2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Tetraselmis Chuii*

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi *Tetraselmis chuii*

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), *Tetraselmis chuii* merupakan mikroalga yang dikenal dengan istilah flagellata berklorofil (Gambar 1) dengan klasifikasi sebagai berikut:

Divisi : Chlorophyta

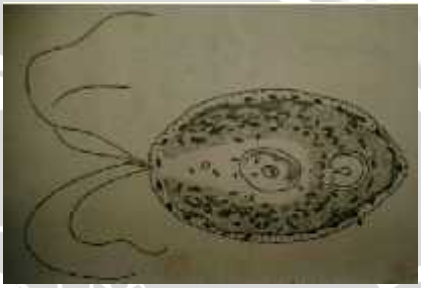
Kelas : Chlorophyceae

Ordo : Volvocales

Sub ordo : Chlamidomonacea

Genus : Tetrasemis

Spesies : *Tetraselmis chuii*



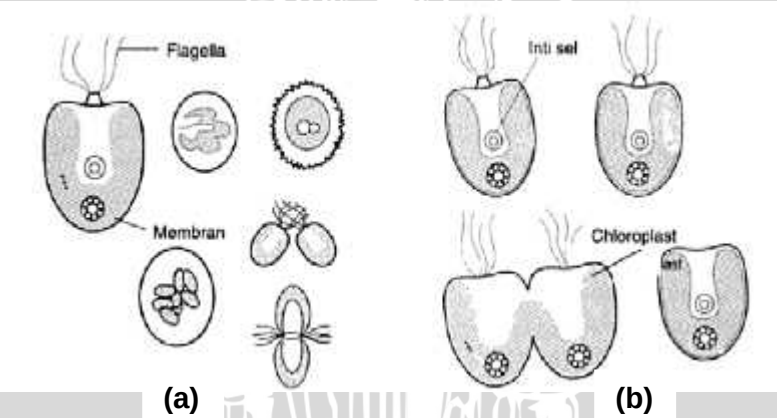
Gambar 1.*Tetraselmis chuii* (Pujiono, 2013)

Tetraselmis chuii (6-10 µm) termasuk uniseluler golongan ganggang hijau (Chlorophyceae). Sel ditutupi oleh dinding sel yang tipis memiliki empat flagella yang muncul dari sebuah lubang anterior. Habitat Tetraselmis di lingkungan laut, beriklim dingin dan tropis di perairan pesisir. Tetraselmis biasanya dimanfaatkan sebagai makanan larva dalam akuakultur, dan potensi aplikasi sedang diselidiki dalam produksi energi, ekstraksi senyawa bunga atau polusi bioremediasi (Pagarete *et al, 2015*).

Kisaran pH yang dibutuhkan oleh *Tetraselmis chuii* untuk pertumbuhannya ada pada kisaran 7-8 sedangkan untuk intensitas cahaya juga turut memegang peranan penting dalam proses pertumbuhannya karena berpengaruh dalam proses fotosintesa bagi *Tetraselmis chuii.* Intensitas cahaya yang diperlukan *Tetraselmis chuii* dengan kekuatan 3000 *lux* untuk menghasilkan perumbuhan yang baik terhadap alga *Tetraselmis chuii* (Koniyo, 2006)

2.1.2 Siklus Hidup dan Reproduksi *Tetraselmis chuii*

Reproduksi *Tetraselmis chuii* terjadi secara vegetatf aseksual dan seksual. Bagan reproduksi *Tetraselmis chuii* secara aseksual dimulai dari sel vegetatif, kemudian membentuk 4 buah zoospora. Ketika keempat zoospora telah terbentuk maka akan berlanjut pada penemuan letak gamet. Setelah letak gamet ditentukan maka unit-unit gamet mengalami pembelahan. Unit-unit gamet mengalami pembelahan. Unit-unit gamet tersebut berkembang mejadi zygospora. Reproduksi secara seksual (isogami) diawali dari terjadinya fusi antara gamet jantan dan gamet betina, kemudian kloroplas bersatu dan terbentuk zygot baru (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995) siklus hidup dan cara reproduksi *Tetraselmis chuii* bisa dilihat pada Gambar 2.

