

II. TINJAUAN PUSTAKA

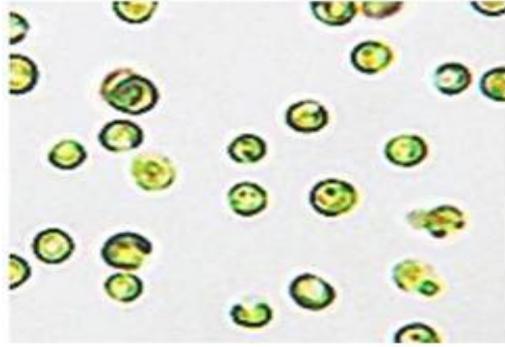
2.1 Biologi *Nannochloropsis* sp

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Hibberd (1981), menggolongkan sel *Nannochloropsis* sp. ke dalam klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Chromista
Super Divisi : Eukaryotes
Divisi : Chroniophyta
Kelas : Eustigmatophyceae
Ordo : Eustigmatales
Famili : Monodopsidaceae
Genus : *Nannochloropsis*
Spesies : *Nannochloropsis* sp.

Nannochloropsis sp. merupakan mikroalga berwarna kehijauan, selnya berbentuk bola, berukuran kecil dengan diameter 2-4 μm , memiliki 2 flagel dengan salah satu flagelnya berambut tipis. *Nannochloropsis* memiliki kloroplas dan nukleus yang dilapisi membran. Kloroplas memiliki stigma (bintik mata) yang bersifat sensitif terhadap cahaya. *Nannochloropsis* dapat berfotosintesis karena memiliki klorofil. Ciri khas dari *Nannochloropsis* sp. adalah memiliki dinding sel yang terbuat dari komponen selulosa (Fachrullah, 2011). Bentuk *Nannochloropsis* sp. dapat dilihat pada Gambar 2.

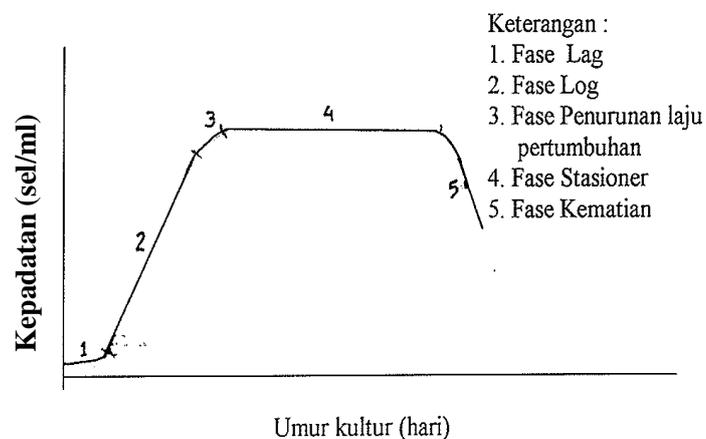


Gambar 2. Bentuk *Nannochloropsis* sp. (Waggoner dan Speer, 1999 dalam Aliabbas, 2002)

2.1.2. Pertumbuhan *Nannochloropsis*.sp

Nannochloropsis dapat tumbuh pada salinitas 0-35 ppt. Salinitas optimum untuk pertumbuhannya adalah 25-35 ppt dengan kisaran suhu optimal yaitu 25-30°C. *Nannochloropsis* sp. dapat tumbuh baik pada kisaran pH 8-9,5 dan intensitas cahaya 100-10000 lux (Vazquez-Duhalt dan Arredondo-Vega, 1991; Robert, 2005) dalam Widianingsih, 2011. *Nannochloropsis* membutuhkan beberapa nutrisi untuk dapat tumbuh dengan baik. Nutrisi tersebut terdiri dari unsur makro dan mikro. Unsur makro terdiri dari N, P, Fe, K, Mg, S dan Ca sedangkan unsur mikro terdiri dari H_2BO_3 , $MnCl_3$, $ZnCl_2$, $CoCl_2$, $(NH_4)_6Mn_7O_{24} \cdot 4H_2O$ dan $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (Chen dan Shety, 1991).

Kurva pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp (Pujiastuti, 2010).

Pujiastuti (2010) membagi pola pertumbuhan atau kurva pertumbuhan tersebut menjadi 5 fase pertumbuhan sebagai berikut.

