

**BIOFIKSASI CO₂ DAN PERTUMBUHAN MIKROALGA
NANNOCHLOROPSIS OCULATA PADA SISTEM
FOTOBIOREAKTOR DENGAN VARIASI INTENSITAS
CAHAYA DAN FOTOPERIODE**

SKRIPSI



Oleh :

ANATASYA RACHMA CAHYANI

NPM 22034010140

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2026**

**BIOFIKSASI CO₂ DAN PERTUMBUHAN MIKROALGA
NANNOCHLOROPSIS OCULATA PADA SISTEM
FOTOBIOREAKTOR DENGAN VARIASI INTENSITAS
CAHAYA DAN FOTOPERIODE**

SKRIPSI



Oleh

ANATASYA RACHMA CAHYANI

NPM 22034010140

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2026

**BIOFIKSASI CO₂ DAN PERTUMBUHAN MIKROALGA
NANNOCHLOROPSIS OCULATA PADA SISTEM
FOTOBIOREAKTOR DENGAN VARIASI INTENSITAS
CAHAYA DAN FOTOPERIODE**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

ANATASYA RACHMA CAHYANI

NPM 22034010140

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN
BIOFIKSASI CO₂ DAN PERTUMBUHAN MIKROALGA
***NANNOCHLOROPSIS OCULATA* PADA SISTEM**
FOTOBIOREAKTOR DENGAN VARIASI INTENSITAS
CAHAYA DAN FOTOPERIODE

Disusun Oleh:

Anatasya Rachma Cahyani
NPM 22034010140

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2


Dr. Okik Hendrivanto C., ST., MT.
NIP. 19750717 202121 1 007


M. Faisal Fadhil, S.T., M.Sc.
NIP. 199012242024061001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**BIOFIKSASI CO. DAN PERTUMBUHAN MIKROALGA
NANNOCHLOROPSIS OCULATA PADA SISTEM
FOTOBIOREAKTOR DENGAN VARIASI INTENSITAS
CAHAYA DAN FOTOPERIODE**

Disusun Oleh:

Anatasya Rachma Cahyani
NPM 22034010140

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal Buana
Sains (Terakreditasi Sinta 4)**

Menyetujui,

TIM PENGUJI

Pembimbing 1

1. Ketua

Dr. Okik Hendriyanto E., ST., MT.
NIP. 19750717 202121 1 007

Mohamad Mirwan, ST., MT.
NIP. 19760212 202121 1 004

Pembimbing 2

2. Anggota

M. Faisal Fadhil, S.T., M.Sc.
NIP. 199012242024061001

P. S. Ardisty Sitogasa, S.T., M.T.
NIP. 19901001 202406 2001

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403-199103 2 001

LEMBAR REVISI

BIOFIKSAASI CO₂ DAN PERTUMBUHAN MIKROALGA *NANNOCHLOROPSIS OCULATA* PADA SISTEM FOTOBIOREAKTOR DENGAN VARIASI INTENSITAS CAHAYA DAN FOTOPERIODE

Disusun Oleh:

Anatasya Rachma Cahyani

NPM 22034010140

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 6 Oktober 2026

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Mohamad Mirwan, ST., MT.
NIP. 19760212 202121 1 004

P. S. Ardisty Sitogasa, S.T., M.T.
NIP. 19901001 202406 2001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anatasya Rachma Cahyani
NPM : 22034010140
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah yang telah diajukan untuk memenuhi gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/Lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 6 Oktober 2026

Yang Membuat Pernyataan



Anatasya Rachma Cahyani
22034010140

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Biofiksasi CO₂ dan Pertumbuhan Mikroalga *Nannochloropsis oculata* pada Sistem Fotobioreaktor dengan Variasi Intensitas Cahaya dan Fotoperiode” ini dengan baik. Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Aulia Ulfah Farahdiba, ST., MSc. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing pertama Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bantuan serta bimbingan juga kritik maupun saran dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Muhammad Faisal Fadhil, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing kedua Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bantuan serta bimbingan juga kritik maupun saran dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Mama dan ayah, serta keluarga yang selalu memberikan dukungan baik secara moral maupun material selama perkuliahan berlangsung sehingga dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan lancar.
6. Nala, Seren, Helga, Rigel, Nadia, Nana, Adel dan Ani yang telah kebersamai dari awal masuk kuliah hingga dapat menyelesaikan tugas Tugas Akhir ini dengan baik.
7. Teman – teman Teknik Lingkungan Angkatan 2022 yang turut membantu dan kebersamai dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penyusunan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca.

