

II. TINJAUAN PUSTAKA

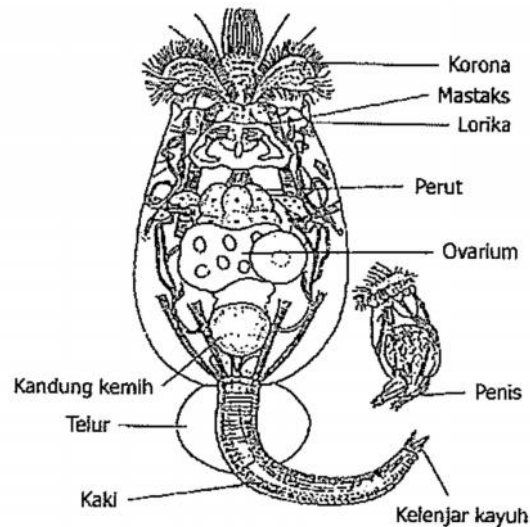
2.1 Bio-ekologi *Brachionus plicatilis*

2.1.1 Klasifikasi dan Identifikasi

Brachionus plicatilis termasuk ke dalam filum Rotifera yang merupakan filum invertebrata. Ada tiga kelas rotifer, yaitu (1) Seisinoidea, (2) Bdelloidea: kelompok yang menyerupai cacing dan bereproduksi secara aseksual, dan (3) Monogononta: kelas yang di dalamnya terdapat *B. plicatilis*, *B. calyciflorus*, dan *B. rubens*.

Klasifikasi *B. plicatilis* menurut Fu *et al.* (1991) dalam Amali (2005) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Rotifera
Kelas	: Monogononta
Ordo	: Ploima
Famili	: Brachionidae
Sub Famili	: Brachioninae
Genus	: <i>Brachionus</i>
Spesies	: <i>B. plicatilis</i>



Gambar 2. Morfologi *Brachionus* sp jantan dan betina (Koste, 1980 dalam Amali, 2005)

B. plicatilis merupakan salah satu pakan alami yang sering diberikan dalam usaha pembenihan dan cocok bagi larva ikan, mengandung 40-60% protein dan 13-16% lemak (Lubzens *et al.*, 1989 dalam Aprilia, 2008). *B. plicatilis* memiliki ukuran tubuh yang kecil (80-120 μm), bersifat *nonselektif filter feeder*, gerakan yang lambat, mudah diklutur, mudah dicerna dan mudah ditingkatkan kandungan gizinya terutama asam lemaknya (Watanabe, 1988 dalam Aprilia, 2008).

Tubuh *B. plicatilis* terdiri dari tiga bagian, yaitu kepala (*head*), badan (*trunk*), dan kaki atau ekor (*foot*). Bagian kepala dilengkapi dengan silia yang kelihatan seperti spiral dan disebut korona yang berfungsi untuk memasukkan makanan ke dalam mulut (Lavens dan Sorgelos, 1996).

