mempengaruhi alga dalam menghasilkan nutrisi tambahan nitrogen. Penyerapan nitrat dan amoni oleh alga membutuhkan intensitas cahaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan penyerapan amoniak (Afanis, 2011)

Pertumbuhan Nostocikles sangat tergantung pada intensitas cahaya. Biasanya dalam ruang kultur intensitas cahaya berkisar antara 300 – 3000 lux. Kepadatan pelap dan string harus dikontrol. Untuk kultur penyediaan bibit, intensitas cahaya yang diberikan berkisar antara 300 – 5000 lux. Biasanya 12 jam dalam keadaan terang dan 12 jam dalam keadaan gelap (Lubna, 1994).

4. Temperatur dan pH

Temperatur mempengaruhi aktivitas semua dalam sel alga. Penyerapan pada tingkat fotosintesis maksimum akan

meningkat seiring dengan meningkatnya suhu. Suhu untuk pertumbuhan alga berkisar antara 10°C – 30°C . Beberapa alga melakukan fotosintesis pada pH 7 – 8. Pada pH diatas 8 proses fotosintesis akan terhambat sehingga penguapan nitrogen dan pertumbuhan juga terhambat (Alfandi, 2003).

3. Aerasi

Terdapatnya CO_2 bebas merupakan faktor yang penting untuk pertumbuhan Chlorella sp. Kultur secara langsung dipakai sebagai bahan untuk pertumbuhan mutakhir – minimal organik melalui proses fotosintesis. Untuk menangkap CO_2 bebas ke dalam media kultur alga biasanya dilakukan pengaliran gas yang – kadang kadang juga dengan cara pemberian secara langsung untuk menstabilkan nitrogen yang ada dalam media kultur (Lahiri, 1994).

4. Kandungan oksigen terlarut

Oksigen sangat esensial bagi pertumbuhan dan merupakan salah satu komponen bagi metabolisme organisme air. Konsentrasi O_2 dalam air dipengaruhi oleh suhu, tekanan parsial gas – gas yang ada di atmosfer maupun yang ada di air serta aktifitas. Makin tinggi suhu, tekanan dan tekanan gas – gas terlarut dalam air, maka konsentrasi O_2 makin berkurang (Lahiri, 1994).

2.4. Proses Fotosintesis

Fotosintesis adalah proses penyerapan energi cahaya dan gendabannya menjadi energi kimia yang disimpan dalam bentuk

sementara kimia organik di dalam selaki tumbuhan. Dalam proses fotosintesis paling sedikit terdapat dua reaksi yang berlangsung yakni reaksi terang dan reaksi gelap. Reaksi terang membutuhkan cahaya dan bahan-bahan kimia organik sementara sebaliknya reaksi gelap merupakan reaksi sintesis dimana reaksi tersebut membutuhkan oksigen tetapi tidak membutuhkan cahaya.

Reaksi terang sebenarnya merupakan reaksi pemecahan sukral air menjadi sukral oksigen dengan bantuan energi cahaya. Dari reaksi terang akan menghasilkan energi kimia yang disimpan dalam bentuk sukral Adenosin Tri Fosfat (ATP) selain itu juga akan menghasilkan suatu senyawa perantara yang disebut Nikotinamid Adenin Dinucleotide Fused Hidrogen (NADPH) yang nantinya akan mereduksi karbon dalam reaksi gelap. Hasil reaksi terang sangat labil dan akan segera bisa tidak digunakan langsung dalam reaksi gelap.

Reaksi gelap adalah reaksi karbon atau NADPH dengan bantuan energi ATP menjadi senyawa kimia organik dan oksigen. Senyawa organik pertama yang dihasilkan adalah glisaratidat/ glukosa yang ketundat akan bergantung dengan untaunnya sehingga membentuk helman glukosa. Dari helman glukosa melalui proses polimerisasi akan membentuk pati yang merupakan cadangan makanan bagi tumbuhan.

Cahaya matahari sangat penting perannya bagi alga. Alga untuk melakukan proses fotosintesis karena alga hijau merupakan organisme berfotosintesis yang merupakan organisme dari

seperti berfotosintesis. Intensitas cahaya matahari yang dibutuhkan Chlorofila sp dalam melakukan fotosintesis lebih besar dibandingkan Chlorofila kompositum yang membutuhkan intensitas cahaya sebesar lima. Cahaya matahari dapat digantikan dengan cahaya buatan seperti lampu neon dengan intensitas cahaya yang sesuai dengan kebutuhan alga hijau (Adnan, 2003).

