

SKRIPSI
KINETIKA PERTUMBUHAN BACILLUS SP
DALAM MENURUNKAN ZAT ORGANIK
PADA AIR LIMBAH INDUSTRI BATIK



Oleh :

NICKEN ELOK AROHMAH

NPM. 18034010025

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2022

SKRIPSI

**KINETIKA PERTUMBUHAN BACILLUS SP
DALAM MENURUNKAN ZAT ORGANIK
PADA AIR LIMBAH INDUSTRI BATIK**



Oleh :

NICKEN ELOK AROHMAH

NPM. 18034010025

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2022**

**KINETIKA PERTUMBUHAN BACILLUS SP DALAM
MENURUNKAN ZAT ORGANIK PADA AIR LIMBAH
INDUSTRI BATIK**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

Nicken Elok Arohmah

NPM. 18034010025

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JATIM
SURABAYA
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

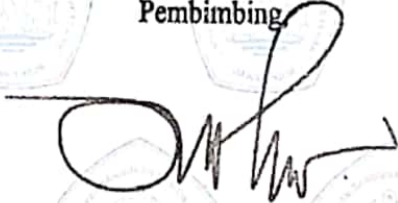
**KINETIKA PERTUMBUHAN BACILLUS SP DALAM
MENURUNKAN ZAT ORGANIK PADA AIR LIMBAH
INDUSTRI BATIK**

Disusun Oleh :

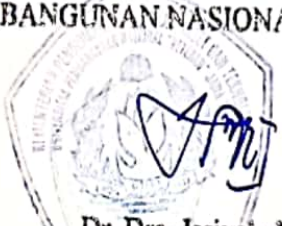
NICKEN ELOK AROHMAH
NPM : 1803401025

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


Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT
NIP.19620501 198803 1 001

Mengetahui,
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR


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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kinetika Pertumbuhan Bacillus Sp dalam Menurunkan Zat Organik pada Air Limbah Industri Batik” ini dengan baik. Dalam penyusunan skripsi ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku koordinator Progam Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT selaku dosen pembimbing, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan dalam setiap proses bimbingan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Progam Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, yang telah membagikan ilmu di dalam kelas maupun di luar kelas.
5. Orang Tua dan keluarga tercinta yang selalu ikhlas mendoakan dan memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman-teman yang selalu siap membantu saya dalam skripsi ini. Raras, Nizar, Ana, Anis, Rizal dan teman-teman angkatan 2018 yang telah banyak membantu saya dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penyusunan skripsi ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
BAB 1 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	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Tinjauan Umum	3
2.1.1. Limbah Cair Industri Batik	3
2.1.2. Parameter Organik	4
2.1.3. Pengolahan Zat Organik.....	5
2.1.4. Proses Bakteri Menurunkan Kandungan Zat Organik.....	6
2.1.5. Identifikasi Bakteri Pengolah Limbah Cair	6
2.1.6. Mikroorganisme <i>Bacillus sp</i>	7
2.1.7. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme.....	9
2.1.8. Fase Pertumbuhan Mikroorganisme	11
2.1.9. Kinetika Pertumbuhan Mikroorganisme	13
2.1.10. Metode Uji.....	17
2.2. Landasan Teori	18
2.3. Hasil Penelitian Sebelumnya	20
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	22
3.1. Kerangka Penelitian	22
3.2. Bahan dan Alat.....	23
3.2.1. Bahan	24

