



Kultivasi Mikroalga Isolat Lokal Pada Medium Ekstrak Tauge

Cultivation of Local Microalga Isolate on Bean Sprouts Extract Medium

Silvia Imelda^{*)}, Cindy Claudia , Orryani Lambui, dan I Nengah Suwastika

Lab. Bioteknologi Jur.Biologi Fakultas MIPA, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno-Hatta Km9 Tondo palu 94118

ABSTRAK

Mikroalga adalah organisme perairan yang dikenal dengan fitoplankton. Mikroalga dapat melakukan fotosintesis dan hidup dari nutrien anorganik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga isolat lokal asal kolam ikan di Desa Langaleso Kecamatan Dolo, Kabupaten Sigi Biromaru pada beragam konsentrasi medium dengan penambahan ekstrak tauge dan menentukan konsentrasi ekstrak tauge yang menghasilkan kepadatan sel tertinggi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan 6 perlakuan konsentrasi yaitu ekstrak tauge 0, 4, 6, 8 dan 10%. Hasil isolasi mikroalga diperoleh satu jenis mikroalga yaitu *Chlorella*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak tauge mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella*. Penambahan ekstrak tauge 10% mampu mendorong pertumbuhan mikroalga *Chlorella* pada hari ke- 1 sampai hari ke- 3 dengan kepadatan sel tertinggi sebesar $7,4 \times 10^8$ sel/mL.

Kata Kunci : *Mikroalga, Chlorella, kepadatan sel, medium ekstrak tauge*

ABSTRACT

Microalgae are marine organisms known as phytoplankton. Microalgae can perform photosynthesis and live from inorganic nutrients. This study aims to determine the growth of local isolated microalgae from Langaleso Village, Dolo Subdistrict, Sigi Biromaru Regency in various concentration of tauge extract medium and the concentration of tauge extract medium yielding the highest cell density. This research experimental method with 6 treatments of concentration of tauge extract medium 0, 4, 6, 8 and 10%. The results of isolation microalga obtained that one kind of microalga namely *Chlorella*. The results showed that each concentration of tauge extract medium influenced the growth of *Chlorella*. The addition of 10% tauge extract could increase the growth of *Chlorella* in three days with the highest maximum cell 7.4×10^8 cells / mL.

Keyword : *Microalgae, Chlorella, cell densities, tauge extract medium*

LATAR BELAKANG

Mikroalga atau ganggang adalah organisme perairan yang dapat melakukan fotosintesis dan hidup dari nutrien anorganik dan menghasilkan zat-zat organik melalui proses fotosintesis (Pranayogi, 2003). Mikroalga memiliki berbagai potensi yang dapat dikembangkan sebagai sumber pakan, pangan dan telah dimanfaatkan dalam berbagai macam keperluan dibidang perikanan sebagai makanan larva ikan, organisme penyaring, industri farmasi, dan makanan suplemen dengan kandungan protein, lipid serta berbagai macam mineral (Cresswell *et al.*, 1989; Renaund *et al.*, 1991).

Kendala dalam pemanfaatan biomassa maupun metabolit yang berasal dari mikroalga adalah media kultivasi yang cukup mahal sehingga dibutuhkan sumber media kultivasi yang murah, mudah diperoleh dan tersedia cukup melimpah (Susilaningsih dkk., 2014).

Media yang umum digunakan untuk kultur mikroalga adalah media sintetik dan alami (Setyaningsih, 1999). Media sintetik terdiri dari senyawa-senyawa kimia yang komposisi dan jumlahnya telah ditentukan (Brock, 1991). Beberapa media alami yang dapat dipakai diantaranya air limbah pengolahan produk kacang kedelai, limbah minuman teh (Wong and Lay, 1980), air kelapa (Hasanah, 1997), limbah cair tahu

dan tapioka (Agustini, 1997) serta limbah sagu (Susilaningsih dkk., 2014).

