

Pengaruh Foto Periode dalam Budidaya dan Penggunaan *Plate and Frame Filter Press* dalam Pemanenan *Spirulina sp*

Dantje Marten, I Dewa Ray Rahendra Astawa dan Lukman Nulhakim*

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya

* *Corresponding author*: lukman.nh.st@gmail.com

Abstract

Spirulina sp contains good nutrition, including protein as much as 60-70%, carbohydrates as much as 13.5%, fat as much as 4-7%, essential fatty acids. *Spirulina sp* can be used as raw material for making masks and medicines. This research was conducted to determine the effect of photoperiod on the biomass production of *Spirulina sp* and the use of filter press (plate and frame) in harvesting *Spirulina sp*. In this study, spirulina was cultured in 60 L styrofoam containers with different photoperiod treatments (light/T and dark/G), 12 hours per day (12T-12G) and 24 hours per day (24T-0G). Parameters observed include dry biomass. For harvesting the filter used press the number of presses 3 plates and a pressure of 1 Psi. The results showed that the optimum population density was achieved on day 4 for 24-hour lighting with a concentration of 0.06475 gr/ml, while for 12-hour lighting the optimum population was on day 6 with a concentration of 0.6636 gr/ml. The growth constant value of *Spirulina sp* was 0.033 second⁻¹ for 12 hours and 24 hours lighting. Plate and frame filtration can be used to harvest spirulina, 2.9527 grams of spirulina is filtered on plate 1, 3.3655 grams is filtered on plate 2 and 5.1809 grams is filtered on plate 3.

Abstrak

Spirulina sp mengandung nutrisi yang baik antara lain protein sebanyak 60–70%, karbohidrat sebanyak 13,5%, lemak sebanyak 4-7%, asam lemak esensial. *Spirulina sp* dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan masker dan obat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh fotoperiode terhadap produksi biomassa *Spirulina sp* dan penggunaan filter press (*plate and frame*) dalam pemanenan *Spirulina sp*. Dalam penelitian ini, spirulina dikultur dalam wadah styrofoam 60 L dengan perlakuan fotoperiode (terang/T dan gelap/G) berbeda, yaitu 12 jam per hari (12T-12G) dan 24 jam per hari (24T-0G). Parameter yang diamati meliputi biomassa kering. Untuk pemanenan digunakan filter press jumlah press 3 plate dan tekanan 1 Psi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan populasi optimum dicapai pada hari ke-4 untuk penerangan 24 jam dengan konsentrasi 0,06475 gr/ml, sedangkan untuk penerangan 12 jam populasi optimum pada hari ke 6 dengan konsentrasi 0,6636 gr/ml. Nilai konstanta pertumbuhan *Spirulina sp* adalah 0,033 detik⁻¹ untuk penerangan 12 jam dan 24 jam. Filtrasi dengan jenis *plate and frame* dapat digunakan untuk memanen spirulina, sebanyak 2,9527 gr spirulina tersaring di plate 1, 3,3655 gr tersaring di plate 2 dan 5,1809 gr tersaring di plate 3.

Kata kunci : *Spirulina sp.*, *photoperiod*, *biomass.*, *filter press.*

PENDAHULUAN

Mikroalga selain bermanfaat untuk makanan ikan dan organisme aquatic, mikroalga dapat digunakan untuk tujuan lainnya. Pada pertengahan tahun 2000 produksi spirulina dunia untuk penggunaan manusia diperkirakan diproduksi lebih dari 10.000 metrik ton per tahun [1]. Kebutuhan spirulina sangat tinggi di negara amerika, thailand, india, dan china, dimana spirulina digunakan untuk industri farmasi sebagai bahan aktif obat.[1]. Spirulina dapat digunakan sebagai sumber energi. Dalam penelitian spirulina maxima oleh [2] rasio molar yang merupakan salah satu parameter optimasi untuk esterifikasi menunjukkan bahwa rasio molar 3:1, 6:1, 9:1, 12:1 dan 15:1 pada suhu 65°C dengan asam sulfat 1,5% pada suhu 350 rpm untuk periode reaksi 2 jam memberikan hasil pengurangan nilai asam (AV) yang baik dari 8,2 menjadi 3 mgKOH/g dengan peningkatan hasil minyak teresterifikasi menjadi 22,2% selama peningkatan rasio molar dari 3:1 menjadi 12:1. Namun, peningkatan lebih lanjut dalam rasio molar tidak memberikan pengurangan AV, mungkin karena efek produksi air [3], [4] juga memperoleh 22,2% di atas pada rasio molar 12:1 dalam esterifikasi asam minyak biji jarak pagar. Menurut [2] rasio metanol terhadap minyak alga yang optimal adalah 9:1 karena mengurangi AV hingga terendah; dari 10,45 hingga 1,21 mg KOH/g.