2.1.2 Habitat dan Penyebaran

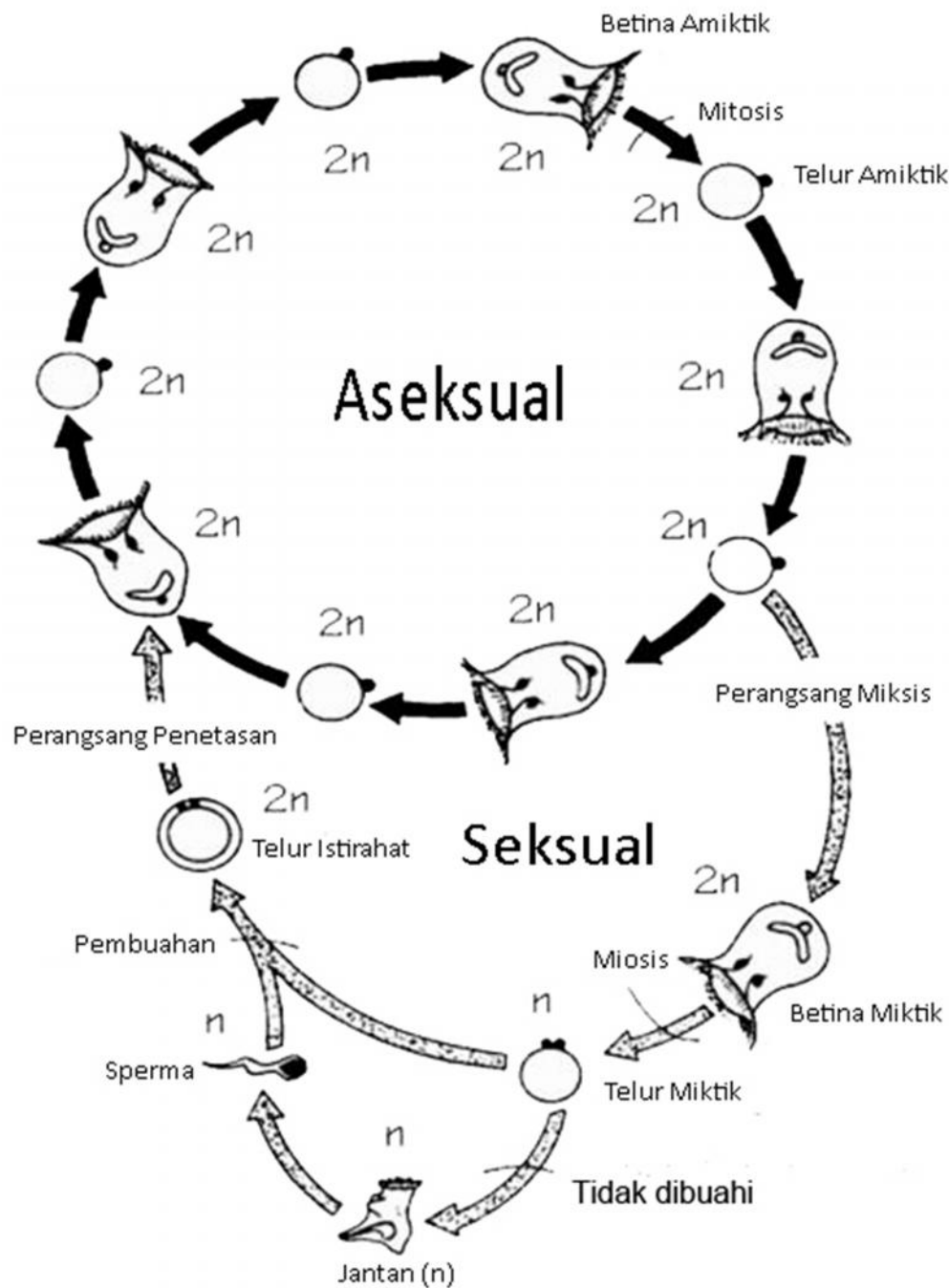
B. plicatilis ditemukan di seluruh dunia. Populasi yang berasal dari wilayah geografis berbeda memiliki karakteristik morfologi, fisiologi, dan perilaku yang benar-benar berbeda. *B. plicatilis* tersebar di Amerika, Eurazia, Australia, dan juga Indonesia. *B. plicatilis* termasuk hewan yang hidupnya kosmopolitan, dapat ditemukan hampir di semua jenis perairan (Suminto, 2005).

2.1.3 Reproduksi

B. plicatilis mempunyai kelamin terpisah, dapat bereproduksi secara aseksual dengan *parthenogenesis* yaitu menghasilkan telur tanpa terjadi pembuahan dan individu baru yang dihasilkan bersifat diploid. Selain secara aseksual, *B. plicatilis* juga bereproduksi secara seksual. Pada mulanya betina miktik menghasilkan 1-6 telur kecil (50-70 x 80-100 mikron). Betina miktik adalah betina yang dapat dibuahi. Telur yang dihasilkan oleh betina miktik akan menetas menjadi jantan. Jantan tersebut akan membuahi betina miktik dan menghasilkan 1-2 telur istirahat. Telur tersebut mengalami masa istirahat sebelum menetas menjadi betina amiktik. Betina amiktik adalah betina yang tidak dapat dibuahi. Dari betina amiktik tersebut maka reproduksi secara aseksual akan terjadi lagi (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

B. plicatilis memiliki masa hidup yang tidak terlalu lama. Usia *B. plicatilis* betina pada suhu 25⁰C adalah antara 6-8 hari sedangkan yang jantan hanya sekitar 2 hari. Meskipun berumur pendek, namun *B. plicatilis* betina memiliki kapasitas reproduksi yang luar biasa. *B. plicatilis* betina pertama kali bereproduksi pada usia 18 jam dan selanjutnya terus bereproduksi sepanjang hidup mereka. Fekunditas

total untuk seekor betina secara aseksual dan dalam kondisi pakan yang cukup serta kualitas air yang bagus adalah 20-25 individu baru (Suminto, 2005).



