

SKRIPSI

**KINETIKA PERTUMBUHAN MIKROALGA
CHLORELLA SP DALAM PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK MENGGUNAKAN
OXIDATION DITCH ALGAE REACTOR
(ODAR)**



Oleh :

NABILLA CANDRAHANIFA

NPM 17034010020

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2021**

SKRIPSI

**KINETIKA PERTUMBUHAN MIKROALGA
CHLORELLA SP. DALAM PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DOMESTIK MENGGUNAKAN
OXIDATION DITCH ALGAE REACTOR
(ODAR)**



Oleh :

NABILLA CANDRAHANIFA

NPM 17034010020

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2021**

**KINETIKA PERTUMBUHAN MIKROALGA *CHLORELLA SP.*
DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK
MENGUNAKAN *OXIDATION DITCH ALGAE REACTOR* (ODAR)**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

NABILLA CANDRAHANIFA

NPM 17034010020

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JATIM
SURABAYA
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

**KINETIKA PERTUMBUHAN MIKROALGA *CHLORELLA SP.*
DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK
MENGUNAKAN *OXIDATION DITCH ALGAE REACTOR (ODAR)***

Disusun Oleh :

NABILLA CANDRAHANIFA

NPM: 17034010020

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal :


Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Euis Nurul Hidayah, ST, MT, Ph.D

NIP3K. 197710232021212004

Mengetahui,
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**



Dr. Dra. Jariyah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001

CURRICULUM VITAE

PENELITI				
1	Nama Lengkap	Nabilla Candrahanifa		
2	NPM	17034010020		
3	Tempat Tanggal Lahir	Jombang, 10 November 1998		
4	Alamat	Jl. Sentot Prawirodirjo No. 33, Jombang		
5	Telpon	085648623278		
6	Email	nabillac40@gmail.com		
PENDIDIKAN				
No	Institusi	Jurusan	Tahun	Keterangan
1.	SDN 1 Wonosalam	-	2004-2010	Lulus
2.	Pondok Modern Darussalam Gontor Putri 3, Ngawi	-	2010-2013	Lulus
3.	SMP Muhammadiyah 1 Jombang	-	2013-2014	Lulus
4.	SMA Muhammadiyah 1 Jombang	IPA	2014-2017	Lulus
5.	UPN "Veteran" Jawa Timur	Teknik Lingkungan	2017-2021	Lulus
TUGAS AKADEMIK				
No	Tugas/Kegiatan	Judul/Tempat	Tahun	
1	Kuliah Kerja Nyata	Desa Modongan, Kecamatan Sooko, Kab. Mojokerto	2020	
2	Kerja Praktik	Analisis Pengelolaan Sampah di CV. National Public Needs, Sidoarjo	2020	
3.	Tugas Perencanaan	Bangunan Pengolahan Air Buangan Limbah Domestik Perumahan	2021	
4.	Skripsi	Kinetika Pertumbuhan Mikroalga <i>Chlorella Sp.</i> Dalam Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan <i>Oxidation Ditch Algae Reactor (ODAR)</i>	2021	
IDENTITAS ORANG TUA				
1	Nama	Imam Padholi		
2	Alamat	Jl. Sentot Prawirodirjo No. 33, Jombang		
3	Pekerjaan	Wirausaha		
4	Telp	081259358242		

