

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi dan Biologi *Tetraselmis* sp.

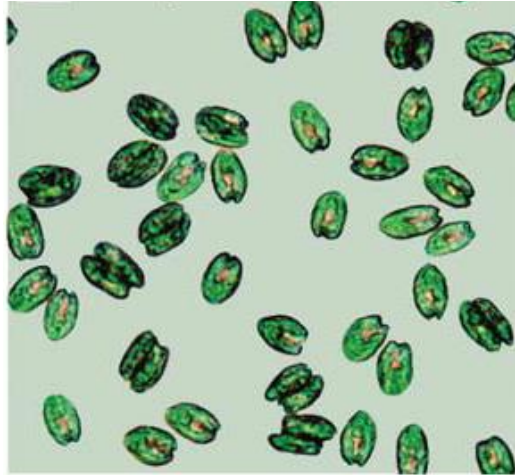
Tetraselmis sp. merupakan alga bersel tunggal, berbentuk oval elips dan memiliki empat buah flagella. Flagella ini bergerak secara aktif seperti hewan. Inti sel jelas dan kecil serta dinding sel mengandung bahan selulosa dan pektosa. *Tetraselmis* sp memiliki klorofil sehingga berwarna hijau cerah (Gambar 1). Pigmen klorofilnya terdiri dari dua macam yaitu karoten dan xantofil (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Klasifikasi *Tetraselmis* sp. menurut Butcher (1959) adalah sebagai berikut:

Filum : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Volvocales
Sub ordo : Chlamidomonacea
Genus : *Tetraselmis*
Spesies : *Tetraselmis* sp.

Tetraselmis sp berkembang biak secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dengan cara membelah protoplasma menjadi 2, 4 dan 8 sel dalam bentuk zoospore yang kemudian dilengkapi dengan 4 buah flagella pada masing-masing sel. Sedangkan reproduksi secara seksual yaitu setiap sel memiliki gamet yang

identik (isogami) melalui konjugasi (bertemunya gamet jantan dan gamet betina) menghasilkan zigot yang sempurna (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).



Gambar 1. *Tetraselmis* sp. (14–20 μm x 8–12 μm) (Biondi, 2011).

B. Pertumbuhan Fitoplankton

Pertumbuhan dalam kultur fitoplankton ditandai dengan bertambahnya jumlah sel fitoplankton dan bertambah besarnya ukuran sel. Pertumbuhan dapat diketahui berdasarkan laju pertumbuhan yaitu laju yang didefinisikan sebagai perubahan jumlah sel persatuan waktu (Madigan *et.al*, 2010). Lavens and Sorgeloos (1996) menjelaskan bahwa pertumbuhan fitoplankton dibagi dalam beberapa fase (Gambar 2) yaitu fase lag, fase logaritmik/eksponensial, fase berkurangnya pertumbuhan relatif, fase stasioner, dan fase kematian.

1. Fase Lag

Pada fase lag belum mengalami perubahan. Pada fase ini pertumbuhan fitoplankton dikaitkan dengan adaptasi fisiologis metabolisme sel pertumbuhan fitoplankton, seperti peningkatan kadar enzim dan metabolit yang terlibat dalam pembelahan sel dan fiksasi karbon.

2. Fase Logaritmik atau Eksponensial

Pada fase eksponensial sel fitoplankton telah mengalami pembelahan sel dengan laju pertumbuhannya tetap. Pertumbuhan fitoplankton dapat maksimal tergantung pada spesies alga, intensitas cahaya dan temperatur.

3. Fase berkurangnya pertumbuhan relatif

Pertumbuhan sel mulai melambat ketika nutrien, cahaya, pH, CO₂ atau faktor kimia dan fisika lain mulai membatasi pertumbuhan.

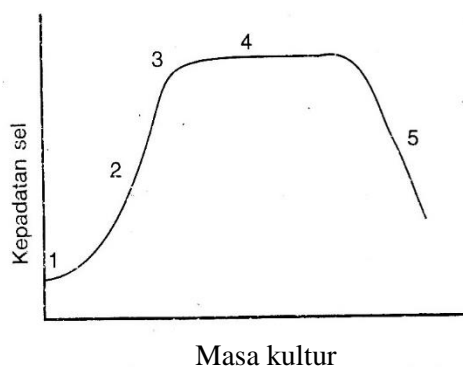
4. Fase Stasioner

Pada fase keempat faktor pembatas dan tingkat pertumbuhan seimbang. Laju kematian fitoplankton relatif sama dengan laju pertumbuhannya sehingga kepadatan fitoplankton pada fase ini relatif konstan.

5. Fase Kematian

Pada fase kematian, kualitas air memburuk dan nutrient habis hingga ke level tidak sanggup menyokong kehidupan fitoplankton. Kepadatan sel menurun dengan cepat karena laju kematian fitoplankton lebih tinggi daripada laju pertumbuhannya hingga kultur berakhir.