Ekstrak tauge dapat di gunakan sebagai media alami bagi pertumbuhan mikroalga. Tauge kacang hijau mengandung makronutrien, mikronutrien, asam amino dan gula yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroalga. Penelitian sebelumnya oleh Prihantini dkk., (2005; 2007) menyatakan bahwa pemberian ekstrak tauge terhadap pertumbuhan *Scenedesmus* dan *Chlorella* sp dengan konsentrasi ekstrak tauge dan variasi pH yang berbeda mampu mendorong laju pertumbuhan mikroalga dan menghasilkan kerapatan sel yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga isolat lokal pada medium ekstrak tauge dan konsentrasi yang dapat meningkatkan kepadatan sel kultivasi mikroalga isolat lokal.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai Agustus 2017.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol kultur 100 ml, cawan petri, jarum ose, erlenmeyer, rak tabung, tabung reaksi, tip dan pipet mikro, selang, aerator, lampu TL 36 watt, *Laminar air flow*,

Spektrofotometer Ultra Violet Visible (UV-Vis).

Bahan yang digunakan yaitu mikroalga isolat lokal diperoleh dari hasil isolasi monokultur, tauge kacang hijau umur 2 atau 3 hari, kertas saring (qualitative filter paper 102). Bahan untuk menumbuhkan dan mengisolasi mikrolaga pada media padat berupa NaNO_3 , MgSO_4 , KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , CaCl_2 , Fe Sitrat, Asam sitrat, dan agar mikrobiologi, aquadest steril dan air kolam steril.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan 6 perlakuan konsentrasi ekstrak tauge. Konsentrasi yang di gunakan yaitu 0% (kontrol), 2, 4, 6, 8 dan 10%. Ekstrak tauge 2% yaitu 2 ml ekstrak tauge ditambah 10 ml isolat mikroalga dengan penambahan air kolam steril sampai volume 100 ml. Konsentrasi 4, 6, 8, dan 10% diambil ekstrak tauge 4, 6, 8 dan 10 ml lalu ditambah 10 ml isolat mikroalga dengan penambahan masing-masing air kolam steril sampai volume 100 ml. Untuk kontrol 0% tanpa perlakuan ekstrak tauge.

Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali, sehingga jumlah keseluruhan perlakuan terdiri dari 18 perlakuan. Pengamatan dilakukan setiap 24 jam dengan parameter kekeruhan atau kepadatan sel mikroalga dengan membaca

nilai absorbansinya serta warna dari media perlakuan selama proses kultivasi.

Pembuatan Medium Isolasi

Media yang digunakan untuk aklimatisasi dan isolasi mikroalga adalah media AF6 padat dan cair. Pembuatan media AF6 padat 500 ml dibuat dengan komposisi bahan sebagai berikut 0,070 g NaNO_3 , 0,015 g $\text{Mg SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,005 g $\text{KH}_2 \text{PO}_4$, 0,0025 g $\text{K}_2 \text{HPO}_4$, 0,05 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,05 g CaCO_3 , 0,001 g Fe Sitrat , 0,001 g Asam sitrat dan 34,5 g agar mikrobiologi. Masing-masing bahan ditimbang menggunakan timbangan analitik dan dimasukkan ke dalam erlemeyer 500 ml lalu ditambahkan aquadest 500 ml.

Pengambilan Sample

Sampel diambil dari kolam ikan yang berlokasi di Desa Langaleso Kecamatan Dolo Kabupaten Sigi Biromaru. Sebelum pengambilan sampel, dilakukan pengukuran fisik lingkungan yaitu pengukuran suhu, pH dan salinitas. Sampel diambil berupa air kolam yang berwarna hijau sebanyak 5 ml menggunakan pipet mikro dan dimasukkan ke tabung falcon yang telah berisi media AF6 45 ml. Tabung falcon yang berisi sampel air kolam kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan tahapan selanjutnya.

