

**ORGANIK SUPLEMEN TINGGI PROTEIN BERBAHAN DASAR
Spirulina sp DENGAN MEDIA KULTUR LIMBAH
CAIR INDUSTRI KECAP**

Tajul Rina¹⁾✉, Putri A. ²⁾, Karmiati³⁾, Sri Sundari⁴⁾, Andini Saputri⁵⁾

^{1),2),3),4),5)} Program Studi Biologi Fakultas Teknik Universitas Samudra

Jln. Kampus Meurandeh, Langsa 24416

✉ E-mail: *suyono4015@gmail.com* dan *suyonoaja22@yahoo.com*

Abstrak

Spirulina plantensis merupakan salah satu mikroalga yang bersifat kosmalit yang dapat dibudidayakan pada medium yang berbeda. Limbah cair kecap dapat dijadikan alternatif baru yang digunakan sebagai pupuk karena memiliki ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh *S. plantensis*. Penelitian menggunakan perlakuan kombinasi dua faktor. Faktor pertama yaitu dosis limbah cair industri kecap (L) yang terdiri dari 3 taraf (L1:20%, L2:30%, L3:40%) dan faktor kedua yaitu tepung bulu ayam yang terdiri dari 2 taraf (P1: tepung bulu ayam 200 mg/L, P2 ; tepung bulu ayam 300 mg/L dan P3: tepung bulu ayam 400 mg/L dan P0: tanpa tepung bulu ayam). Media kultur yang digunakan berasal dari Industri Kecap Langsa. Hasil menunjukkan pertumbuhan *S. plantensis* pada semua perlakuan kecuali pada perlakuan kontrol (zarouk) menunjukkan fase lag atau fase adaptasi yang tidak tampak nyata, karena jumlah biomassa *S. plantensis* pada media L1P1, L2P2, L3P3, L1P0, L2P0, dan L3P0 terjadi pada waktu yang cukup singkat yaitu pada hari ke 2. Pertumbuhan *S. plantensis* pada media limbah cair kecap 30% dengan penambahan serbuk bulu ayam 300 mg/L lebih efektif bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kata Kunci : *Spirulina platensis*, limbah kecap, suplemen protein, serbuk *Spirulina*

PENDAHULUAN

Spirulina plantensis merupakan salah satu mikroalga yang bersifat kosmalit yang dapat dibudidayakan pada medium yang berbeda. Penumbuhan *Spirulina* memerlukan ketersediaan unsur hara yang dapat berasal dari bahan kimia maupun larutan hasil pembusukan atau limbah. Menurut Richmond (2004) *S. plantensis* merupakan alga hijau

biru (*cynobacteria*), multiseluler dan berbentuk heliks yang tersebar luas di perairan Indonesia. *S. plantensis*. Memiliki dinding sel yang tipis dan berbentuk silindris, berdiameter 1-12 µm, bergerak secara menggelinding.

Pemanfaatan limbah organik yang kaya akan bahan organik sebagai sumber nutrisi *S. plantensis* dapat dikembangkan

menjadi media alternatif kultur *S. plantensis*. Salah satu limbah organik yang ketersediannya melimpah dan mudah didapat yaitu limbah cair industri kecap. Limbah cair industri kecap merupakan salah satu limbah industri yang belum banyak dimanfaatkan, sedangkan limbah tersebut diperkirakan masih banyak mengandung unsur yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya dari jenis tanaman mikroalga terutama *S. plantensis*. Limbah cair kecap tersebut dapat dijadikan alternatif baru yang digunakan sebagai pupuk sebab di dalam limbah cair kecap tersebut memiliki ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh *S. plantensis*.

Limbah cair industri kecap memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang sesuai dengan kebutuhan *S. plantensis*. Penelitian yang dilakukan Dianursanti (2014), penggunaan media limbah cair kecap dengan dosis 30% dapat meningkatkan biomasa *Chorela vulgaris* sebesar 10,71% dibanding media *walne*. Limbah cair kecap mengandung P-total amonia, N-total, karbon yang dimanfaatkan oleh *Chorela vulgaris*

dalam proses metabolisme. *S. plantensis* merupakan mikroalga yang tidak memiliki heterosis, sehingga *Spirulina plantensis*. tidak mampu memfiksasi nitrogen dari udara. Pemenuhan kebutuhan nitrogen sangat bergantung pada ketersediaannya dalam medium (Kurniasih, 2001 dalam Mubarak et al, 2012).

