

SKRIPSI

PEMODELAN KINETIKA LAJU PERTUMBUHAN SERTA KEMAMPUAN *MACROALGAE CLADOPHORA GLOMERATA* DALAM MENGOLAH AIR LIMBAH *LAUNDRY*



Oleh :

GINA APRILLIANA ASMAR

1552010063

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
TAHUN 2019**

**PEMODELAN KINETIKA LAJU PERTUMBUHAN SERTA
KEMAMPUAN *MACROALGAE CLADOPHORA GLOMERATA* DALAM
MENGOLAH AIR LIMBAH *LAUNDRY***

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

GINA APRILLIANA ASMAR

1552010063

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
SURABAYA
TAHUN 2019**

**PEMODELAN KINETIKA LAJU PERTUMBUHAN SERTA
KEMAMPUAN *MACROALGAE CLADOPHORA GLOMERATA*
DALAM MENGOLAH AIR LIMBAH LAUNDRY**

SKRIPSI

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

Oleh :

GINA APRILLIANA ASMAR

1552010063

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2019**

**PEMODELAN KINETIKA LAJU PERTUMBUHAN SERTA
KEMAMPUAN *MACROALGAE CLADOPHORA GLOMERATA*
DALAM MENGOLAH AIR LIMBAH LAUNDRY**

Oleh :

GINA APRILLIANA ASMAR


1552010063

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.
NPT. 377109901741

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Teknik Lingkungan


Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

Tim Penguji :
Penguji I,


Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001


Penguji II,


Firra Rosariawari, ST., MT.
NPT. 375040401961

Penguji III,


Okik Hendriyanto C., ST., MT.
NPT. 375079901721

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
UPN "Veteran" Jawa Timur


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

ABSTRAK

Salah satu teknologi alternatif untuk mengolah limbah *laundry* sebagai salah satu penyumbang pencemar pada badan air adalah dengan memanfaatkan organisme, salah satunya adalah makroalga hasil dari pencemaran badan air berupa eutrofikasi. Makroalga yang sering muncul dalam eutrofikasi salah satunya adalah *Cladophora glomerata*. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui kemampuan *Cladophora glomerata* dalam menyerap polutan air limbah *laundry* seperti fosfat, BOD, dan COD. Selain itu juga ditambahkan parameter penghambat (*inhibitor*) berupa nitrat untuk mengetahui pertumbuhan biomassa serta kinetika pertumbuhan makroalga sebagai efek penyerapan polutan serta tambahan *inhibitor* tersebut menggunakan pemodelan Andrew, Teissar, dan Aiba. Penelitian ini dilakukan dalam skala uji laboratorium menggunakan reaktor dengan volume sampel 300 ml dan berat makroalga 3 gram pada masing-masing reaktor. Air limbah *laundry* digunakan sebagai habitat makroalga selama 1-5 hari penelitian dengan variasi berupa konsentrasi nitrat sebagai *inhibitor* serta lama penyinaran. Hasil penelitian ini menunjukkan makroalga berhasil menurunkan fosfat hingga 92,82%, nitrat hingga 98,50%, COD hingga 25,81%, BOD hingga 54% serta mengalami pertumbuhan biomassa hingga 31,21%. Dan memiliki nilai laju pertumbuhan maksimum (μ_{max}) sebesar $0,0074 \text{ h}^{-1}$ untuk penyinaran 12 jam dan $0,012 \text{ h}^{-1}$ untuk penyinaran 20 jam. Lalu kinetika berdasarkan konsumsi substrat maksimum ($r_{s \text{ max}}$) yang terbaik menggambarkan pertumbuhan makroalga pada penelitian ini adalah pemodelan Teissar.


Kata kunci: *Cladophora glomerata*, kinetika pertumbuhan, pemodelan Andrew, pemodelan Teissar, pemodelan Aiba.

ABSTRACT

The alternative technology for treating laundry waste as one of the contributors to pollutants in water bodies is by utilizing organisms, one of which is macroalgae resulting from pollution of water bodies in the form of eutrophication. Macroalgae which often appear in eutrophication, one of which is *Cladophora glomerata*. This study was used to determine the ability of *Cladophora glomerata* to absorb laundry wastewater pollutants such as phosphate, BOD, and COD. In addition, the inhibitor in the form of nitrate was added to determine the growth of biomass and the kinetics of macroalgae growth as the effect of absorption of pollutants and additional inhibitors using the modeling of Andrew, Teissar, and Aiba. This research was carried out on a laboratory test scale using a reactor with a sample volume of 300 ml and a macroalgae weight of 3 grams in each reactor. Laundry wastewater is used as macroalgae habitat for 1-5 days of research with variations in the form of nitrate concentrations as inhibitors and irradiation duration. The results of this study showed that macroalgae succeeded in reducing phosphate up to 92.82%, nitrate to 98.50%, COD to 25.81%, BOD to 54% and experiencing biomass growth up to 31.21%. And has a maximum growth rate (μ_{max}) of 0.0074 h^{-1} for irradiation of 12 hours and 0.012 h^{-1} for irradiation of 20 hours. Then the kinetics based on maximum substrate consumption ($r_s \text{ max}$) which best describes macroalgae growth in this study is Teissar modeling.

