

RANCANG BANGUN RANGKAIAN PENGENDALI SUHU AIR PADA FOTOBIOREAKTOR VERTIKAL

Dendy Satyabima*, Bambang Susilo, Yusuf Hendrawan

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya

Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: satyabimadendy@yahoo.com

Abstrak

Fotobioreaktor vertikal merupakan alat simulasi untuk pengembangbiakan atau budidaya mikroalga. Fotobioreaktor yang ada akan disempurnakan yaitu adanya penambahan rangkaian pengendali suhu air dengan menggunakan sensor suhu LM35 dan mikrokontroler Atmega 16 sebagai pusat kontrolnya dengan maksud untuk mengendalikan suhu air yang dibutuhkan pada pertumbuhan mikroalganya. Prinsip kerja dari alat ini adalah mengendalikan suhu air sehingga tidak melebihi suhu optimal untuk pertumbuhan mikroalga, suhu yang terlalu tinggi yang diterima mikroalga dapat menurunkan tingkat pertumbuhannya. Hasil yang dicapai dari penelitian ini adalah suhu air pada drum mikroalga dapat terkontrol dalam arti tidak melebihi dari suhu optimal dari pertumbuhan mikroalga, sistem kontrol juga bekerja dengan baik karena dapat mengontrol keadaan pompa air sesuai dengan suhu yang dibutuhkan. Mikroalga yang dikembangkan dalam fotobioreaktor dapat bertahan hingga berumur 7 hari.

Kata Kunci : Fotobioreaktor vertikal, Sensor Suhu, Mikrokontroler ATmega16, Mikroalga

Build Design of Water Temperature Controller on The Vertical Photobioreactor

Abstract

Vertical photobioreactor is a simulation tool for breeding or cultivation of microalgae. Photobioreactor that there will be enhanced, namely the addition of a series of water temperature controller using LM35 temperature sensor and microcontroller Atmega 16 as the control center for the purpose of controlling the temperature of the water needed in mikroalganya growth. The working principle of this instrument is to control the temperature of the water so as not to exceed the optimum temperature for growth of microalgae, too high temperatures can degrade the received mikroalgae growth rate. The results achieved from this research is the temperature of the water in the mikroalgae drum can be controlled in the sense of not exceeding the optimum temperature of growth of mikroalgae, the control system also works well because it can control the state of the water pump according to the required temperature. Mikroalgae are developed in a photobioreactor can last up to 7 days old.

Keywords : Vertical Phortobioreactor, Temperature Sensor, Atmega 16 Microcontroller, Mikroalgae

PENDAHULUAN

Pada era sekarang ini dimana sumber energi yang telah lazim dan sudah sejak lama digunakan ketersediaannya sudah semakin menipis membuat banyak pihak menyadari pentingnya untuk menghasilkan sumber energi alternatif terbarukan menggantikan sumber energi tak terbarukan. Salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar fosil adalah biodiesel. Biodiesel sendiri dapat dihasilkan dari bahan baku yang berupa mikroalga.

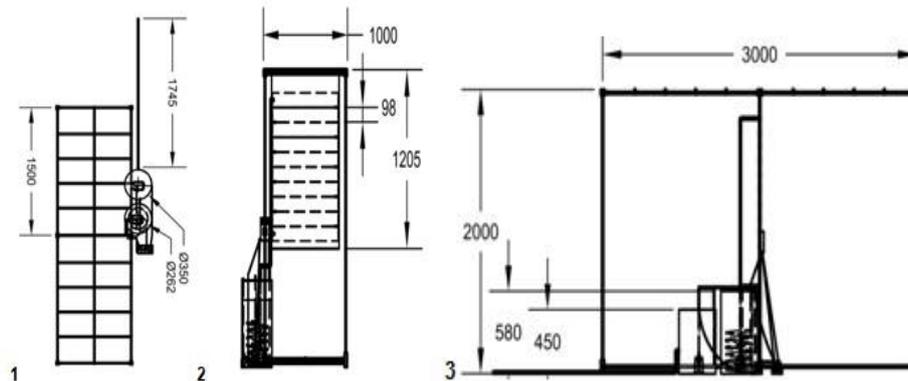
Mikroalga merupakan mikroorganisme fotosintetik yang memiliki kemampuan untuk menggunakan sinar matahari dan karbondioksida untuk menghasilkan biomassa. Sel-sel mikroalga tumbuh dan berkembang pada media air, itu sebabnya mikroalga memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi dalam hal penggunaan air, karbondioksida, dan nutrisi lainnya bila dibandingkan dengan tanaman tingkat tinggi. Proses pertumbuhan mikroalga terdiri dari tiga tahapan yaitu fase lag, eksponensial, dan stasioner. Mikroalga telah diketahui memiliki kandungan minyak yang cukup untuk dijadikan sebagai salah satu bahan utama penghasil bahan bakar, artinya digunakan untuk energi alternatif. Sehingga dengan itu lah dilakukan pengembangbiakan mikroalga agar perolehan mikroalga didapat dengan mudah. Pengembangbiakan atau budidaya ini sendiri bisa dilakukan dengan tabung Erlenmeyer (skala laboratorium) atau dapat juga menggunakan alat seperti fotobioreaktor. Fotobioreaktor berfungsi sebagai tempat mengembangbiakan mikroalga.

