

Pengaruh Penggunaan Warna Cahaya yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Nanochloropsis* sp

The Effect of Using Different Light Colors on the Growth of *Nanochloropsis* sp

Rehuli Damanik¹, Siti komariyah¹, Andika putriningtias¹

¹ Program Studi Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Samudra, Jalan Meurandeh, Langsa Lama, Kota Langsa

E-mail: rehulidamanik@gmail.com

Received: 23 Juli 2020

Revised: 22 Agustus 2020

Accepted: 18 September 2020

Abstrak

Pakan alami *Nannochloropsis* sp. merupakan salah satu faktor pembatas bagi organisme yang dibudidayakan. Namun budidaya pakan alami ini belum maksimal terutama dalam hal kuantitas, salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan hal tersebut yaitu dengan cara menggunakan cahaya lampu berwarna sebagai pengganti dari cahaya matahari untuk meningkatkan kuantitas *Nannochloropsis* sp. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang dilakukan adalah warna cahaya lampu putih (P1), warna cahaya lampu merah (P2), hijau (P3) dan biru (P4). Parameter yang diamati yaitu laju pertumbuhan spesifik (LPS), *Doubling time*, kurva pertumbuhan, Kualitas air. Hasil pengamatan yang diperoleh yaitu pada LPS berkisar antara 0.200 - 0.248 sel/ml/hari, *Doubling time* 2.806 - 3.476 sel/ml/hari, selanjutnya hasil pengukuran suhu berkisar antara 30.6 - 32 °C, pH 6.2 - 7.5, salinitas 26 - 27 ppt dan DO 5.7 - 6.7 ppm. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam yang dilakukan bahwa warna cahaya lampu yang diberikan memiliki pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik dan doubling time.

Kata Kunci : Cahaya lampu, *Nannochloropsis* sp., Pertumbuhan

Abstract

Natural feed *Nannochloropsis* sp. is one of the limiting factors for cultivated creatures. However, the cultivation of natural food is not yet optimal in terms of quantity, one of the efforts that can be done to optimize this is by using lights produced from sunlight to improve the quality of *Nannochloropsis* sp. The design in this study was a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 4 preparations and 3 replications. The treatments taken are the color of the white light (P1), the color of the red light (P2), Green (P3) and Blue (P4). The parameters that increase are the specific growth rate (LPS), time of doubling, growth curve, water quality. The observations obtained at the time of LPS were collected between 0.200-0.248 cells / ml / day, doubling time 2.806-3.476 then the temperature measurement results were between 30.6-32 °C pH 6.2-7.5, salinity 26-27 ppt and DO 5.7-6.7 ppm. Based on the results of analysis of variance conducted on the given color light has a real influence on the specific growth rate and time multiplication.

Keywords: Light, *Nannochloropsis* sp., Growth

PENDAHULUAN

Pakan merupakan salah satu faktor pembatas bagi organisme yang dibudidayakan sebagian besar stadia larva awal ikan memerlukan pakan alami fitoplankton atau zooplankton (De Pauw, 1982). Hal ini dikarenakan pakan alami memiliki kandungan nutrisi yang lebih banyak dibandingkan dengan pakan buatan dan menjadi sumber nutrisi penting pada stadium awal perkembangan organisme (Sari dan Manan, 2012). *Nanochloropsis* sp, merupakan mikroalga yang berwarna hijau, memiliki dinding sel, mitokondria dan nukleus yang dilapisi membran (Rusyani *et al.*, 2013).

Nanochloropsis sp. merupakan pakan alami (*live feed/natural food*) untuk larva ikan atau udang dan juga berperan sebagai pakan dari Zooplankton, rotifer dan artemia (Sasmita, 2004). *Nanochloropsis* sp. memiliki jumlah kandungan gizi dan pigmen seperti protein (52,11%), karbohidrat (16 %), lemak (27,64%), vitamin C (0,85%) dan klorofil-*a* (0,89%) (Anon *et al.*, 2009).

Intensitas cahaya berpengaruh terhadap proses fotosintesis *Nanochloropsis* sp, apabila cahaya

kurang maka akan menyebabkan metabolisme terganggu (Andriono, 2001).

Periode penyinaran dapat berpengaruh pada proses sintesa bahan organik pada fotosintesis karena hanya dengan energi yang cukup proses tersebut berjalan dengan lancar. Selanjutnya, fotoperiode merupakan faktor yang mempengaruhi komposisi biokimia yang dikultur selain ada beberapa faktor seperti media kultur, temperatur, pH, intensitas cahaya, dan stadia serta waktu panen. Upaya yang telah dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan yaitu dengan menambah berbagai substansi.