1. Pada fase lag penambahan jumlah densitas fitoplankton sangat rendah atau bahkan dapat dikatakan belum ada penambahan densitas. Hal tersebut disebabkan karena sel-sel fitoplankton masih dalam proses adaptasi secara fisiologis terhadap medium tumbuh sehingga metabolisme untuk tumbuh menjadi lamban.
2. Pada fase log/eksponensial, terjadi penambahan kepadatan sel fitoplankton (N) dalam waktu (t) dengan kecepatan tumbuh (μ) sesuai dengan rumus eksponensial.
3. Pada fase penurunan kecepatan tumbuh pembelahan sel mulai melambat karena kondisi fisik dan kimia kultur mulai membatasi pertumbuhan.
4. Pada fase stasioner, faktor pembatas dan kecepatan tumbuh sama karena jumlah sel yang membelah dan yang mati seimbang.
5. Pada fase kematian, kualitas fisika dan kimia media kultur berada pada titik dimana sel tidak mampu lagi mengalami pembelahan.

2.1.3. Faktor Pembatas

Menurut Dewi (2003) selain unsur nutrien, faktor eksternal lain yang mempengaruhi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. meliputi:

- a. Cahaya diperlukan oleh mikroalga (seperti halnya tumbuhan darat) untuk proses asimilasi bahan anorganik sehingga menghasilkan energi yang dibutuhkan. Kekuatan cahaya bergantung pada volume kultur dan kepadatan.

- b. Derajat keasaman (pH) optimum untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. adalah pada pH 8-9.
- c. Temperatur optimal pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. berkisar 25°C-32°C.
- d. Salinitas optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. 25-35 ppt.
- e. Oksigen terlarut (DO) adalah salah satu parameter paling mendasar di perairan karena mempengaruhi kehidupan organisme akuatik. Nilai oksigen terlarut yang ideal untuk fitoplankton adalah >5 ppm.

2.2 Salinitas

Salinitas (S) merupakan jumlah gram dari garam terlarut dalam 1000 gram air laut (setelah seluruh bromide telah diganti khlorine, seluruh karbonat telah diubah ke oksida dan seluruh materi organik telah diuraikan). Salinitas biasanya dinyatakan dalam bagian per 1000 (simbol: ‰). Walaupun persen (%) dalam gram per kilogram dapat digunakan. Berdasarkan sistem Vinicc (1958), klasifikasi perairan laut seperti dinyatakan dalam Tabel (Brahmana, 2001).

Tabel 1. Klasifikasi perairan laut (Brahmana, 2001).

Jenis Perairan	Salinitas (‰)
• Hyperhaline	>40
• Euhaline	30-40
• Mixo haline	0.5-30 (40)
- mixo euhaline	>30 (tetapi < laut euhaline)
- mixo polyhaline	18-30
- mixo mesohaline	5-18
- mixo oligohaline	0.5-5
• Air tawar	< 0.5

Salinitas pada setiap bagian laut bervariasi antara 34‰ hingga 37‰, dengan rata-rata sekitar 35‰. Perbedaan kadar salinitas ini disebabkan karena perbedaan laju evaporasi dan presipitasi. Kadar salinitas paling tinggi terdapat di

daerah subtropics dan tropis. Pada daerah yang relatif tertutup, salinitas bervariasi dari mendekati 0‰ (pada daerah yang dekat dengan muara sungai besar) hingga mendekati 40‰ (di Laut Merah dan Teluk Persia). Walaupun salinitas bervariasi, namun rasio ion utama dalam air laut tetap konstan. Salinitas dapat diukur dengan mengukur salah satu aspek salinitas (misalnya klorin), mengukur konduktivitas, atau mengukur indeks refraksi (Suantika, 2007).

