

Pengaruh Pengaturan Intensitas Cahaya yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Dunaliella* sp. dan Oksigen Terlarut dengan Simulator TRIAC dan Mikrokontroler AT89S52

Mochammad Facta*¹, Muhammad Zainuri², Sudjadi¹ dan Emak Pancar Sakti¹

¹⁾ Laboratorium Konversi Energi Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik

²⁾ Laboratorium Biologi Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Jl Prof Soedarto SH, Semarang. 50275

Abstrak

Energi matahari dibutuhkan oleh phytoplankton dilaut dalam proses fotosintesis. Laju fotosintesis akan meningkat bila intensitas cahaya meningkat dan menurun bila intensitas cahaya berkurang, sehingga cahaya berperan sebagai faktor pembatas utama dalam fotosintesis atau produktivitas primer. Penelitian ini dilakukan untuk pembuatan dan pengujian pengaturan intensitas cahaya lampu buatan untuk proses fotosintesis fitoplankton *Dunaliella* sp. Cahaya lampu diatur intensitasnya mengikuti pola cahaya matahari dengan panjang gelombang 0.4 μ m- 0.7 μ m menggunakan rangkaian konverter AC-AC. Konverter AC-AC tersebut menggunakan rangkaian TRIAC yang pemicuannya dikontrol dengan mikrokontroler AT89S52. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari perlakuan siklus on-off (A), siklus 3 jam (B) dan siklus matahari buatan (C), menunjukkan bahwa respon fotosintesis yang paling bagus dan efisien adalah perlakuan dengan siklus matahari buatan (C)

Kata kunci : Intensitas cahaya buatan, fitoplankton *Dunaliella* sp., microcontroller, AC-AC converter

Abstract

Sun light intensity plays an important role to photosynthesis process in the sea water. The photosynthesis rates will be high when the light intensity is high and it will be down when the light intensity decreases. Therefore light play significant role as the limiting factor in primary productivity of photosynthesis. The research purpose is to provide the artificial lighting lamp for phytoplankton. (*Dunaliella* sp.) photosynthesis process. The lighting lamp intensity is controlled in order to be similar with sunlight intensity pattern that has wavelength 0.4 mm 0.8mm by using AC - AC converter circuit. The AC-AC converter uses TRIAC triggered by AT89S52 microcontroller. The experimental result indicates that the artificial lighting controller can be used to support phytoplankton photosynthesis process. This is indicated by the dissolved oxygen (DO) and the density of phytoplankton which tend to follow the pattern of the given lighting intensity.

Key words : artificial lighting, phytoplankton *Dunaliella* sp., microcontroller, AC-AC Converter

Pendahuluan

Dunaliella sp. merupakan salah satu fitoplankton dari laut yang telah dikembangkan sebagai pakan alami. Plankton ini dikenali dengan kemampuannya untuk memproduksi pigmen karotenoid dan toleransi terhadap kisaran salinitas media yang cukup lebar (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Selanjutnya ditambahkan oleh Boney (1989) bahwa produktivitas karotenoid tersebut oleh *Dunaliella* sp. akan sejalan dengan pola produktivitas melalui proses fotosintesa.

Proses fotosintesa yang dilakukan oleh plankton *Dunaliella* sp. akan tergantung pada intensitas cahaya, dimana pada proses tersebut di alam didapatkan dari sinar matahari (Sze, 1993). Ditambahkan oleh Gass

(1978) bahwa intensitas cahaya yang dimanfaatkan oleh plankton akan berada pada kisaran gelombang 0.4 - 0.7 μ m. Lebih lanjut ditambahkan bahwa kondisi sudut jatuhnya sinar matahari dan kedalaman perairan akan memainkan peranan penting seberapa intensitas optimal yang dapat menunjang proses fotosintesa secara optimal pula. Hipotesis tentang panjang gelombang dan intensitas cahaya optimal bagi proses fotosintesa fitoplankton di laut merupakan suatu fungsi yang oleh setiap jenis fitoplankton akan direspon secara spesifik (Odum, 1976).

Peran intensitas cahaya sebagai faktor pembatas pada optimalisasi proses fotosintesa menuntut uji laboratoris dari setiap jenis (Kennish, 1990). Empat

aspek perlakuan cahaya yang mempengaruhi produksi primer fitoplankton adalah (Boney, 1989 ; Nybakken, 1992, Romimohtarto dan Juwana, 1999) :

1. Intensitas cahaya yang masuk.
2. Perubahan cahaya pada saat melewati udara kedalam air.
3. Perubahan cahaya dengan bertambahnya kedalaman.
4. Pemanfaatan energi radiasi matahari oleh sel fitoplankton.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui intensitas cahaya optimal berdasarkan determinasi intensitas dan siklus cahaya matahari harian di alam. Selanjutnya hasil uji tersebut dimodelkan menjadi alat simulator yang diaplikasikan untuk kultivasi plankton *Dunaliella* sp. pada skala laboratoris.