Isolasi dan Identifikasi

Sampel air kolam diambil sebanyak 1 ml lalu ditumbuhkan diatas media AF6 agar dengan metode sebar selama 7 hari. Isolat yang tumbuh lalu diambil satu titik dan digoreskan secara berulang-ulang dengan teknik *Colony Pickup* sampai monokultur dan diidentifikasi menggunakan buku *Fresh Water Algae Identification and Use as Bioindicators* (Edward and David, 2010). Uji pigmen dilakukan dengan kultur diambil sebanyak 1,5 ml dan dimasukkan kedalam tube lalu dipisahkan antara biomassa dan filtrat dengan disentrifuse selama 30 menit, kecepatan 3000 rpm pada suhu 30°C. Ekstraksi berdasarkan modifikasi metode yang digunakan oleh Naviner *et al* (1999). Biomassa yang didapat dikeringkan dalam oven selama 24 jam sampai kering pada suhu $\pm 90^{\circ}\text{C}$. Biomassa yang telah dikeringkan kemudian diberi metanol sebanyak 1 ml untuk melihat pigmen yang dihasilkan dari jenis mikroalga yang diisolasi. Isolat digoreskan kembali pada 6 buah cawan media AF6 padat untuk diperbanyak sampai hijau lalu digerus dan dipindahkan ke media AF6 cair lalu diaklimatisasi kemudian dipindahkan ke medium perlakuan.

Pembuatan Media Ekstrak Tauge

Pembuatan medium pertumbuhan medium ekstrak tauge mengacu pada

Prihantini (2007) dengan memodifikasi konsentrasi dan media alami. Tauge ditimbang sebanyak 100 gr, dan dicuci di bawah air mengalir sampai bersih. Tauge direndam menggunakan 500 ml aquadest (mendidih) selama 1 jam. Setelah dingin, air rebusan tauge berupa ekstrak disaring menggunakan kertas saring agar terpisah dari ampas tauge. Selanjutnya, ekstrak tauge disterilisasi secara bertahap (tyndalisasi) pada suhu 100°C selama 1 jam, dilakukan tiga kali berturut-turut dengan selang waktu 24 jam.

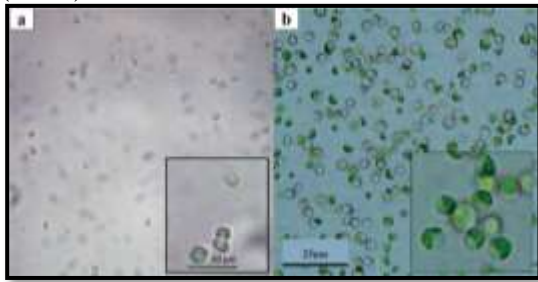
Kultivasi mikroalga diaerasi menggunakan aerator dengan pencahayaan lampu TL 36 watt (intensitas cahaya 1000-4000 lux) (Susilaningih dkk., 2014). Pengukuran laju pertumbuhan kultur dilakukan selang waktu 24 jam. Kultur diambil sebanyak 3 ml lalu dimasukkan dalam kuvet dan mengukur kepadatan sel pada spektrofotometer dengan panjang gelombang (λ) 680 nm. Data pertumbuhan sel menggunakan kurva standar sebagai acuan untuk melihat pertumbuhan sel berdasarkan nilai absorbansi.

HASIL

1. Isolasi dan Identifikasi

Isolasi dan identifikasi mikroalga di bawah mikroskop pada perbesaran 40x10 tampak memiliki morfologi sel berbentuk bulat kecil dan berwarna hijau. Morfologi bentuk sel tersebut sesuai dengan morfologi

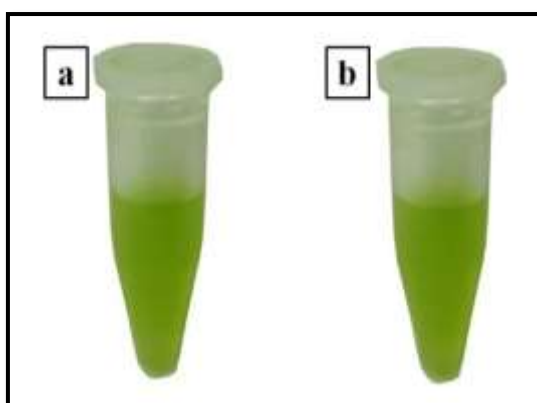
sel *Chlorella* Menurut Edward and David (2010).



