

MODIFIKASI FOTOBIOREAKTOR HEMAT ENERGI DENGAN *LIGHT EMITTING DIODE* (LED) UNTUK MENINGKATKAN POPULASI *Chlorella* spp. DALAM UPAYA PEMENUHAN PAKAN ALAMI LARVA IKAN BANDENG

(Modification of Energy Efficient photobioreactor with Light Emitting Diode (LED) to Improve Population *Chlorella* spp. Efforts in the Natural Feeding Milkfish Fish Larvae)

Siti Duratun Nasiqiati Rosady¹⁾, Esthi Kusumadewayanti¹⁾, Dwi Riesya Amanatin²⁾, Roksun Nasikhin²⁾, Tegar Palyus Fiqar¹⁾

¹⁾ Fakultas Teknologi Industri, ITS

²⁾ Fakultas MIPA, ITS

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya,
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Abstract

Fotobioreaktor experiments with fluorescent light sources have been reported can increase the efficiency of photosynthesis in fitoplankton. The results of such experiments show that the density of the fitoplankton culture in fotobioreaktor in line with increasing the intensity of light. *Chlorella vulgaris* grown in fotobioreaktor with sea water and walne medium. The trial was done with treatment intensity variations of different light sources, namely light source LED 1 X 3 watt LED 2 X 3 Watts. Fotobioreaktor placed in a box by a distance of 10 cm from a source of light. Fotobioreaktor used as a comparison with Neon light source 1 X 8 Watts and Neon 2 X 8 watts. Two-factor ANOVA analysis showed that ($p > 0,05$), it means there are no interaction effect a between the sides and the source of light. Fotobioreaktor led light source with 1 x 3 watts capable of producing *Chlorella vulgaris* density equal to fotobioreaktor source of a fluorescent with 2 x 8 watts. The result indicates fotobioreaktor light source with power 3 watt more efficient in the use of electrical energy to produce a density of *Chlorella vulgaris*. This provides an indication that fotobioreaktor with energy-efficient LED light source and are able to increase the density of *Chlorella Vulgaris*.

Keyword: *Chlorella Vulgaris*, Led Emitting Diode, Economical Energy

Abstrak

Eksperimen fotobioreaktor dengan sumber cahaya neon telah dilaporkan dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis pada mikrofitoplankton. Hasil eksperimen tersebut menunjukkan bahwa kepadatan kultur mikrofitoplankton dalam fotobioreaktor sejalan dengan meningkatnya intensitas cahaya. *Chlorella Vulgaris* ditumbuhkan dalam fotobioreaktor dengan media air laut buatan dan walne. Uji coba dilakukan dengan perlakuan variasi intensitas sumber cahaya yang berbeda, yaitu sumber cahaya LED 1 X 3 watt, LED 2 X 3 watt. Fotobioreaktor diletakkan dalam box dengan jarak 10 cm dari sumber cahaya. Sebagai pembandingan digunakan fotobioreaktor dengan sumber cahaya Neon 1 X 8 watt dan Neon 2 X 8 watt. Hasil analisis ANOVA dua faktormenunjukkan bahwa ($P > 0,05$), artinya tidak terdapat efek interaksi antara sisi dan perbedaan sumber cahaya. Fotobioreaktor sumber cahaya LED dengan daya 1 X 3 watt mampu menghasilkan kepadatan *Chlorella Vulgaris* sama dengan fotobioreaktor sumber cahaya neon 2 X 8 watt. Hasil tersebut menunjukkan fotobioreaktor sumber cahaya LED dengan daya 3 watt lebih hemat dalam penggunaan energi listrik untuk menghasilkan kepadatan *Chlorella Vulgaris*. Hal ini memberikan indikasi bahwa fotobioreaktor dengan sumber cahaya LED hemat energi dan mampu meningkatkan kepadatan *Chlorella Vulgaris*.