ABSTRAK

Chlorella Sp. adalah salah satu spesies alga hijau yang tidak mempunyai kemampuan untuk bergerak. *Chlorella Sp.* merupakan salah satu biofilter penghilang nutrisi serta polutan dalam air limbah. *Chlorella Sp.* juga berfungsi sebagai kasalisator dalam proses fotosintesis, karena banyak terdapat klorofil. Pada penelitian ini menggunakan limbah domestik sebagai media penelitian. Sebelum melakukan running pada oxidation ditch algae reactor, dilakukan kultivasi pada mikroalga untuk memperbanyak jumlah mikroalga yang dibutuhkan untuk penelitian. Kemudian dilakukan aklimatisasi mikroalga untuk mengetahui batas maksimal yang dapat diterima oleh mikroalga *Chlorella Sp.* Pada oxidation ditch reaktor memiliki kapasitas sebesar 250 liter dan digunakan dalam kondisi 60 rpm oxic dan 60 rpm oxic-anoxic selama 5x24 jam, dan pengambilan sampel dilakukan setiap hari selama 5 hari. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peranan dan efektifitas *Chlorella Sp.* dalam mendegradasi kandungan NO_3^- , PO_4^{3-} dan Klorofil-A pada pengolahan air limbah domestik. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa mikroalga *Chlorella Sp.* mampu meremoval nitrat maksimum sebesar 81,96% dengan nitrat awal 5,82 mg/L menjadi 1,05 mg/L. Mikroalga *Chlorella Sp.* juga mampu meremoval fosfat maksimum sebesar 75,52% dengan nilai fosfat awal 3,35 mg/L menjadi 0,82 mg/L. Pertumbuhan klorofil-a paling tinggi terjadi pada kondisi 60 rpm oxic dengan ratio perbandingan volume 1:3 sebesar 3,025 mg/L. Dan memiliki nilai laju pertumbuhan maksimum (μ_{max}) sebesar $0,044 \text{ h}^{-1}$ untuk kondisi oxic dan $0,532 \text{ h}^{-1}$ untuk kondisi oxic-anoxic. Lalu kinetika berdasarkan konsumsi substrat maksimum ($r_{\text{s max}}$) yang terbaik menggambarkan pertumbuhan makroalga pada penelitian ini adalah pemodelan Aiba.

Kata kunci: *Chlorella Sp.*, kinetika pertumbuhan, pemodelan Andrew, pemodelan Teissar, pemodelan Aiba.

ABSTRACT

Chlorella sp is a species of green algae that does not have the ability to move. *Chlorella* sp is a biofilter that removes nutrients and pollutants in wastewater. *Chlorella* sp also functions as a catalyst in the photosynthesis process, because there is a lot of chlorophyll. In this study, domestic waste is used as a research medium. Before running the oxidation ditch algae reactor, microalgae cultivation was carried out to increase the number of microalgae needed for research. Then the microalgae acclimatization was carried out to determine the maximum acceptable limit for the microalgae *Chlorella* sp. The oxidation ditch reactor has a capacity of 250 liters and is used in conditions of 60 rpm oxic and 60 rpm oxicanoxic for 5x24 hours, and sampling is carried out every day for 5 days. This research was conducted to determine the role and effectiveness of *Chlorella* Sp. in degrading NO₃⁻, PO₄³⁻ and Chlorophyll-A content in domestic wastewater treatment. From the research results, it can be seen that the microalgae *Chlorella* Sp. able to remove the maximum nitrate of 81.96% with initial nitrate 5.82 mg/L to 1.05 mg/L. Microalgae *Chlorella* Sp. also able to remove maximum phosphate of 75.52% with an initial phosphate value of 3.35 mg/L to 0.82 mg/L. The highest growth of chlorophyll-a occurred at 60 rpm oxic conditions with a volume ratio ratio of 1:3 of 3.025 mg/L. And has a maximum growth rate (μ_{max}) of 0.044 h⁻¹ for oxic conditions and 0.532 h⁻¹ for oxic-anoxic conditions. Then the kinetics based on maximum substrate consumption (r_s max) that best describes the growth of macroalgae in this study is the Aiba modeling.

Keywords: *Chlorella* Sp, growth kinetics, Andrew modeling, Teissar modeling, Aiba modeling.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Kinetika Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella Sp.* dalam Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Menggunakan *Oxidation Ditch Algae Reactor (ODAR)*”**.

Penulisan laporan ini bertujuan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan bagi mahasiswa program S1 pada Program Studi Teknik Lingkungan di Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan laporan ini.