Spirulina juga dimanfaatkan untuk pengolahan limbah dilingkungan di antara upaya tersebut adalah bioremediasi. Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme. Bioremediasi sering melibatkan penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi toksisitas dari limbah berbahaya dan logam berat. Ini menawarkan solusi untuk pengelolaan padatan dengan detoksifikasi limbah, efektivitas biaya teknik ini dan dampak lingkungan yang ditawarkan membuatnya tampak lebih menarik [5]. Untuk alasan di atas, berbagai spesies cyanobacteria termasuk Spirulina telah dipelajari untuk menilai kemampuan mengurangi toksisitasnya. Kemampuan Spirulina untuk mengambil Dichloro Diphenyl Trichloroethane (DDT) pada konsentrasi 10 dan 50ppm diuji dan mampu mengasimilasi sekitar 65% (6-6,5 ppm) DDT pada 10ppm dan kemudian sekitar 80% (40 ppm) DDT pada konsentrasi 50 ppm. Meskipun lebih banyak kerusakan diamati pada sel Spirulina setelah inkubasi pada 50ppm DDT selain residu yang terdeteksi tetapi pada 10 ppm, kurang dari 1% diamati (jumlah jejak DDT).

Selain pengolahan air limbah, budidaya mikroalga juga dapat membantu pengurangan karbon dioksida atmosfer melalui fotosintesis, berkontribusi secara efektif terhadap upaya penanggulangan efek rumah kaca dan pemanasan global. Meskipun manfaat budidaya mikroalga, perkembangannya masih terkendala dengan berbagai permasalahan. Misalnya, produksi biomassa yang rendah dan ukuran kecil sel ketika mereka dikultur dalam cairan media membuat proses pemanenan mikroalga sangat mahal. Salah satu cara untuk mengatasi kekurangan penggunaan mikroalga di industri adalah dengan meningkatkan tingkat pertumbuhan mereka untuk mengimbangi kepadatan sel yang rendah dan kesulitan dalam pemanenan. Banyak peralatan dan teknologi telah ditingkatkan selama bertahun-tahun untuk meningkatkan produksi mikroalga. Meskipun mikroalga dapat mudah dibudidayakan di laboratorium yang sangat terkontrol kondisi ini, bagaimanapun, masih lebih sulit untuk memastikan produktivitas mikroalga yang tinggi dalam produksi skala besar. Sistem kultur mikroalga yang ideal harus memiliki ciri yaitu sumber cahaya yang memadai.

Cahaya merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat berpengaruh dalam budidaya mikroalga, karena cahaya merupakan bagian yang sangat penting dalam fotosintesis yang menyediakan energi bagi kehidupan mikroalga. Penelitian [6] menunjukkan bahwa perlakuan manipulasi fotoperiode (lama pencahayaan) dan intensitas cahaya memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan pigmen bioaktif (klorofil-a, karotenoid, dan piko-sianin) spirulina air laut spesies *Spirulina platensis*. Perlakuan yang sama diharapkan dapat diterapkan pada spirulina air tawar untuk menganalisis pengaruh manipulasi fotoperiode terhadap produksi spirulina. Oleh

karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh fotoperiode dalam kultur spirulina air tawar terhadap efisiensi produksinya. pada penelitian ini laju kinetika pertumbuhan spirulina dipelajari dengan mempertimbangkan pengaruh pencahayaan, selain itu penggunaan filter press plate and frame saat pemanenan juga dipelajari.