Kata Kunci: *Chlorella Vulgaris*, LED, Hemat Energi

PENDAHULUAN

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan salah satu komoditas unggulan. Hal ini didukung oleh rasa daging yang enak dan nilai gizi yang tinggi sehingga memiliki tingkat konsumsi yang tinggi. Selain sebagai ikan konsumsi ikan bandeng juga dipakai sebagai ikan umpan hidup pada usaha penangkapan ikan tuna (Syamsuddin, 2010).

Penggunaan pakan dalam pemeliharaan larva berpengaruh dominan terhadap pertumbuhan ikan karena pakan berfungsi sebagai pemasok energi untuk memacu pertumbuhan dan mempertahankan hidupnya (Melianawati dan Suwiryana, 2005). Namun, persentase jumlah pakan yang dibutuhkan semakin berkurang dengan bertambahnya ukuran dan umur ikan. Di samping itu, ikan kecil (larva) lebih membutuhkan pakan dengan kandungan nutrisi terutama kandungan protein lebih tinggi daripada ikan besar (Djarajah, 2005). Kandungan protein yang tinggi banyak terdapat pada pakan alami berupa fitoplankton jenis *Chlorella* spp. Spesies ini banyak dikonsumsi oleh larva ikan seperti bandeng. Pemberian pakan dilakukan mulai umur 0 hari dengan menggunakan *Chlorella* spp., *spirulina* dengan kepadatan 1-5 individu/ml (Sriharti, 1997). Meskipun ketersediaan pakan alami dapat digantikan dengan pakan buatan, kebutuhan protein yang tinggi bagi larva ikan tidak dapat dipenuhi oleh pakan buatan.

Berdasarkan pentingnya pakan alami di atas, Chrismada dkk, (2006) telah membuat alternatif kultur fitoplankton melalui fotobioreaktor berenergi lampu neon dengan menggunakan arus AC. Namun, fotobioreaktor tersebut masih memiliki kelemahan, antara lain membutuhkan daya yang tinggi sebesar 20W yang menyebabkan terjadinya pemborosan energi listrik. Sementara menggunakan lampu LED 10 W dengan menggunakan arus DC dapat menggantikan lampu neon 20 W (Winarto, 2009). LED memiliki kisaran panjang gelombang yang sama dengan kebutuhan panjang gelombang cahaya untuk fotosintesis *Chlorella* spp. yaitu LED biru pada kisaran panjang gelombang 420-520 nm, LED hijau pada kisaran panjang

gelombang 450-600 nm, dan LED merah pada kisaran panjang gelombang 620- 740 nm (Hamidi, 2007). Sedangkan cahaya yang mampu diserap dalam proses fotosintesis adalah cahaya dengan panjang gelombang 680nm dan 700nm.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, dalam penelitian ini, dibuat modifikasi fotobioreaktor berenergi lampu neon menjadi fotobioreaktor berenergi lampu LED sebagai alternatif kultur mikrofytoplankton (*Chlorella* spp.) dengan kepadatan populasi tinggi dan hemat energi dalam upaya pemenuhan kebutuhan pakan alami larva ikan bandeng.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimanakah memodifikasi Fotobioreaktor dengan energi cahaya lampu LED sebagai alternatif fotobioreaktor hemat energi dan berapa jumlah sisi pencahayaan untuk memperoleh kepadatan *Chlorella* spp. Yang tinggi dari sumber cahaya neon, LED, dan matahari

Tujuan Percobaan dari penelitian ini adalah Memodifikasi Fotobioreaktor dengan energi cahaya LED sebagai alternatif fotobioreaktor hemat energi dan Menganalisis perbandingan jumlah sisi pencahayaan untuk memperoleh kepadatan *Chlorella* spp. yang tinggi dari sumber cahaya neon, LED, dan matahari.

