

**PENGARUH KONSENTRASI CO₂ DAN INTENSITAS
CAHAYA TERHADAP PRODUKTIVITAS
Scenedesmus sp. PADA MEDIA KULTUR**

SKRIPSI



Oleh :

MUH. DZAKY MURTADHA
NPM 20034010047

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGARUH KONSENTRASI CO₂ DAN INTENSITAS CAHAYA
TERHADAP PRODUKTIVITAS *Scenedesmus* sp. PADA MEDIA
KULTUR**

Disusun Oleh :

MUH. DZAKY MURTADHA
NPM: 20034010047

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing


Dr. Okik Hendriyanto C., S.T., M.T.
NIP/NPT. 19750717 202121 1007

Mengetahui,

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



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

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KONSENTRASI CO₂ DAN INTENSITAS CAHAYA
TERHADAP PRODUKTIVITAS *Scenedesmus* sp. PADA MEDIA
KULTUR**

Disusun Oleh :

MUH. DZAKY MURTADHA

NPM: 20034010047

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Eduvest Journal
Of Universal Studies (Terakreditasi SINTA 3)

Menyetujui,

TIM PENGUJI

PEMBIMBING

1. Ketua


Dr. Okik Hendriyanto C., S.T., M.T.
NIP/NPT. 19750717 202121 1007


Aussie Amalia, S.T., MSc.
NIP. 172 1992 1124 059

2. Anggota


Restu Hikmah Ayu M., SST., MSc.
NIP. 19930416 202506 2005

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

**PENGARUH KONSENTRASI CO₂ DAN INTENSITAS CAHAYA
TERHADAP PRODUKTIVITAS *Scenedesmus sp.* PADA MEDIA
KULTUR**

Disusun Oleh :

MUH. DZAKY MURTADHA
NPM: 20034010047

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 4 Desember 2025

TIM PENILAI

KETUA PENGUJI

ANGGOTA PENGUJI


Aussie Amalia, S.T., MSc.
NIP. 172 1992 1124 059


Restu Hikmah Ayu M., SST., MSc.
NIP. 19930416 202506 2005

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muh. Dzaky Murtadha
NPM : 20034010047
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik Dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh 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, 3 Desember 2025
Yang Membuat Pernyataan



Muh. Dzaky Murtadha
NPM 20034010047

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT Tuhan Semesta Alam yang telah memberikan limpahan rahmat, nikmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir skripsi yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi CO₂ dan Intensitas Cahaya Terhadap Produktivitas *Scenedesmus* Sp. Pada Media Kultur”**. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur.

Penulisan laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku dekan Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, S.T, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang membimbing saya dengan segala kritik, saran dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini berlangsung.
4. Ibu Juli Winarti, S.T., dan Bapak Toni Ika Aritosa, S.T., selaku Laboran Program Studi Teknik Lingkungan yang membantu penulis dalam analisis laboratorium selama penelitian berlangsung.
5. Ibu Aussie Amalia S.T., MSc., Ibu Dr. Aulia Ulfah Farahdiba, S.T., MSc., dan Ibu Restu Hikmah Ayu Murti, SST., MSc., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan, dan motivasi untuk menjadikan skripsi yang disusun menjadi lebih baik.
6. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membagikan ilmu di dalam kelas maupun diskusi di luar kelas.
7. Orang Tua yang selalu ikhlas mendoakan dalam setiap doa yang dipanjatkan yang telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian laporan.
8. Saudari Hanny Nur Azizah selaku partner yang memberikan dukungan, bantuan, dan dukungan motivasi untuk menyelesaikan penelitian ini

9. Teman-teman angkatan 2020 yang telah saling membantu dalam memberikan masukan, informasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Kepada diri sendiri yang senantiasa kuat menyelesaikan penelitian ini hingga akhir.

Meski demikian, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan skripsi ini, sehingga penulis secara terbuka menerima saran dan kritik positif dari pembaca agar laporan mendatang dapat mencapai kesempurnaan dan bisa menjadi referensi yang baik bagi pembaca.

