

KANDUNGAN MINYAK *Botryococcus braunii*, *Nannochloropsis* sp., DAN *Spirulina platensis* PADA UMUR YANG BERBEDA

Sri Amini¹⁾, Sugiyono²⁾, dan Edi Saadudin²⁾

ABSTRAK

Penelitian tentang kandungan minyak mikroalga laut jenis *Botryococcus braunii*, *Nannochloropsis*, dan *Spirulina platensis* pada umur kultivasi yang berbeda telah dilakukan di laboratorium Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan (BBRP2BKP), Slipi, Jakarta. Kultivasi ketiga jenis mikroalga tersebut dilakukan di luar ruangan dalam wadah berukuran 100 L dengan media air laut berkadar garam 20 ppt, menggunakan cahaya matahari dan diberi aerasi terus menerus. Untuk setiap jenis mikroalga dilakukan kultivasi tiga kali ulangan. Pengamatan pertumbuhan sel dilakukan setiap 2 hari sekali, sedangkan pemanenan biomassa mikroalga dilakukan pada umur 5, 9, dan 15 hari, kemudian dikeringkan dengan sinar matahari. Biomassa kering kemudian diekstraksi kandungan minyaknya menggunakan pelarut heksana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan sel tertinggi dicapai oleh jenis *S. platensis* yaitu 8,46 log sel/mL pada umur 13 hari, sedangkan laju pertumbuhan sel tertinggi dicapai oleh jenis *S. platensis* dengan laju pertumbuhan (k) = 9,40 pada umur 3 hari. Hasil kandungan minyak mikroalga tertinggi diperoleh dari jenis *B. braunii* umur 9 hari yaitu 14,90%.

ABSTRACT: *Research on the oil contents of Botryococcus braunii, Nannochloropsis sp. and Spirulina platensis of different cultivation time. By: Sri Amini, Sugiyono and Edi Saadudin*

Research on the oil contents of microalgae i.e. Botryococcus braunii, Nannochloropsis and Spirulina platensis of different cultivation time have been done at Research Center for Marine and Fishery Product Processing and Biotechnology (RCMFPPB) Laboratory, Slipi, Jakarta. The three species of microalgae were cultivated outdoor in 100 L of seawater medium of 20 ppt salinity using sun light intensity and continuous aerations. Experiments were conducted in three replicates. Observations on the cell growth were carried out every 2 days and the biomass were harvested on day 5, 9 and 15 and sun-dried. Oil were extracted from the dry biomass using hexane. The highest cell density was reached by S. platensis with 8.46 log cell/mL on day 13, while the highest growth rate was shown by S. platensis with growth rate (k) = 9.40 on day 3. The highest yield of oil was obtained from B. braunii on day 9 which was 14.90%.

KEYWORDS: *growth, microalgae, extractions, oils*

PENDAHULUAN

Mikroalga laut merupakan mikroorganisme nabati yang memiliki klorofil yang mampu melakukan fotosintesis membentuk karbohidrat. Bentuk sel mikroalga beragam, ada yang berbentuk bulat, lonjong, memanjang seperti benang, bercabang atau tidak, hingga berbentuk tidak beraturan yang hidup berkelompok dan tersebar di perairan (Kabinawa, 2001).

Dilihat dari komposisi nutrisinya, mikroalga laut mengandung banyak protein, karbohidrat, dan lemak yaitu: protein 30–55%, karbohidrat 10–30% dan lemak 10–25% (Pranayogi, 2003).

Mikroalga laut banyak kegunaannya antara lain sebagai pakan yang digunakan di panti-panti

perbenihan ikan sedangkan sebagai pangan digunakan sebagai suplemen atau makanan kesehatan seperti *Sun Chlorella* yang banyak diimpor dari negara-negara maju seperti Amerika, Jepang, dan Jerman (Anon., 1996). Pada akhir-akhir ini mikroalga merupakan bahan terobosan untuk energi alternatif baru sebagai penghasil biofuel dari kandungan minyak nabatinya. Banyak peneliti melakukan penelitian mikroalga sebagai bahan baku biodiesel. Oleh sebab itu perlu dilakukan uji analisis kandungan minyak nabati mikroalga pada beberapa spesies tertentu yang disinyalir menghasilkan kandungan minyak tinggi.