METODOLOGI

Deskripsi alat

Pada penelitian ini menggunakan 2 jenis sumber pencahayaan yang berbeda yaitu menggunakan (*light emitting diode*) LED dan lampu neon. Dalam penelitian ini LED yang digunakan LED berwarna merah dan LED yang berwarna biru, hal ini disebabkan pada hipotesa awal fitoplankton berkembang menggunakan panjang gelombang sinar merah dan panjang gelombang sinar biru (Dini, 2009). Selain dengan 2 sumber pencahayaan untuk pelakuan sumber pencahayaan terhadap fitoplankton juga berbeda yaitu dengan pemberian pencahayaan dengan satu sisi dan dua sisi, hal ini bertujuan untuk membuktikan hipotesa awal dimana semakin besar luminase maka semakin besar pula fitoplankton yang akan

dihasilkan(Chrismada, 2007). Untuk konsumsi daya pada LED dengan satu sisi sebesar 3 watt dan konsumsi daya pada lampu neon sebesar 8 watt. Dalam rancangan penelitian yang dibuat 2 sumber pencahayaan diharapkan memiliki konsumsi daya sama tetapi lampu neon yang dapat di temukan dipasaran konsumsi daya nya paling kecil sebesar 8 watt. Pada LED satu sisi penelitian ini menggunakan 60 buah LED dimana 30 buah LED berwarna merah dan 30 LED berwarna biru. Rangkaian yang digunakan pada LED menggunakan parallel sehingga tegangan di setiap node nya sama sebesar 3 volt dan arus yang berasal dari adaptor sebesar 1 ampere. Jenis arus yang digunakan pada lampu neon arus bolak-balik biasa digunakan pada perumahan yang disuplai oleh perusahaan listrik negara (PLN), sedangkan pada LED arus yang digunakan arus searah sehingga membutuhkan adaptor untuk merubah dari arus bolak-balik menjadi arus searah.

Tahap Persiapan Kultur *Chlorella Vulgaris*

Botol kultur 500ml, selang aerator, gelas ukur, beker gelas, pipet volume, pipet tetes dan pengaduk dicuci dengan detergen disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit.

Medium air laut buatan (Menurut Mudjiman, 1985) dibuat dengan volume 1 liter dengan komposisi sebagaimana tercantum pada tabel berikut :

a) air laut buatan

Bahan	Jumlah
NaCl	20 gr
MgSO ₄	5,2 gr
MgCl ₂	4 gr
CaCl ₂	1,2 gr
KCl	0,8 gr
NaHCO ₃	2 gr
Air tawar	1 liter

* Catatan: MgSO₄, KCl dan NaHCO₃ dilarutkan dalam air panas secara terpisah sebelum digunakan (Mudjiman, 1985).

Air laut buatan yang sudah jadi kemudain disterilkan menggunakan

autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit. Air laut tersebut kemudian dimasukkan dalam botol kultur steril masing-masing dengan volume 500ml. Botol ditutup dengan alluminium foil dan dihindarkan dari sinar matahari untuk mencegah adanya kontaminasi. Salinitas air laut buatan ini sekitar 25-28 per ml yang dapat diketahui dengan menggunakan refraktometer dan dengan pH sekitar 7,5-8,0 yang dapat diketahui dengan menggunakan indikator pH atau kertas lakmus (Djarajah, 1995).

b) Pembuatan Medium Walnee sebagai Media Kultur

Tabel 2. Komposisi Media Walne (Andersen, 2005)

Bahan	Jumlah
Na ₂ EDTA	45 gr
NaNO ₃	100 gr
NaH ₂ PO ₄ .2H ₂ O	20 gr
FeCl ₂ .6H ₂ O	1,3 gr
MnCl ₂ .4H ₂ O	0,36 gr
H ₃ BO ₃	33,6 gr
Trace metal Solution	1 ml dari 100 larutan
CuSO ₄ .5H ₂ O	2 gr
ZnCL ₂	2 gr2,1 gr
CoCl ₂ .6H ₂ O	2 gr
(NH ₄) ₆ .Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O	0,9 gr
Vitamin	Dalam 100 ml
B ₁	100 gr
B ₁₂	5 gr

Untuk mendapatkan medium kultur, setiap satu liter air laut buatan ditambahkan 1 ml medium walne dengan menggunakan pipet volume. Botol kultur yang sudah diisi air laut buatan dan medium walne digoyang-goyang agar pupuk tercampur.