METODE PENELITIAN

Budidaya *Spirulina sp*

Penelitian ini dilakukan dengan meng- kultur *Spirulina sp.* berskala massal dalam bak fiber 60 liter. Untuk mencapai kultur massal 60 liter, dilakukan kultur secara bertingkat. Kultur dimulai dari skala laboratorium 1 liter dalam wadah bervolume 20 liter. Pada kultur tahap pertama, wadah kultur diisi air mineral dan dilakukan pemupukan dengan rasio nitrogen- fosfat (N/P) sebesar 12:1 sebagai media kultur. Komposisi pupuk yang digunakan adalah: NaNO₃ 500 mg/L, NaH₂PO₄ 200 mg/L, MgSO₄ 100 mg/L, FeCl₃ 1,5 mg/L, K₂SO₄ 1,5 mg/L, Na-EDTA 1 mg/L, dan vitamin B12 0,1 mg/L. Setelah siap, media kultur diinokulasi dengan spirulina.

Setelah 1 minggu, 20 liter inokulan spirulina yang berasal dari kultur dimasukkan ke dalam wadah kultur skala 60 liter. Kultur skala massal dilakukan dalam styrofoam box bervolume 60 liter sebanyak 4 buah. Komposisi pupuk pada skala massal berbeda dengan skala laboratorium karena lebih banyak menggunakan pupuk konvensional. Pemupukan pada skala massal ini menggunakan rasio nitrogen-fosfat (N/P) 12:1 dengan komposisi pupuk berupa pupuk urea 240 mg/L, pupuk TSP 45 mg/L, dan pupuk ZA 150 mg/L, FeCl₃ 3 mg/L, Na-EDTA 7,5mg/L, vitamin B12 0,015 mg/L, NaNO₃ 50 mg/L, NaH₂PO₄ 20 mg/L, MgSO₄ 10 mg/L, dan K₂SO₄ 0,15 mg/L.

Setiap bak kultur diberi fotoperiode dengan variabel 12T-12G dan 24T-0G secara duplo. Kultur spirulina dibudidayakan selama 8 hari dan diukur konsentrasi spirulina setiap hari. Konsentrasi spirulina didapat dengan cara mengambil 15 mL sampel untuk dilakukan *centrifuge*. Spirulina hasil *centrifuge* yang telah dikeringkan kemudian ditimbang untuk memperoleh berat keringnya.

Pemanenan Spirulina Dengan Menggunakan Plate And Frame Filter Press

Spirulina yang telah dikembang biakkan kemudian dipanen dengan cara memasukkan 60 liter spirulina kedalam tanki. Kemudian spirulina dalam tanki diaduk menggunakan agitator. Kemudian spirulina di alirkan kedalam plate and frame filter press dengan cara memberikan udara tekan menggunakan kompresor. Volume filtrat yang dihasilkan diukur setiap 1 menit. Setelah tidak ada filtrat yang dihasilkan proses filtrasi dihentikan dan memisahkan cake dari filter kemudian menimbanginya. Cake kemudian dikeringkan didalam oven hingga berat keringnya konstan.

Model Matematika

Penentuan Kinetika Pertumbuhan Spirulina

Model kinetika orde pertama diterapkan pada penelitian ini dimana model ini cocok untuk pertumbuhan pada waktu yang singkat seperti pada persamaan berikut:

$$\ln\left(\frac{C_t}{C_0}\right) = \mu t \quad (1)$$

Untuk mendapatkan nilai μ maka dilakukan regresi linear dengan memplot $\ln\left(\frac{C_t}{C_0}\right)$ terhadap t. nilai μ merupakan nilai slope yang dihasilkan.