Pengamatan morfologi sel *Chlorella* (a) Morfologi sel pada pengamatan mikroskop perbesaran 40x10, (b) bentuk sel *Chlorella* menurut Edward dan David (2010).

Chlorella memiliki bentuk sel bulat, kecil dan memiliki diameter sel <math><10\ \mu\text{m}</math> dengan kloroplas parietal tunggal yang hampir mengisi sel.

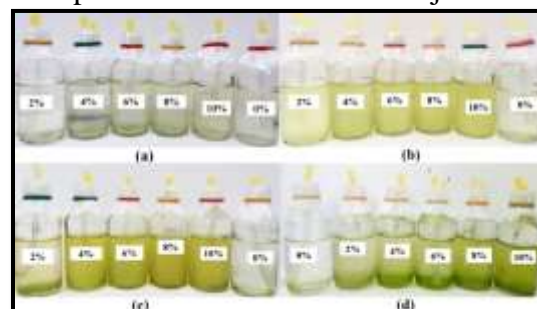
Chlorella adalah jenis alga dari divisi yang merupakan alga hijau. *Chlorophyceae* (alga hijau) merupakan alga yang berasal dari divisi *Chlorophyta* (Kawaroe, dkk., 2010). Selnya mengandung klorofil a dan b. Pigmen yang dihasilkan dari mikrolaga *Chlorella* setelah pemberian metanol sebelum dan sesudah 24 jam adalah hijau.



Uji warna pigmen *Chlorella* (a) sebelum 24 jam berwarna hijau, (b) sesudah 24 jam tetap berwarna hijau.

2. Kultivasi

Selama proses kultivasi, kultur *Chlorella* menyebabkan perubahan warna pada media kultur dari masing-masing konsentrasi. Perubahan warna pada kultur menunjukkan kepadatan sel *Chlorella* mengalami peningkatan. Warna pada media juga menunjukkan umur kultur serta kandungan klorofil dari *Chlorella*. Warna kultur hari ke-0 tidak menunjukkan adanya warna hijau pada media dikarenakan hari awal pemindahan kultur dan belum teraerasi. Hari pertama setelah diaerasi warna media hijau kekuning-kuningan, warna media pada hari ke-7 berwarna hijau muda dan warna media pada hari ke-14 berwarna hijau.



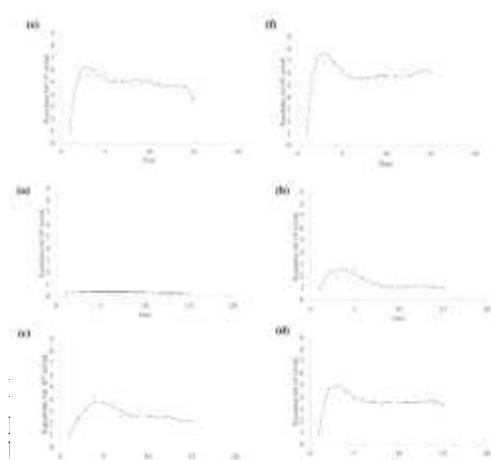
Perubahan warna pada media kultivasi (a) Kultur Hari ke-0, (b) kultur Hari ke-1, (c) kultur Hari ke-7, dan (d) kultur Hari ke-14.

Menurut Prihantini dkk., (2005) selama proses kultivasi perubahan warna *Chlorella* pada media kultur dari warna kekuning-kuningan hingga hijau mengindikasikan bahwa terjadi peningkatan kadar pigmen klorofil yang merupakan pigmen utama mikroalga *Chlorella*. Selain itu perubahan warna juga menandakan terjadinya pemanfaatan nutrisi yang

terkandung dalam ekstrak taugé oleh sel-sel *Chlorella*.

3. Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan maksimum sel pada masing-masing konsentrasi berbeda. Hal tersebut menandakan bahwa penambahan ekstrak taugé pada perlakuan mampu mendorong pertumbuhan sel maksimum *Chlorella*. Pertumbuhan maksimum sel tertinggi dengan penambahan ekstrak taugé 10% dengan kepadatan sel sebesar $7,4 \times 10^8$ sel/mL dan pertumbuhan sel terendah konsentrasi ekstrak taugé 2% yaitu $2,5 \times 10^8$ sel/mL. Pada kontrol 0% tidak mengalami pertumbuhan sel.