Salah satu substansi yang dapat meningkatkan kepadatan populasi *Nannochloropsis* sp. yaitu dengan menggunakan pencahayaan dengan warna cahaya yang berbeda. Warna cahaya memiliki peranan penting dalam proses fotosintesis, yang berfungsi meneruskan warna cahaya yang spesifik yaitu sebagian besar spektrum biru 450 - 475 nm dan spektrum merah dengan panjang gelombang 630-675 nm (Richmond, 2004).

Cahaya merah dan biru merupakan cahaya yang sangat dibutuhkan tanaman terutama untuk bertumbuh dan berkembang dan juga sumber energi utama untuk asimilasi CO₂ dan cahaya merah memiliki gelombang cahaya yang paling efisien untuk fotosintesis (Runkle, 2015). Selain itu, cahaya biru juga dapat meningkatkan kandungan klorofil-*a* pada jenis fitoplankton tertentu dibandingkan pemberian cahaya putih dan hijau (Mecardo *et al.*, 2004).

Berdasarkan uraian tersebut warna cahaya dapat meningkatkan klorofil dan protein pada fitoplankton, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan warna cahaya yang berbeda terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan tanggal 31 Januari - 14 Februari 2020 di *Green House*, Universitas Samudra, Kota Langsa, Aceh. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan dan 3 ulangan dengan warna cahaya yang berbeda pada setiap perlakuan yaitu: Menggunakan lampu

TL (*Tube Luminescent*) 20 watt dengan warna cahaya putih, merah, hijau, biru dan bahan yang digunakan yaitu *Nannochloropsis* sp. dengan kepadatan awal tebar 278.500 sel/ml dan pupuk walne. Selanjutnya, parameter yang diamati terdiri dari laju pertumbuhan spesifik, doubling time berdasarkan perhitungan berikut:

Laju pertumbuhan spesifik

Laju pertumbuhan spesifik (*k*) dihitung dengan rumus menurut (Fogg *et al.*, 1987) sebagai berikut:

$$K = \frac{\ln Wt - \ln W0}{T}$$

Keterangan:

K: Laju pertumbuhan spesifik (sel/ml/hari)

Wt: Jumlah sel setelah waktu *t* (sel/ml)

W₀: Jumlah sel awal (sel/ml)

T : Waktu kultur

Doubling time (Waktu regenerasi)

Pertumbuhan mikro alga *Nannochloropsis* sp. dapat dihitung waktu generasi (*doubling time*) dengan rumus menurut Kumiastuty dan Julinasari (1995) sebagai berikut: *G* =

$$\frac{T}{3,3 (\log Wt - \log W0)}$$

Keterangan:

G : Waktu generasi (hari)

Wt : Jumlah sel waktu *t* (sel/ml)

W₀ : Jumlah sel awal (sel/ml)

T : Waktu (jam)

Data kualitas air

Pada kultur *Nanochloropsis* sp ada beberapa parameter penunjang yang harus diamati yaitu suhu, pH, oksigen terlarut, dan salinitas. Pengamatan parameter penunjang ini dilakukan pada awal kultur dan pada akhir kultur, adapun alat yang digunakan untuk pengamatan suhu yaitu Thermometer, pH yaitu pH meter, oksigen terlarut

menggunakan DO meter dan salinitas menggunakan refractometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertumbuhan Spesifik

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, laju pertumbuhan spesifik *Nannchloropsis* sp. yang diberikan perlakuan warna cahaya lampu yang berbeda berpengaruh nyata ($P < 0,05$) (Tabel.1).

Tabel 1. Laju pertumbuhan spesifik *Nannchloropsis* sp.

Perlakuan	Retara Laju Pertumbuhan Spesifik (sel/ml/hari)
P1 (cahaya putih)	0.248 ± 0.000^b
P2 (cahaya merah)	0.208 ± 0.006^a
P3 (cahaya hijau)	0.236 ± 0.008^b
P4 (cahaya biru)	0.200 ± 0.000^a

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Nilai yang tertera merupakan nilai rerata dan standart error.