Gambar 3. Partenogenesis dan reproduksi *Brachionus plicatilis* (Hoff and Snell, 1987 dalam Lavens dan Sorgelos, 1996).

2.1.4 Pemanfaatan Rotifer Bagi Larva Ikan

Komposisi biokimia dan nutrisi *B. plicatilis* untuk larva ikan ditentukan oleh makanannya. Komposisi nutrisi *B. plicatilis* didominasi oleh protein. Selain itu terdapat juga lemak, abu, dan beberapa kandungan logam, dan 18 asam amino. Zooplankton merupakan sumber pakan yang bagus bagi larva ikan karena adanya kandungan asam amino dan tingkat digestabilitas yang tinggi. Kandungan asam lemak esensial *B. plicatilis* diketahui sebagai komponen penting yang mempengaruhi daya tahan larva (Suminto, 2005). Redjeki (1999) menyatakan pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan laut dan udang sangat tergantung pada kualitas *B. plicatilis*.

Kualitas *B. plicatilis* yang diberikan harus mempunyai nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan larva ikan. Peningkatan kandungan nutrisi *B. plicatilis* dapat ditingkatkan melalui *Nannochloropsis* sp karena dianggap sebagai pakan alami yang dapat memindahkan kandungan nilai gizinya ke larva ikan (Redjeki, 1999).

2.1.5 Faktor Pembatas

Redjeki (1999) menyatakan pertumbuhan *B. plicatilis* sangat dipengaruhi oleh kualitas air, pH, oksigen terlarut, karbondioksida dan salinitas. Kualitas air merupakan salah satu faktor penting yang dapat menyebabkan perubahan tingkah laku organisme perairan dan dapat memperlihatkan nafsu makan berkurang atau tidak, pertumbuhan lambat atau cepat, adanya gangguan hama dan penyakit yang akhirnya dapat mempengaruhi kelangsungan hidup *B. plicatilis*.

a. Salinitas

B. plicatilis bersifat euryhalin. Betina dengan telurnya dapat bertahan hidup pada salinitas 98 ppt, sedangkan salinitas optimalnya adalah 10-35 ppt (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

a. Suhu Air

Kisaran suhu antara 22⁰-30⁰C merupakan kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan dan reproduksi (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

b. pH

Keasaman air mempengaruhi kehidupan *B. plicatilis*. *B. plicatilis* masih dapat bertahan hidup pada pH 5-10. Sedangkan pH optimum untuk pertumbuhan dan reproduksi berkisar antara 7,5-8,0 (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

c. Oksigen Terlarut

Jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh *B. plicatilis* pada suhu air 10⁰C adalah 7,07mg/L /hari, pada suhu air 25⁰C 10,04 mg/L/hari (Fukusho, 1989 dalam Redjeki, 1999). BBL Lampung (2002) dalam Amali (2005) menyatakan oksigen terlarut untuk pertumbuhan *B. plicatilis* adalah 4,5-6,5 mg/l.

d. Intensitas Cahaya

Suminto (2005) menyatakan cahaya sebesar 250-310 nm adalah yang terbaik untuk menetas kista *B. plicatilis*. Fulks dan Main (1991) dalam Redjeki (1999) menyatakan intensitas cahaya yang diperlukan untuk kultur *B. plicatilis* dalam ruangan tidak melebihi 2.000 lux.