Pada penelitian ini dikhususkan menggunakan alat fotobioreaktor vertikal. Fotobioreaktor vertikal merupakan alat simulasi untuk pengembangbiakan atau budidaya mikroalga. Dengan adanya fotobioreaktor yang sudah ada, perlu adanya penyempurnaan terhadap alat itu sendiri. Fotobioreaktor yang ada akan disempurnakan yaitu adanya penambahan rangkaian pengendali suhu air dengan maksud untuk mengendalikan suhu air yang dibutuhkan pada pertumbuhan mikroalganya, karena pada fotobioreaktor vertikal yang sudah ada suhu air yang ada pada fotobioreaktor masih terlalu tinggi dan kurang ideal untuk pertumbuhan mikroalga. Semakin tinggi suhu yang diterima oleh mikroalga maka suhu media air juga akan mengalami peningkatan dan hal itu menyebabkan penurunan tingkat pertumbuhan dari mikroalga itu sendiri.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada perancangan ini adalah Atmega 16, LM 35, Laptop, LCD Keypad, Downloader, Box, Adaptor, Kabel, Fotobioreaktor, pH meter, DO (*Dissolved Oxygen*) meter, Mikroskop, *Haemocytometer*, *Urine container*, *Thermometer*, Pompa air, Pipa tembaga, LCD, Drum, Lampu TL, Plastik PE (*Poly Ethylen*), *Chlorella sp.*, Pupuk *Walne*, Air tawar, Alkohol, Pupuk walne, Vitamin B12, Batu es. Rancangan struktural alat seperti yang terlihat pada gambar 1.



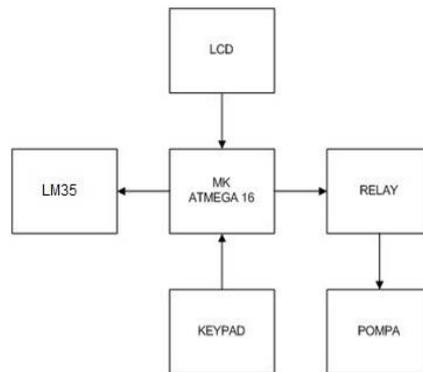
Gambar 1. Rancangan Rangkaian Pengendali Suhu Air pada Fotobioreaktor Vertikal, (1). Tampak Atas, (2). Tampak Depan, (3). Tampak Samping

Metode Penelitian

Metode yang digunakan memiliki beberapa tahap yang pertama ialah perancangan alat yang terbagi 2 yaitu pendekatan rancangan fungsional dan pendekatan rancangan struktural, perancangan sistem elektrik, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan

pengaplikasian rancangan alat pada mikroalga. Prinsip kerja dari perancangan sistem elektrik ini adalah mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air untuk mendinginkan suhu air dalam drum mikroalga pada fotobioreaktor vertikal. Perancangan sistem elektrik ini meliputi perancangan mikrokontroler ATmega 16 sebagai sistemnya, perancangan sensor suhu LM35 sebagai pendeteksi suhu air, perancangan *relay* sebagai pengatur nyala dan matinya sumber listrik yang member arus listrik pada pompa air.

Mikrokontroler digunakan sebagai sistem input dan output yang pada penelitian ini dihubungkan dengan sensor suhu LM35 serta *Keypad*. Untuk output dihubungkan dengan *relay* dan diteruskan ke pompa air serta LCD sebagai tampilannya. Perancangan perangkat keras merupakan bagian yang dibuat untuk pembuatan sistem pendinginan pada suhu air mikroalga. Perancangan ini berisi rangkaian sistem minimum, rangkaian LCD, rangkaian *Keypad*, rangkaian LM35 dan rangkaian keseluruhan. Perancangan sistem elektrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Perancangan Sistem Elektrik