Selain unsur nitrogen, *Spirulina plantensis*. juga membutuhkan kandungan fosfor yang optimum untuk menunjang pertumbuhannya Andersen, 2005). Kebutuhan nitrogen dan fosfor *S. plantensis* dalam penelitian ini dipenuhi dengan penambahan serbuk bulu ayam dalam media kultur limbah cair industri kecap. Pemanfaatan limbah cair industri kecap yang diperkaya serbuk bulu ayam sebagai media kultivasi berpotensi untuk meningkatkan efektifitas pertumbuhan *S. plantensis*. Tingkat efektifitas pertumbuhan *S. plantensis* diukur berdasarkan peningkatan produksi biomasa.

TUJUAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk menguji efektifitas pertumbuhan *S.plantensis* pada media kultur limbah cair industri kecap yang diperkaya serbuk bulu ayam sehingga didapatkan media limbah cair industri kecap yang optimal untuk pertumbuhan *S. plantensis*.
- b. Untuk mengetahui produksi biomassa *S.plantensis* tertinggi pada setiap perlakuan.
- c. Untuk mengetahui nilai kadar protein kasar serbuk *S. plantensis*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilakukan selama 3 (tiga) bulan. Kultur *S.plantensis* dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Dasar Universitas Samudra, karena keterbatasan laboratorium Universitas Samudra, pengujian kandungan protein dilakukan di Laboratorium Biokomia Universitas Sumatera Utara.

Persiapan Bahan dan Media Kultur

Bahan utama dalam penelitian ini adalah kultur *S.plantensis* yang

diperoleh dari koleksi UD. Phytopharcets Ngawi, Jawa Timur. Adapun basal media yang digunakan berasal dari limbah cair industri kecap di Kota Langsa yang diperkaya dengan mineral dari ekstrak limbah bulu ayam di Kota Langsa. Limbah cair kecap mengandung COD (*Chemical Oxygen Dissolved*) sebesar 10063,7 mg/L; BOD (*Biological Oxygen Dissolved*) sebesar 1861,2 mg/L; pH 4.81; TSS (Total Suspended Solid) sebesar 297,8 mg/L; DO (*Dissolved Oxygen*) sebesar 0,5 mg/L.

Tempat media kultur digunakan akuarium volume 15 L sebanyak 7 buah. Sebelum akuarium ini digunakan untuk kultur, dilakukan pencucian dan distrelisasi melalui perendaman dengan 30 mg/L *chlorine* selama 24 jam, kemudian diberi larutan natrium thoisulfat 15 mg/L hingga bau klorin hilang. Selanjutnya akuarium tersebut dilakukan pembilasan dengan air tawar dan diberikan aerasi selama 12 jam untuk menghilangkan kandungan *chorine* yang menempel pada akuarium.

Perlakuan Kombinasi Dua Faktor

Penelitian menggunakan perlakuan kombinasi dua faktor. Faktor pertama yaitu dosis limbah cair industri kecap (L) yang terdiri dari 3 taraf (L1:20%, L2:30%, L3:40%) dan faktor kedua yaitu tepung bulu ayam yang terdiri dari 2 taraf (P1: tepung bulu ayam 200 mg/L, P2 ; tepung bulu ayam 300 mg/L dan P3: tepung bulu ayam 400 mg/L dan P0: tanpa tepung bulu ayam). Masing-masing perlakuan di atas dilakukan tiga kali pengulangan.

L1P1 : Limbah cair industri kecap 20%, v/v ; tepung bulu ayam 200 mg/L

L2P2 : Limbah cair industri kecap 30%, v/v ; tepung bulu ayam 300 mg/L

L3P3 : Limbah cair industri kecap 40%, v/v ; tepung bulu ayam 400 mg/L

L1P0 : Limbah cair industri kecap 20%, v/v

L2P0 : Limbah cair industri kecap 30%, v/v

L3P0 : Limbah cair industri kecap 40%, v/v .

Z : Media kontrol.

Perbanyak *Spirulina plantensis*.

S. plantensis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu monokultur *S.plantensis* dari koleksi UD. Phytopharcets Ngawi, Jawa Timur. Sebelum *S. plantensis* diinokulasi pada media perlakuan, *S.plantensis*. diperbanyak terlebih dahulu pada media zarouk. Koondisi suhu yang digunakan untuk kultivasi spirulina adalah suhu ruangan yang berkisar antara 28 – 30 °C. Cahaya buatan untuk mensuplai energi pada kultur diperoleh dari lampu tube light (TL) 18W dengan jarak ±15 cm.