Pembuatan Kurva Pertumbuhan *Chlorella vulgaris*

Bibit *Chlorella vulgaris* diperoleh dari Budidaya Air Payau Jepara (BBPAPJ) ditumbuhkan pada medium walnekemudian dihitung jumlahnya menggunakan *haemocytometer* setiap 24 jam selama 4 hari. Selanjutnya dibuat kurva pertumbuhan *Chlorella vulgaris* untuk mengetahui waktu tiap fase tumbuhnya.

Pembuatan Starter *Chlorella vulgaris*

Bibit *Chlorella vulgaris* yang didapat dari larutan stok hasil subkultur stok bibit dari

BBPAPJ ditumbuhkan dalam botol kultur dengan volume air laut buatan 200 ml yang sudah dicampur dengan medium walne (0,2 ml). Stok ditumbuhkan selama 2 hari (fase eksponensial) yang didasarkan dari hasil pengamatan pada pembuatan kurva pertumbuhan, kemudian diambil sebanyak 100.000 sel/ml (Djarajah, 1995) dan ditebarkan ke dalam masing-masing botol kultur yang akan diuji. Pengambilan volume bibit dari stok dengan menggunakan rumus (Djarajah, 1995) :

$$V_1 = \frac{N_2 \times V_2}{N_1}$$

V_1 : vol. bibit *Chlorella vulgaris* yang diambil dari stok kultur (ml)

N_1 : jumlah bibit *Chlorella vulgaris* dalam stok per ml (sel/ ml)

V_2 : vol. bibit *Chlorella vulgaris* dalam stok (ml)

N_2 : jumlah *Chlorella vulgaris* yang akan dibuat (sel/ ml)

Sebelum pengambilan bibit *Chlorella vulgaris* dari stok, harus diketahui terlebih dahulu jumlah sel *Chlorella vulgaris* pada stok dengan menggunakan *haemocytometer* yang diamati dibawah mikroskop dengan bantuan hand counter. Bibit *Chlorella vulgaris* yang ditebar segera di aerasi dan dari pencahayaan lampu sesuai masing-masing perlakuan.

Pengujian

Tahap pengujian dalam penelitian ini yaitu kultur *Chlorella vulgaris* dengan sumber cahaya neon dan LED serta sisi pencahayaan satu sisi dan dua sisi. sebagai pembanding, digunakan perlakuan kontrol sumber cahaya matahari dengan pencahayaan satu sisi. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga kali pengulangan.

Perhitungan kepadatan *Chlorella vulgaris* dilakukan dengan *haemocytometer*. Selama pengujian, air laut buatan tidak diganti. Pengamatan kualitas air diukur setiap dua hari (pH, suhu, salinitas).

Analisis Data

Masing-masing perlakuan (sumber cahaya neon, LED dan matahari) dihitung

laju pertumbuhan relative populasi dengan rumus Fogg, 1975.

$$K = \frac{\ln N_t - \ln N_o}{T}$$

Dengan :