Keterangan:



1. Fase lag
2. Fase logaritmik/eksponensial
3. Fase berkurangnya pertumbuhan
4. Fase stasioner
5. Fase kematian

Gambar 2. Fase fase pertumbuhan fitoplankton

Fase eksponensial fitoplankton memiliki waktu penggandaan yang lebih singkat dibanding fase lag. Cepatnya pembelahan sel fitoplankton dapat disebabkan oleh kebutuhan nutrisi yang tercukupi (Resmawati *et.al*, 2012). Yanuaris (2012) menjelaskan bahwa pada kultur fitoplankton, fase eksponensial terjadi sejak pada hari pertama hingga hari kedua karena ketersediaan nutrisi untuk *Nannochloropsis* sp. habis terserap pada hari itu.

Muhaemin (2005) menjelaskan bahwa fase eksponensial pada kultur mikroalga berada pada kisaran jam ke 5-120 di mana fase tersebut ditandai dengan meningkatnya densitas fitoplankton yang signifikan dan tidak selalu diikuti dengan laju yang konstan.

C. Faktor pembatas

Mikroalga memerlukan substrat yang disebut media untuk tumbuh dan berkembang biak. Media tersebut sebelum digunakan harus dalam keadaan steril. Pertumbuhan mikroalga sangat erat kaitannya dengan ketersediaan unsur hara dan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sebagai faktor pembatas seperti pH, suhu, nutrisi dan cahaya.

a. Suhu

Suhu optimal pada mikroalga antara 23 dan 25⁰C, tergantung pada komposisi medium kultur, spesies dan tempat budidaya (Sari dan Manan, 2012). Suhu lebih rendah dari 16⁰ C akan memperlambat pertumbuhan, sedangkan yang lebih tinggi dari 35⁰ C yang mematikan bagi sejumlah spesies (Balai Budidaya Laut, 2002). Menurut Dwidjoseputro (1986), pada saat temperatur 40⁰ C sudah dapat

mematikan enzim. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan mikroalga adalah 25⁰ C -32⁰ C.

b. Cahaya

Mikroalga merupakan organisme autotrof yang mampu membentuk senyawa organik dan senyawa – senyawa anorganik melalui fotosintesis. Mikroalga dapat melakukan proses asimilasi bahan organik. Intensitas cahaya 5.000 – 10.000 luxmeter pada skala laboratorium (Balai Budidaya Laut, 2002).

c. *Power of Hidrogen* (pH)

Salah satu faktor lingkungan yang perlu mendapat perhatian adalah pH (derajat keasaman) agar metabolisme sel mikroalga tidak terganggu. Derajat optimal keasaman atau pH digambarkan sebagai keberadaan ion hidrogen. Derajat keasaman (pH) berpengaruh terhadap kelarutan dan ketersediaan ion mineral sehingga mempengaruhi penyerapan nutrisi oleh sel. Perubahan nilai pH yang signifikan dapat mempengaruhi kerja enzim dan menghambat proses fotosintesis dan pertumbuhan mikroalga (Gunawan, 2012)

d. Nutrien

Becker (1995), dan Andersen (2005) menyatakan bahwa untuk pertumbuhan mikroalga *Tetraselmis* sp. memerlukan nutrisi yang terdiri dari makro nutrisi dan mikro nutrisi. Makro nutrisi yang diperlukan antara lain N (termasuk nitrat), P, Fe, K, Mg, S dan K. Sedangkan mikro nutrisi yang digunakan pada media kultur dapat diperoleh dari Mn, Zn, Cu, Mo, dan Co.