Selesainya laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang memberikan bantuan moril maupun materil secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Euis Nurul Hidayah ST., MT., Ph.D. sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu mulai dari penyusunan ide hingga laporan akhir.
4. Bapak Mohamad Mirwan, ST., MT. dan Ibu Firra Rosariawari, ST., MT., selaku dosen penguji tugas akhir saya.
5. Kedua Orang Tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan, doa dan materi.

6. Teman dekat saya Retno, Emira, Jihan, Laila dan Kevin yang selalu memberikan semangat, dukungan dan bantuan selama saya mengalami kesulitan dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
7. Teman-teman satu bimbingan saya khususnya Nadiya, Emira, Imaniar, Fairuz dan Jihan yang telah berjuang dan berproses bersama dalam penelitian ini.
8. Semua teman-teman Teknik Lingkungan khususnya angkatan 2017 dan semua pihak yang telah membantu selalu mendoakan saya dan tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyampaikan terima kasih dan maaf akan banyaknya kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Penulis juga sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan penyusunan berikutnya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat, khususnya dunia ilmu pengetahuan pada umumnya.

Surabaya, November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Air Limbah.....	4
2.1.1 Air Limbah Domestik	4
2.1.2 Karakteristik Air Limbah Domestik	5
2.2 Mikroalga.....	7
2.2.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Alga.....	7
2.2.2 Pertumbuhan Mikroalga.....	9
2.3 Microalgae <i>Chlorella sp</i>	11
2.3.1 Habitat dan Ekologi	13
2.3.2 Reproduksi <i>Chlorella sp</i>	13
2.3.3 Kandungan Senyawa <i>Chlorella sp</i>	13
2.3.4 Pigmen-pigmen pada <i>Chlorella sp</i>	14
2.3.5 Peranan <i>Chlorella sp</i>	15
2.3.6 Kultivasi (Seeding) dan Aklimatisasi <i>Chlorella sp</i>	16
2.3.7 Faktor-faktor Pertumbuhan Mikroalga	18
2.4 Parameter Penghambat (<i>inhibitor</i>) Pertumbuhan Mikroalga.....	19

2.4.1 Nitrogen	20
2.4.2 Fosfor	20
2.5 Proses Pengolahan <i>Oxic</i> dan <i>Anoxic</i>	20
2.6 Kinetika Laju Pertumbuhan Mikroalga	21
2.6.1 Laju Pertumbuhan	21
2.6.2 Model Persamaan Monod	22
2.6.3 Pemodelan Kinetika Berdasarkan Konsumsi Substrat	22
2.6.4 Pemodelan Kinetika Andrews	23
2.6.5 Pemodelan Kinetika Tessier	23
2.6.6 Pemodelan Kinetika Aiba	24
2.7 Hasil Penelitian Terdahulu	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Kerangka Penelitian	27
3.2 Bahan dan Alat	29
3.2.1 Bahan-bahan Penelitian	29
3.2.2 Alat-alat Penelitian	30
3.3 Cara Kerja	32
3.3.1 Penelitian Pendahuluan	32
3.3.2 Penelitian Utama	33
3.4 Variabel Penelitian	34
3.5 Uji Analisis	35
3.6 Jadwal Kegiatan	36
3.7 Skema Penelitian	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Karakteristik Limbah	38
4.2 Penelitian Pendahuluan	38
4.2.1 <i>Seeding Chlorella Sp.</i>	38
4.2.2 Aklimatisasi Mikroalga <i>Chlorella Sp.</i>	39
4.3 Persen Removal (%)	39
4.3.1 Persen Removal Nitrat (%)	39
4.3.2 Persen Removal Fosfat (%)	42