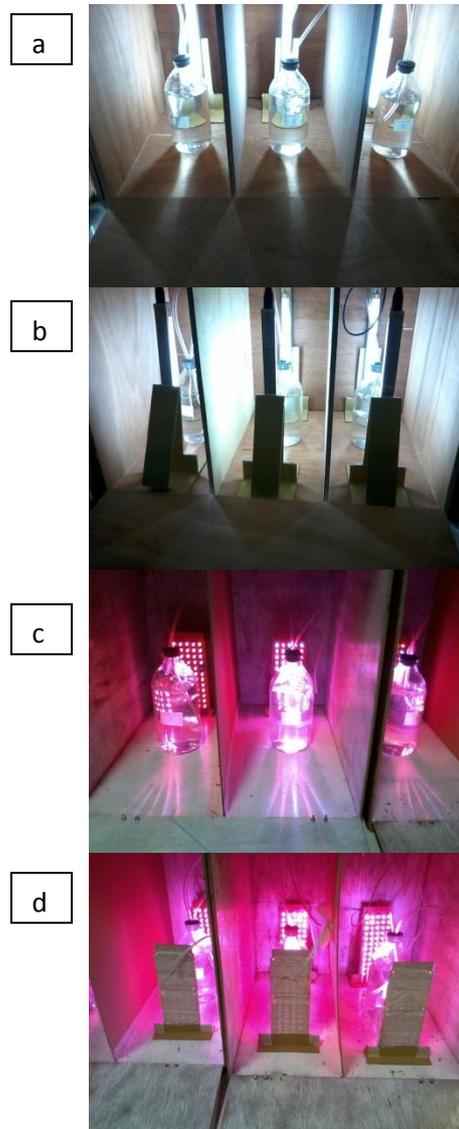
K: laju pertumbuhan relative (sel/ ml/ hari)

No: kepadatan sel awal (sel/ ml)

Nt: kepadatan sel akhir (sel/ ml)

T: waktu dari nol ke Nt (hari)

1. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Fotobioreaktor dengan beberapa sumber cahaya

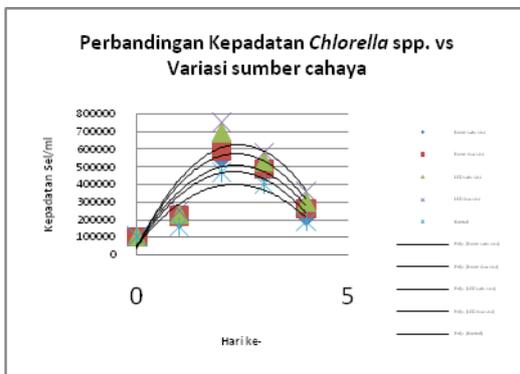
- Neon 1 Sisi
- Neon 2 Sisi
- LED 1 Sisi
- LED 2 Sisi

Tabel 1. Data pengamatan kepadatan sel hari ke 0 sampai hari ke 4.

	KEPADATAN SEL (sel/ml)				
	HARI KE-				
	0	1	2	3	4
NEON 1 SISI	100000	198664,6	546967,4	465886,9	215779,4
NEON 2 SISI	100000	217889	587557,3	486884,6	257843,8
LED 1 SISI	100000	227997,6	695668,4	528445,9	298653,8
LED 2 SISI	100000	246886,2	750000	576666,67	356879,4
KONTROL	100000	156886,3	467445,2	397538	186740,5

Tabel 2. Laju Pertumbuhan *Chlorella Vulgaris* hari ke 0 sampai 4

	LAJU PERTUMBUHAN (sel/ml)				
	HARI KE-				
	0	1	2	3	4
NEON 1 SISI	0	0,6864478	0,5063856	-0,053482	-0,19242158
NEON 2 SISI	0	0,7788156	0,495994	-0,062649	-0,15891829
LED 1 SISI	0	0,8241649	0,557769	-0,091644	-0,14266385
LED 2 SISI	0	0,9037573	0,5555729	-0,087603	-0,11996662
KONTROL	0	0,4503512	0,5458804	-0,053997	-0,18889264

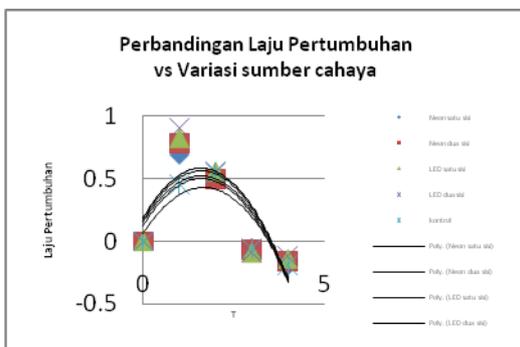


Gambar2. Data pengamatan kepadatan sel hari ke 0 sampai hari ke 4.