Akhir-kata, penulis menyampaikan terimakasih atas kerja sama seluruh pihak yang membantu penyelesaian tugas akhir skripsi dari awal hingga akhir. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi perkembangan penelitian dan ilmu pengetahuan yang lebih baik lagi. Terimakasih.

Surabaya, Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR GRAFIK	viiviii
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Landasan Teori	4
2.1.1 Mikroalga	4
2.1.2 Deskripsi <i>Scenedesmus sp.</i>	5
2.1.3 Fotobioreaktor	8
2.1.4 Turbidimeter	10
2.1.5 Fase Pertumbuhan Mikroalga.....	11
2.1.6 Faktor Pertumbuhan Mikroalga.....	13
2.1.7 Fotosintesis	15
2.1.8 Media Pertumbuhan.....	17
2.1.9 Pemanenan Mikroalga	18
2.2 Hasil Penelitian Sebelumnya	20
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Kerangka Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat	24
3.2.2 Bahan.....	25
3.2.3 Skema Rangkaian Alat Penelitian	26

3.3	Prosedur Penelitian	26
3.3.1	Persiapan Fotobioreaktor	26
3.3.2	Persiapan Kultur Mikroalga	27
3.3.3	Penebaran Bibit	27
3.3.4	Injeksi Karbon Dioksida	28
3.3.5	Pengamatan dan Pengambilan Data	28
3.3.6	Analisis data	28
3.4	Variabel	29
3.5	Analisis Penelitian	30
3.5.1	Menghitung Kepadatan Sel dan Populasi Mikroalga	30
3.5.2	Menentukan Efisiensi Penyerapann CO ₂ oleh Mikroalga	30
3.5.3	Menhitung Berat Kering (<i>Dry Weight</i>)	30
3.5.4	Menghitung Laju Pertumbuhan Sel	31
3.5.5	Menghitung Produktivitas Biomassa	31
3.5.6	Analisis Statistik (<i>Two-Way</i> ANOVA)	32
3.6	Keterkaitan Antar Variabel	34
3.7	Jadwal Pelaksanaan	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Pengaruh Konsentrasi CO ₂ dan Intensitas Cahaya terhadap Produktivitas berdasarkan Kepadatan Sel	36
4.2	Pengaruh Konsentrasi CO ₂ dan Intensitas Cahaya terhadap Produktivitas berdasarkan Turbiditas (Kekeruhan)	41
4.3	Pengaruh Konsentrasi CO ₂ dan Intensitas Cahaya terhadap Produktivitas berdasarkan Berat Kering (<i>Dryweight</i>)	46
4.4	Analisis Laju Pertumbuhan Spesifik (μ)	51
4.5	Analisis Produktivitas Biomassa (g/L/hari)	53
4.6	Analisis Efisiensi Penyerapan CO ₂	56
4.7	Analisis Pengaruh pH terhadap Produktivitas Mikroalga	61
4.8	Fenomena Anomali Fase Adaptasi (<i>Lag Phase</i>) Mikroalga di Awal Kultur	62
4.9	Konsistensi dan Hubungan Antar Parameter Pertumbuhan	64
4.10	Analisis Pengaruh Konsentrasi CO ₂ dan Intensitas Cahaya terhadap	

Produktivitas Mikroalga dengan Menggunakan <i>Two Way Anova</i>	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Mikroalga <i>Scenedesmus sp.</i> dan <i>Chlorella vulgaris</i>	8
Tabel 2.2 Perbandingan Fotobioreaktor Terbuka dan Tertutup	10
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu.....	20
Tabel 3.1 Keterkaitan Antar Variabel	34
Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan	34
Tabel 4.1 Hasil Analisis Pengaruh CO ₂ dan Intensitas Cahaya Terhadap Kepadatan Sel.....	36
Tabel 4.2 Hasil Analisis Pengaruh CO ₂ dan Intensitas Cahaya Terhadap Turbiditas (Kekeruhan).....	42
Tabel 4.3 Hasil Analisis Pengaruh Konsentrasi CO ₂ dan Intensitas Cahaya Terhadap Berat Kering.....	46
Tabel 4.4 Hasil Analisa Laju Pertumbuhan Spesifik.....	51
Tabel 4.5 Hasil Analisis Produktivitas Biomassa.....	53
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran CO ₂ dan Analisa Efisiensi Penyerapan CO ₂ (ppm dan %).....	56
Tabel 4.7 Hasil Pengamatan pH.....	61
Tabel 4.8 Hasil Analisis Statistik	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikroalga <i>Scenedesmus sp.</i>	5
Gambar 2.2 Mikroalga <i>Chlorella vulgaris</i>	7
Gambar 2.3 Contoh Fotobioreaktor.....	9
Gambar 2.4 Grafik Fase Pertumbuhan Mikroalga	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Skema Detail Rencana Rangkaian Penelitian.....	26
Gambar 3.3 Skema Rencana Rangkaian Penelitian.....	26