2.9. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan bentuk pengukuran yang digunakan untuk menunjukkan suasana keasaman dan kebasaan suatu larutan. Faktor utama dalam penentuan pH dari suatu larutan adalah konsentrasi atau aktivitas ion hidrogen (H^+). Peranan pH sangat penting bagi proses keasaman di dalam larutan karena suasana larutan dapat mempengaruhi beberapa hal, misalnya aktivitas biologis dan mikrobiologis yang membutuhkan rentang pH tertentu untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan pH di dalam air adalah konsentrasi CO_2 terlarut dimana CO_2 di dalam air berasal dari atmosfer dan hasil respirasi dan ekskresif organisme. Proses fotosintesis dapat mengakibatkan penurunan konsentrasi CO_2 di dalam air yang mengakibatkan kenaikan pH air permukaan. Selain kenaikan pH tersebut terjadi maka perubahan ion bersifat alkalinitas, yaitu ion bikarbonat (HCO_3^-) menjadi ion karbonat (CO_3^{2-}) kemudian perubahan ion CO_3^{2-} menjadi ion hidroksida (OH^-). Selain itu reaksi tersebut menghasilkan CO_2 yang berpengaruh

meningkatkan pH air. Peristiwa tersebut adalah sebagai berikut:

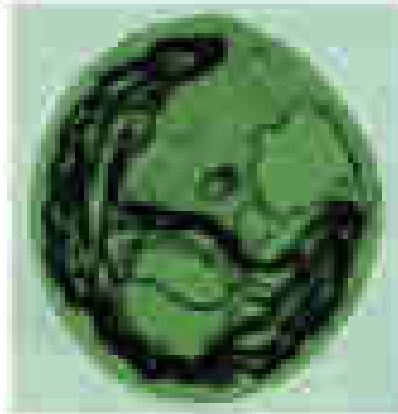


11 Pada kondisi tertentu (sungai tua), adanya alga dan jamur di dalam air menyebabkan timbulnya kadar karbon dioksida dan hidrogen sulfida. Dalam kondisi tersebut, kadar karbonat dan hidrogen sulfida dapat menyebabkan pH larutan naik.

Ditampungnya air permukaan melalui air (H₂O) oleh NADP sebagai akseptor elektron dapat menyebabkan terlepasnya air hidrogen sehingga dapat meningkatkan kenaikan pH pada larutan.

Selanjutnya pada proses respirasi yang dilakukan oleh bakteri anaerob pada malam hari menyebabkan kelebihan CO₂ di dalam air yang merupakan salah satu produk dari proses respirasi. Penambahan CO₂ di dalam air secara otomatis dapat menurunkan pH pada larutan (Almudi, 2013).

2.10. *Chlorella sp.*



Gambar 4. *Chlorella sp.*

Chlorella sp. adalah salah satu jenis alga hijau berisel satu. Selnya bersifat sferis dengan berbentuk bulat atau bulat telur dengan diameter 3 – 8 mikron, memiliki kloroplas berbentuk seperti cawan dan thaloidnya kemas. Warnanya hijau cerah, hijau dipertukarkan ke merah, merah ke hijau yang hidup di air asam (Ariandi, 2007).

Bentuk sel *Chlorella sp.* bervariasi ada yang seperti bulat atau bulat telur. Sel – sel ini tidak bergerak, menempa hidup di alam bebas. Ladang membentak, kadang tapi sering menyebarkan secara individual sendiri – sendiri (Latina, 1994).

Pernakalan sel *Chlorella sp.* ditunjukkan oleh dinding sel yang tebal dan selulosa. Mempunyai inti sel, juga mempunyai cadangan makanan yang berikat dan Polysakarida. Staamping ini pada *Chlorella sp.* mendapat sukrosa yang merupakan sumber energi bagi sel tersebut secara anaerobik (Latina, 1994).

Miranti Lahiru (1994) Mengklasifikasi Tahap sel *Chlorella*

sebagai berikut :

Ordo	Chloropyta
Kelas	Chloropyxum
Ordo	Chlorococcales
Familia	Chlorellaceae
Genus	Chlorella
Spesies	Chlorella sp.

Miranti Afridi (2003) memperluas Chlorella sp. terjadi secara seksual, yaitu dengan perkembangbiakan sel akan tetapi menghasilkan beberapa spora yang dimatikan. Apoptosis dan sel nekrosis. Dalam kondisi normal pembelahan sel terjadi sekali dalam sehari. Tahap pertumbuhan Chlorella sp. dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Tingkat pertumbuhan, pada tingkat ini terjadi penumbuhan sel.
2. Tingkat pematangan dini, pada tingkat ini terjadi beberapa proses persiapan pembentukan sel baru.
3. Tingkat pematangan akhir, pada tingkat ini terjadi pembentukan sel induk muda.
4. Tingkat pelepasan sel.