(a) Konsentrasi ekstrak taugé 0% (kontrol),
(b) konsentrasi ekstrak taugé 2%,
(c) konsentrasi ekstrak taugé 4%,
(d) konsentrasi ekstrak taugé 6%,
(e) konsentrasi ekstrak taugé 8%
dan (f) konsentrasi ekstrak taugé 10%.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan kultivasi *Chlorella* adalah kualitas air yang meliputi suhu, salinitas, kekuatan cahaya, dan pH (Rostini, 2007). Intensitas cahaya pada penelitian ini 1.400

lux. Nilai pH pada media pemeliharaan *Chlorella* selama penelitian adalah 7-9. Menurut Prihantini dkk., (2005) menyatakan bahwa pH yang sesuai dengan pertumbuhan *Chlorella* berkisar antara 4,5-9,3. Hasil pengukuran suhu air dan media selama penelitian berkisar antara 28-30°C. *Chlorella* masih dapat bertahan hidup pada suhu 40°C. Rentang suhu antara 25°-30°C merupakan suhu yang optimal untuk pertumbuhan mikrolaga (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Salinitas pada media pemeliharaan mikroalga berkisar antara 22- 60 ppt (Fast dan Lester, 1992).

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi mikroalga isolat lokal dari kolam ikan didapatkan satu jenis alga yaitu *Chlorella*. Menurut Edward dan David (2010) sel *Chlorella* berbentuk bulat, kecil dan berdiameter <10µm. Sel *Chlorella* berbentuk bola dengan subspecial kloroplas parietal tunggal yang hampir memenuhi sel. *Chlorella* adalah salah satu jenis mikroalga yang mengandung klorofil untuk melakukan fotosintesis. Bentuk sel *Chlorella* bulat atau bulat telur, merupakan alga bersel tunggal (uniseluler) dan kadang - kadang bergerombol (Merizawati, 2008). Diameter sel *Chlorella* berkisar antara 2-8 µm. Dinding selnya keras terdiri dari selulosa dan pektin. Sel ini mempunyai protoplasma yang berbentuk cawan (Isnansetyo dan

Kurniastuty, 1995). Warna hijau pada alga ini disebabkan selnya mengandung klorofil a dan b dalam jumlah yang besar selain itu juga mengandung karoten dan xantofil (Volesky, 1970). *Chlorella* merupakan mikroalga yang termasuk dalam kelas alga hijau atau Chlorophyceae. *Chlorella* merupakan jenis mikroalga yang paling banyak ditemukan hidup di air tawar ataupun laut.

Chlorella mengandung berbagai nutrisi seperti protein, karbohidrat, asam lemak tak jenuh, vitamin, klorofil, enzim, serat yang tinggi (Steenbloom, 2000). *Chlorella* memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pakan alami, pakan ternak, suplemen, penghasil komponen bioaktif bahan farmasi dan kedokteran (Wirosaputro, 1998). Selain itu *Chlorella* dimanfaatkan untuk mengetahui pengaruh logam berat karena kemampuan tumbuh *Chlorella* pada lingkungan tercemar. Beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk menguji efektivitasnya antara lain untuk penyerapan logam berat Zn dan Pb (Kurniawan dan Aunorohim, 2013), logam berat Cu (Musa dkk., 2013), logam berat Cd dan Pb (Purnawati dkk., 2012) dan logam Fe (Rizky dkk., 2012).

Chlorella mengalami beberapa fase pertumbuhan yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian. Fase adaptasi berlangsung kurang dari 24 jam. Menurut Fogg dan Thake

(1987), salah satu faktor yang menentukan lamanya fase adaptasi adalah umur kultur yang digunakan sebagai inokulum. Fase adaptasi akan menjadi lebih singkat atau bahkan tidak terlihat apabila sel-sel yang diinokulasikan berasal dari kultur yang berada dalam fase eksponensial. Fase adaptasi tidak terlihat secara jelas pada kelima media perlakuan kemungkinan juga disebabkan sel-sel *Chlorella* yang diinokulasikan cepat beradaptasi terhadap media kultur yang baru, mampu tumbuh dan membelah dengan cepat. Hal ini menunjukkan bahwa *Chlorella* sangat menyukai medium ekstrak taube sehingga mampu beradaptasi dengan cepat.