Menurut Borowitzka (1992) dan Banerjee *et al.* (2002) kandungan minyak biomassa kering mikroalga jenis *S. platensis* adalah sebesar 21,8%, *Chlorella vulgaris* 11,8%, *Chlorella pyrenoidosa* 13,4%,

¹⁾ Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Baliwang KP, KKP; Jl. KS. Tubun Petamburan VI, Slipi, Jakarta Pusat; E-mail: aminisri@yahoo.co.id

²⁾ Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Ketenagalistrikan dan Energi Baru Terbarukan, Litbang ESDM; Jl. Ciledug Raya Kav. 109 Cipulir Kebayoran Lama, Jakarta Selatan

Dunaliella salina 25,3%, *Nannochloropsis* sp. 20,8%, *Nitzschia* spp. 22,2%, *Tetraselmis* sp. 23,4%, *Phaeodactylum tricornutum* = 20,0, *Skeletonema costatum* 23,8%, *Isochrysis galbana* 23,0%, sedangkan *B. braunii* adalah 44,5%. Adapun menurut Becker (1992) dalam Chisti (2007) mikroalga mempunyai kandungan minyak 15–60% di antaranya *Nannochloropsis* mengandung 31% dan *Spirulina* mengandung 14%.

Di antara jenis-jenis mikroalga tersebut, beberapa jenis mikroalga mudah diperoleh di perairan Indonesia, mudah dipanen, mudah dikultur, dan tahan terhadap kontaminasi, misalnya *Spirulina* dan *Nannochloropsis*.

Minyak dan lemak dapat diperoleh dengan cara mengekstraksi jaringan tanaman atau hewan dengan metode yang bervariasi, tergantung pada tipe dan jumlah minyak. Pengambilan minyak biasanya dilakukan dengan *rendering*, pengepresan atau dengan ekstraksi pelarut (Weiss, 1983 ; Suyitno *et al.*, 1989).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan minyak mikroalga dari jenis *B. braunii*, *Nannochloropsis*, dan *S. platensis*.

BAHAN DAN METODE

Kultivasi Mikroalga

Pada penelitian ini dilakukan kultivasi untuk produksi biomassa mikroalga laut jenis *B. braunii*, *Nannochloropsis*, dan *S. platensis* yang diperoleh dari stok biakan murni Laboratorium BBRP2BKP Slipi-Jakarta.

Wadah yang digunakan untuk kultivasi mikroalga laut berukuran 100 liter, kultivasi dilakukan di luar ruangan (*outdoor culture*) dengan menggunakan air laut berkadar garam 20 ppt. Cahaya yang digunakan untuk kultivasi berasal dari lampu TL 40 watt pada malam hari dan dengan sinar matahari pada siang hari. Adapun untuk aerasi digunakan *blower*. Kepadatan sel awal yang ditumbuhkan pada masing-masing perlakuan adalah 10^5 sel/mL. Pengkayaan nutrisi sebagai media tumbuh dilakukan menggunakan media Conwy (Amini, 2005).

Media Conwy yang digunakan terdiri dari :

Larutan A: 100,0 g NaNO_3 , 20,0 g $\text{NaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 45,0 g Na-EDTA, 33,6 g H_3BO_3 , 0,78 g FeCl_3 , 0,36 g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dalam 1.000,0 mL akuades.

Larutan B: 2,1 g ZnCl_2 , 2,0 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0,9 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 10,0 mL HCl pekat, dalam 100,0 mL aquadest.

Setiap liter media air laut ditambahkan 1 mL larutan A dan 0,001 mL larutan B.

Kultivasi mikroalga dilakukan selama 15 hari kemudian pada umur 5, 9, dan 15 hari dilakukan pemanenan biomassa mikroalga untuk mengetahui fase dan kecepatan pertumbuhannya serta minyak nabati yang dihasilkan pada masa pertumbuhannya tersebut.

Pertumbuhan Sel

Kepadatan sel sebagai indikator pertumbuhan mikroalga diamati dan dihitung setiap 2 hari sekali dengan menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan *haemocytometer*. Kepadatan sel dihitung dengan persamaan Parsons *et al.* (1989).

Laju pertumbuhan sel mikroalga (k) dihitung dengan menggunakan rumus Ohama & Miyachi, 1992 dan Amini (2004):

$$k = \frac{\text{Log } N/\text{No}}{T - T_0} \times 3,32$$

Dimana N adalah jumlah sel pada waktu T dan No adalah jumlah sel awal waktu T_0 , nilai 3,32 merupakan faktor koreksi.