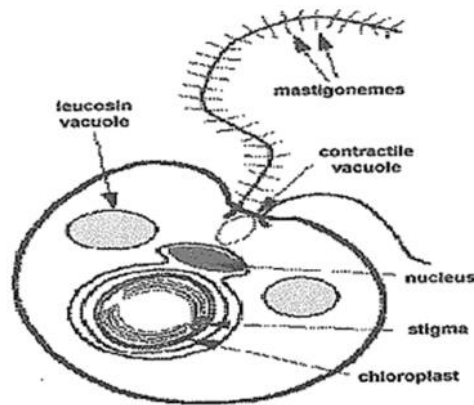
2.2 Bio-ekologi Mikroalga *Nannochloropsis* sp

Nannochloropsis adalah kelompok fitoplankton yang dikelompokkan dalam genus alga yang terdiri dari sekitar 6 spesies. Genus tersebut dalam perkembangan ilmu taksonomi pertama kali disebut oleh Hibberd (1981). Spesies yang sebagian besar telah dikenal dari lingkungan laut, tetapi juga terdapat di perairan tawar dan payau.

Nannochloropsis mampu mencapai konsentrasi tinggi dengan berbagai pigmen seperti *astaxanthin*, *zeaxanthin* dan *canthaxanthin*. Mikroalga tersebut memiliki struktur yang sangat sederhana. *Nannochloropsis* memiliki diameter sekitar 2 mikrometer. *Nannochloropsis* memiliki kemampuan dalam mengakumulasi asam lemak tak jenuh ganda sehingga digunakan sebagai sumber pangan yang kaya energi untuk larva ikan dan rotifer (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.2.1 Morfologi dan Klasifikasi

Nannochloropsis berukuran 2-4 μm , berwarna hijau, tidak motil, dan memiliki flagel (heterokontous) yang salah satu flagel berambut tipis (Allo, 2005). Selnya berbentuk bola, berukuran kecil dengan diameter 4-6 μm . Organisme ini merupakan divisi yang terpisah dari *Nannochloris* karena tidak adanya *chlorophyll b*. *Nannochloropsis* merupakan pakan yang populer untuk rotifer, *artemia*, dan pada umumnya merupakan organisme *filter feeder* (penyaring). *Nannochloropsis* sp memiliki kloroplast dan nukleus yang dilapisi membran (Allo, 2005).



Gambar 4. Ilustrasi morfologi sel *Nannochloropsis* sp
(Waggoner dan Speer, 1999 dalam Aliabbas, 2002)

Klasifikasi *Nannochloropsis* sp menurut Hibberd (1981) adalah sebagai

berikut:

Kingdom : Protista
 Superdevisi : Eukaryotes
 Divisi : Chromophyta
 Kelas : Eustigmatophyceae
 Genus : *Nannochloropsis*
 Species : *Nannochloropsis* sp

2.2.2 Habitat dan Penyebaran

Penyebaran habitat mikroalga biasanya di air tawar (limnoplankton) dan air laut (haloplankton), sedangkan sebaran berdasarkan distribusi vertikal di perairan meliputi: plankton yang hidup di zona euphotik (ephiplankton), hidup di zona disphotik (mesoplankton), hidup di zona aphotik (bathyp plankton) dan yang hidup di dasar perairan/bentik (hypoplankton) (Eryanto *et al.*, 2003).

2.2.3 Faktor Pembatas

Secara umum pertumbuhan fitoplankton dipengaruhi oleh parameter-parameter sebagai berikut:

a. Salinitas

Salinitas merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi kehidupan di air, terutama dalam mempertahankan keseimbangan osmotik. Kisaran salinitas yang dimiliki oleh *Nannochloropsis* sp. antara 20-25 ppt, tetapi dapat tumbuh dalam salinitas 0-35 ppt (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

b. pH

Nannochloropsis sp dapat tumbuh baik pada kisaran pH 8-9,5 (Hirata, 1980 dalam Aryanto, 2008).

c. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penting yang sangat berpengaruh bagi kehidupan dan laju pertumbuhan organisme suatu perairan. Suhu berpengaruh langsung terhadap aktivitas enzim dalam metabolisme sel suatu organisme, sedangkan secara tidak langsung akan mempengaruhi kondisi lingkungan media pertumbuhan (Rusyani, 2001). Suhu 25-30⁰C merupakan kisaran suhu optimal (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Menurut Ismi (1996), suhu 15⁰C, 20⁰C, dan 25⁰C menghasilkan perkembangan populasi yang baik dibandingkan suhu 30⁰.

d. DO (Oksigen Terlarut)

Arif & Adiwinata (2007) dalam Restiada *et al.*, (2008) menyatakan standar oksigen terlarut untuk kehidupan organisme di laut adalah >3,0 mg/L.