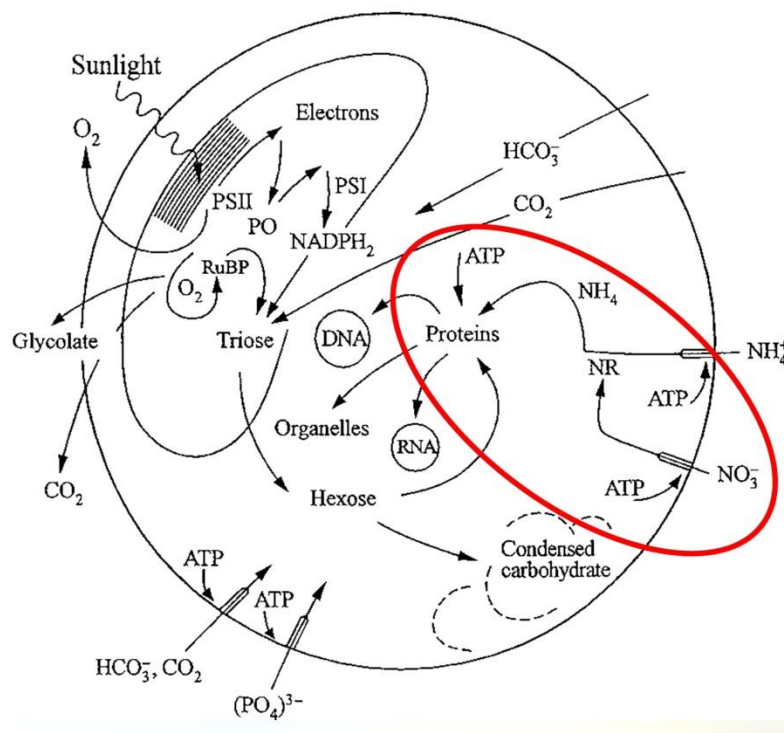
D. Protein

Protein merupakan suatu polipeptida yang mempunyai bobot molekul yang bervariasi sehingga akan menghasilkan asam amino. Protein ada yang memiliki sifat mudah larut di dalam air dan ada yang sulit larut di dalam air. Protein memiliki empat sifat struktur dasar yaitu struktur primer, sekunder, tersier dan kuartener (Poedjiadi, 1994). Protein dalam tumbuhan dihasilkan dari CO₂, H₂O, dan senyawa nitrogen. Nitrogen merupakan nutrisi yang dibutuhkan paling banyak untuk pertumbuhan fitoplankton yaitu sebagai unsur penting dalam pembentukan protein (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Kandungan protein per sel fitoplankton juga dianggap sebagai salah satu faktor yang paling penting untuk menentukan nilai gizi fitoplankton sebagai pakan dalam kegiatan budidaya ikan. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) kandungan protein *Tetraselmis* sp. adalah 49,75 % dari berat kering nya.

Komposisi rata rata unsur kimia yang terdapat dalam protein ialah sebagai berikut : Karbon 50%, hidrogen 7%, oksigen 23%, nitrogen 16%, belerang 0-3%, dan fosfor 0-3%. Dengan berpedoman pada kadar nitrogen 16%, dapat dilakukan penentuan kadar protein dalam suatu bahan makanan. Unsur nitrogen ditentukan secara kuantitatif, misalnya dengan cara Kjeldahl, yaitu dengan cara destruksi menggunakan asam pekat. Berat protein yang ditentukan ialah 6,25 kali berat unsur nitrogen (Poedjiadi, 1994).

E. Nitrat

Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen yang terdapat di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrogen memiliki peranan penting dalam siklus organik sebagai penghasil asam amino penyusun protein. Perubahan nitrat menjadi protein dalam tubuh fitoplankton diilustrasikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Proses perubahan nitrat menjadi protein (Reynolds, 2006)

Menurut Laurenco (2006) nitrat merupakan bentuk nitrogen yang paling stabil di air laut dan yang paling memungkinkan di asimilasi oleh fitoplankton. Nitrat yang menjadi sumber nitrogen untuk penyusun protein pada tumbuhan diperoleh dari proses konversi. Meskipun ditemukan dalam jumlah yang cukup banyak di atmosfer, nitrogen tidak dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup secara langsung (Dugan, 1972). Nitrogen harus mengalami fiksasi terlebih dahulu

menjadi. ammonia (NH_3), ammonium (NH_4), Nitrit (NO_2), Nitrat (NO_3). Di perairan, nitrogen berupa nitrogen organik dan nitrogen anorganik. Nitrogen organik berupa protein, asam amino dan urea, sedangkan nitrogen anorganik terdiri atas ammonia (NH_3), ammonium (NH_4), Nitrit (NO_2), Nitrat (NO_3) dan molekul nitrogen dalam bentuk gas (N).

Ion nitrat bersifat stabil dan cenderung mudah larut dalam air. Karena cenderung mudah larut dalam air maka nitrat mudah dimanfaatkan oleh *Tetraselmis* sp. untuk pertumbuhan. Ion nitrat dihasilkan dari oksidasi sempurna senyawa nitrogen yang berlangsung secara anaerob (Effendi, 2003). Oksidasi dilakukan oleh bakteri kemotrofik yaitu bakteri yang mendapat energi dari proses kimiawi, pada oksidasi ammoniak menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas* sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter* (Novotny dan Olem, 1994). Nitrat tidak bersifat toksik bagi organisme akuatik, namun konsumsi air yang mengandung kadar nitrat yang tinggi oleh organisme akuatik akan menurunkan kapasitas darah untuk mengikat oksigen (Davis dan Cornwell, 1991). Menurut Edhy *et al.* (2003) nitrogen yang dapat dimanfaatkan langsung oleh fitoplankton secara langsung adalah ammonia bebas (NH_3) dan nitrat (NO_3).