Media kultivasi diamati setiap 2 hari sekali meliputi pH, kadar garam, dan suhu untuk mengetahui kelayakan tumbuhnya sel mikroalga.

Pemanenan

Panen biomassa untuk ekstraksi kandungan minyak mikroalga pada masing-masing jenis dilakukan pada umur 5, 9, dan 15 hari.

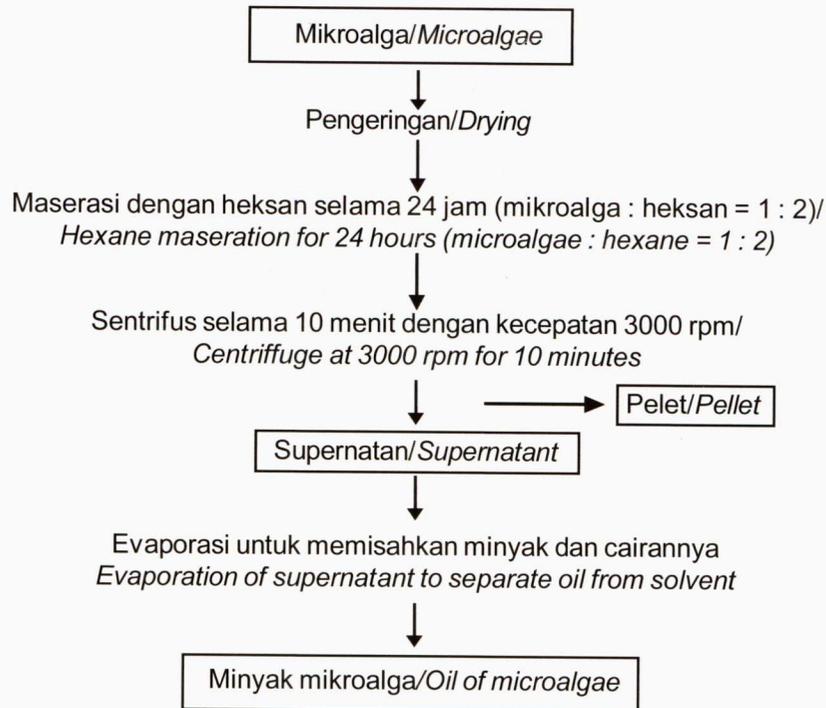
Pemanenan biomassa *Nannochloropsis* dan *B. braunii* dari hasil produksi dilakukan dengan cara mengendapkan dengan NaOH sampai pH 9,0 kemudian didiamkan selama 24 jam lalu endapan disaring menggunakan kain satin atau *filterbag*. Hal tersebut dilakukan karena ukuran *Nannochloropsis*, dan *B. braunii* terlalu kecil yaitu masing-masing 5 dan 3 μm . Sedangkan untuk *S. platensis* pemanenan dilakukan langsung menggunakan kain satin, karena ukuran sel sudah cukup besar yaitu di atas 10 μm .

Pengeringan

Pengeringan masing-masing jenis biomassa mikroalga dilakukan dengan cara penjemuran di atas kain satin dengan menggunakan sinar matahari.

Ekstraksi Minyak

Hasil panen biomassa mikroalga pada umur 5, 9, dan 15 hari diekstraksi minyaknya menggunakan pelarut heksana (modifikasi Banerjee *et al.*, 2002;



Gambar 1. Diagram alir ekstraksi minyak dari mikroalga.
Figure 1. Flow chart of oil extraction from microalgae.