3.2.2. Alat.....	24
3.2.3. Desain Reaktor Alat.....	25
3.3. Cara Kerja.....	25
3.3.1. Tahap Persiapan	25
3.3.2. Tahap Penelitian Pendahuluan	26
3.3.3. Tahap Penelitian Utama	27
3.4. Penentuan Peubah.....	27
3.5. Rencana Anggaran Biaya	28
3.6. Analisis Data	28
3.7. Jadwal Kegiatan.....	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1. Hasil Penelitian.....	31
4.1.1. Karakteristik Limbah Batik Jetis	31
4.1.2. Hasil Penelitian Pendahuluan.....	32
4.1.3. Hasil Penelitian Utama.....	33
4.2. Pembahasan.....	36
4.2.1. Pengaruh Konsentrasi substrat, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Perubahan Nilai pH	36
4.2.2. Pengaruh Konsentrasi substrat, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Nilai COD	45
4.2.3. Pengaruh Konsentrasi substrat, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Jumlah Bakteri	54
4.2.4. Hubungan MLVSS, COD, pH pada Tiap Reaktor	64
4.2.5. Kinetika Pertumbuhan <i>Bacillus sp</i>	69
4.2.6. Identifikasi Bakteri	84
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	86
5.1. Kesimpulan.....	86
5.2. Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN A ANALISA DATA	94
LAMPIRAN B PERHITUNGAN.....	105
LAMPIRAN C DOKUMENTASI KEGIATAN	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Krebs	6
Gambar 2. 2 Siklus Hidup <i>Bacillus sp</i>	8
Gambar 2. 3 Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme	13
Gambar 2. 4 Hubungan Antara Konsentrasi Substrat dan Jumlah Biomassa	13
Gambar 2. 5 Persamaan Lineweaver - Burk plot untuk Menentukan μ_m dan K_s 15	
Gambar 2. 6 Persamaan Monod untuk Pertumbuhan Sel	16
Gambar 2. 7 Persamaan Garis Lurus untuk Menentukan $Y_{x/s}$ dan m_s	17
Gambar 3. 1 Desain Reaktor	25
Gambar 4. 1 Kenaikan dan Penurunan PH.....	37
Gambar 4. 2 Pengaruh Konsentrasi substrat 100%, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Perubahan Nilai pH	37
Gambar 4. 3 Pengaruh Konsentrasi substrat 60%, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Perubahan Nilai pH	39
Gambar 4. 4 Pengaruh Konsentrasi substrat 30%, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Perubahan Nilai pH	40
Gambar 4. 5 Penurunan Kadar COD.....	45
Gambar 4. 6 Pengaruh Konsentrasi substrat 100%, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Nilai COD.....	46
Gambar 4. 7 Pengaruh Konsentrasi substrat 60%, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Nilai COD.....	47
Gambar 4. 8 Pengaruh Konsentrasi substrat 30%, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Nilai COD.....	49
Gambar 4. 9 Kenaikan dan Penurunan Nilai MLVSS	55
Gambar 4. 10 Pengaruh Konsentrasi substrat 100%, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Jumlah Bakteri.....	56
Gambar 4. 11 Pengaruh Konsentrasi substrat 60%, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Jumlah Bakteri.....	57
Gambar 4. 12 Pengaruh Konsentrasi substrat 30%, pH awal limbah, dan waktu tinggal terhadap Jumlah Bakteri.....	58

Gambar 4. 13 Hubungan MLVSS, COD, pH pada Reaktor Konsentrasi Substrat 100%	65
Gambar 4. 14 Hubungan MLVSS, COD, pH pada Reaktor Konsentrasi Substrat 60%	66
Gambar 4. 15 Hubungan MLVSS, COD, pH pada Reaktor Konsentrasi Substrat 30%	68
Gambar 4. 16 Pertumbuhan Mikroorganisme	70
Gambar 4. 17 Laju Pertumbuhan Spesifik	72
Gambar 4. 18 laju perubahan substrat	72
Gambar 4. 19 Hubungan $1/\mu$ dan $1/S$ A1	77
Gambar 4. 20 Laju Pertumbuhan Maksimum	78
Gambar 4. 21 Afinitas Substrat (K_s)	79
Gambar 4. 22 Persamaan Garis Lurus untuk Menentukan $Y_{x/s}$ A2	80
Gambar 4. 23 Koefisien Yield	81
Gambar 4. 24 Persamaan Garis Lurus untuk Menentukan K_d A1	81
Gambar 4. 25 Koefisien Kematian	82
Gambar 4. 26 Hasil Identifikasi Bakteri	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Air Limbah Industri Batik.....	3
Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Limbah Industri Batik.....	4
Tabel 2. 3 Hasil Penelitian Sebelumnya	20
Tabel 3. 1 Bahan Penelitian	24
Tabel 3. 2 Peralatan.....	24
Tabel 3. 3 Rencana Anggaran Biaya.....	28
Tabel 3. 4 Analisa Parameter	29
Tabel 3. 5 Jadwal Kegiatan	30
Tabel 4. 1 Karakteristik Limbah Batik.....	31
Tabel 4. 2 Nilai COD pada Pengkondisian Limbah.....	32
Tabel 4. 3 Hasil Analisa Nilai pH	34
Tabel 4. 4 Hasil Analisa Nilai COD.....	34
Tabel 4. 5 Hasil Analisa Nilai MLVSS.....	35
Tabel 4. 6 Laju Pertumbuhan Spesifik.....	35
Tabel 4. 7 Laju Perubahan Substrat	35
Tabel 4. 8 Laju pertumbuhan maksimum (μ_m), Afinitas Substrat (K_s), Hasil Pertumbuhan ($Y_{x/s}$), dan Koefisien Kematian (K_d).....	36
Tabel 4. 9 Hasil Nilai μ dan q pada setiap reaktor	71
Tabel 4. 10 Paramter μ , q , μ_m , K_s , $Y_{x/s}$, m_s , dan K_d	76