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.1 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 1.....	37
Grafik 4.1.2 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 2.....	37
Grafik 4.1.3 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 3.....	37
Grafik 4.1.4 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 4.....	38
Grafik 4.1.5 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 5.....	38
Grafik 4.1.6 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 6.....	38
Grafik 4.1.7 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 7.....	38
Grafik 4.1.8 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 8.....	39
Grafik 4.1.9 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 9.....	37
Grafik 4.1.10 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 10.....	37
Grafik 4.1.11 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 11.....	37
Grafik 4.1.12 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 12.....	38
Grafik 4.1.13 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 13.....	38
Grafik 4.1.14 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 14.....	38
Grafik 4.1.15 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 15.....	38
Grafik 4.1.16 Dinamika Kepadatan Sel Mikroalga Pada FBR 16.....	39
Grafik 4.2.1 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 1	43
Grafik 4.2.2 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 2	43
Grafik 4.2.3 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 3	43
Grafik 4.2.4 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 4	43
Grafik 4.2.5 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 5	44
Grafik 4.2.6 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 6	44
Grafik 4.2.7 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 7	44
Grafik 4.2.8 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 8	44
Grafik 4.2.9 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 9	43
Grafik 4.2.10 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 10	43
Grafik 4.2.11 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 11	43
Grafik 4.2.12 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 12	43
Grafik 4.2.13 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 13	44
Grafik 4.2.14 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 14	44
Grafik 4.2.15 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 15	44

Grafik 4.2.16 Dinamika Turbiditas (Kekeruhan) FBR 16	44
Grafik 4.3.1 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 1.....	47
Grafik 4.3.2 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 2.....	48
Grafik 4.3.3 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 3.....	48
Grafik 4.3.4 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 4.....	48
Grafik 4.3.5 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 5.....	48
Grafik 4.3.6 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 6.....	49
Grafik 4.3.7 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 7.....	49
Grafik 4.3.8 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 8.....	49
Grafik 4.3.9 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 9.....	44
Grafik 4.3.10 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 10.....	47
Grafik 4.3.11 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 11.....	48
Grafik 4.3.12 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 12.....	48
Grafik 4.3.13 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 13.....	48
Grafik 4.3.14 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 14.....	49
Grafik 4.3.15 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 15.....	49
Grafik 4.3.16 Dinamika Berat Kering Biomassa FBR 16.....	49
Grafik 4.4 Dinamika Laju Pertumbuhan Sel (μ)	52
Grafik 4.5.1 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 1.....	57
Grafik 4.5.2 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 2.....	57
Grafik 4.5.3 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 3.....	58
Grafik 4.5.4 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 4.....	58
Grafik 4.5.5 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 5.....	58
Grafik 4.5.6 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 6.....	58
Grafik 4.5.7 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 7.....	59
Grafik 4.5.8 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 8.....	59
Grafik 4.5.9 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 9.....	57
Grafik 4.5.10 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 10.....	57
Grafik 4.5.11 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 11.....	58
Grafik 4.5.12 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 12.....	58
Grafik 4.5.13 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 13.....	58
Grafik 4.5.14 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 14.....	58

Grafik 4.5.15 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 15.....	59
Grafik 4.5.16 Dinamika Efisiensi Penyerapan CO ₂ FBR 16.....	59