4.4	Pertumbuhan Mikroalga <i>Chlorella Sp</i>	45
4.5	Pertumbuhan Biomassa (mg/L)	47
4.5.1	Pertumbuhan Biomassa Terhadap Penurunan Nitrat	49
4.5.2	Pertumbuhan Biomassas Terhadap Penurunan Fosfat	51
4.6	Penentuan Parameter Kinetika.....	53
4.7	Laju Pertumbuhan (μ).....	53
4.8	Konstanta Kejenuhan dan Laju Pertumbuhan Maksimum	54
4.9	Kinetika Pertumbuhan Mikroalga Berdasarkan Konsumsi Substrat	55
4.10	Pemodelan Kinetika Andrew	55
4.11	Pemodelan Kinetika Tessier	58
4.12	Pemodelan Kinetika Aiba	60
4.13	Uji Statistika	62
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN A	DATA HASIL ANALISA	A-1
LAMPIRAN B	PERHITUNGAN	B-1
LAMPIRAN C	PROSEDUR UJI	C-1
LAMPIRAN D	DOKUMENTASI	D-1
LAMPIRAN E	DATA PENDUKUNG	E-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	24
Tabel 3.1 Bahan-bahan Penelitian	29
Tabel 3.2 Alat-alat Penelitian	30
Tabel 3.3 Matrik Variabel Penelitian	35
Tabel 3.4 Metode Pengujian/Analisa	36
Tabel 3.5 Jadwal Kegiatan	36
Tabel 4.1 Karakteristik Limbah Domestik	38
Tabel 4.2 Perbandingan Volume dan Waktu Sampling Klorofil-a	45
Tabel 4.3 Pertumbuhan Biomassa Mikroalga <i>Chlorella Sp</i>	47
Tabel 4.4 Nilai Laju Pertumbuhan Spesifik (μ (hari ⁻¹)	53
Tabel 4.5 Nilai (μ max) dan (Ks) terhadap variasi dan reaktor	54
Tabel 4.6 Kinetika Pertumbuhan Maksimum pemodelan Andrew	56
Tabel 4.7 Kinetika Pertumbuhan Maksimum pemodelan Tessier.....	58
Tabel 4.8 Kinetika Pertumbuhan Maksimum pemodelan Aiba	60
Tabel 4.9 Analisa Regresi Linear Berganda (<i>Oxic</i>).....	62
Tabel 4.10 Analisa Regresi Linear Berganda (<i>Oxic-Anoxic</i>)	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fase Pertumbuhan Mikroalga	9
Gambar 2.2 Mikroalga <i>Chlorella sp</i>	12
Gambar 2.3 Struktur Morfologi <i>Chlorella sp</i>	12
Gambar 2.4 Pengaruh nutrien pembatas terhadap <i>specific growth rate</i>	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	27
Gambar 3.2 Desain <i>Oxication Ditch Algae Reactor</i>	37
Gambar 4.1 Pensen Penyisihan Nitrat (<i>Oxic</i>)	40
Gambar 4.2 Pensen Penyisihan Nitrat (<i>Oxic-Anoxic</i>).....	41
Gambar 4.3 Pensen Penyisihan Fosfat (<i>Oxic</i>)	43
Gambar 4.4 Pensen Penyisihan Fosfat (<i>Oxic-Anoxic</i>)	43
Gambar 4.5 Hubungan Waktu Sampling dengan Klorofil-a (<i>Oxic</i>)	46
Gambar 4.6 Hubungan Waktu Sampling dengan Klorofil-a (<i>Oxic-Anoxic</i>)	46
Gambar 4.7 Pertumbuhan Biomassa Terhadap Nitrat (<i>Oxic</i>).....	49
Gambar 4.8 Pertumbuhan Biomassa Terhadap Nitrat (<i>Oxic-Anoxic</i>)	50
Gambar 4.9 Pertumbuhan Biomassa Terhadap Fosfat (<i>Oxic</i>).....	51
Gambar 4.10 Pertumbuhan Biomassa Terhadap Nitrat (<i>Oxic-Anoxic</i>)	52