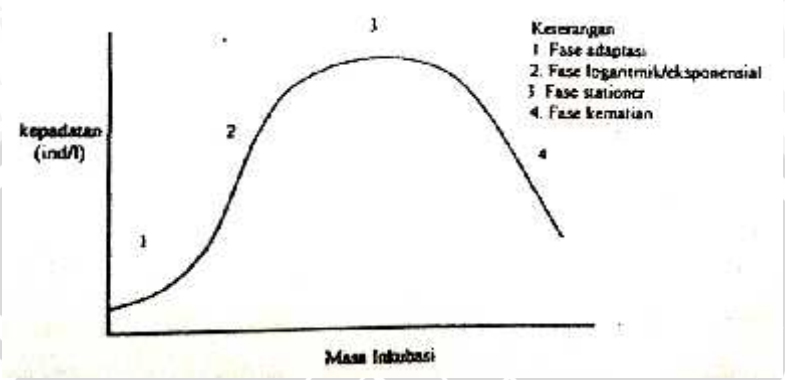


Gambar 2. Sistem reproduksi *Tetraselmis chuii* (a) Reproduksi aseksual dan (b) Reproduksi seksual (Rostini, 2007 *dalam* Pujiono, 2013)

Pada gambar terlihat bahwa sebelah kiri merupakan reproduksi secara aseksual melalui zoospora yang bersatu menentukan letak gamet kemudian unit gamet mengalami pembelahan. Pada sebelah kanan merupakan reproduksi secara seksual melalui fusi antara gamet jantan dan gamet betina kemudian kloroplas bersatu terbentuk zygot baru.

2.1.3 Fase Pertumbuhan *Tetraselmis chuii*

Pertumbuhan *Tetraselmis chuii* pada media kultur ditandai dengan pertambahan ukuran sel serta jumlah sel. Kurva pertumbuhan mikroalga disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola pertumbuhan mikroalga (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995)

Keterangan :

a. Fase Lag (Adaptasi)

Setelah penambahan inokulum pada media kultur, populasi tidak langsung mengalami seuah perubahan. Ukuran sel belum mengalami peningkatan pada fase ini. Organisme mengalai proses metabolisme namun proses pembelahan sel belum terjadi sehingga kepadatan sel belum terjadi penambahan.

b. Fase Logaritmik (eksponensial)

Setelah organisme melakukan adaptasi, fase ini berlangsug yang ditandai dengan pembelahan sel dan laju pertumbuhan organisme yang tetap (konstan). Pada kondisi kultur yang optimum, laju pertumbuhan pada fase ini dapat berlangsung maksimal.

c. Fase Stasioner

Pada fase ini, pertumbuhan organisme mengalami penurunan dibandingkan dengan fase sebelumnya. Laju reproduksi yang terjadi sama dengan laju keatian. Sehingga dapat dikatakan penambahan maupun pengurangan

jumlah sel relatif sama atau seimbang sehingga kepadatan alga tersebut adalah tetap.

d. Fase Kematian

Fase dimana organisme tidak lagi tumbuh melainkan laju kematian yang semakin meningkat, lebih cepat dibadingkan dengna laju reproduksinya sehingga jumlah sel yang ada juga menurun.

2.1.4 Kegunaan *Tetraselmis chuii*

Tetraselmis chuii memiliki peran yang besar dalam hal penyediaan pakan untuk larva ikan maupun non ikan. *Tetraselmis chuii* memiliki nilai gizi yang baik mengandung protein sebesar 48,42% dan lemak 9.70%. *Tetraselmis chuii* dapat digunakan untuk memproduksi pakan rotifer (*Branchionus plicatilis*) secara masal ataupun dapat juga dikonsumsi secara langsung oleh larva ikan hias, larva udang, larva teripang, dan cukup bagus digunakan sebagai pakan dalam budidaya biomassa artemia. *Tetraselmis chuii* mampu meningkatkan kandungan lemak tak jenuh pada konsumennya, misal dalam hal ini adalah kerang totok (Supriyatini *et al*., 2007).

Menurut Renaud *et al*. (1999) *dalam* Sutomo (2007), Tetraselmis sp. mengandung karbohidrat 9,4 %, lemak 13,8 %, dan protein 26,4 % berat kering. Sedangkan kandungan asam lemaknya, DHA (4,3 %) dan EPA (0,1 %) dari total asam lemak.

2.2 Limbah Molase

Menurut Undang-undang RI No. 5 Tahun 1984 tentang perindustrian, industri merupakan kegiatan ekonomi yang mengolaha bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi dan atau barang dengan nilai yang lebih tinggi untuk pemanfaatannya. Namun akibat adanya proses industri, industri tersebut akan menghasilkan produk samping berupa limbah. Limbah apapun seharusnya tidak

menjadi masalah apabila dapat dikelola dengan baik namun apabila karena berbagai keterbatasan maka limbah tersebut tidak dapat diolah yang kemudian cepat atau lambat akan menimbulkan masalah sama halnya dengan limbah yang dihasilkan oleh industri gula (Putero dan Dhani, 2008).