ABSTRAK

PENGARUH KONSENTRASI CO₂ DAN INTESITAS CAHAYA

TERHADAP PRODUKTIVITAS *Scenedesmus sp* PADA MEDIA KULTUR

Mikroalga *Scenedesmus sp.* merupakan sumber daya hayati yang memiliki potensi tinggi dalam produksi biomassa dan fiksasi karbon dioksida (CO₂). Produktivitas mikroalga sangat bergantung pada ketersediaan sumber daya utama, yaitu cahaya sebagai sumber energi dan CO₂ sebagai sumber karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menentukan kombinasi optimal dari konsentrasi CO₂ dan intensitas cahaya yang paling efektif dalam memaksimalkan pertumbuhan dan produktivitas *Scenedesmus sp.* Penelitian ini menggunakan sistem kultivasi *batch* selama 10 hari pada 16 unit Fotobioreaktor (FBR). Rancangan perlakuan faktorial 4×4 memvariasikan empat tingkat konsentrasi CO₂ (2%, 2.5%, 3%, 3.5%) dan empat tingkat intensitas cahaya (3500, 4000, 4500, 5000 Lux). Pertumbuhan diukur berdasarkan kepadatan sel (sel/mL) menggunakan metode Haemocytometer yang diamati setiap dua hari, serta dihitung laju pertumbuhan spesifik (μ). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pola pertumbuhan melewati fase *Lag* (Hari 0–2) dan fase Eksponensial (Hari 2–8). Kombinasi perlakuan 3% CO₂ dan 4500 Lux (FBR 11) secara konsisten menghasilkan kepadatan sel tertinggi, mencapai puncaknya 1.41×10^6 sel/mL pada Hari ke-8, yang juga mengindikasikan laju pertumbuhan spesifik maksimum. Kondisi lain menunjukkan fenomena penghambatan: intensitas cahaya 5000 Lux menyebabkan *photoinhibition* atau kerusakan aparatus fotosintesis, sementara konsentrasi CO₂ tertinggi 3.5% menyebabkan penurunan kepadatan sel akibat dugaan penurunan pH media. Disimpulkan bahwa kondisi optimal 3% CO₂ dan 4500 Lux adalah kondisi paling efektif untuk meningkatkan produktivitas *Scenedesmus sp.* dalam sistem FBR.

Kata Kunci: *Scenedesmus sp.*, Produktivitas, CO₂, Intensitas Cahaya, Fotobioreaktor.

ABSTRACT

THE EFFECT OF CO₂ CONCENTRATION AND LIGHT INTENSITY ON THE PRODUCTIVITY OF *Scenedesmus* sp. IN CULTURE MEDIA

*The microalga *Scenedesmus* sp. is a biological resource with high potential for biomass production and carbon dioxide (CO₂) fixation. The productivity of microalgae is highly dependent on the availability of two primary resources: light as the energy source and CO₂ as the carbon source. This study aimed to evaluate and determine the optimal combination of CO₂ concentration and light intensity that is most effective in maximizing the growth and productivity of *Scenedesmus* sp.. The research utilized a batch cultivation system over a 10-day period in 16 Photobioreactor (FBR) units. A 4×4 factorial experimental design was applied, varying four levels of CO₂ concentration (2%, 2.5%, 3%, 3.5%) and four levels of light intensity (3500, 4000, 4500, 5000 Lux). Growth was monitored based on cell density (cells/mL), counted using the Haemocytometer method every two days, and the specific growth rate (μ) was calculated. The results indicated that the growth pattern exhibited a Lag phase (Day 0–2) and an Exponential phase (Day 2–8). The treatment combination of 3% CO₂ concentration and 4500 Lux light intensity (FBR 11) consistently yielded the highest cell density, peaking at 1.41×10^6 cells/mL on Day 8, which also reflected the maximum specific growth rate. Other conditions showed inhibitory effects: the 5000 Lux light intensity caused photoinhibition or damage to the photosynthetic apparatus, while the highest CO₂ concentration of 3.5% led to a decline in cell density due to a suspected drop in the medium pH. It is concluded that the optimal condition of 3% CO₂ and 4500 Lux is the most effective condition for enhancing the productivity of *Scenedesmus* sp. in the FBR system.*

Keywords: *Scenedesmus* sp., Productivity, CO₂, Light Intensity, Photobioreactor.