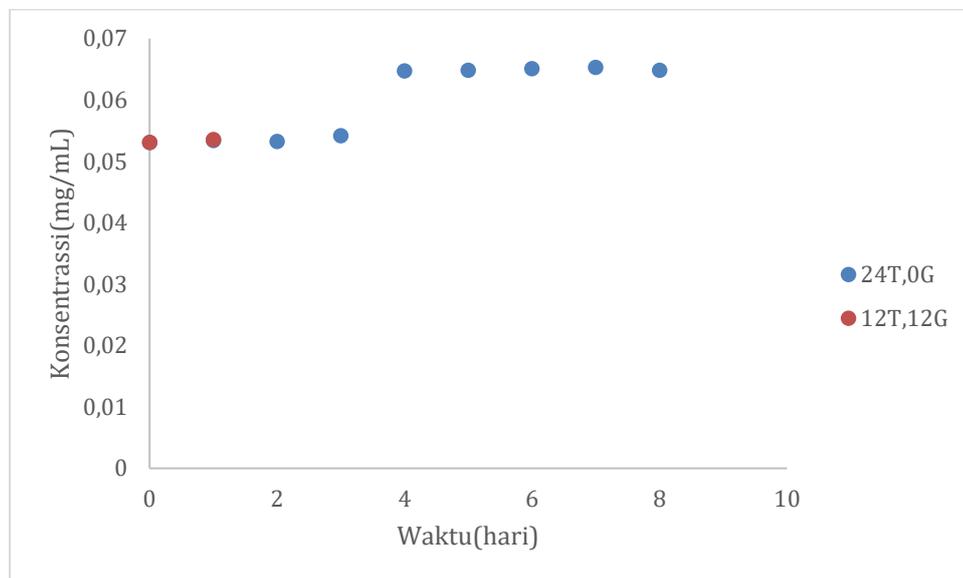
Penentuan Waktu Filtrasi

Untuk menentukan waktu optimum filtrasi didapat dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$t = \frac{Kp}{2} V^2 + BV \quad (2)$$

Untuk mendapatkan nilai Kp dan B maka dilakukan regresi linear orde 2 dengan memplot V terhadap V.

HASIL DAN PEMBAHASAN

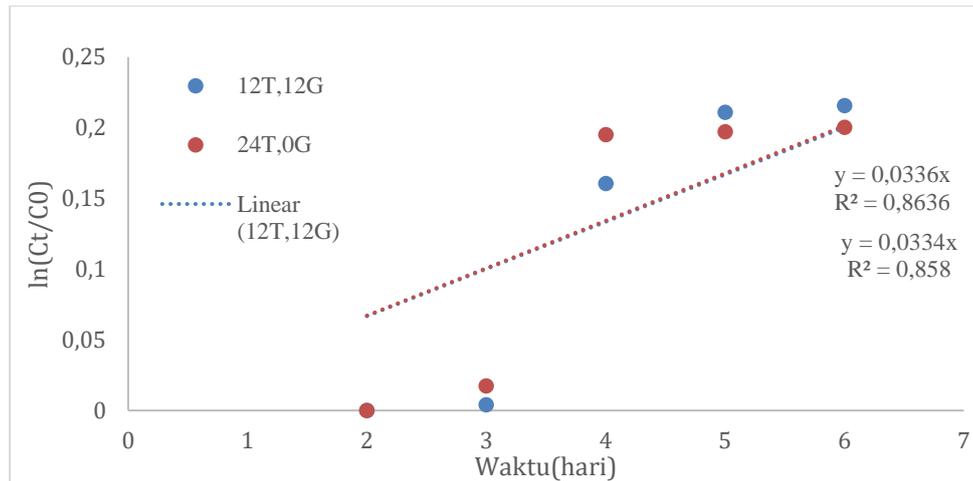


Gambar 1. Laju pertumbuhan spirulina

Laju pertumbuhan spirulina dapat dilihat pada Gambar 1. Pertumbuhan *Spirulina sp* dapat dilihat dari perubahan warna pada air, yang semakin hijau. Hal tersebut menandakan jumlah spirulina semakin meningkat. Pada hari ke 0-3 pertumbuhan belum terjadi pertumbuhan spirulina hal ini karena *Spirulina sp* masih beradaptasi dengan tempat dan kondisi yang baru. lalu pada hari ke 4 hingga hari ke 5 terjadi fase eksponensial. Fase eksponensial adalah fase pertumbuhan mikroalga secara cepat karena pembelahan sel sangat cepat. fase eksponensial tertinggi terdapat pada perlakuan 12 T-12 G, dimana jumlah konsentrasi *Spirulina sp* sebesar $0,6636 \text{ gr ml}^{-1}$. Fase stasioner terjadi pada hari ke 5 hingga hari ke 7. Pada fase ini konsentrasi Spirulina relatif konstan karena Spirulina mencapai titik jenuh akibat keberadaan nutrisi mulai berkurang. Fase kematian terjadi pada hari ke 8 dimana konsentrasi *Spirulina sp* mulai menurun dan *Spirulina sp* mengendap pada bagian bawah bak.