Sedangkan pada kultur massal *Nannochloropsis oculata* pada hari ke 7 adalah 5,81 mg/L.

e. Cahaya

Kebutuhan akan cahaya untuk proses fotosintesis pada masing-masing alga berbeda (Rusyani, 2001). Intensitas cahaya 1.000-10.000 lux merupakan intensitas cahaya yang dibutuhkan *Nannochloropsis* sp (Hirata, 1980 dalam Aryanto, 2008).

f. Karbondioksida

Tumbuhan akuatik seperti mikroalga membutuhkan CO₂ untuk fotosintesis, tetapi kehadiran CO₂ dalam air menyebabkan turunnya pH. Karbondioksida dengan kadar < 5 % biasanya sudah cukup digunakan dalam kultur fitoplankton (Panggabean *et al.*, 2010).

g. Nutrien

Nutrien tersebut dibagi menjadi makronutrien dan mikronutrien, makronutrien meliputi N (meliputi nitrat), P (posfat), K (Kalium), C (Karbon), Si (Silikat), S (Sulfat) dan Ca (Kalsium). Sedangkan unsur Mikro nutrient terdiri atas Fe (Besi), Zn (Seng), Cu (Tembaga), Mg (Magnesium), Mo (Molybdate), Co (Kobalt), B (Boron), dan lainnya (Sylvester *et al.*, 2002; Edhy *et al.*, 2003; Cahyaningsih, 2009 dalam Fachrullah, 2011).

Nitrogen merupakan salah satu makronutrien yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produktifitas biomassa alga karena dibutuhkan untuk pembentuk protein, lemak dan klorofil (Richmond, 1998 dalam Maula, 2009).

Selain bahan-bahan anorganik, alga juga membutuhkan beberapa vitamin

untuk tumbuh. Vitamin-vitamin tersebut adalah vitamin B₁₂ (cyanocobalamin), vitamin B₁ (thiamin), dan biotin (Rusyani, 2001).

2.2.4. Fase Pertumbuhan

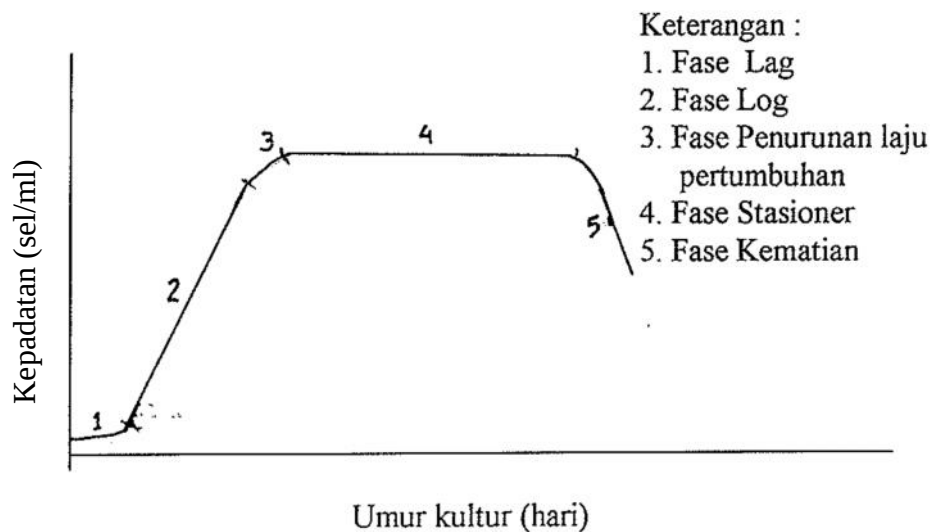
Pertumbuhan adalah biosintesis yang menyebabkan bertambahnya substansi atau protoplasma berupa perbanyakan sel, pembesaran sel, dan penggabungan berbagai materi dari sekitar sel (Rusyani, 2001). Pertambahan sel dalam kultur tersebut akan mengikuti pola tertentu. Fogg (1975) *dalam* Rusyani (2001) membagi pola pertumbuhan menjadi 5 fase, yaitu:

1. Fase lag, ditandai dengan peningkatan populasi yang tidak nyata. Fase ini disebut juga fase adaptasi, karena sel alga sedang beradaptasi terhadap media tumbuhnya. Pada fase lag, alga tetap hidup namun tidak berkembang biak.
2. Fase eksponensial (logaritmik), ditandai dengan naiknya laju pertumbuhan hingga kepadatan populasi meningkat. Pada fase eksponensial sel alga sedang aktif berkembang biak. Ciri metabolisme selama fase eksponensial adalah tingginya aktivitas yang berguna untuk pembentukan protein dan komponen-komponen penyusun plasma sel yang dibutuhkan dalam pertumbuhan.
3. Fase penurunan laju pertumbuhan, ditandai dengan penurunan laju pertumbuhan. Disebut juga fase *decline* karena terjadi penurunan pertambahan populasi persatuan waktu bila dibandingkan dengan fase eksponensial.
4. Fase stationer, ditandai dengan seimbangnya laju pertumbuhan dengan laju kematian. Disebut juga fase statis karena pertambahan kepadatan populasi

seimbang dengan laju kematian sehingga sepertinya tidak ada lagi adanya pertumbuhan populasi. Jumlah sel cenderung tetap diakibatkan sel telah mencapai titik jenuh. Pertumbuhan sel yang baru dihambat oleh keberadaan sel yang telah mati dan faktor pembatas lainnya.

5. Fase kematian, ditandai dengan kepadatan populasi yang terus berkurang, hal ini dikarenakan laju kematian lebih tinggi dari laju pertumbuhan.

Kurva pertumbuhan *Nannochloropsis* sp dapat dilihat pada Gambar 5.

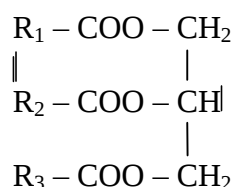


Gambar 5. Kurva pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

2.3 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 6. Struktur umum lemak (Poedjiadi, 1994)

Berdasarkan tingkat kejenuhannya, lemak terbagi menjadi dua yaitu lemak jenuh dan tidak jenuh. berdasarkan sifat mengeringnya terbagi menjadi tiga yaitu minyak tidak mengering, minyak setengah mengering dan minyak nabati mengering. Penggolongan lemak berdasarkan sumbernya yaitu lemak hewani dan lemak nabati (Herlina, 2002).

Fungsi lemak adalah sebagai sumber energi metabolik dan asam lemak essensial yang berperan dalam struktur seluler, pemeliharaan dan integritas biomembran (Widianingsih *et al.*, 2011). Selain itu, lemak juga berfungsi sebagai sumber energi metabolik (ATP), sumber dari asam lemak esensial (EFA) yang penting untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup, dan sebagai sumber steroid yang berperan dalam fungsi biologis penting, seperti mempertahankan sistem membran, transport lemak, dan prekursor berbagai hormon steroid (Subandrio, 2009). Lemak juga memiliki peranan sebagai sumber energi yang lebih baik dibandingkan karbohidrat dan protein (Widianingsih *et al.*, 2011). 1 gram lemak

dapat menghasilkan 9 kkal, sedangkan karbohidrat dan lemak menghasilkan 4 kkal (Winarno, 1991 *dalam* Widianingsih *et al.*, 2011).

Lemak dalam jaringan ikan terdapat dalam jumlah yang besar mengindikasikan bahwa lemak merupakan energi cadangan yang lebih disukai daripada karbohidrat. Komponen penting lemak adalah: a) *triglisirida*; b) *fosfolamak*; c) *wax*; d) *steroid*; serta e) *spingomielin*. Masing-masing komponen tersebut memiliki fungsi penting dalam tubuh ikan (Subandrio, 2009).