Keywords: *Cladophora glomerata*, growth kinetics, Andrew modeling, Teissar modeling, Aiba modeling.

CURRICULUM VITAE

No	PENELITI			
1	Nama Lengkap	Gina Aprilliana Asmar		
2	NPM	1552010063		
3	Tempat Tanggal Lahir	Bontang, 25 April 1997		
4	Alamat	Jalan Jati Selatan 3 RT.1B RW.1, Sidoarjo		
5	Nomor HP	089676142363		
6	Email	ginaasmar@gmail.com		
PENDIDIKAN				
No.	Nama Universitas/Sekolah	Jurusan	Tahun	Keterangan
1	FT UPN "Veteran" JATIM	T.Lingkungan	2015-2019	Lulus
2	SMA NEGERI 4 SIDOARJO	IPA	2012-2015	Lulus
3	SMP NEGERI 3 SIDOARJO	-	2009-2012	Lulus
4	SDN BANJARBENDO SIDOARJO	-	2003-2009	Lulus
Tugas Akademik				
No.	Kegiatan	Tempat / Judul	Selesai Tahun	
1	Kuliah Lapangan	PDAM Surya Sembada Surabaya, PT. Coca Cola Amatil Indonesia, PT. ITDC Nusa Dua Bali, PT. Gapura Ligua, PDAM Tirta Mangutama, IPLT Suwung	2018	
2	KKN	Desa Dompnyong, Kec. Bendungan, Kab. Trenggalek	2018	
3	Kerja Praktek	PT. BADAQ LNG	2018	
4	Tugas PBPAB	Bangunan Pengolahan Air Buangan	2018	
5	Skripsi	Pemodelan Kinetika Laju Pertumbuhan Serta Kemampuan <i>Macroalgae Cladophora glomerata</i> dalam Mengolah Air Limbah Laundry	2019	
Orang Tua				
1	Nama	Yusmarini Chalik		
2	Alamat	Jalan Jati Selatan 3 RT.1B RW.1, Sidoarjo		
3	Pekerjaan	Wirausaha		
4	Telp	082141548479		

Surabaya, 28 Mei 2019

GINA APRILLIANA ASMAR

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena dengan segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pemodelan Kinetika Laju Pertumbuhan Makroalga *Cladophora glomerata*”**.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan bagi mahasiswa program S1 pada Program studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

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

1. Bapak dan Ibu atas dukungan baik moril maupun materil serta doa yang telah diberikan.
2. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan
4. Ibu Euis Nurul Hidayah, Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi saya yang telah memberikan arahan maupun kritik dan saran bimbingan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu dosen dan staff Program Studi Teknik Lingkungan yang telah banyak membantu saya untuk dapat melaksanakan penulis dalam studi.

6. Terima kasih juga kepada teman-teman khususnya angkatan 2015 dan 2016 serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan bagi dunia pendidikan.

Surabaya, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Lingkup Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah Cair	5
2.1.1 Limbah Cair Industri <i>Laundry</i>	5
2.1.2 Fosfat pada Deterjen.....	5
2.2 Parameter penghambat (<i>inhibitor</i>) pertumbuhan <i>Macroalgae</i>	7
2.2.1 Nitrogen.....	7
2.2.2 Fospor.....	7
2.3 <i>Cladophora glomerata</i>	8
2.3.1 Gambaran Umum <i>Cladophora glomerata</i>	8
2.3.2 Klasifikasi <i>Cladophora glomerata</i>	8
2.3.3 Sifat-sifat Umum.....	9
2.3.4 Sifat-sifat Khusus.....	9
2.3.5 Morfologi.....	9
2.4 Pemodelan Kinetika	10
2.4.1 Kinetika Laju Pertumbuhan	10
2.4.1.1 Laju pertumbuhan (μ).....	10

2.4.1.2 Model Persamaan Monod.....	10
2.4.2 Pemodelan Kinetika berdasarkan Konsumsi substrat spesifik.....	11
2.5 Penelitian Terdahulu	12