Persiapan Media limbah cair industri kecap

Media limbah cair industri kecap dan bulu ayam yang digunakan sebagai perlakuan berasal dari Kota Langsa, Aceh. Media limbah cair industri kecap diencerkan dengan air sesuai dengan Tabel 1. Media limbah cair industri kecap dilakukan optimasi pH hingga 9,5 dengan penambahan NaOH 2 N dan optimasi salinitas dengan penambahan NaCl 5%.

Tabel 1. Variasi Limbah Cair Industri Kecap

Volume limbah cair kecap (%) (%, v/v)	Volume medium (mL)	
	Air	Limbah cair industri kecap
20	4000	1000
30	3500	1500
40	3000	2000

Pembuatan Media Kultur dan Penanaman Inokulan Sel *Spirulina plantensis*

Media kultur air limbah industri kecap diambil dari industri kecap di Kota Langsa. Air limbah industri kecap disaring dengan *sand filter*, kemudian dicampurkan air tawar yang sebelumnya dilakukan penyaringan terlebih dahulu dengan 100 μm filter unit. Air media kultur diberikan *chlorine* 300 mg/L, natrium tiosulfur 150 mg/L dan diaerasi selama 24 jam. Setelah itu air media kultur dimasukkan kedalam akuarium masing-masing 4000 mL, 3500 mL dan 3000 mL. Inokulan sel *S. plantensis* dimasukkan kedalam akuarium dengan kepadatan awal 5 x 10 sinusoid/mL. Pada setiap bak diberikan aerasi secukupnya selama 7 - 10 hari penelitian. Variabel pengamatan yang dilakukan pada

penelitian ini meliputi produksi biomassa dan kecepatan tumbuh *S. plantensis*.

Pemanenan dan Perhitungan Jumlah Sel

Panen *S. plantensis* dilakukan saat kultur mencapai puncak populasi. Puncak populasi dapat dilakukan dari perubahan warna pada media kultur dan jumlah populasi berdasarkan pola pertumbuhan (Handayani, 2002). Menurut beberapa sumber, pemanenan dilakukan pada saat *S. plantensis* berada pada fase eksponensial akhir \pm pada hari ke 7 - 10. Pemanenan dilakukan dengan menggunakan jaring plankton 25 mikro. Kultur yang sudah mencapai puncak populasi diendapkan terlebih dahulu dengan cara mematikan aerasi. Kemudian disaring dengan menggunakan plankton net, lalu ditimbang untuk mengetahui biomassa yang dihasilkan. Setelah itu *S. plantensis* yang telah ditimbang dikeringkan pada ruangan bersuhu dingin \pm 21 °C selama \pm 4 hari. Analisis proximat kandungan nutrisi *S. plantensis* meliputi protein, lemak, karbohidrat, kadar

air, dan abu, dan masing-masing sampel.

Perhitungan jumlah sel *S. plantensis* dilakukan dengan menggunakan *sedgewich rafter*, dengan panjang 50 mm, lebar 20 mm, tinggi 1 mm dan mikroskop Olympus dengan perbesaran 40 dan 100x. Selama proses pertumbuhan telah dilakukan pengampilan sampel setiap hari untuk dihitung jumlah selnya. Jumlah sel dihitung dengan perhitungan dari jumlahnya sinusoid total filamen sel *S. plantensis* dibawah mikroskop dan memakai bantuan dari alat *hand counter*. Adapun model perhitungan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$N = \frac{C \times 1000}{A \times D \times F} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- C : Jumlah organisme yang terhitung
- D : Kedalaman lapang pandang (1 mm)
- A : Luas lapang pandang ($\pi r^2 = 3,14 \times 1 \text{ mm}^2$)
- F : Jumlah lapang pandang

Selama kultivasi, perhitungan produksi biomassa *S.plantensis* dilakukan dengan mengamati optical density (OD) setiap 24 jam sekali menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang λ 680 nm. Nilai OD yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi biomassa kering *S. platensis* berdasarkan rumus berikut:

$$X = 0.1814 \times OD680 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- X = biomassa *Spirulina plantensis*. (g/L)
- OD680 = nilai adsorban pada panjang gelombang 680nm
- Adapun kecepatan tumbuh sel *S. platensis* dihitung berdasarkan formula $\mu = \ln (OD_i - OD_0) / T_i - T_0$ (3)