Salah satu limbah industri yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti pupuk anorganik adalah limbah molase. Molase (*black strap*) merupakan limbah cair yang berasal dari pengolahan tebu menjadi gula. Molase ternyata memiliki kandungan zat yang berguna diantaranya Kalsium, Magnesium, Potassium, dan Besi. Molase memiliki kandungan kalori yang cukup tinggi , karena terdiri dari glukosa dan frukosa. Berbagai vitamin juga banyak terkandung didalamnya (Steviani, 2011).

Menurut Hadisuwito (2007), dengan penambahan molase pada pembuatan pupuk organik cair dapat meningkatkan kerja mikroorganisme untuk menguraikan bahan sampah menjadi pupuk organik. Penggunaan molase sebagai sumberkarbon didasarkan pada harga molase yang relatif terjangkau, dengan kandungan karbon yang tinggi dan cara penggunaan yang mudah. Penggunaan molase memiliki kandungan sukrosa sekitar 30% selain gula reduksi sekitar 25% berupa glukosa dan fruktosa. Sukrosa dalam molase merupakan komponen sukrosa yang tidak lagi dapat dikristalkan dalam proses pembuatan gula pasir di pabrik gula. Hal ini dikarenakan molase memiliki nilai *Sucrose Reducing Sugar Ratio* (SRR) yang rendah, yakni ada pada kisaran 0.98-2.06 (Willet dan Morrison, 2006).

Proses pembuatan pupuk organik dari limbah molases ini melalui teknologi pengomposan dengan menggunakan cairan EM-4 (*Effective Microorganism*) yang berperan dalam mempercepat proses pengomposan limbah. EM4 adalah suatu larutan yang terdiri atas kultur campuran mikroba yang bermanfaat dan berfungsi sebagai bioinokulan. Adapun organisme utama yang terkandung dalam

kultur EM4 di antaranya: Bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi, actinomycetes, dan jamur fermentasi (Hardianto, 2004 *dalam* Tahapari, 2010). EM-4 sendiri dimanfaatkan untuk memfermentasi bahan organik seperti limbah molase. Bakteri fotosintetik merupakan mikroorganisme utama yang berperan dalam membentuk zat-zat yang berguna berupa asam amino, asam nukleat, zat bioaktif dan gula yang berfungsi dalam untuk mempercepat proses dekomposisi dimana meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme (Wididana dan Muntoyah, 1999).

Molase, sebagi bahan yang akan dimanfaatkan sebagai pupuk organik maka terlebih dahulu diketahui kandungan N, P, K, dan C. Hasil analisa laboratorium tersedia pada Lampiran 2. Berikut adalah hasil analisa N, P, K, dan C yang dilakukan di Laboratorium Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA-Universitas Brawijaya, Malang.

Tabel 1. Hasil analisa N, P, K, C limbah molase

Senyawa Kimia	Kadar	Satuan
N	1.15	**%**
P	0.65	**%**
K	0.40	**%**
C	27.34	**%**

2.3 Pupuk

2.3.1 Definisi Pupuk dan Pemupukan

Pupuk adalah bahan yang ditambahkan ke tanah atau tanaman dengan tujuan untuk menambahkan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Dalam arti luas, pupuk merupakan suatu bahan yang dimanfaatkan untuk merubah sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah sehingga memiliki kandungan unsur hara yang baik (Rosmarkam dan Yuwono, 2002)

Menurut Subarijanti (2005), pemupukan selain bermaksud menambahkan unsur-unsur hara untuk pertumbuhan alga sebagai pakan alami juga bermaksud

agar dicapai kondisi media yang baik untuk pertumbuhan pakan alami secara maksimal. Akan tetapi keberhasilan pemupukan ini tentu saja bergantung pada teknik pengelolaannya baik tanah kolam, atau tambak maupun waktu pemberian serta konsentrasi yang digunakan.

Menurut Sutedjo (2008), berdasarkan proses pembuatan pupuk dibedakan menjadi :

- Pupuk alam (organik), yakni pupuk yang tidak dihasilkan oleh pabrik melainkan berasal dari alam. Pupuk ini dicirikan dengan kelarutan unsur hara yang tersedia rendah. Pengggunaan pupuk ini pada umumnya bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah.
- Pupuk buatan (pupuk anorganik), yaitu pupuk yang dihasilkan oleh pabrik. Umumnya kandungan unsur hara dan kelarutannya tinggi. Berguna untuk memperbaiki sifat kimia tanah.