Gambar3. Data Perbandingan Laju Pertumbuhan vs Variasi sumber cahaya.

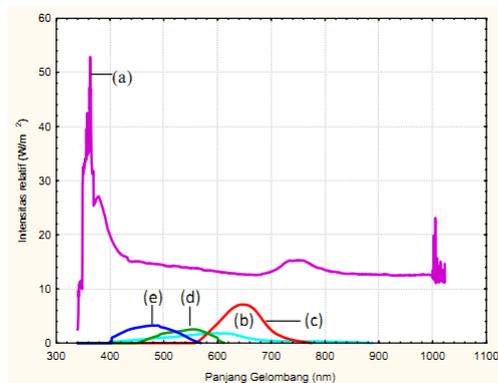
Tabel 3. Output Software

Sumber variasi	DB	F	P
Sisi	1	3,07	0,105
Cahaya	1	0,09	0,774
Interaksi	1	0,32	0,582
Error	12		
Total	15		



Modifikasi fotobioreaktor dengan sumber cahaya LED merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan kepadatan fitoplankton (*Chlorella Vulgaris*). Sumber cahaya yang berbeda dengan masing-masing karakteristik panjang gelombang yang dimiliki memberikan pengaruh pada pertumbuhan *Chlorella Vulgaris*. Hasil pengukuran panjang gelombang dan intensitas relatif dengan spektrofotometer menunjukkan bahwa sinar UV memiliki panjang gelombang terbesar dibandingkan dengan sinar merah, biru, hijau. Intensitas sinar

UV dipancarkan lebih besar dibandingkan dengan ketiga sinar tersebut. Berdasarkan panjang gelombangnya, sinar merah dan biru memiliki tingkat penyerapan yang lebih tinggi dibandingkan sinar hijau (Dini, 2009).



Gambar 4. Setiap spektrum gelombang memiliki karakteristik panjang gelombang tersendiri seperti panjang gelombang: (a) sinar UV berkisar antara 300-1100 nm, (b) lampu TL, (c) merah, (d) hijau, dan (e) biru.

Pertumbuhan Kultur *Chlorella Vulgaris* yang ditandai dengan pertambahan jumlah kepadatan sel. Berdasarkan data pada tabel 1 menunjukkan bahwa tidak terdapat efek interaksi antara sisi dan perbedaan sumber cahaya.

Selama penelitian berlangsung salinitas medium berkisar antara 30-35‰, pH medium 7-8 dan suhu 29°C-32°C. Berdasarkan hasil perhitungan kepadatan sel pada fase eksponensial pada hari kedua LED 2 sisi menunjukkan hasil kepadatan tertinggi sebanyak 750.000 sel/ml. Kemudian diikuti LED 1 sisi 695668,4 sel/ml, neon 2 sisi 587557,3 sel/ml, neon 1 sisi 546967,4 sel/ml dan matahari sebagai kontrol sebesar 467445,2 sel/ml.

Berdasarkan hasil uji ANOVA diperoleh nilai p_value sebesar 0,582. Dengan tingkat signifikan 95%, dapat diambil keputusan gagal tolak H_0 karena ($0,582 > 0,05$) artinya tidak terdapat efek interaksi antara sisi dan perbedaan cahaya. Berdasarkan data yang ada menunjukkan fotobioreaktor sumber cahaya LED 1x3 watt mampu menghasilkan kepadatan

yang hampir sama dengan fotobioreaktor sumber cahaya LED 2x3 watt. Sehingga LED 1x3 watt merupakan fotobioreaktor yang efektif dan hemat energi.

2. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa fotobioreaktor sumber cahaya LED 1x3 watt mampu menghasilkan kepadatan yang sama dengan fotobioreaktor sumber cahaya neon 2x8 watt. Sehingga fotobioreaktor dengan LED merupakan fotobioreaktor hemat energi.