Pengujian Rangkaian Sistem Kendali

Pengujian rangkaian sistem kendali meliputi pengujian rangkaian mikrokontroler sebagai *input* untuk membuktikan bahwa *port* yang ada pada mikrokontroler dapat dijadikan *input* bagi *port* lain. Kemudian pengujian rangkaian mikrokontroler sebagai *output* untuk membuktikan bahwa *port* pada mikrokontroler dapat bekerja dengan baik jika digunakan sebagai *output*. Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*) yang dilakukan untuk mengetahui display yang dimunculkan oleh LCD dapat sesuai dengan program yang dibuat. Pengujian *keypad* yang bertujuan untuk mengetahui seberapa baik kinerja dari *keypad* sesuai dengan program yang diberikan. Pengujian sensor suhu LM35 yang bertujuan untuk membuktikan bahwa sensor suhu dapat mendeteksi besaran suhu yang tepat dari suatu bahan yang diujikan.

Pengujian *relay* dan pompa air dilakukan untuk mengetahui *relay* yang digunakan dapat bekerja dengan baik atau tidak. *Relay* diberikan perintah untuk memutuskan atau menyambungkan aliran listrik yang juga akan mengaktifkan atau menonaktifkan pompa sesuai program yang diberikan. Untuk menghubungkan pompa air dengan rangkaian adalah dengan menambahkan kabel tambahan dimana satu sisi kabel dihubungkan dengan stop kontak dan sisi lain dari kabel dihubungkan dengan *relay*. Kemudian dilakukan pengujian rangkaian sistem secara keseluruhan agar rangkaian keseluruhan sistem tersebut menjadi dalam siap untuk dipasangkan pada fotobioreaktor vertikal. Siap adalah dalam artian rangkaian sistem sudah dirangkai sepenuhnya.

Cara Kerja Alat

Cara kerja alat ini yaitu alat dihidupkan terlebih dahulu kemudian besaran suhu batas atas dan batas bawah di isi melalui *Keypad* dan tampilannya tertera pada layar LCD setelah itu secara otomatis alat sudah bisa dikendalikan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler akan mengontrol suhu yang diterima apabila suhu yang dideteksi oleh sensor suhu melebihi batas atas maka pompa akan aktif sehingga pompa akan memompakan air dingin untuk menurunkan suhu air pada drum mikroalga, batas atas suhu yang digunakan adalah sebesar 30°C. Jika sensor

suhu telah mendeteksi suhu air berada pada batas bawah maka sistem kontrol akan menonaktifkan pompa air sehingga pemompaan air dingin juga akan terhenti, batas bawah suhu yang digunakan adalah sebesar 25°C. Penentuan batas bawah dan batas atas suhu berdasarkan pada suhu optimal pada mikroalga *Chlorella sp.* yang digunakan adalah berkisar antara 25°C hingga 30°C.

Parameter yang diamati antara lain suhu air, intensitas cahaya, kepadatan mikroalga yang diamati untuk mengetahui seberapa baik perkembangan mikroalga setelah diujikan menggunakan fotobioreaktor yang telah dimodifikasi. Kepadatan mikroalga diamati menggunakan *haemocytometer* dan mikroskop setelah sebelumnya diambil sampel terlebih dahulu. Derajat keasaman pada media diamati dengan menggunakan pH meter dengan cara dicelupkan langsung ke sampel mikroalga. DO (*Dissolved Oxygen* / Kadar Oksigen Terlarut), kadar oksigen terlarut pada media diukur menggunakan DO meter untuk mengetahui dengan cara dicelupkan langsung ke sampel mikroalga.

Uji Performansi Pra Penelitian

Sebelum dilakukannya pengujian rancangan alat yang dilakukan beberapa hari sebelum penelitian dimulai dengan menggunakan mikroalga secara langsung terlebih dahulu dilakukan uji performansi yaitu pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan data suhu air murni tanpa diaktifkannya rangkaian pengendali suhu air, mengetahui besarnya intensitas cahaya dan juga untuk mengetahui adanya titik titik kebocoran pada plastik fotobioreaktor. Untuk pengambilan data suhu air menggunakan termometer. Sebelumnya fotobioreaktor telah dikondisikan terlebih dahulu agar kondisinya sama saat akan dimulainya penelitian. Pengujian dilakukan selama 4 hari dan dilakukan pengambilan data sebanyak 5 kali pada waktu yang ditentukan per harinya. Datanya seperti yang terlihat pada Tabel 1.