Laju pertumbuhan spesifik *Nannchloropsis* sp. pada perlakuan (P1) tidak berbeda nyata dengan perlakuan (P3) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan (P2 dan P4) (Tabel 1). Selanjutnya, perlakuan (P2) tidak berbeda nyata dengan (P4), dimana laju pertumbuhan spesifik tertinggi pada perlakuan (P1) sebesar 0.248 ± 0.00 sel/ml/hari dan perlakuan (P3) sebesar 0.236 ± 0.008 sel/ml/hari. Sedangkan laju pertumbuhan spesifik terendah yaitu pada perlakuan (P4) yaitu sebesar 0.200 ± 0.00 sel/ml/hari. Warna cahaya yang paling baik untuk Laju

pertumbuhan spesifik yaitu warna cahaya lampu putih (P1) dan warna cahaya lampu Hijau (P2) dibandingkan dengan warna cahaya lampu lainnya (merah dan biru).

Hal ini sesuai pendapat Steenberg (1975), bahwa warna cahaya putih memiliki komponen cahaya yang paling lengkap karena gabungan dari beragam sinar dan memiliki intensitas cahaya yang paling tinggi sehingga memiliki energi yang paling besar diantara warna cahaya lampu yang lainnya. Hal yang sama juga berlaku untuk warna cahaya lampu hijau, warna cahaya ini memiliki

intensitas cahaya yang lebih tinggi dibandingkan cahaya lampu merah dan biru. Bola lampu warna putih memiliki energi foton (partikel-partikel diskret penyusun cahaya yang bertindak sebagai objek yang memiliki jumlah energi yang tetap) yang hampir dua kali energi foton yang dimiliki oleh warna cahaya biru dan merah, hal ini yang menjadi salah satu penyebab nilai laju pertumbuhan spesifik perlakuan cahaya bola lampu warna merah dan biru, lebih lambat dibandingkan perlakuan pada cahaya lampu putih dan hijau.

Hal ini sesuai dengan penelitian Sopian *et al.*, (2019), bahwa cahaya lampu berwarna putih yang paling baik untuk pertumbuhan *Chaetoceras* sp., Kusdarwati *et al.*, (2011), menambahkan bahwa pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. dapat ditingkatkan dengan menggunakan cahaya lampu berwarna putih. Berdasarkan analisis yang dilakukan Warna cahaya lampu merah (P2) dan biru (P4) memiliki laju pertumbuhan spesifik yang paling rendah dan keduanya memberikan pengaruh yang sama. Hal ini karena cahaya lampu warna merah (P2) dan biru (P4) mempunyai warna cahaya yang paling gelap diantara perlakuan lainnya, ini sesuai dengan pendapat Saputro

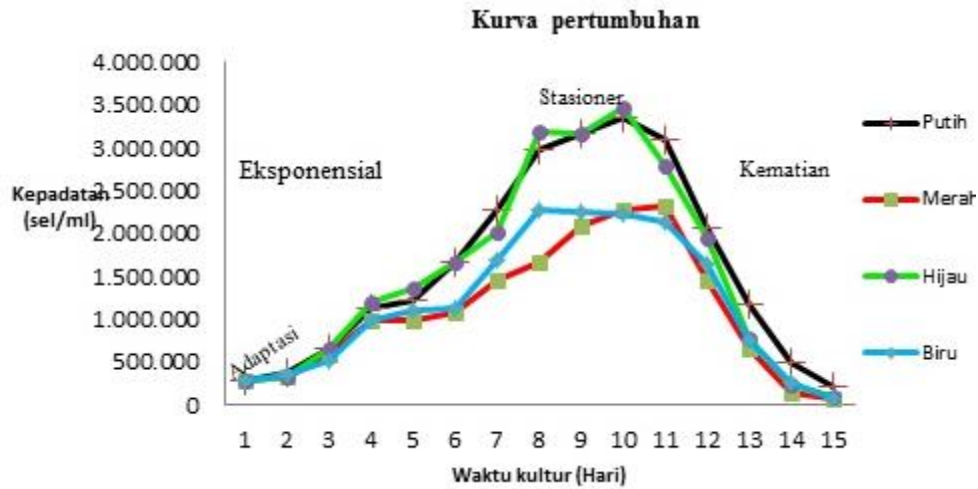
(2008), semakin kecil panjang gelombang cahaya, semakin kecil daya tembus kedalam perairan sehingga cahaya lampu berwarna merah sulit untuk diadaptasi.

Kurva pertumbuhan

Siklus hidup *Nannochloropsis* sp. dimulai dari fase *lag* sampai fase kematian seperti yang disajikan pada (Gambar.1), dimana puncak populasi paling tinggi terdapat pada perlakuan (P3) menggunakan warna cahaya lampu hijau, yaitu pada hari ke-10 dengan kepadatan rata-rata mencapai tiga juta sel/ml.