Materi dan Metode

Simulator Cahaya. Simulator yang digunakan sebagai pengatur intensitas cahaya pada penelitian ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

1. Sumber tegangan yang digunakan adalah AC satu fasa 220 V, 50 Hz Sebagian energi listrik diatur oleh konverter AC-AC dan sebagian disearahkan untuk digunakan sebagai catu daya input mikrokontroller dan Op-Amp.
2. Konverter AC-AC menggunakan TRIAC tipe BT138 dengan dilengkapi rangkaian *Snubber* sebagai penganan TRIAC pada kondisi transien. Rangkaian konverter AC-AC sebagaimana gambar 1.
3. Untuk mengetahui titik awal pemicuan TRIAC dibutuhkan suatu rangkaian *zero crossing detector*, sehingga titik nol siklus sinusoidal tegangan jala-jala yang akan diatur tegangannya dengan konverter AC-AC dapat diketahui .
4. Untuk memicu TRIAC dibutuhkan suatu rangkaian penguat tegangan picu yang menggunakan transistor BD137 dan trafo isolasi. Trafo isolasi ini berfungsi sebagai pemisah dan penganan mikrokontroller AT89S52 terhadap tegangan jala-jalalistrik.
5. Mikrokontroler AT89S52 yang terprogram akan mengeluarkan gelombang sudut pemicuan TRIAC sehingga nilai tegangan beban pada lampu dan intensitas cahaya lampu dapat dikontrol.

Alat simulator tersebut selanjutnya diuji dengan model hasil pengukuran intensitas cahaya di alam yang dilakukan di permukaan perairan Sayung, Kab. Demak. Berdasarkan hasil uji maka didapatkan gambar pola intensitas dalam waktu 12 jam sejak matahari terbit hingga terbenam sebagaimana disajikan pada gambar 2.

Berdasarkan kepada hasil uji tersebut maka selanjutnya ditetapkan tiga perlakuan yang dikenakan pada fitoplankton *Dunaliella* .sp., masing-masing :

1. Perlakuan pertama (A) adalah siklus on-off yaitu proses fotosintesis yang dilakukan hanya pada fase saturasi, dengan satu intensitas cahaya secara tetap dari jam 06.00 sampai dengan 18.00,
2. Perlakuan kedua (B) adalah siklus tiga jam yaitu intensitas cahaya akan berubah setiap tiga jam dengan pertimbangan perubahan cahaya secara rata-rata berdasarkan model Gass (1978) yaitu fase linier, fase saturasi dan fase inhibitasi.
3. Perlakuan yang ketiga (C) adalah siklus intensitas cahaya dengan pola intensitas cahaya matahari.

Pada penelitian ini sebagai parameter ukur adalah oksigen terlarut pada media yang diukur dengan alat DO meter dan kelimpahan dari fitoplankton *Dunaliella* .sp. yang diukur dalam satuan volume.

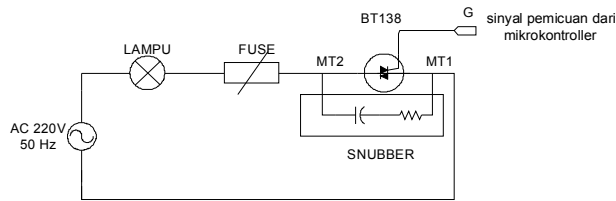
Media Uji. Media uji pada penelitian ini menggunakan akuarium berukuran 50 x 40 x 60 cm, dengan ketinggian air laut 10 cm. Ketinggian ini merupakan hasil uji lapangan di perairan Sayung, Demak dengan menggunakan alat luxmeter.

Biota Uji. Biota uji adalah fitoplankton *Dunaliella* sp. yang diperoleh dari Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara dengan kelimpahan 4020 sel / ml.