- μ = growth rate (/hari)
- OD₀ = OD pada T₀
- OD_i = OD pada T_i
- T₀ = waktu ke-0 kultivasi
- T_i = waktu ke-i kultivasi (Lutama dkk, 20..; Syaichurrozi dan Jayanudin, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Media Kultur *Spirulina plantensis*

Pemenuhan kebutuhan nutrisi untuk *S.plantensis* sangat bergantung pada ketersediaannya dalam medium kultur. Komposisi nutrisi yang lengkap dan konsentrasi nutrisi yang tepat menentukan produksi biomassa dan kandungan gizi mikroalga. Jenis media yang banyak dipilih masyarakat dalam kultur *S.plantensis* adalah jenis Pro Analisis (PA) yang sudah distandarkan seperti media Zarouk.

Menurut Amanatin (2013), mahal nya harga media kultur jenis PA menjadi dasar pencarian media alternatif yang mampu meningkatkan produksi biomassa *S.plantensis*.

Pemanfaatan limbah organik yang kaya akan bahan organik sebagai sumber nutrisi *S.plantensis* dapat dikembangkan menjadi media alternatif kultur. Salah satu limbah organik yang ketersediannya melimpah dan mudah didapat yaitu limbah cair pabrik kecap. Limbah cair kecap memiliki kandungancunsur hara makro dan

mikro yang sesuai dengan kebutuhan *S.plantensis*.

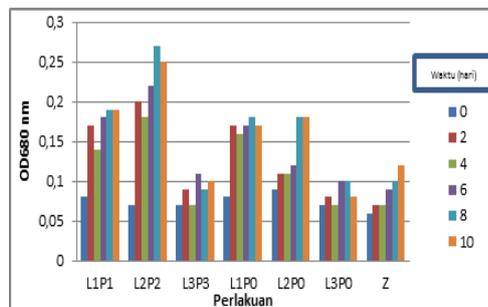
Limbah cair kecap memiliki warna kuning kecoklatan dan menimbulkan bau bila disimpan dalam waktu lama. Limbah cair kecap yang digunakan berasal dari Industri Kecap Langsa dengan karakteristik awal limbah cair kecap adalah COD (*Chemical Oxygen Dissolved*) sebesar 10.063,7 mg/L; BOD (*Biological Oxygen Dissolved*) sebesar 1.861,2 mg/L; pH 4.81; TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 297,8 mg/L; DO (*Dissolved Oxygen*) sebesar 0,5 mg/L.

Pada penelitian ini limbah cair kecap di olah dengan dua tahap yaitu tahap pertama (*primary treatmen*) dengan penambahan NaOH 2N (optimalisasi pH 9,5) dan penambahan NaCl 5% (optimalisasi salinitas) dan tahap kedua disaring dengan *stand filter* (Gambar 4.1) yang telah dimodifikasi. Pengolahan limbah cair menggunakan NaOH dan NaCl yang dikombinasikan dengan penyaringan berpengaruh nyata dalam meningkatkan kualitas fisik dan meningkatkan kualitas kimia

(terutama menurunkan nilai TSS) hingga memenuhi standar baku mutu limbah cair kecap. Media kultur yang digunakan adalah limbah cair kecap yang sudah dilakukan *primary treatment* dan disaring dengan *stand filter*. Selanjutnya air media kultur diberikan *chlorine* 300 mg/L, natrium tiosulfur 150 mg/L dan diaerasi selama 24 jam, dengan tujuan mensterilkan limbah cair kecap.

Efektifitas Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina plantensis* pada media Kultur Limbah Cair Industri Kecap yang Diperkaya serbuk Bulu Ayam

Hasil analisis data penelitian uji efektifitas pertumbuhan dan biomassa *S. plantensis* pada media kultur limbah cair industri kecap yang diperkaya serbuk bulu ayam pada seluruh variabel pengamatan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Profil pertumbuhan dan Biomassa *S. plantensis* pada variasi penambahan limbah cair kecap

Pertumbuhan *S. plantensis* berlangsung selama 7 sampai 10 hari. Pertumbuhan *S. plantensis* diketahui berdasarkan produksi biomassa *S. plantensis* pada masing-masing perlakuan. Produksi *S. plantensis* sangat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi dalam media. Pada Gambar 2 masing-masing perlakuan menunjukkan pola pertumbuhan yang berbeda.