Selanjutnya, pertumbuhan yang paling rendah terdapat pada perlakuan dengan menggunakan cahaya lampu warna biru yaitu dengan kepadatan 2.142.500 sel/ml. Fase adaptasi terjadi pada hari ke-1 sampai pada hari ke-4 fase tergolong lama, karena *Nannochloropsis* sp membutuhkan waktu untuk beradaptasi dengan cahaya dan tempat kultur yang baru. Purwitasari *et al.*, (2012) menyatakan bahwa pada fase adaptasi *Nannochloropsis* sp. sudah mengalami metabolisme, tetapi belum terjadi perbelahan sel sehingga kepadatan sel belum meningkat dan *Nannochloropsis* sp. membutuhkan waktu yang lebih lama untuk beradaptasi

dengan cahaya (lavenz and sorgeroos, 1996).



Gambar 1. Kurva pertumbuhan *Nannochloropsis* sp, selama penelitian dengan menggunakan warna cahaya yang berbeda.

Fase eksponensial yaitu terjadi pada hari ke-5 sampai pada hari ke-8, pada fase ini *Nannochloropsis* sp. sudah mengalami pertumbuhan yang signifikan (Gambar 1). Kawaroe *et al.*, (2010), menyatakan bahwa fase eksponensial merupakan waktu yang terbaik untuk melakukan pemanenan kultur mikroalga karena pada fase ini struktur sel masih berada pada kondisi normal dan secara nutrisi terjadi keseimbangan antara nutrisi dalam media dan nutrisi dalam sel. Selain itu, umumnya pada fase eksponensial, kandungan nutrisi dalam sel sangat tinggi, sehingga kondisi mikroalga berada pada kondisi yang paling optimal. Fase stasioner terjadi pada hari ke-9 sampai pada hari ke-11 pada fase ini merupakan pertumbuhan yang paling tinggi dan tetap konstan tidak

mengalami pertumbuhan yang signifikan dan tidak mengalami penurunan (Gambar 1).

Fase kematian terjadi pada hari ke-11 sampai 14, dimana mencapai puncak pertumbuhan atau mencapai kepadatan maksimum. Disisi lain, laju pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. mengalami penurunan yang ditandai dengan berkurangnya kepadatan populasi.

Hal ini diakibatkan berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya ditambah lagi dengan kepadatannya yang semakin tinggi yang memungkinkan terjadinya kompetisi. Utomo *et al.*, (2005), menyatakan bahwa di dalam media kultur fitoplankton terdapat persaingan memperebutkan tempat hidup karena semakin banyak jumlah sel dalam volume yang tetap dan

juga kandungan nutrisi dalam media semakin menurun karena tidak dilakukannya penambahan nutrisi.

Setiap pertumbuhan pada dasarnya selalu melambat pada titik tertentu, ketika sel-sel sudah mulai kehabisan nutrien atau pada saat populasi meracuni dirinya sendiri sebagai akibat akumulasi dari hasil sekresi mikroalga yang dapat menjadi racun dalam lingkungannya (Campbell, *et al.*, 2004). Kepadatan mikroalga yang tinggi akan semakin meningkatkan menyebabkan “*self shading*” sehingga mengganggu proses fotosintesis (Marwa dan Tuankotta, 2012).

Tabel 3. *Doubling time* (waktu penggandaan diri) *Nannochloropsis* sp.

Perlakuan	Doubling Time (Hari)
P1 (putih)	2.806 ±0.023 ^a
P2 (merah)	3.357 ±0.121 ^b
P3 (hijau)	2.956 ±0.110 ^a
P4 (biru)	3.476 ±0.047 ^b

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata dan standart error.

Berdasarkan analisis yang dilakukan waktu penggandaan diri yang paling singkat yaitu pada perlakuan P1 (Cahaya lampu putih) yang mencapai rata-rata 2.806 ± 0.023^a per hari diikuti oleh perlakuan P3 (cahaya lampu hijau) yang mencapai rata-rata 2.956 ± 0.110^a per hari, dan waktu penggandaan diri maksimum terjadi pada perlakuan P4 (Cahaya

Doubling Time

Doubling time atau waktu penggandaan diri maksimum dicapai ketika laju pertumbuhan spesifik juga mencapai maksimum. Berdasarkan Analisis sidik ragam penggandaan sel *Nannochloropsis* sp. berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Waktu penggandaan diri (*Doubling time*) *Nannochloropsis* sp. dapat dilihat perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan P3 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan P2 dan P4. Selanjutnya, perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan P4.

lampu biru) yaitu rata-rata $3,476 \pm 0.047$ per hari dan P2 (cahaya lampu merah) yang mencapai rata-rata $3,357 \pm 0.121^b$ per hari.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin singkat waktu penggandaan diri semakin cepat pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dan semakin lama waktu penggandaan diri maka pertumbuhan akan semakin lama.