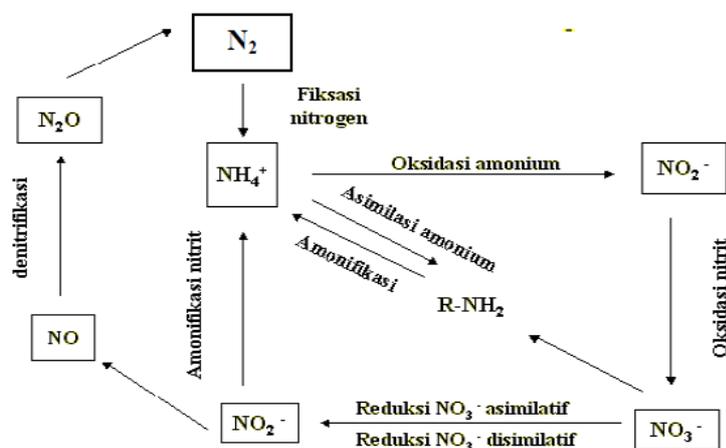
Sebaran salinitas di lautan dapat diamati dari sebaran salinitas di permukaan dan sebaran salinitas di bawah permukaan. Salinitas permukaan akan meningkat seiring dengan bertambahnya penguapan dan pembentukan es. Demikian pula sebaliknya, salinitas akan berkurang dengan meningkatnya curah hujan, pencairan es dan banyaknya aliran air tawar dari sungai yang masuk ke laut. Di kepulauan Indonesia penyebaran salinitas dipengaruhi 2 faktor utama, yaitu pergantian musim dan aliran tawar dari sungai (Brahmana, 2001).

2.3 Nitrogen

Nitrogen memegang peranan penting dalam siklus organik dalam menghasilkan asam-asam amino penyusun protein. Dalam siklus nitrogen, tumbuh-tumbuhan menyerap nitrogen anorganik dalam salah satu gabungan atau sebagai nitrogen molekuler. Tumbuh-tumbuhan ini membuat protein yang kemudian dimakan hewan dan diubah menjadi protein hewani. Jaringan organik yang mati diurai oleh berbagai jenis bakteri, termasuk di dalamnya bakteri pengikat nitrogen yang mengikat nitrogen molekuler (Anggraini, 2009).

Terdapat lima fase dalam siklus nitrogen yaitu amonifikasi, nitrifikasi, asimilasi nitrogen, denitrifikasi dan fiksasi nitrogen. Amonifikasi adalah proses

pembentukan amonia dari materi organik. Amonia juga dapat mengalami deaminasi menjadi asam amino dan dapat diasimilasi secara langsung oleh diatom, alga selular dan tanaman tingkat tinggi. Nitrifikasi merupakan reaksi oksidasi yaitu proses pembentukan nitrat yang berasal dari amonia menjadi nitrit dan hasil akhirnya berupa nitrat. Proses ini dapat berlangsung secara fotokimia, bakteriologi maupun kimia. Asimilasi nitrogen ini merupakan fungsi utama bagi fitoplankton, alga bentik dan bakteri sebagai proses pemanfaatan nitrogen untuk pembentukan asam amino dalam protoplasma. Denitrifikasi merupakan reaksi reduksi terhadap nitrat dimana nitrat direduksi menjadi nitrit, nitrit oksida, nitrous oksida dan terakhir dibentuk gas dinitrogen. Fiksasi nitrogen yaitu proses pengambilan nitrogen bebas, hal ini hanya dapat terjadi pada daerah pantai, simbiosis alga, dan pencampuran nitrogen dari lingkungan/atmosfir (Angraini, 2009). Siklus nitrogen ditampilkan pada Gambar 4.

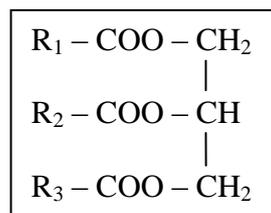


Gambar 4. Siklus Nitrogen (Sitaresmi, 2002 dalam Angraini, 2009)

2.4 Lemak

Lemak adalah suatu ester asam lemak dengan gliserol. Gliserol merupakan suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas tiga atom karbon. Tiap atom karbon

mempunyai gugus –OH. Satu molekul gliserol dapat mengikat satu, dua atau tiga molekul asam lemak dalam bentuk ester, yang disebut monogliserida, digliserida atau trigliserida. Lemak merupakan suatu trigliserida karena satu molekul gliserol mengikat tiga molekul asam lemak. R_1 -COOH, R_2 -COOH, R_3 -COOH ialah molekul asam lemak yang terikat pada gliserol (Poedjiadi, 1994).



Gambar 5. Struktur umum lemak (Poedjiadi, 1994).