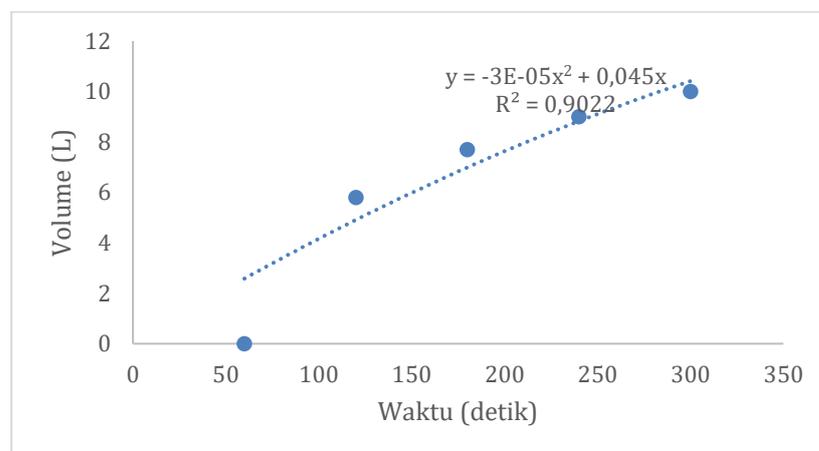
Pada Gambar 1. Lamanya foto periode tidak mempengaruhi secara signifikan pertumbuhan spirulina. Rangkaian reaksi fotosintesis dapat dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap, reaksi terang terjadi pada grana, sedangkan reaksi gelap terjadi didalam stoma. Dalam reaksi terang, terjadi konversi energi cahaya menjadi energi kimia dan menghasilkan oksigen (O_2). Sedangkan reaksi gelap terjadi seri reaksi siklik yang membentuk gula dari bahan

dasar CO₂ dan energi (ATP dan NADPH). Energi yang digunakan dalam reaksi gelap diperoleh dari reaksi terang. Pada proses reaksi gelap tidak dibutuhkan cahaya matahari. Reaksi gelap bertujuan untuk mengubah senyawa yang mengandung atom karbon menjadi molekul gula, pada saat terang, sel-sel diatom akan membelah secara aseksual, sehingga sel anaknya lebih kecil ukurannya dibandingkan dengan sel induknya. Pada waktu gela terjadi perkembangan sel [7]. Hal tersebut tidak terjadi pada proses pertumbuhan spirulina hal ini ditunjukkan tidak adanya perubahan pertumbuhan yang signifikan yang dipengaruhi oleh foto periode seperti yang ditunjukkan pada Gambar1.



Gambar 2. Regresi linier kinetika pertumbuhan spirulina orde 1

Gambar 2. merupakan grafik linierisasi untuk mencari konstanta pertumbuhan dimana data yang diplot adalah pada fase eksponensial dimana spirulina mulai tumbuh. Model kinetika orde pertama dapat dengan baik merepresentasikan data pertumbuhan *Spirulina sp.* Dimana nilai R² sebesar 0,86. Dari hasil linierisasi didapatkan nilai konstanta pertumbuhan antara foto periode 12T,12G dan 24T,0G adalah 0,033 hari⁻¹. Hal ini menandakan foto periode tidak berpengaruh pada laju pertumbuhan *Spirulina sp.*



Gambar 3. Laju akumulasi volume filtrat

Filter press tipe *plate and frame*, merupakan tipe filtrasi yang banyak digunakan di dunia industri, dimana tipe ini bekerja dibawah tekanan. *Spirulina sp* tersuspensi dalam medium

pertumbuhan dipisahkan menggunakan tipe filter ini dimana laju akumulasi volume filtrat dapat dilihat pada Gambar 3. Dimana akumulasi volume filtrate meningkat seiring waktu. Dari grafik pada Gambar 3 didapatkan koefisien untuk menentukan waktu yang dibutuhkan untuk berbagai volume medium pertumbuhan yang berisi *Spirulina sp*. Dimana nilai K_p dan nilai B adalah $-1,5 \times 10^{-5} \text{ detik}^2\text{m}^{-6}$ dan $0,045 \text{ detik m}^{-3}$.