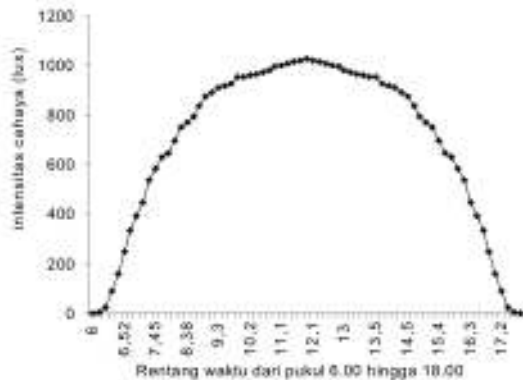
Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian. Penerapan tiga perlakuan terhadap kandungan oksigen terlarut pada media kultur *Dunaliella* sp. masing - masing menunjukkan kisaran, rata-rata dan simpangan 5.07 - 6.6 ; 5.9383 ± 0.6083 (A) ; 4.3 - 6.56 ; 5.9583 ± 0.8414 (B) ; 5.33 - 6.4; 5.9417 ± 0.4707 (C). Perlakuan B menunjukkan kisaran yang lebar dengan rata - rata cukup tinggi dimana puncak pencapaian oksigen terlarut dicapai pada pukul 17.00. Pola yang sama ditunjukkan oleh perlakuan A. Sedangkan perlakuan C menunjukkan puncak pencapaian oksigen terlarut tertinggi dicapai pada pukul 13.00. Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel 1. Respon oksigen terlarut hasil fotosintesa fitoplankton *Dunaliella* sp. terhadap rentang waktu dengan ketiga perlakuan dapat ditunjukkan dalam gambar 3.

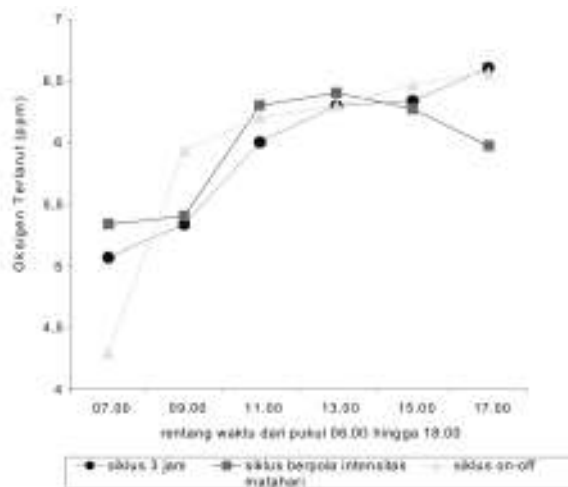
Hasil pengamatan ketiga perlakuan terhadap kelimpahan fitoplankton *Dunaliella* sp. menunjukkan pola yang hampir sama, dimana puncak kelimpahan populasi terjadi pada pukul 09.00 (Gambar 4). Perlakuan A memberikan kisaran kelimpahan rata - rata yang paling lebar diantara 1.5333,33 - 16.026.67 sel/ml, sedangkan perlakuan B memberikan kisaran



Gambar 1. Konstruksi konverter AC-AC satu fasa



Gambar 2 Grafik intensitas cahaya matahari hasil pengukuran yang selanjutnya dikonversi menjadi model pada simulator cahaya.



Gambar 3. Fluktuasi oksigen terlarut pada media fitoplankton *Dunaliella* sp. berdasarkan perlakuan intensitas cahaya yang berbeda dari simulator

kelimpahan rata - rata yang sempit diantara 4.013.33 - 13.173.33 sel/ml.

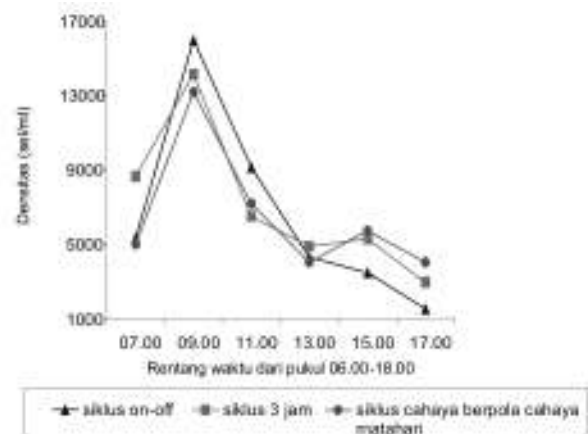
Pembahasan. Hasil pengamatan terhadap oksigen terlarut yang ada didalam media menunjukkan bahwa kelimpahan optimal dicapai oleh perlakuan A dan B pada siang hari diantara pukul 11 - 13.00 dan terus meningkat secara perlahan sampai dengan sore hari (17.00). Kedua perlakuan tersebut menunjukkan bahwa proses fotosintesa yang dilakukan oleh fitoplankton *Dunaliella* sp. sangat dipengaruhi oleh kloroplas yang