Karena Berdasarkan hasil uji ANOVA diperoleh nilai p_value sebesar 0,582. Dengan tingkat signifikan 95%, dapat diambil keputusan gagal tolak H_0 karena ($0,582 > 0,05$) artinya tidak terdapat efek interaksi antara sisi dan perbedaan cahaya, sehingga jumlah sisi tidak mempengaruhi kepadatan *Chlorella Vulgaris*.

Sebaiknya dilakukan pengujian lanjut untuk menentukan daya optimal sumber cahaya untuk memperoleh kepadatan *Chlorella Vulgaris*.

DAFTAR PUSTAKA

- Chrismandha, Tj. dan Nofdianto, 1994. *Pengaruh Konsentrasi Nutrien Terhadap Pertumbuhan dan Produktifitas Chlorella sp pada system Kultur Semikontinyu*. Limnotek perikanan darat Tropis di Indonesia: Bogor.
- Chilmawati, D. 2008. *Penggunaan Media Kultur Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Chlorella sp*. Jurnal saintek perikanan. Universitas Diponegoro : Semarang.
- Djarajah, A.S. 1995. *Pakan Ikan Alami*. Kanisius: Yogyakarta.
- Hadadi, A dkk. 2004. *Pengaruh Pemberian Pakan Tambahan yang Berbeda pada Produksi Daphnia sp di Kolam Pennak*, R.W. 1978. *Freshwater Invertebrate of United States*. Ronald Press, Co. : London.

- Hamdani, Zain dkk. 2007. *Karakterisasi Sifat Autofluoresensi Jaringan Adenokarsinoma Menggunakan Metode Analisis Multieksitasi*. Makara Kesehatan Volume 11 Nomor 2 halaman 69-75.
- Irawan, Febri. 2010. *Pengukuran Komponen Elektronika*. Laporan Tetap Praktikum Elektronika. Universitas Sriwijaya : Indrelaya.
- Janiariska, Dini. 2009. *Pengembangan Instrumentasi Pengukur kelimpahan *Chlorella* sp. Berdasarkan analisis RGB dengan menggunakan efek fluorescence*. Skripsi program studi ilmu teknologi kelautan fakultas perikanan dan ilmu kelautan IPB: Bogor
- Kurniawati, Lia. 2008. *Pengaruh Pencahayaan LED terhadap Suasana Ruang Café dan Restoran*. UI : Jakarta.
- Melianawati, R. dan K. Suwiryana. 2005. *Pengaruh Dosis Pakan terhadap Pertumbuhan Juvenil Kakap Merah, *L. argentimaculatus**. Jakarta.
- Murtidjo, B. A., 2002. *Bandeng*. Kanisius: Yogyakarta
- Puguh. *LED (Light Emitting Diode)*. diakses dari <http://rasapas.wordpress.com> pada hari Sabtu, 17 September 2011 pukul 11.44 WIB.
- Pratama, Tomi Anugrah dkk. 2009. *Fotosintesis*. Laporan Praktikum Biologi. Universitas Andalas : Padang.
- Priyamboko, K dan Wahyuningsih, T. 2001. *Budidaya Pakan Alami Untuk Ikan*. Penebar Swadaya.
- Purnomowati, I., Hidayati, D., dan Saparinto, C. 2007. *Ragam Olahan Bandeng*. Kanisius: Yogyakarta.
- Sudradjat, A. 2008. *Budidaya 23 Komoditas Laut Menguntungkan*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Syamsuddin, R. 2010. *Sektor Perikanan Kawasan Indonesia Timur: Potensi, Permasalahan, dan Prospek*. PT Perca: Jakarta.
- Wiguna, Eka. 2009. *Chlorella.sp.* diakses dari <http://ekawiguna.wordpress.com> pada hari Jumat, 23 September 2011 pukul 13.50 WIB