BAB III METODE PENELITIAN14

3.1 Gambaran Umum.....	14
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	14
3.3 Kerangka Penelitian	14
3.3.1 Ide Penelitian	17
3.3.2 Studi Literatur	17
3.3.3 Penentuan variabel dan parameter	17
3.3.4 Persiapan alat dan bahan	21
3.3.5 Penelitian Pendahuluan.....	22
3.3.6 Penelitian Utama.....	23
3.3.7 Analisis Parameter	24
3.3.8 Metode Pengumpulan Data.....	24
3.3.9 Analisa Data dan Pembahasan.....	24
3.3.10 Kesimpulan dan Saran	26
3.4 Gambar Susunan Alat	26
3.5 Jadwal Kegiatan	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Limbah	29
4.2 Penelitian Pendahuluan.....	29
4.2.1 Range Finding Test (RFT).....	29
4.2.2 Tahap Aklimatisasi	30
4.3 Persen Removal (%)	30
4.3.1 Persen Removal Fosfat (%)	30
4.3.2 Persen Removal Nitrat (%)	34
4.3.2 Persen Removal BOD dan COD (%)	
4.4 Pertumbuhan Biomassa (mg/L)	38

4.4.1	Pertumbuhan Biomassa terhadap Penurunan Konsentrasi Fosfat ..	40
4.4.2	Pertumbuhan Biomassa terhadap Penurunan Konsentrasi Nitrat...	42
4.4.3	Pertumbuhan Biomassa terhadap Penurunan Konsentrasi BOD dan COD.....	45
4.5	Penentuan Parameter Kinetika	46
4.5.1	Laju Pertumbuhan (μ).....	46
4.5.2	Konstanta Kejenuhan (K_s) dab Laju Pertumbuhan Maksimum (μ_{max}).....	47
4.6	Kinetika Pertumbuhan Makroalga Berdasarkan Konsumsi Substrat	48
4.6.1	Pemodelan Kinetika Andrew	49
4.6.2	Pemodelan Kinetika Andrew	51
4.6.3	Pemodelan Kinetika Aiba	54
4.6.4	Tabulasi Data Parameter Biokinetika	57
4.7	Uji Statistika.....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Busa Menghalangi Masuknya Cahaya	6
Gambar 2. 2 Cladophora glomerata	8
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	16
Gambar 3. 2 Gambar Susunan Alat Tampak Samping	26
Gambar 3. 3 Gambar Susunan Alat Tampak Atas	27
Gambar 4. 1 Range Finding Test	30
Gambar 4. 2 Removal fosfat dengan penyinaran 12 jam	31
Gambar 4. 3 Removal fosfat dengan penyinaran 20 jam	32
Gambar 4. 4 Removal nitrat dengan penyinaran 12 jam	34
Gambar 4. 5 Removal nitrat dengan penyinaran 20 jam.....	35
Gambar 4. 6 Pertumbuhan Biomassa terhadap Penurunan Konsentrasi fosfat pada penyinaran 12 jam	40
Gambar 4. 7 Pertumbuhan Biomassa terhadap Penurunan Konsentrasi fosfat pada penyinaran 20 jam	41
Gambar 4. 8 Kinetika Pertumbuhan maksimum makroalga berdasarkan konsumsi substrat maksimum (r_s max) Andrew penyinaran 12 jam	49
Gambar 4. 9 Kinetika Pertumbuhan maksimum makroalga berdasarkan konsumsi substrat maksimum (r_s max) Andrew penyinaran 20 jam	50
Gambar 4.10 Kinetika Pertumbuhan maksimum makroalga berdasarkan konsumsi substrat maksimum (r_s max) Teissar penyinaran 12 jam	52
Gambar 4.11 Kinetika Pertumbuhan maksimum makroalga berdasarkan konsumsi substrat maksimum (r_s max) Teissar penyinaran 20 jam	53
Gambar 4.12 Kinetika Pertumbuhan maksimum makroalga berdasarkan konsumsi substrat maksimum (r_s max) Aiba penyinaran 12 jam	54
Gambar 4.13 Kinetika Pertumbuhan maksimum makroalga berdasarkan konsumsi substrat maksimum (r_s max) Aiba penyinaran 20 jam	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 3. 1 Matriks Variabel Penelitian	19
Tabel 3. 2 Jadwal Kegiatan	28
Tabel 4. 1 Karakteristik Limbah <i>Laundry</i> “Pelangi”	29
Tabel 4. 2 Persen Penurunan BOD dan COD	37
Tabel 4. 3 Pertumbuhan Biomassa Makroalga	38
Tabel 4. 4 Pertumbuhan Biomassa terhadap Konsentrasi Nitrat.....	43
Tabel 4. 5 Pertumbuhan Biomassa terhadap Konsentrasi BOD dan COD	45
Tabel 4. 6 Nilai laju pertumbuhan spesifik (μ) (hari^{-1}) pada variasi kadar nitrat dan lama penyinaran	46
Tabel 4. 7 Nilai μ_{max} dan K_s pada variasi kadar nitrat dan lama penyinaran	47