Pertumbuhan *S. plantensis* pada semua perlakuan kecuali pada perlakuan kontrol (*zarouk*) menunjukkan fase lag atau fase adaptasi yang tidak tampak nyata, karena jumlah biomassa *S. plantensis* pada media L1P1, L2P2, L3P3, L1P0, L2P0, dan L3P0 terjadi pada waktu yang cukup singkat yaitu pada hari ke-2 kemudian melonjak kembali pada hari ke 8, dan mengalami penurunan pada hari ke-10. Hal ini menunjukkan bahwa *S. plantensis* yang diinokulasi pada media limbah cair kecap mampu beradaptasi dengan baik sehingga mampu membelah diri dengan cepat.

Media zarouk (Grafik Z pada Gambar 2 merupakan media yang sudah umum digunakan untuk kultivasi *S.plantensis* skala laboratorium, sehingga *S.plantensis* telah teradaptasi untuk tumbuh dalam media tersebut. Setelah fase adaptasi, pertumbuhan *S.plantensis* membutuhkan nutrisi yang cukup banyak untuk memasuki fase eksponensial dengan ditandai terjadinya peningkatan kelimpahan sel. Namun media Zarouk memiliki kandungan unsur hara yang rendah dibanding dengan media kultur yang lainnya, seperti KNO₃:1,00 g dan NH₄NO₃: 0,02296 g. Nitrogen merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah yang cukup banyak dalam pertumbuhan *S.plantensis*.

Berdasarkan pengukuran OD (*optical density*) biomassa kultivasi awal pada masing-masing media (limbah kecap) dan tepung serbuk bulu ayam yaitu limbah L1P1, L2P2, L3P3, L1P0, L2P0 dan L3P0, hasil menunjukkan bahwa pertumbuhan *S.plantensis* pada perlakuan L2P2 pada hari ke-8 lebih efektif bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Biomassa

tertinggi terdapat pada perlakuan L2P2 pada hari ke-8 yaitu 0,27 gr/L dan biomassa terendah adalah pada perlakuan L3P3, L2P2, L3P3, L1P0 dan L3P0 pada hari ke 0 dan ke 4 yaitu 0,07gr/L

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diperoleh kecepatan pertumbuhan spesifik dari masing-masing perlakuan. Kecepatan pertumbuhan maksimal mencapai puncak pada perlakuan L2P2, dan akhirnya mengalami penurunan kecepatan pertumbuhan pada perlakuan L3P3, L3P0 dan Z, kemudian meningkat sedikit pada perlakuan L1P1, L1P0 dan L1P3 Kemudian meningkat sedikit pada perlakuan L1P0. Kecepatan tumbuh *S.plantensis* dipengaruhi oleh dua faktor utama.

Menurut Isnadiana dan Hermana (2013) menyatakan faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan *S.plantensis* adalah sumber nutrisi dan energi, sedangkan faktor kedua adalah faktor lingkungan seperti pH, suhu, dan salinitas.

Nilai Kadar Protein pada Serbuk *S.plantensis*

Karakterisasi dilakukan terhadap biomassa kering

S.plantensis hasil kultivasi. Kadar protein pada *S.plantensis* sangat tinggi yaitu 65,45%, sedangkan kadar karbohidrat 6,62%, kadar air 6,14% dan Kadar Lemak 6,77%. *S.plantensis* merupakan mikroalga yang telah diketahui memiliki kadar protein yang tinggi.

Angka dan Suhartono (2000) menjelaskan bahwa spirulina tidak terikat dengan senyawa toksik seperti tanin yang biasanya terkandung dalam sumber protein nabati. Selanjutnya menurut Watanuki *et al* (2006) bahkan *S.plantensis* telah terbukti dapat berperan sebagai immunostimulan pada manusia.

Tingginya kadar protein menjadikan suplemen yang berbahan dasar *S.plantensis* sangat potensial menjadi solusi masalah kekurangan energi protein bagi keluarga. Kekurangan energi protein adalah keadaan kurang gizi yang disebabkan oleh rendahnya konsumsi energi dan protein dalam makanan sehari-hari sehingga tidak memenuhi angka kecukupan gizi (AKG). Angka kecukupan protein yang dianjurkan berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan

Nomor 1593/MENKES/SK/XI/2005 yaitu 50-60 gram per hari untuk dewasa berusia 20-49 tahun dan 45 gram per hari untuk anak-anak usia 7-9 tahun.