Tabel 1. berat cake (spirulina) pada tiap plate.

Nomor Plate	Berat(gr)
1	2.953
2	3.366
3	5.181
Total	11.499

Spirulina sp yang tertahan pada filter dapat dilihat pada Tabel 1. Berat Cake meningkat seiring meningkatnya nomor plate hal ini dikarenakan medium cair masuk melalui plate no 3 dan berakhir pada plate nomor 1. Total Spirulina yang terakumulasi pada filter masih sedikit hal ini dikarenakan, pemanenan dilakukan pada fada fase kematian sehingga banyak spirulina yang mengendap pada bak Seperti pada Gambar 4.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini kepadatan populasi optimum dicapai pada hari ke-4 untuk penerangan 24 jam dengan konsentrasi $0,06475 \text{ gr mL}^{-1}$, sedangkan untuk penerangan 12 jam populasi optimum pada hari ke 6 dengan konsentrasi $0,6636 \text{ gr mL}^{-1}$. Nilai konstanta pertumbuhan *Spirulina sp* adalah $0,033 \text{ detik}^{-1}$ untuk penerangan 12 jam dan 24 jam. Filtrasi dengan jenis *plate and frame* dapat digunakan untuk memanen spirulina, sebanyak $2,9527 \text{ gr}$ spirulina tersaring di plate 1, $3,3655 \text{ gr}$ tersaring di plate 2 dan $5,1809 \text{ gr}$ tersaring di plate 3. Untuk meningkatkan jumlah *Spirulina sp* yang tersaring pada filter, proses pemanenan dilakukan pada fase eksponensial.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan banyak terimakasih kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya, karena telah memberikan izin penggunaan fasilitas penelitian dan dukungan dana.

DAFTAR NOTASI

- t = Waktu (Hari)
- Ct = Konsentrasi *Spirulina sp* setiap waktu (gr mL^{-1})
- Co = Konsentrasi awal *Spirulina sp* (gr mL^{-1})
- μ = Konstanta pertumbuhan (s^{-1})
- V = Volume (L)
- K_p = Kontanta filtrasi 1 ($\text{detik}^2\text{m}^{-6}$)
- B = Kontanta filtasi 2 (detik m^{-3})

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Khan, P. Bhadouria dan P. S. Bisen, “Nutritional and therapeutic potential of Spirulina,” *Current Pharmaceutical Biotechnology*, vol. 6, pp. 373-379, 2005.
- [2] M. A. Rahman, M. A. Aziz dan R. A. A. Al-Khulaidi, “Biodiesel production from microalgae *Spirulina maxima* by two step process: Optimization of process variable,” *Journal Radiation Research and Applied Sciences*, vol. 10, pp. 140-147, 2017.
- [3] H. J. Berchmans dan S. Hirata, “Biodiesel production from crude *Jatropha curcas* L. seed oil with a high content of free fatty acids,” *Bioresource Technology*, vol. 99, no. 6, p. 1716–1721, 2008.
- [4] X. F. Deng, X., Fang dan Y. H. Z., & Liu, “Ultrasonic transesterification of *Jatropha curcas* L. oil to biodiesel by atwo-step process.,” *Energy Conversion and Management*, vol. 51, no. 12, pp. 2802-2807, 2010.
- [5] O. M. Murali, O. & Mehar, dan K. S, “Bioremediation of heavy metals using Spirulina,” *international Journal Geology, Earth and Environmental Sciences*, vol. 4, no. 1, p. 244–249, 2014.
- [6] A. Diharmi, “Pengaruh Pencahayaan terhadap Kandungan Pigmen Bioaktif Mikroalga *Spirulina platensis* Strain Lokal (INK),” [Tesis]. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- [7] E. N. Asrurianta, Pengaruh Fotoperiode Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Produksi Biomassa, Klorofil-A Dan Kadar Protein *Thalassiosira* sp, Malang: Universitas Brawijaya, 2018.