Fase eksponensial dari kelima perlakuan berkisar antar hari pertama sampai hari ketiga. Pada konsentrasi ekstrak taube 10% mencapai fase eksponensial pada hari pertama sampai hari ketiga dengan kepadatan sel tertinggi sebanyak $7,4 \times 10^8$ sel/mL diikuti konsentrasi 8% dan 6% dengan kepadatan sel tertinggi sebanyak $6,2 \times 10^8$ sel/mL dan $4,8 \times 10^8$ sel/mL. Pada konsentrasi 2% dan 4% mencapai fase eksponensial pada hari kedua sampai keempat dengan kepadatan sel sebanyak $2,5 \times 10^8$ sel/mL dan $4,1 \times 10^8$ sel/mL. Berhentinya fase eksponensial menurut Fogg (1987), disebabkan berkurangnya nutrisi.

Fase stasioner ditandai dengan rendahnya tingkat nutrisi dalam sel

mikroalga, sehingga akan berpengaruh pada laju reproduksi dan laju kematian. Lamanya fase stasioner berkisar dari hari ke-5 sampai hari ke- 14.

Menurut Becker (1994) fase kematian terjadi ketika sel mikroalga mulai mati, ditandai dengan menurunnya kelimpahan sel. Pada penelitian, penurunan pertumbuhan sel tidak terjadi secara signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan nutrisi dalam media masih mendukung sel untuk bertahan hidup.

Menurut Wulandari, dkk., (2010) medium ekstrak tauge merupakan medium kultur alami yang mengandung komponen-komponen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* seperti nitrogen dan fosfor. Penggunaan medium ekstrak tauge menghasilkan pertumbuhan mikroalga yang sangat pesat dibandingkan dengan medium dengan bahan sintetik seperti medium Air Laut (MAL), medium AF6 dan Medium Guillard (MG). Media perlakuan medium ekstrak tauge yang digunakan mengandung nutrisi anorganik seperti K, P, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, dan Cu. Nutrisi anorganik yang tergolong makronutrisi, yaitu K, P, Ca, Mg, dan Na dibutuhkan oleh sel *Chlorella* sebagai komponen penyusun sel. Mikronutrisi seperti Fe, Zn, Mn, dan Cu dibutuhkan oleh sel baik sebagai kofaktor enzim, maupun sebagai komponen pembentuk klorofil. Menurut Weissner (1962) bahwa Mn, Zn,

Cu, Mo, B, Ti, Cr, dan Co yang terdapat dalam media kultur akan mengefektifkan fotosintesis pada *Chlorella pyrenoidosa*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboran (Sami Bukang, S. P dan Dra. Happy) di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, N.W.S., dan Susilaningih, D. (2014). Pertumbuhan mikroalga *Scenedesmus* sp. dalam limbah cair tahu dan tapioka. *Prosiding Seminar Biologi XIV & Kongres Nasional Biologi XI* (hal 281-287). Jakarta.
- Aunurohim dan Kurniawan, J. I. (2013). Biosorpsi logam Zn^{2+} dan Pb^{2+} oleh mikroalga *Chlorella* sp. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 3(1): 2337-3520.
- Becker. (1994). *Microalgae biotechnology and microbiology*. London. Cambridge University Press.
- Brock, T.D., dan Madigan, M.T. (1991). *Biology of microorganism*. 6th ed. Prentice Hall Inc. New Jersey. 893.
- Cresswell, R. C., Rees, T. A. V., and Shah, N. (1989). *Alga and cyanobacterial biotechnology*. Mc Graw Hill. London.
- Edward G. B., and David, C. S. (2010). *Freshwater algae: identification and use as bioindicators*. UK.
- Fogg, G. E., and Thake B. (1987). *Alga cultures and phytoplankton ecology*, 3rd ed., The University of Wisconsin Press, Wisconsin.