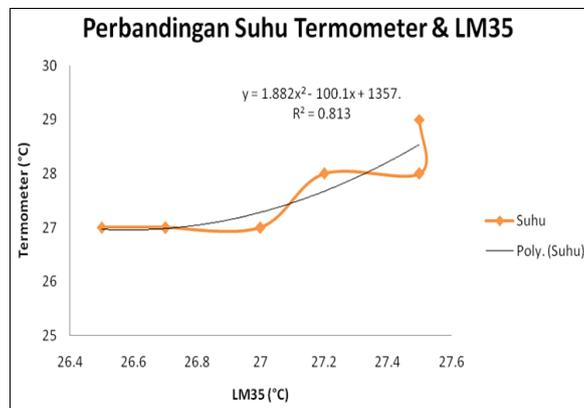
Tabel 1. Uji Performansi Fotobioreaktor Pra Penelitian

Hari ke-	Jam (WIB)	Suhu Air (°C)	Intensitas Cahaya di ruang Fotobioreaktor (lux)	Kekuatan Plastik
1	6:00	23	271	ada sedikit kebocoran
	9:00	27	295	ada sedikit kebocoran
	12:00	28	327	ada sedikit kebocoran
	15:00	32	345	ada sedikit kebocoran
	18:00	28	292	ada sedikit kebocoran
2	6:00	22	277	ada sedikit kebocoran
	9:00	28	280	ada sedikit kebocoran
	12:00	35	360	ada sedikit kebocoran
	15:00	28	340	tidak ada kebocoran
	18:00	29	309	tidak ada kebocoran
3	6:00	22	267	ada sedikit kebocoran
	9:00	25	303	ada sedikit kebocoran
	12:00	34	346	tidak ada kebocoran
	15:00	30	340	tidak ada kebocoran
	18:00	26	289	tidak ada kebocoran
4	6:00	23	280	tidak ada kebocoran
	9:00	25	298	ada sedikit kebocoran
	12:00	30	306	ada sedikit kebocoran
	15:00	27	265	tidak ada kebocoran
	18:00	27	261	ada sedikit kebocoran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Media Tanam

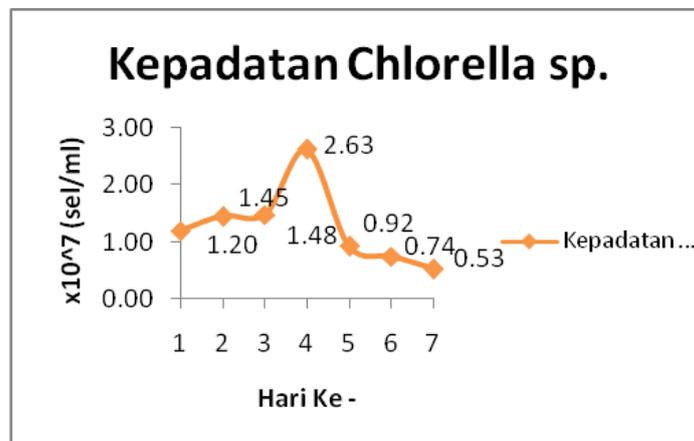
Pengambilan data suhu air diambil 5 kali per hari pada jam yang telah ditentukan. Untuk pengambilan data suhu air dilakukan dengan menggunakan sensor suhu dan dengan menggunakan termometer celup untuk kemudian dibandingkan hasilnya agar dapat diketahui keakuratannya. Pada gambar 3 data yang digunakan pada grafik adalah hasil rata rata dari pengambilan data sebanyak 5 kali per harinya dan data tersebut telah diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar. Pada grafik, suhu tertinggi yang terdeteksi oleh termometer adalah sebesar 29°C dan suhu tertinggi yang terdeteksi oleh sensor suhu LM35 adalah sebesar 27.5°C. Untuk suhu terendah yang terdeteksi oleh termometer adalah sebesar 27° celcius dan suhu terendah yang terdeteksi oleh sensor suhu LM35 adalah sebesar 26.5°C. Suhu media selama penelitian juga masih dalam kisaran suhu yang dikemukakan oleh Taw (1990) yaitu suhu di bawah 16°C dapat menyebabkan kecepatan pertumbuhan turun, sedangkan suhu diatas 36°C dapat menyebabkan kematian



Gambar 3. Grafik Perbandingan Suhu Termometer dan LM35

Kepadatan Mikroalga *Chlorella sp.*

Kepadatan awal dari *Chlorella sp.* yang didapatkan adalah sebesar 29.09×10^7 sel/ml sedangkan untuk rata rata perkembangan kepadatannya diubah kedalam grafik seperti yang terlihat pada gambar 4.