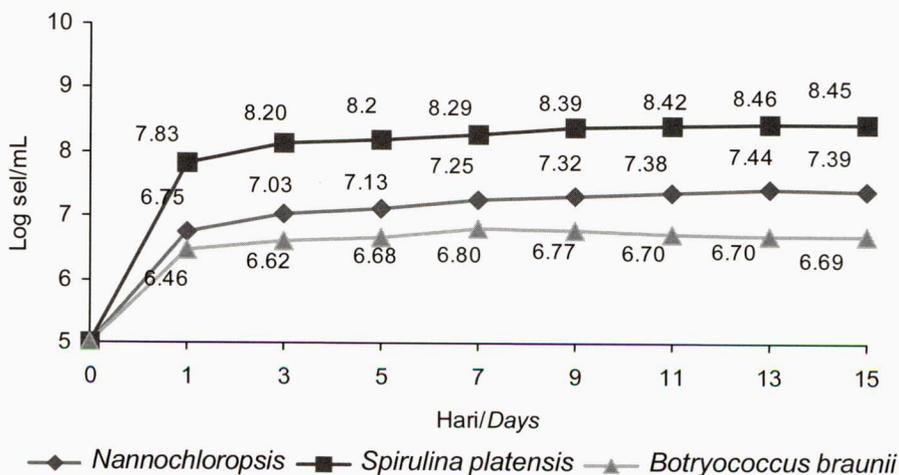
Anon., 2006; dan Dayananda *et al.*, 2007) pada diagram alir (Gambar 1).

HASIL DAN BAHASAN

Kepadatan Sel

Berdasarkan pertumbuhan selnya, mikroalga jenis *Spirulina platensis* mempunyai kepadatan sel yang tinggi yaitu 8,46 log sel/mL pada umur 13 hari, *Nannochloropsis* 7,44 log sel/mL pada umur 13 hari,

dan *B. braunii* 6,80 log sel/mL pada umur 7 hari. Dari hasil pengamatan kepadatan sel ketiga jenis mikroalga ini terlihat bahwa rata-rata fase eksponensial pada jenis *B. braunii* terjadi pada umur 1 hari kemudian meningkat lambat sampai dengan umur 13 hari, dan berlanjut dengan fase konstan pada umur 15 hari. Sedangkan pada jenis *Nannochloropsis* dan *S. platensis*, fase eksponensial terjadi pada umur 3 hari diikuti pertumbuhan lambat sampai umur 11 hari kemudian masuk fase konstan sampai umur 15 hari (Gambar 2).



Gambar 2. Kepadatan sel mikroalga laut.
Figure 2. Cell densities of microalgae.

Laju Pertumbuhan Sel

Adapun laju pertumbuhan (k) mikroalga tertinggi pada semua jenis terjadi pada hari ke-1 yaitu *Nannochloropsis* 5,81, *S. platensis* 9,40, dan *B. braunii* 4,48. Di sini terlihat bahwa laju pertumbuhan sel *B. braunii* paling rendah bila dibandingkan jenis lainnya (Gambar 3). Hal tersebut kemungkinan karena strain *B. braunii* diperoleh dari negara Eropa sedangkan jenis *Nannochloropsis*, dan *S. platensis* diperoleh dari perairan Indonesia. Sel *B. braunii* kemungkinan dalam kultivasinya masih belum dapat menyesuaikan lingkungan tropis sehingga belum dapat mencapai pertumbuhan yang optimum.

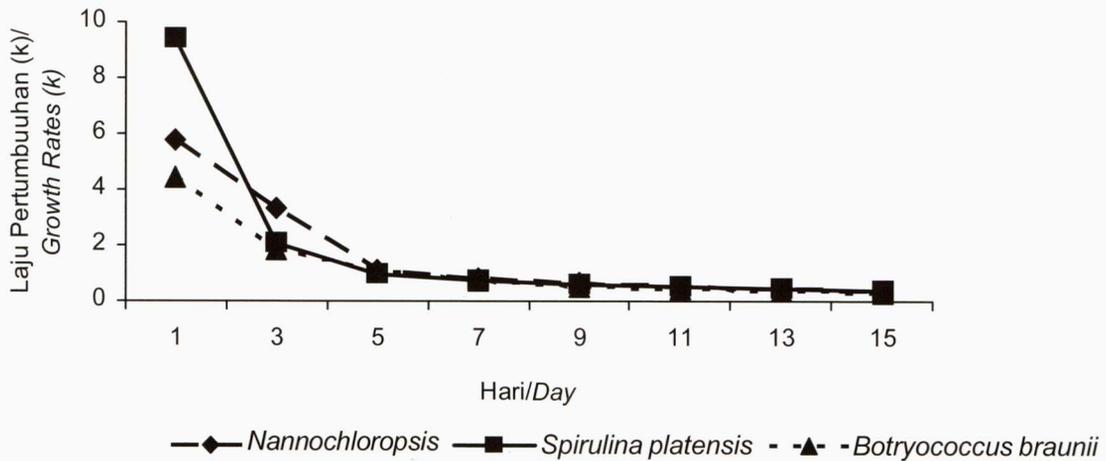
Kualitas Media Tumbuh

Kualitas media kultivasi pada *B. braunii*, *Nannochloropsis* sp., dan *S. platensis* rata-rata menunjukkan kisaran pH 8,0–8,5 (Gambar 4), hal ini