- Hasanah, Y. (1997). Pengaruh penambahan beberapa konsentrasi glukosa terhadap pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* chick pada medium air kelapa. Skripsi S1 FMIPA Universitas Indonesia Jurusan Biologi, Depok. p60.
- Kawaroe, M., Partono T., Sunudin A., Wulan D.S., dan Augustine D.(2010). Mikroalga : potensi dan pemanfaatannya untuk produksi bio bahan bakar. IPB Press : Bogor.
- Merizawati (2008). Analisa sinar merah, hijau, dan biru (RGB) untuk mengukur kelimpahan fitoplankton (*Chlorella* sp.). Skripsi. Jurusan Ilmu dan Teknologi Kelautan Institut Pertanian Bogo. Bogor.
- Naviner, M., Berge, JP., Durand , P., and Bris, L.H. (1999). Antibacterial activity of the marine diatom *Skeletonema costatum* against aquacultural pathogens. *Aquaculture* 174 (1999): 15 – 24.
- Pranayogi, D. (2003). Studi potensi pigmen klorofil dan karotenoid dari mikroalga jenis *Chlophyceae*. Universitas Lampung. Lampung.
- Prihantini, Betawati N., Putri B., and Yuniati R. (2005). Pertumbuhan *Chlorella Spp*. Dalam Medium Ekstrak Tauge (MET) Dengan Variasi pH Awal *Jurnal makara Sains*, VOL. 9, NO. 1. April 2005: 1-6
- Prihantini, Betawati, N., Damayanti D., dan Yuniati R.,. (2007). Pengaruh konsentrasi medium ekstrak tauge (met) terhadap pertumbuhan *Scenedesmus* Isolat Subang. *Jurnal Makara Sains*, 11(1), 1-9.
- Purnawati, F. S., Soeprbowati T. R., Izzati M. (2012). Potensi *Chlorella vulgaris* bejierinck dalam remediasi logam berat Cd dan Pb skala laboratorium. *Jurnal Bioma*. 16(2), 102-113.
- Renaud S, Parry D, Think L-V, Kuo C, Padovan A, and Sammy N. (1991). Effect of light intensity on the proximate biochemical and fatty acid composition of *Isochrysis* sp. and *Nannochloropsis oculata* for use in tropical aquaculture. *Journal of Applied Phycology* 3(1), 43-53.
- Susilaningsih, D., Lestari S., Hidayat T., and Susanti H. (2014). Efikasi Limbah Sagu Sebagai Substrat Kaya Nutrisi Untuk Mikroalga Isolat LIPI11-2-AL002.(13) 301–7.
- Setyaningsih. (1999). Pemisahan senyawa bioaktif dari beberapa jenis mikroalga dan aplikasinya pada bahan pangan. Skripsi. Fakultas Perikanan IPB. Bogor. 58.
- Steenblock, D. (2000). *Chlorella*: makanan sehat alami. Terjemahan Muhilal dan U. L. Siagian. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Volesky, G. (1970). Algal product. New Delhi: In Properties of Algal (Ed) Penum Press.
- Weissner, W. (1962). Inorganic micronutrient. Dalam: Lewin, R.A. (ed.). Physiology and biochemistry of algae. University of California Press. California. 267-284.
- Wirosaputro, S. (1998). *Chlorella*: makanan kesehatan global buku. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wong, M. H., Lay, C. C. (1980). The comparison of soy-bean wastes, used tea-leaves and sewage sludge for growing *Chlorella pyrenoidosa*, Enviromental pollution. Seri A (23) 247-259.
- Wulandari, A. P., Naderia, F., Pattalia, A. E. dan Permata, D. R. (2010). Identifikasi mikroalga di sekitar pantai

pangandaran dan potensi pertumbuhannya pada formulasi medium ekstrak taugé (MET). *Prosiding Seminar Nasional LimnologiV Tahun 2010*(hal 535-542).Jatinangor: Jurusan Biologi FMIPA Universitas Padjadjaran.