Waktu penggandaan diri pada *Nannochloropsis* sp. ini dipengaruhi oleh proses fotosintesis. Penggandaan sel *Nannochloropsis* sp. terjadi pada saat berfotosintesis (Bangun, 2012). yang mana pada proses fotosintesis membutuhkan cahaya dan warna baik. Pada saat proses fotosintesis *Nannochloropsis* sp. melakukan pembelahan sel (pertumbuhan populasi) dan hal ini dapat berjalan dengan lancar jika cahaya yang dibutuhkan pada saat fotosintesis cukup.

Intensitas cahaya pada saat penelitian yaitu 5.000 lux, intensitas

cahaya ini masih tergolong optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Hal ini sesuai dengan pendapat Daefi (2016) yang menyatakan bahwa kisaran intensitas cahaya optimum bagi mikroalga *Nannochloropsis* sp adalah 2.000-8.000 lux.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor pembatas pertumbuhan dan perkembangan mikroalga, sebagai salah satu organisme yang hidup dalam perairan. Data hasil pengamatan kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada:

Tabel 4. Kualitas Air Kultur *Nannochloropsis* sp.

Parameter	Perlakuan			
	P1	P2	P3	P4
Suhu (°C)	31.5	30.6	31.5	31.6
Salinitas (ppt)	27.1	27.0	26.0	27.3
DO (ppm)	6.1	6.1	6.0	6.4
pH	6.9	7.4	7.3	7.5

Kepadatan fitoplankton disuatu perairan dipengaruhi oleh faktor lingkungan diantaranya Suhu, pH, DO, dan Cahaya dan yang paling penting adalah suhu, karena suhu mempengaruhi secara langsung efisiensi fotosintesis dan merupakan faktor yang menentukan dalam pertumbuhan mikroalga.

Selama kegiatan kultur berlangsung suhu rata-rata setiap perlakuan yaitu 30-31.6 °C, dan kisaran ini tergolong tidak optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. karena berdasarkan pernyataan (Fachrullah, 2011), kisaran suhu yang paling optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. adalah 25-30 °C.

Sehingga pertumbuhan *Nannochloropsis* sp yang dikultur tidak optimal. Salinitas berpengaruh terhadap organisme didalam mempertahankan tekanan osmotik dan mengakibatkan terhambatnya proses fotosintesis (Efendi *et al.*, 2003).

Salinitas, selama kultur rata-rata setiap perlakuan yaitu berkisar antara 26 – 27.3 ppt. yang menyebabkan salinitas berubah mulai dari awal sampai akhir penelitian yaitu karena terjadinya penguapan. Kondisi ini masih tergolong optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

Rusyani (2012), menjelaskan bahwa salinitas optimal bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. yaitu berkisar antara 25 - 30 ppt, karena jika salinitas terlalu tinggi atau terlalu rendah menyebabkan tekanan osmotik didalam sel menjadi tinggi atau rendah sehingga aktifitas sel menjadi terganggu.

Ketersediaan oksigen terlarut merupakan faktor penting untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp, dimana memiliki fungsi sebagai bahan untuk membentuk molekul-molekul organik, melalui proses fotosintesis. Oksigen terlarut selama penelitian berkisar antara 6 - 6,4 ppm, dimana

kondisi tersebut merupakan nilai optimum bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Konsentrasi oksigen terlarut optimum bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. adalah berkisar antara 4,00 -7,5 ppm (Rusyani,2012).