Tabel 1. Hasil pengamatan oksigen terlarut (ppm) pada media *Dunaliella* .sp berdasarkan perlakuan intensitas cahaya yang berbeda dari simulator

| Waktu | Siklus On-off (A) | Siklus 3 jam (B) | Siklus pola intensitas cahaya matahari (C) |
|-------|-------------------|------------------|--|
| 07.00 | 5.07 | 4.30 | 5.33 |
| 09.00 | 5.33 | 5.93 | 5.40 |
| 11.00 | 6.00 | 6.20 | 6.30 |
| 13.00 | 6.30 | 6.30 | 6.40 |
| 15.00 | 6.33 | 6.46 | 6.26 |
| 17.00 | 6.60 | 6.56 | 5.96 |

Tabel 2. Kelimpahan Fitoplankton (sel/ml) fitoplankton *Dunaliella* sp. Berdasarkan Perlakuan Intensitas Cahaya Yang Berbeda

| Waktu | Siklus On-off (A) | Siklus 3 jam (B) | Siklus pola intensitas cahaya matahari (C) |
|-------|-------------------|------------------|--|
| 07.00 | 5.340,00 | 4.986,66 | 8.653,33 |
| 09.00 | 16.026,67 | 13.173,33 | 14.146,67 |
| 11.00 | 9.160,00 | 7.213,33 | 6.520,00 |
| 13.00 | 4.320,00 | 4.026,66 | 4.906,66 |
| 15.00 | 3.506,66 | 5.746,66 | 5.306,66 |
| 17.00 | 1.533,33 | 4.013,33 | 2.946,66 |



Gambar 4 Fluktuasi kelimpahan fitoplankton *Dunaliella* sp.berdasarkan perlakuan intensitas cahaya yang berbeda dari simulator

akan menyerap intensitas cahaya yang mengenainya. Dengan adanya cahaya tersebut maka fitoplankton cenderung naik ke permukaan untuk mendapatkan cahaya guna proses fotosintesis sekaligus menyerap zat-zat nutrien seperti nitrat, sulfat dan fosfat dan mengeluarkan oksigen. Pada tahap selanjutnya secara teoritik kloroplas ini akan menjadi lebih besar dan ini akan menambah berat jenis fitoplankton, dimana kloroplas ini akan selanjutnya membesar hingga membentur dinding sel. Pada saat kloroplas sudah membentur dinding sel, fitoplankton cenderung turun

dari permukaan karena terjadi perubahan berat jenis dan proses pengeluaran oksigen akan menurun. (Boney, 1989). Perlakuan A menunjukkan bahwa peningkatan ukuran kloroplas pada dinding sel cukup cepat dibandingkan dengan kedua perlakuan yang lainnya yaitu pada pukul 09.00. Untuk perlakuan C, yaitu siklus cahaya berpola intensitas matahari meningkatnya ukuran kloroplas terjadi kira-kira pada pukul 11.00. Sedangkan untuk perlakuan B, yaitu siklus tiga jam, hal tersebut terjadi kira-kira pada pukul 13.00. Meskipun demikian dari semua perlakuan terlihat bahwa oksigen terlarut maksimal tercapai saat oksigen terlarut 6,5 ppm terjadi pada pukul 13.00. Hasil ini menunjukkan bahwa optimalisasi proses fotosintesa berdasarkan kepada oksigen terlarut yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh siklus dan intensitas cahaya. Perlakuan C yang berupa siklus cahaya berpola intensitas cahaya matahari menunjukkan tingkat efisiensi yang cukup bagus. Hal ini disebabkan pencapaian kadar oksigen terlarut yang sama, energi yang diperlukan adalah lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hasil pengamatan ini juga membuktikan teori kurva fotosintesis fitoplankton dalam menghasilkan oksigen terlarut oleh Gas *et al.*. (1984). Dengan demikian dari ketiga grafik di atas untuk masing-masing perlakuan yang hampir sesuai dengan kurva produksi oksigen terlarut adalah perlakuan siklus cahaya berpola intensitas cahaya matahari.