Data riset kesehatan dasar (Riskesdas) yang dilakukan pada tahun 2007 dan 2010 menunjukkan bahwa rata-rata asupan kalori dan protein anak balita masih di bawah Angka Kecukupan Gizi (Lestijaman 2012).

Protein sangat penting untuk tubuh, karena membantu proses pertumbuhan. Fungsi protein antara lain sebagai zat pengatur pergerakan, pertahanan tubuh, sebagai enzim, penunjang mekanis, serta alat pengangkut.

Kurangnya protein pada anak-anak dapat menghambat pertumbuhan, rentan terhadap penyakit infeksi dan mengakibatkan rendahnya tingkat kecerdasan. Penyakit akibat kurangnya energi dan protein ini dikenal dengan kwashiorkor dan marasmus (Almatsier 2006).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah :

- a. *Spirulina plantensis* yang diinokulasi pada media limbah cair kecap mampu beradaptasi dengan baik sehingga mampu membelah diri dengan cepat.
- b. Pertumbuhan *Spirulina plantensis* pada media limbah cair kecap 30% dengan penambahan serbuk bulu ayam 300 mg/L lebih efektif bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya
- c. Kandungan protein yang terdapat pada serbuk *Spirulina platensis* adalah 65,45 %, dan sisanya adalah Karbohidrat total 6,62%, kadar lemak 6,77% dan kadar air 6,14%.

Saran

Adapun saran yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

- a. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai banyaknya protein kasar *Spirulina platensis* yang mampu diserab tubuh.

- b. Dilakukan penelitian lanjutan dengan mengaplikasikan jenis media kultur yang lain, sehingga dapat dibandingkan efektifitasnya melalui biomassa *Spirulina platensis* pada masing-masing media kultur

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, R.A. 2005. Alga Culturing Technique. UK: Elsevier Academic Perss.
- Dermirbas. 2010. Comparison of Transesterification methods for Production of Biodiesel focts Energy Conversion and Management, vol. 49 hal 125-130.
- Fikri, 2006. Kandungan Gizi *Spirulina* sp. [http : //ww.kesehatan alami. Com/seacucumber-spirulina-kandungan](http://ww.kesehatanalami.Com/seacucumber-spirulina-kandungan). Php. [18 maret 2008]
- Handayani, 2002. Anaisis komposisi *Spirulina* sp. Surakarta: Fakultas mipa 11 Maret.
- Hariyati, 2008. Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp dalam skala Laborataris. Laboratorium Ekologi dan Biosistematik Fakultas Matematika dan IPA. Universitas Diponogoro.
- Hongmei, G., Yunlai , T ., Jia, W. Xiaogang , W. Lixin, 2 dan Congming, L. 2008. Characterization of Photosystem II in salt-streessed Cyanobacterial. *Spirulina* sp Platens in Cells.

Biochimia et Biophysica.
Vol.17 (77) =488-495.

Isnansetyo, A dan Kurniastvty. 1995.
Teknik kultur Phytoplankton
dan Plankton. Yogyakarta:
Kanisius.

Kawaroe et al. 2010. Mikrolga Potensi
dan pemanfaatnya untuk
Produksi Bio Bahan Bakar.
Bogor: IPB Press.

Kurniasih, 2001 dalam Mubarack et al,
2012. Pengaruh Kosentrasi
Pupuk Azolla pinata Terhadap
Pertumbuhan Populasi
Spirulina plantensis. Ilmiah.
Perikanan dan Kelautan. Vol:
4(1): 4-10

Liu Y, Lizhi X, Cheng N, Lin L, Zhang
C.2000. Inhibitory effect of
phycocyanin from *Spirulina
plantensis* on the growth of
human leukemia K562 cell.
Applied *phycology*.
Vol.12:125-130.

Mala, Sarojini, Saravanbabu dan
Umadevi, 2009, *Screening for
antimicrobial activity of crude
extracts of Spirulina platensis*,
Journal of Cell and Tissue
Research Vol. 9(3):1951-1955.

Richmond, A. 1986. CRC Handbook
Microalga Mass Culture.
Florida: CRC Press.

Spolaroe P, Joanis CC, Duran E,
Isambert A. 2006. Comercial
Application of Microalgae
Review. *Journal of Bioscience
and Bioengineering*.
Vol.(2):87-96.

Soetrisno, 1978, *Metodologi Research*,
UGM, Yogyakarta: UGM
Press.