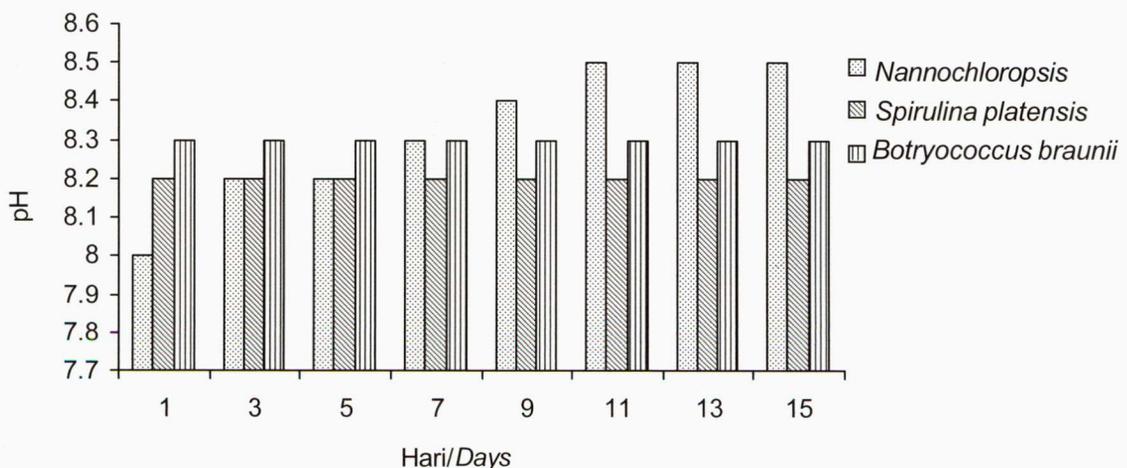
masih merupakan pH optimum bagi pertumbuhan mikroalga. Kadar garam media air laut selama kultivasi ketiga jenis mikroalga dari awal sampai dengan akhir penelitian masih berkisar 20 ppt dan suhu harian rata-rata berkisar antara 25–30°C, juga merupakan lingkungan pertumbuhan yang optimal. Karena pertumbuhan sel dari ketiga jenis mikroalga memerlukan waktu tidak lama yaitu maksimal hanya 15 hari maka kualitas media (pH, kadar garam, dan suhu media) tidak banyak mengalami perubahan dan masih mencukupi persyaratannya.

Kandungan Minyak Mikroalga

Hasil ekstraksi minyak dari biomassa mikroalga jenis *B. braunii*, *Nannochloropsis* sp., dan *S. platensis* pada umur 5, 9, dan 15 hari dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan bahwa kadar minyak tertinggi diperoleh dari jenis *B. braunii* yaitu 9,23% pada umur 5 hari, 14,90% pada umur 9



Gambar 3. Laju Pertumbuhan (k) sel Mikroalga.
Figure 3. Growth rates (k) of microalgae.



Gambar 4. pH media kultivasi.
Figure 4. pH of growth medium.

Tabel 1. Kandungan minyak rata-rata mikroalga kering (%)
 Table 1. Oil contents average of dried microalgae (%)

Hari/Days	<i>Botryococcus braunii</i>	<i>Nannochloropsis</i> sp.	<i>Spirulina platensis</i>
5	9.23 ^b	2.32 ^c	2.49 ^c
9	14.90 ^a	0.99 ^c	1.21 ^c
15	14.60 ^a	1.99 ^c	2.27 ^c

Keterangan/Note: Huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan nilai berbeda nyata antar perlakuan/Different letters in the same rows and column showed significant difference between treatments

hari, dan 14,60% pada umur 15 hari sedangkan jenis lainnya menunjukkan nilai lebih kecil.