Kelimpahan yang dicapai oleh perlakuan A, menunjukkan bahwa intensitas cahaya merupakan faktor utama dan sekaligus faktor pembatas bagi proses fotosintesa fitoplankton *Dunaliella* sp.. Pada saat intensitas cahaya meningkat, maka fitoplankton *Dunaliella* sp. Akan merespon dengan proses reproduksi dan pembelahan yang cukup cepat, sehingga mencapai 16.026.27 sel / ml pada pukul 09.00. Pada kondisi yang demikian intensitas cahaya menjadi faktor utama bagi proses reproduksi fitoplankton *Dunaliella* sp. Namun demikian pada peningkatan intensitas cahaya matahari di waktu berikutnya menyebabkan fitoplankton *Dunaliella* sp. mengalami evaporasi dan suhu media yang meningkat, sehingga metabolisme menjadi tidak terkendali dan menimbulkan kematian, yang menyebabkan kelimpahan menurun sampai dengan 1533.33 sel / ml pada pukul 17.00. Kondisi yang demikian menunjukkan bahwa peningkatan intensitas cahaya matahari yang cukup besar akan menjadi factor pembatas bagi kehidupan fitoplankton *Dunaliella* sp.. Sedangkan perlakuan B, menjadi perlakuan yang paling optimal, dikarenakan kisaran kelimpahan fitoplankton yang lebih sempit. Hal ini membuktikan bahwa kenaikan intensitas cahaya yang tidak terlalu

besar dapat direspons dengan baik oleh fitoplankton *Dunaliella* sp., sehingga populasinya tidak mengalami kenaikan dan penurunan secara drastic. Dibandingkan dengan perlakuan C, kisaran kelimpahan perlakuan B jauh lebih optimal, meskipun intensitas kenaikan cahaya pada perlakuan C jauh lebih kecil, namun direspons dengan kenaikan kelimpahan fitoplankton *Dunaliella* sp. dengan kisaran lebih kecil. Meskipun demikian pada intensitas cahaya yang hampir sama, penurunan kelimpahan di kedua perlakuan tersebut menunjukkan respons yang hampir sama.

Kesimpulan

Pemanfaatan Simulator cahaya untuk mengatur intensitas cahaya bagi kultur fitoplankton *Dunaliella* sp. menunjukkan bahwa :

1. Konverter AC-AC dengan menggunakan triac dapat digunakan sebagai pengaturan cahaya lampu. Dengan merubah sudut picu triac dari sudut picu 180° ke 0° dan dari 0° ke 180° sehingga dapat menyerupai siklus matahari buatan.
2. Sistem pengatur intensitas cahaya tersebut dapat difungsikan dalam proses kultur fitoplankton *Dunaliella* sp. sebagai pengganti intensitas dan siklus cahaya matahari pada skala hatchery.
3. Berdasarkan perlakuan, yakni dengan siklus on-off (A), siklus 3 jam (B) dan siklus matahari buatan maka perlakuan yang memiliki respon fotosintesis yang paling bagus dan efisien adalah perlakuan dengan siklus matahari buatan.

Daftar Pustaka

- Agfianto Eko Putra, 2002, Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 (teori dan aplikasi), PT. Gava Media. 145 hal.
- Anonim, 1999. Thyristor and Triac, Philips Semiconductors. 18 p.
- Barnes, R. S. K. And Hughes, R. M. 19.88. An Introduction to Marine Ecology. Second Edition. Oxford, Black Well Scientific Publication, London. 325p.
- Boney A.D, 1989. Studies in Biology Phytoplankton. Second edition, Chapman and Hall Inc, New York, 128p.
- Curtis, O. F. and Clark, G. C. 1950. An Introduction To Plant Physiology. Mc Grow Hill Company, inc. New York. 286p.
- Gas., Y and Team of Open University., 1984. Oceanography Biological Environments. Thrid

- level Course. Prepared Course Team for The Open university with Financial assistance from United Nation Educational Scientific and Cultural Organization. The Open University Press.USA. 128p.
- Hall Walton and Keynes Milton, 1978. Oceanography Biological Environments, The Open University Press, 1978
- Kennish, J.M. 1990. Ecology of Estuaries. Volume II. Biological aspects. CRC press. Florida. 340p.
- Nybakken, G. W. 1993. Marine Biology An Ecological Approach. Thrid Editon. Harper Colleges Publisher. New York.380p.
- Odum, E.P., 1971. Fundamentals Of Ecology, W.B. Saunders Company, 625p.
- Rashid .Mnd, 1993. Power Electronics Circuit, Device, and Aplication 2nd, Prentice-Hall International Inc, 245p.
- Romimohtarto,K dan Juwana, S., 1999, Biologi Laut, Ilmu Pengetahuan tentang Biologi Laut, P₃OLIPPI, Jakarta. 286 hal.
- <http://www.atmel.com>.
- <http://www.National.com>.