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Tetraselmis chuii*

2.4.1 Suhu

Suhu mempengaruhi laju amonifikasi (mineralisasi). Oleh karenanya, pada suhu yang berbeda ammonium yang dapat dilepas akan berbeda juga. Keeney and Bremner, (1967) *dalam* Avrahami (2002), pada beberapa hasil uji tanah, pada suhu 40^{o}C laju nitrifikasi benar-benar terhambat, namun proses mineralisasi meningkat seiring penambahan suhu. Namun, pada suhu rendah, baik laju mineralisasi dan nitrifikasi sangat berkurang (Belser, 1979 *dalam* Avrahami, 2002).

2.4.2 Derajat keasaman (pH)

Menurut Winarso, (2005) *dalam* Pamungkas, (2012) menyatakan bahwa, proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme tanah pada umumnya

dapat berjalan lancar apabila pH mendekati netral/alkalis (6-8). Apabila pH dalam keadaan terlalu asam, maka proses penguraian bahan organik menjadi tidak sempurna. Oleh sebab itu, dalam pengelolaan tanah perlu adanya penanganan khusus karena tidak hanya masalah rendahnya ketersediaan unsur hara, namun juga masalah sifat racun dari asam-asam organik.

2.4.3 Oksigen Terlarut (DO)

Ketersediaan hara sangat dipengaruhi oleh tingkat dekomposisi / mineralisasi dari bahan-bahan tersebut. Pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen (aerob). Ada hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi. mikroba di dalam kompos menggunakan oksigen untuk menguraikan bahan organik menjadi CO_2, uap air dan panas (Rynk, 1992)

2.4.4 Karbondioksida (CO_2)

Reaksi dekomposisi adalah jenis reaksi kimia dimana senyawa dipecah menjadi komponen yang lebih sederhana. Reaksi dekomposisi sendiri berlangsung secara anaerob (tanpa oksigen). Respirasi anaerob ini juga meningkatkan CO_2 yang dilepas ke lingkungan. Dekomposisi pada kondisi anaerob jauh lebih tinggi daripada dekomposisi pada kondisi aerob. Dekomposisi pada kondisi anaerob 1,26 sampai 2,13 kali lebih tinggi daripada dalam kondisi aerob (Azizah dkk, 2007)

2.4.5 Nitrat

Aktivitas nitrosomonas dan nitrobakter (golongan bakteri obligat autotrof) meningkatkan jumlah nitrat dalam tanah yang dibentuk melalui proses nitrifikasi yaitu perombakan amonium menjadi nitrat. Jumlah nitrat dalam tanah erat

kaitannya dengan konsentrasi amonium dalam tanah. Jumlah nitrat dalam tanah cenderung meningkat dengan meningkatnya konsentrasi amonium. Efek dari peningkatan jumlah amonium adalah peningkatan jumlah nitrat dalam tanah. Proses pembentukan nitrat disebut nitrifikasi yang dilakukan oleh nitrosomonas dalam perubahan amonium menjadi nitrit dan nitrobakter yang berperan dalam perubahan nitrit menjadi nitrat (Nainggolan, 2009).

Reaksi pembentukan nitrat akan membebaskan H+ merupakan sebab terjadinya pengasaman tanah. Pemberian pupuk nitrogen kedalam tanah dapat meningkatkan reaksi nitrifikasi dalam tanah dengan membebaskan ion hidrogen sehingga menurunkan pH tanah dan menyebabkan nitrat yang terbentuk tinggi (Leiwakabessy, 1988 *dalam* Nainggolan, 2009).

2.4.6 Fosfat

Pemberian bahan organik ke tanah selain dapat meningkatkan ketersediaan fosfor tanah juga dapat memperbaiki sifat-sifat biologi, fisik, dan sifat kimia lainnya. Bahan organik sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dapat merangsang kegiatan biokimia dalam tanah seperti pengeluaran enzim oleh mikroorganisme, dan enzim (*fosfatase*) yang dikeluarkan tersebut dapat merubah fosfor menjadi tersedia baik bagi mikroorganisme atau tanaman. Cara lain untuk menambah ketersediaan fosfor dalam tanah adalah pemberian pupuk fosfor berupa fosfat alam. Fosfat alam cocok digunakan untuk tanah-tanah masam dan tanah yang mempunyai fiksasi fosfor yang tinggi. Kelarutan fosfat alam meningkat dengan meningkatnya kemasaman tanah, dan pada tanah dengan fiksasi fosfor tinggi, fosfat alam dapat berperan sebagai kapur untuk meningkatkan pH dan kelarutan fosfor yang terfiksasi (Leiwakabessy dan Sutandi, 1998 *dalam* Djuniwati, 2007).