Surabaya, 10 September 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Lingkup Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.1 Mikroalga	5
2.1.2 Fotobioreaktor.....	8
2.2.1 Deskripsi <i>Nannochloropsis Oculata</i>	9
2.1.3 Biofiksasi CO ₂	10
2.2 Landasan Teori	11
2.2.2 Faktor Pertumbuhan Mikroalga	11
2.1.3 Fase Pertumbuhan <i>N. Oculata</i>	14
2.2.5 Mekanisme Fotosintesis	15
2.2.6 Fotoperiode	17
2.3 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	21

3.1	Kerangka Penelitian	21
3.2	Bahan dan Alat	23
3.2.1	Bahan.....	23
3.2.2	Alat.....	23
3.3	Cara Kerja	24
3.3.1	Persiapan Penelitian	24
3.3.2	Pelaksanaan Penelitian Utama	25
3.4	Variabel	26
3.5	Analisis Penelitian.....	27
3.6	Matriks Penelitian	31
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Pengaruh Intensitas Cahaya dan Fotoperiode Terhadap Pertumbuhan <i>Nannochloropsis Oculata</i> Berdasarkan Kerapatan Sel (Sel/mL).....	32
4.1.1	Kinetika Laju Pertumbuhan Spesifik (μ).....	36
4.2	Pengaruh Intensitas Cahaya dan Fotoperiode Terhadap Biomassa Berdasarkan Berat Kering (<i>Dry Weight</i>)	39
4.2.1	Analisis Produktivitas Biomassa Berdasarkan Berat Kering (<i>Dry Weight</i>).....	42
4.3	Pengaruh Intensitas Cahaya dan Fotoperiode Terhadap Potensi Laju Biofiksasi CO ₂ Berdasarkan Produktivitas Biomassa	45
4.4	Pengaruh Intensitas Cahaya dan Fotoperiode Terhadap Kondisi Lingkungan (pH, Suhu, <i>Dissolved Oxygen</i>).....	47
4.5	Analisis Statistik Regresi Linear Berganda.....	52
4.5.1	Analisis Regresi Linear Berganda Pada Laju Pertumbuhan Spesifik	52
4.5.2	Analisis Regresi Linear Berganda Pada Produktivitas Biomassa	56
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	62

5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....		64
LAMPIRAN A PERHITUNGAN KONDISI KULTUR DAN UJI ANALISIS		70
LAMPIRAN B PROSEDUR KERJA ANALISIS PARAMETER.....		76
LAMPIRAN C DOKUMENTASI PENELITIAN.....		80
LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG.....		85

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi pupuk dalam media	13
Tabel 3. 1 Pola Penelitian	25
Tabel 3. 2 Analisis Parameter	27
Tabel 3. 3 Matriks Penelitian.....	31
Tabel 4. 1 Kerapatan Sel Selama Kultur.....	32
Tabel 4. 2 Laju Pertumbuhan Spesifik (μ).....	36
Tabel 4. 3 Berat Kering <i>N. Oculata</i> Harian	39
Tabel 4. 4 Produktivitas Biomassa	42
Tabel 4. 5 Laju Biofiksasi CO ₂	45
Tabel 4. 6 Rata-Rata Kondisi Lingkungan (pH, Suhu, Dissolved Oxygen) Selama Kultur	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Morfologi <i>Nannochloropsis Oculata</i>	9
Gambar 2. 2 Grafik fase pertumbuhan mikroalga	14
Gambar 2. 3 Reaksi Terang Gelap Fotosintesis.....	16
Gambar 3. 1 Rancangan Reaktor.....	26
Gambar 4. 1 Kurva Kerapatan Sel Fotoperiode 8:16	33
Gambar 4. 2 Kurva Kerapatan Sel Fotoperiode 12:12	34
Gambar 4. 3 Kurva Kerapatan Sel Fotoperiode 16:8	35
Gambar 4. 4 Grafik Laju Pertumbuhan Spesifik (μ)	37
Gambar 4. 5 Kurva Berat Kering pada Fotoperiode 8:16.....	40
Gambar 4. 6 Kurva Berat Kering pada Fotoperiode 12:12.....	41
Gambar 4. 7 Kurva Berat Kering pada Fotoperiode 16:8.....	41
Gambar 4. 8 Kurva Produktivitas Biomassa	43
Gambar 4. 9 Grafik Perubahan pH Selama Kultur	48
Gambar 4. 10 Grafik Perubahan Suhu Selama Kultur.....	50
Gambar 4. 11 Grafik Perubahan Dissolved Oxygen Selama Kultur	51
Gambar 4. 12 Hasil Regresi Linier Berganda Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik	53
Gambar 4. 13 Hasil Regresi Linier Berganda Terhadap Produktivitas Biomassa	56