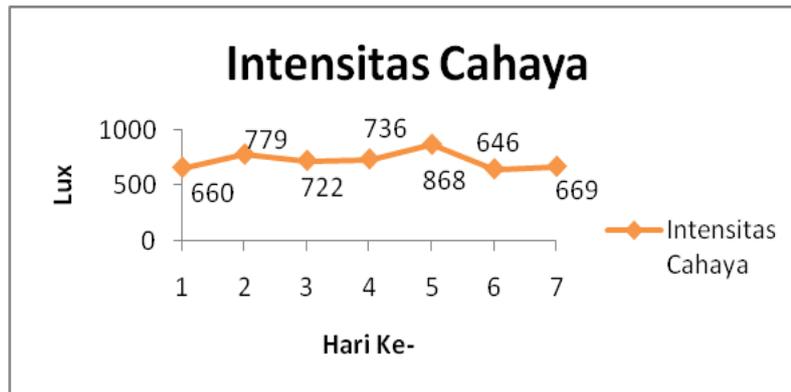
Gambar 4. Grafik Kepadatan *Chlorella sp.*

Data kepadatan *Chlorella sp.* adalah hasil rata rata dari pengukuran kepadatan mikroalga dalam 3 kali pengukuran per harinya. Puncak pertumbuhan *Chlorella sp.* terjadi pada

hari ke empat dimana pada hari tersebut jumlah sel dari *Chlorella sp.* mencapai 2.63×10^7 sel/ml. Laju pertumbuhan dan kepadatan dari *Chlorella sp.* sejak hari kedua sudah terlihat adanya peningkatan hingga peningkatan paling drastis adalah pada hari ke empat.

Kandungan pH (Derajat Keasaman) pada Mikroalga *Chlorella sp.*

Untuk data kandungan pH pada mikroalga *Chlorella sp.* didapatkan dari hasil rata-rata 3 kali pengukuran derajat keasaman per harinya. Kandungan pH tertinggi dicapai pada hari ke 2 yaitu sebesar 9.86, kandungan pH terendah dicapai pada hari ke 4 yaitu sebesar 9.56. Untuk grafiknya seperti yang terlihat pada gambar 5.



KESIMPULAN

Rangkaian pengendali suhu air yang telah ditambahkan pada fotobioreaktor vertikal dengan batu es sebagai sumber pendinginnya mampu mengendalikan suhu air sesuai dengan suhu optimal untuk perkembangan mikroalga *Chlorella sp.*, dalam penelitian suhu air yang terdeteksi adalah dalam kisaran 25°C hingga 30°C dan Perkembangan mikroalga *Chlorella sp.* setelah dimasukkan dalam fotobioreaktor vertikal dengan penambahan rangkaian pengendali suhu air ini cukup baik dan umur mikroalga *Chlorella sp.* yang dimasukkan ke dalam fotobioreaktor vertikal yang telah dimodifikasi ini dapat mencapai umur 7 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, O. 2006. Dasar dasar elektronika. Jakarta. Erlangga
- Bold, H. C., Wynne, M. J. 1985. Introduction to The Algae. Prentice Hall. United States of America
- Budiharto, W. 2009. Membuat Sendiri Robot Cerdas. Penerbit PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Chisti, Y. (2008), Biodiesel from microalgae beats bioethanol, Trends Biotechnol, 26 (3), 126–131.
- Colestock, H. 2005. Industrial Robotics. Mc Graw-Hill Companies. United States of America.
- Daryanto. 2006. Teknik Pemasangan Pipa. Bumi Aksara, Jakarta.
- Nurhayati, T. 2013. Penggunaan Fotobioreaktor Sistem *Batch* Tersirkulasi Terhadap Tingkat Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris*, *Chlorella sp.* dan *Nannochloropsi oculata*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Pitowarno, E. 2006. Robotika : Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan. Penerbit Andi Yogyakarta. Yogyakarta.

- Prihantini, N.B., dan Yuniarti. 2005. *Pertumbuhan Chlorella sp dalam Medium Ekstrak Tauge (met) dengan Variasi pH awal*. Departemen Biologi Fakultas MIPA, Universitas Indonesia. Depok.
- Taw, N. 1990. *Petunjuk Pemeliharaan Kultur Murni dan Massal Mikroalga*. Proyek Pengembangan Udang, United nations development Programme, Food and Agriculture Organizations of the United Nations.
- Teresa, M. M., Antonio A. M. dan Caetano, N.S. 2010, Microalgae for Biodiesel Production and Other Applications: A Review, *Renewable and Sustainable Energy*, 14 217-232
- Vashista, B. R. 1999. *Botany Part 1: Algae*. S. Chand & Company Ltd. New Delhi
- Wasito. 2004. *Komponen Elektronika*. Bina Tjipta : Bandung