Derajat keasaman (pH) dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan fitoplankton dalam beberapa hal, diantaranya dapat merubah keseimbangan dari karbon organik, ketersediaan nutrient dan dapat mempengaruhi fisiologis sel (Padang, 2014). Pada penelitian ini pH media kultur yaitu berkisar antara 6,9-7,5. Nilai pH yang rendah adalah salah satu penyebab pertumbuhan tidak optimal. Hal ini didukung oleh pendapat Fajrin (2014), bahwa *Nannochloropsis* sp. dapat hidup dengan baik pada kisaran pH 8-9,5.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama penelitian diperoleh kesimpulan yaitu warna cahaya berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap laju pertumbuhan spesifik dan waktu penggandaan diri (*Doubling time*). Perlakuan terbaik adalah P1 dan P3 karena memiliki pertumbuhan laju

spesifik yang tinggi dan *Doubling time* yang cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anon, Sen M.A.T., M.T. Kocer, & H. Erbas. (2009). Studies on Growth Marine Microalgae in Batch Cultures: *Nannochloropsis oculata* (Eustigmatophyta). *Asian J. of Plant Sciences*. 4(6): 642-644.
- Andriyono, S. (2001). Pengaruh periode penyinaran terhadap pertumbuhan *Iso chysil galbana* klon tahiti, Skripsi. IPB. Bogor
- Bangun, D. A. (2012). Pengaruh Fotoperiode Terhadap Kandungan Protein *Nannochloropsis* sp. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Daefi, Tiara (2016) Pertumbuhan & Kandungan Gizi *Nannochloropsis* sp. yang Diisolasi dari Lampung Mangrove Center dengan Pemberian Dosis Urea Berbeda Pada Kultur Skala Laboratorium Lampung Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- Darsi, R., A. Supriadi, A.,D, & Sasanti. (2012). Karakteristik kimia dan potensi pemanfaatan *Dunaliella salina* dan *Nannochloropsis* sp. Fitech. 1 (1) : 14 – 25.
- De Pauw. N. (1982). Use & production of microalgae as food for Nursery Bivalves Laboratory of marine culture state University of Ghent, Belgium.
- Effendi, H. (2003). Buku Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta. 33-129 hlm.
- Fachrullah, M., R. (2011). Laju Pertumbuhan Mikroalga Penghasil *Biofuel* Jenis *Chlorella* Sp. dan *Nannochloropsis* Sp. Yang Dikultivasi Menggunakan Air Limbah Hasil Penambangan Timah Di Pulau Bangka. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Fajrin., Praticia. (2014). Profil Nitrat Anorganik dan Protein Total Intraseluler Pada Fase Eksponensial Biomassa *Nannochloropsis* sp. Skripsi. Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Kawaroe, M., et al. (2010). Mikroalga Potensi & Pemanfaatannya Untuk Produksi Bio Bahan Bakar. IPB Press. Bogor
- Kusdarwati, R., Bustaman H, & Arief M, (2011), Pengaruh Perbedaan Warna Cahaya Terhadap Pertumbuhan Kultur Spirulina sp. Universitas Airlangga.
- Mercado et al.,(2004). Blue light effect on growth, light absorption characteristic & photosynthesis of five benthic diatom strains. *Aquatic Botany* 78(3), 265-277
- Purwitasari, A. T.,M. A. Alamsja & B.S. Raharja. (2012). Pengaruh Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) Terhadap Peryumbuhan *Nannochloropsis oculata*. *Jurnal of Marine and Coastal Science*. 1 (2): 61-70.
- Richmond, A. (2004). *Handbook of Microalgal Culture Biotechnology and Applied*

- Phycology. Blackwell Science. 577 ha
- Rusyani, E. (2012). Molase sebagai Sumber Mikro Nutrien pada Budidaya Phytoplankton *Nannochloropsis sp.* Salah Satu Alternatif Pemanfaatan Hasil Samping Pabrik Gula. Universitas Lampung.
- Saputro, A., (2008). Pengaruh Perbedaan Warna Lampu Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Gurami *Osphronemus Gouramy* Umur 17 Hari. Skripsi. Fakultas Perikanan & Kelautan Universitas Brawijaya.
- Sari, I.P. dan A. Manan. (2012). Pola Pertumbuhan *Nannochloropsis sp.* Pada Kultur Skala Laboratorium, Intermediet, & Massal. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*. 4:123-127
- Sasmita P.G, Wenten I.G dan Suantika G. (2004). Pengembangan teknologi ultrafiltrasi untuk pemekatan mikroalga. Di dalam Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia. ITB. Bandung. Hal 1-5
- Sopian, T., Junaldi, & M, Azhar,R (2019). Laju Pertumbuhan *Chaetoceros sp.* pada Pemeliharaan Dengan Pengaruh Warna Cahaya Lampu yang Berbeda. Universitas Mataram.
- Utomo, N. B. P., Winarti & A. Erlina. (2005). Pertumbuhan *Spirulina platensis* yang Dikultur Dengan Pupuk Inorganik (Urea, TSP dan ZA) & Kotoran Ayam. *Jurnal Akuakultur Indonesi* avol.4(1):41-48