ABSTRAK

Peningkatan konsentrasi karbon dioksida (CO₂) di atmosfer menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang mendorong pengembangan teknologi penyerapan karbon yang efektif dan berkelanjutan. Mikroalga *Nannochloropsis oculata* berpotensi dalam biofiksasi CO₂ karena mampu mengasimilasi CO₂ melalui fotosintesis dan menghasilkan biomassa. Namun, produktivitas biomassa dan kemampuan biofiksasi CO₂ dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan, sehingga diperlukan pengaturan intensitas cahaya dan fotoperiode yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan mikroalga. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi intensitas cahaya dan fotoperiode terhadap pertumbuhan dan produktivitas biomassa *N. oculata*, menentukan kombinasi perlakuan yang optimal, serta menganalisis potensi biofiksasi CO₂ berdasarkan produktivitas biomassa. Penelitian ini menggunakan sistem fotobioreaktor berkapasitas 4 L dengan sembilan kombinasi perlakuan intensitas cahaya 2.500, 3.000, dan 3.500 lux serta fotoperiode 8:16, 12:12, dan 16:8 jam terang:gelap selama 10 hari. Pertumbuhan diamati berdasarkan kerapatan sel menggunakan hemositometer dan berat kering biomassa, sedangkan produktivitas biomassa digunakan untuk memperkirakan potensi biofiksasi CO₂ secara tidak langsung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan sel dan berat kering tertinggi diperoleh pada perlakuan 3.500 lux–12:12, masing-masing sebesar $3,30 \times 10^6$ sel/mL dan 0,42 g/L pada hari ke-8. Produktivitas biomassa dan potensi biofiksasi CO₂ tertinggi diperoleh pada perlakuan 3.500 lux–16:8, masing-masing sebesar 0,043 g/L/hari dan 0,079 g CO₂/L/hari. Dengan demikian, pengaturan intensitas cahaya dan fotoperiode dapat digunakan untuk mengoptimalkan kinerja *N. oculata*, dengan 12:12 lebih optimal untuk akumulasi biomassa dan 16:8 untuk produktivitas biomassa serta biofiksasi CO₂.

Kata Kunci: biofiksasi CO₂, intensitas cahaya, *Nannochloropsis oculata*, fotobioreaktor, fotoperiode, produktivitas biomassa

ABSTRACT

*The increasing concentration of carbon dioxide (CO₂) in the atmosphere has become an environmental concern that encourages the development of effective and sustainable carbon capture technologies. The microalga *Nannochloropsis oculata* has potential for CO₂ biofixation because it can assimilate CO₂ through photosynthesis while producing biomass. However, biomass productivity and CO₂ biofixation are influenced by light conditions, making the regulation of light intensity and photoperiod important for supporting microalgal growth. This study aimed to analyze the effects of different light intensities and photoperiods on the growth and biomass productivity of *N. oculata*, determine the optimal treatment combination, and evaluate its CO₂ biofixation potential based on biomass productivity. The study was conducted experimentally using 4-L photobioreactors with nine treatment combinations of light intensities of 2,500, 3,000, and 3,500 lux and photoperiods of 8:16, 12:12, and 16:8 h light:dark for 10 days. Growth was monitored based on cell density using a hemocytometer and dry biomass weight, while biomass productivity was used to indirectly estimate CO₂ biofixation potential. The results showed that the highest cell density and dry biomass were obtained at 3,500 lux–12:12, reaching 3.30×10^6 cells/mL and 0.42 g/L, respectively, on day 8. The highest biomass productivity and CO₂ biofixation potential were obtained at 3,500 lux–16:8, reaching 0.043 g/L/day and 0.079 g CO₂/L/day, respectively. Therefore, controlling light intensity and photoperiod can optimize the performance of *N. oculata*, with 12:12 being more optimal for biomass accumulation and 16:8 for biomass productivity and CO₂ biofixation.*

Keywords: CO₂ biofixation, light intensity, *Nannochloropsis oculata*, photobioreactor, photoperiod, biomass productivity