Bila dilihat dari umur pertumbuhan dan kandungan minyak dari ketiga jenis mikroalga dapat diketahui bahwa jenis *B. braunii* cukup optimal dipanen pada umur pemeliharaan pada umur 9 hari karena kandungan minyak sudah cukup tinggi yaitu 14,90%. Sedangkan jenis *Nannochloropsis* kandungan minyaknya 2,32% dan *S. platensis* 2,49% pada umur 5 hari. Secara uji statistik kandungan minyak *B. braunii* menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan jenis lainnya. Hal ini didukung oleh penelitian Borowitzka (1992) dan Banerjee *et al.* (2002) bahwa kandungan minyak dari jenis mikroalga tertinggi terdapat pada jenis *B. braunii* yaitu 44,5%.

KESIMPULAN

Hasil penelitian pertumbuhan kepadatan sel mikroalga dari jenis *S. platensis* mempunyai kepadatan sel yang tinggi yaitu 8,46 log sel/mL pada umur 13 hari, *Nannochloropsis* 7,44 log sel/mL umur 13 hari dan *B. braunii* 6,80 log sel/mL umur 9 hari. Adapun laju pertumbuhan (k) mikroalga tertinggi pada semua jenis terjadi pada hari ke 1 yaitu *Nannochloropsis* sp. 5,81; *S. platensis* 9,40; dan *B. braunii* 4,48.

Kandungan minyak tertinggi diperoleh dari *B. braunii* (14,90%) pada umur 9 hari sedangkan kandungan minyak *Nannochloropsis* dan *S. platensis* masing masing hanya 2,49 dan 2,32% pada umur 5 hari.

DAFTAR PUSTAKA

Amini, S. 2004. Pengaruh umur ganggang halus laut jenis *Chlorella* sp. dan *Dunaliella* sp. terhadap pigmen klorofil dan karotenoid sebagai bahan baku makanan kesehatan. *Seminar Nasional & Temu Usaha*. Fakultas Pertanian Universitas Sahid, Jakarta. p. 229–238.

Amini, S. 2005. Studi kimia anorganik media budidaya mikroalga jenis *Spirulina*, sp. sebagai pakan alami biota perairan laut. *Buku Perikanan Budidaya Berkelanjutan*. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta. p. 233–246.

Anonymous. 2006. Algae oil extraction. www.oilgae.com/algae/oil/extract/extract.html. Diakses pada tanggal 26 Desember 2006.

Anonim. 1996. *Clostanin Investasi dalam Kesehatan Bagaikan Berlian Kehidupan*. P.T. Indopala, Jepang. 16 pp.

Banerjee, A., Sharma, R., Chisty, Y., and Banerjee, U.C. 2002. *Botryococcus braunii*: A renewable source of hydrocarbons and other chemicals. *Critical Reviews in Biotechnology*. 22(3): 245–279.

Borowitzka, M.A. 1992. Fats, oils, and hydrocarbons. *Micro-algal Biotechnology*. Section The Algae Cambridge Univ. Press. p. 257–287.

Chisti, Y. 2007. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances* 25. Elsevier Inc. New Zealand. p. 294–306.

Dayananda, C., Sarada, R., Kumar, V., and Ravishankar, G.A. 2007. Isolation and characterization of hydrocarbon producing green alga *botryococcus braunii* from Indian Freshwater Bodies. *Electronic Journal of Biotechnology*. 10(1): 80–91.

Kabinawa, I. N. K. 2001. *Mikroalga sebagai sumber daya hayati (SDH) perairan dalam perspektif bioteknologi*. Puslitbang Bioteknologi LIPI. Bogor. p. 5–13.

Ohama, T. and Miyachi, S. 1992. *Chlorella*. In Borowitzka, M.A. and Borowitzka, L.J. (eds.). *Micro-Algal Biotechnology*. Cambridge Univ. Press. 25 pp.

Parsons, T.R., Maita, Y., and Lalli, C.M. 1989. *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater analysis*. BPPCC Wheathons Ltd. Exeter Great Britain, p. 132–135.

Pranayogi, D. 2003. *Studi Potensi Pigmen Klorofil dan Karotenoid dari Mikroalga Jenis Chlorophyceae*. Skripsi. Universitas Lampung. 59 pp.

Suyitno, H., Supriyanto, B., Sukamadji, G., Haryanto, A.D., Guritno, dan Supartomo, W. 1989. *Petunjuk Laboratorium Rekayasa Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. 33: 26–27.

Weiss, 1983. *Food Oils and Their Uses*. Second Edition, Avi Publishing Company, Inc. West Part, Connecticut.