Chlorella sp. dapat hidup disintetis yang terapan, baik di air tawar maupun di air payau bahkan hingga di air laut. Dapat hidup pada

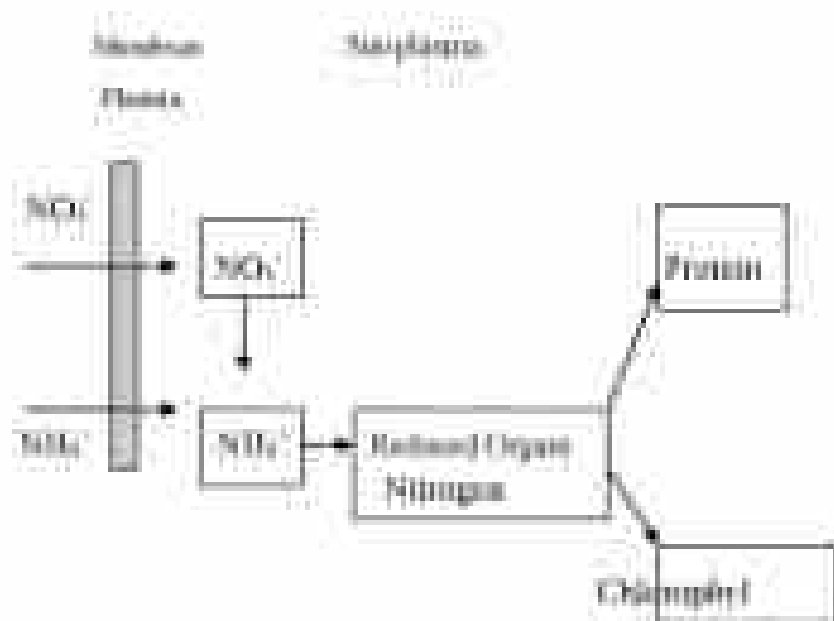
Chlorella sp mempunyai daya tahan terhadap perubahan lingkungan yang mendadak, baik berupa perubahan suhu, salinitas, maupun pH (Lubna, 1994). Cita untuk mengembangkan keberagaman alga hijau (*Chlorella sp*) dapat melibatkan pemuliahan (dikembangkan) secara cepat dalam mikroorganisme ini hingga keberagaman tersebut akan lingkungan hidup yang kurang baik.

2.11. Degradasi Nitrat

Alga hijau (*Chlorella sp*) memiliki kemampuan untuk melakukan fotosintesis sehingga dapat menggunakan energi matahari dan memanfaatkan senyawa yang ada dalam air untuk mensintesis material organik. Ada energi untuk dasar yang harus tersedia dalam proses pertumbuhan alga, yaitu nitrogen, fosfor, kalium, dan silika, dan sinar matahari. Sebagaimana makhluk hidup lainnya alga hijau membutuhkan nutrisi untuk sumber energi dan memenuhi kebutuhan biosintesis.

Nitrogen dalam bentuk nitrat dan amoniak oleh alga hijau digunakan untuk mensintesis asam amino, lemak dan protein. Proses penyerapan nitrat diawali dengan reduksi nitrat oleh senyawa protein pada alga hijau, kemudian nitrat tersebut masuk ke dalam sel-selnya. Nitrat yang ada dalam sel-selnya tidak dapat digunakan untuk mensintesis asam amino dan protein, melainkan harus dikurangi terlebih dahulu menjadi amoniak melalui bantuan enzim nitrat reduktase. Sedangkan penyerapan

aktivitas dapat langsung menentukan asam amino dan protein. Oleh karena itu jumlah nitrat yang tersedia untuk sel alga hijau ditentukan oleh kadar amonia yang dihasilkan secara otomatis reduktive (Alfiah, 2013). Secara umum polycraps nitrat dapat digambarkan seperti gambar berikut.



Gambar 5. Assimilasi Nitrat oleh Alga Hijau (*Chlorella sp.*)
 (Sindar, 2008)

Bahan organik (*Chlorella sp.*) dapat hidup pada konsentrasi nitrat yang relatif tinggi. Aktivitas umum reduktive reduktive yang berperan dalam proses asimilasi nitrat pada sel alga sangat dipengaruhi oleh kadar nitrat pada lingkungan hidup alga. Peningkatan kadar nitrat menurunkan peningkatan aktivitas nitrat

sebagai prekursor yang pada akhirnya menyebabkan produksi dan akumulasi amoniak (NH_3). Disamping itu, aktivitas enzim senescent selulosa yang tinggi dapat mengakibatkan akumulasi gula yang bersifat reduksi pada sel selga. Sekitar 80% nitrogen yang ada dalam air telah dikonsversi menjadi sel selga. Sel selga mengandung kurang lebih 8% nitrogen.

Dalam proses penyerapan, selga menumbuhkan sel-sel untuk melakukan kerabat dengan sel / sel-sel. Waktu yang dibutuhkan untuk menyerap sel / sel-sel disebut waktu tinggal atau waktu kumulasi. Waktu tinggal yang dibutuhkan selga bijan untuk menghasilkan penyerapan kadarnya tersebut berkisar antara 20 - 30 jam (Alford, 2000).

Mula yang digunakan dalam proses penyerapan yaitu dalam stabilitas senescent dengan kadarnya sel-sel berkisar 13 - 40 cm. proses yang terjadi pada sel-sel ini adalah proses senescent antara sel-sel dan selga. Kerja mikroskopis sel selga terjadi dalam air (Pentecost, 2000).