2.3.1 Lemak Pada *Nannochloropsis* sp

Lemak mikroalga pada umumnya terdiri dari asam lemak tidak jenuh, seperti linoleat, *eicosapentaenoic acid* (EPA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA) (Skjak-Braek, 1992 *dalam* Harsanto, 2009). Mikroalga mengandung lemak dalam jumlah yang besar terutama asam arachidonat (AA, 20:4 ω 6) (yang mencapai 36% dari total asam lemak) dan sejumlah asam eikosapentaenoat (EPA, 20:5 ω 3) (Fuentes, *et al.*, 2000 *dalam* Harsanto, 2009). Selain itu, lemak mikroalga juga kaya akan asam lemak politidakjenuh (PUFA) dengan 4 atau lebih ikatan rangkap. Sebagai contoh, yang sering dijumpai yaitu *eicosapentaenoic acid* (EPA, C20:5) dan *docosahexaenoic acid* (DHA, C22:6) (Chisti, 2007 *dalam* Harsanto, 2009).

Kandungan atau komposisi lemak pada mikroalga (*Nannochloropsis oculata* dan *Chlorella vulgaris*) sangat dipengaruhi oleh suhu dan komposisi nitrogen pada saat tumbuh (Converti, 2009 *dalam* He *et al.*, 2011). Bagaimanapun, tingginya kandungan lemak tidak bisa dijadikan kriteria untuk kondisi optimum pertumbuhan *Nannochloropsis* sp (He *et al.*, 2011).

Nannochloropsis oculata merupakan mikroorganisme yang menarik dalam keilmuan bioteknologi kelautan karena memiliki kandungan lemak yang tinggi (Chiu *et al.*, 2009). Banyak mikroalga dapat mengakumulasi lemak yang berasal dari hasil proses fotosintesis dan beberapa spesies dapat meningkatkan kandungan lemaknya dalam kondisi lingkungan yang tidak sesuai (MES), seperti penurunan kandungan nutrisi (Takagi *et al.*, 2000 dalam Chiu *et al.*, 2009).

Yamazaki *et al.* (1989) dalam Haryanti *et al.* (2010), memberikan contoh beberapa spesies mikroalga yang dikultur pada kondisi yang berbeda akan menghasilkan perbedaan kandungan nilai proximat dan komposisi lipid seperti; *Chlorella* memiliki kandungan lipid 28-32 persen, *Dunaliella primolecta* (23 persen), *Isochrysis galbana* (2533%), dan *Nannochloropsis oculata*. (31-68 %)

Tabel 1. Komposisi asam lemak beberapa spesies fitoplankton

Asam lemak	<i>Chlorella</i> (Malaysia) ¹	<i>Chlorella</i> <i>vulgaris</i> ²	<i>Chlorella</i> <i>minutissima</i> ²	<i>Nannochloropsis</i> <i>oculata</i>
16 : 0	9,3	20,2	20,6	16,54
18 : 1	8,8	8,6	2,5	2,04
18 : 2n-6	13,0	4,1	3,6	3,32
18 : 3n-3	9,2	-	0,1	-
20 : 5n-3	0,10	26,6	27,3	30,51
22 : 6n-3	-	-	-	-

Sumber: Suwirya *et al.*, 2002

2.3.2 Lemak Pada Rotifer (*Brachionus plicatilis*)

Lemak memiliki peran dalam pakan di samping sebagai sumber energi, juga penting sebagai sumber lemak esensial untuk proses pertumbuhan dan pertahanan tubuh (Kompang dan Ilyas, 1988 dalam Nasution 2002).

Lemak digunakan untuk kebutuhan energi jangka panjang, juga untuk pergerakan atau cadangan energi selama periode kekurangan makanan. Dalam

tubuh, lemak menyediakan energi dua kali lebih besar dibandingkan protein (Sargent *et al.*, 2002 dalam Pangkey, 2011).

Tabel 2. Kandungan asam lemak pada rotifer (*Brachionus plicatilis*) yang dikultur dengan pakan yang berbeda.

Asam Lemak	<i>Chlorella regularis</i> (air tawar)	<i>Chlorella minutissima</i> (laut)	Yeast	<i>Nannochloropsis</i>
16 : 0	9,3	16,8	6,7	11,1
18 : 1n-9	22,4	10,1	31,2	3,5
18 : 2n-6	18,5	3,2	5,9	2,5
18 : 3n-3	3,7	0,4	0,6	0,1
20 : 5n-3	1,9	24,1	-	37,8
22 : 6n-3	-	-	-	-

Sumber: Suwirya *et al.*, 2002