Lemak pada hewan umumnya berupa zat padat pada suhu ruangan, sedangkan lemak yang berasal dari tumbuhan berupa zat cair. Lemak mempunyai titik lebur tinggi mengandung asam lemak jenuh, sedangkan lemak cair atau yang biasa disebut minyak mengandung asam lemak tidak jenuh. Lemak akan terurai menjadi asam lemak dan gliserol melalui proses hidrolisis. Proses tersebut dapat berjalan dengan menggunakan asam, basa atau enzim tertentu. Proses hidrolisis yang menggunakan basa menghasilkan gliserol dan garam asam lemak atau sabun. Pada umumnya bila lemak dibiarkan lama di udara akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak. Hal tersebut disebabkan oleh proses hidrolisis yang menghasilkan asam lemak bebas. Selain itu, proses oksidasi terhadap asam lemak tidak jenuh akan menambah bau tengik dan rasa yang tidak enak. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya ketengikan lemak adalah kelembapan udara, cahaya, suhu tinggi dan adanya bakteri perusak (Poedjiadi, 1994).

Lipida diklasifikasikan sebagai lemak, fosfolipida, sfingomielin, lilin dan sterol (Fahy *et al.*, 2005 *dalam* Pangkey, 2011). Semua lipida ini memiliki kesamaan serta kekhususan-nya yang ditentukan oleh jumlah hidrokarbon dalam molekulnya. Lemak adalah ester asam lemak dari gliserol dan tersimpan sebagai energi dalam tubuh hewan. Lemak digunakan untuk kebutuhan energi jangka panjang, juga untuk pergerakan atau ca-dangan energi selama periode kekurangan makanan. Dalam tubuh, lemak menyedia-kan energi dua kali lebih besar dibanding-kan protein (Sargent *et al.*, 2002 *dalam* Pangkey, 2011).

Fosfolipida adalah gabungan ester asam lemak dan asam fosfatidat, merupakan komponen utama dari membran sel, dan membantu permukaan membran untuk bersifat hidrofobik ataupun hidrofilik. Spingomielin adalah ester asam lemak dari sfingosin dan terdapat dalam otak dan jaringan saraf. Lilin adalah ester asam lemak dan alkohol rantai panjang dan dapat dijumpai pada jaringan telur, hati dan otot. Sterol adalah rantai panjang alkohol yang tersusun secara polisiklik dan berfungsi sebagai komponen dari beberapa hormon untuk kematangan gonad (Pangkey, 2011).

Lemak mempengaruhi berfungsinya hormon, melindungi jaringan syaraf, membantu permeabilitas sel (Halver, 1989 *dalam* Herawati, 2005). Selain itu fungsi lemak yang lain adalah sebagai sumber energi, membantu penyerapan mineral-mineral tertentu serta vitamin (A, D, E, K) yang terlarut dalam lemak. Keberadaan lemak juga dapat membantu proses metabolisme dan menjaga keseimbangan daya apung ikan di dalam air.

Sahbana (2009) melakukan penelitian kadar lemak *Nannochloropsis* sp menggunakan prinsip ekstraksi. Pada analisis kandungan lemak *Nannochloropsis* sp digunakan tiga jenis pelarut yaitu air dan metanol yang bersifat polar dan kloroform yang bersifat nonpolar. Pada penelitian tersebut jumlah kadar lemak mikroalga *Nannochloropsis* sp mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah sel mikroalga *Nannochloropsis* sp. Pada hari ke-7 jumlah konsentrasi kadar lemak pada kultur pertama (P1) sebesar 2,05 % dan meningkat pada hari ke-11 sebesar 11,32% begitu juga dengan jumlah sel yang meningkat dari 41×10^6 sel/ml pada hari ke-7 dan $45,6 \times 10^6$ sel/ml pada hari ke-14.

Kandungan lemak pada *Nannochloropsis* lebih tinggi bila dibandingkan dengan kandungan lemak mikroalga lainnya. Perbandingan kandungan nutrisi *Nannochloropsis* terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan nutrisi *Nannochloropsis* (dalam bobot kering) (Riedel, 2009)

Nilai nutrisi (%)	Jenis mikroalga			
	<i>Nannochloropsis</i>	<i>Pavlova</i>	<i>Isochrysis</i>	<i>Dunaliella</i>
Protein	52.11	51.60	46.69	57.00
Karbohidrat	16.00	22.64	24.15	32.00
Lemak	27.65	19.56	17.07	6.00
EPA	30.50	13.80	3.5	-
Total ω3 HUFAs	42.70	23.50	22.50	-
DHA	-	-	6.67	-
Vitamin C	0.85	-	0.90	ND
Klorofil a	0.89	-	0.48	ND

Keterangan: ND = Not Detected (tak terdeteksi)