ABSTRAK

Air limbah industri batik berasal dari proses pengolahan kain, pewarnaan yang menyebabkan air limbah batik mengandung senyawa organik yang tinggi. Senyawa organik yang tinggi dapat ditunjukkan dengan nilai COD yang tinggi. Nilai COD yang tinggi dapat menyebabkan gangguan bagi lingkungan. Pengolahan yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah yang mengandung senyawa organik yang tinggi salah satunya adalah lumpur aktif. Lumpur aktif merupakan pengolahan biologis dengan cara mengembangbiakkan bakteri di dalam tangki dengan adanya injeksi oksigen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas, pengaruh faktor inhibitor dan nilai parameter kinetika pertumbuhan mikroorganisme. penelitian ini dilakukan dengan sistem batch dengan konsentrasi substrat dan pH yang berbeda beda yaitu bakteri *Bacillus sp* konsentrasi 100% pH asli limbah (A1), konsentrasi 100% pH 7 (A2), konsentrasi 100% pH 5 (A3), konsentrasi 60% pH asli limbah (B1), konsentrasi 60% pH 7 (B2), konsentrasi 60% pH 5 (B3), konsentrasi 30% pH asli limbah (C1), konsentrasi 30% pH 7 (C2), konsentrasi 30% pH 5 (C3), konsentrasi 100% pH asli limbah tanpa bakteri *Bacillus sp* (K). parameter yang dianalisa adalah COD (*Chemical Oxygen Demand*), MLVSS (*Mixed Liqour Volatile Suspended Solid*), dan pH. Hasil Yang di dapat yaitu nilai $\mu = 0,0023-0,1341(\text{hari}^{-1})$, $q = 0,0053-0,3709 (\text{hari}^{-1})$, $\mu_m = 0,0026-0,0819 (\text{hari}^{-1})$, $K_s = 0,0931-1,2574\text{kg/m}^3$, $Y_{x/s} = 0,6139-6,5963\text{kg cells/kg carbon}$, $K_d = 0,0016-0,0176 (\text{hari}^{-1})$.

Kata Kunci : Limbah batik, *Bacillus sp*, parameter kinetika

ABSTRACT

The batik industri wastewater comes from the fabric processing, dyeing which causes batik wastewater to contain high organic compounds. High organic compounds can be indicated by high COD values. High COD values can cause disturbance to the environment. Treatment that can be used to treat wastewater containing high organic compounds, one of which is activated sludge. Activated sludge is a biological treatment by multiplying bacteria in the tank in the presence of oxygen injection. This study aims to determine the effectiveness, the effect of inhibitor factors and the value of the kinetics parameters of the growth of microorganisms. This research was conducted with a batch system with different substrate concentrations and pH, namely Bacillus sp bacteria with a concentration of 100% of the original pH of the waste (A1), a concentration of 100% pH 7 (A2), a concentration of 100% pH 5 (A3), a concentration of 60% pH original waste (B1), 60% concentration pH 7 (B2), 60% concentration pH 5 (B3), 30% concentration pH original waste (C1), 30% concentration pH 7 (C2), 30% concentration pH 5 (C3), 100% concentration of the original pH of the waste without Bacillus sp (K) bacteria. The parameters analyzed were COD (Chemical Oxygen Demand), MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solid), and pH. The results obtained are the value of $\mu = 0.0023-0.1341(\text{day}^{-1})$, $q = 0.0053-0.3709(\text{day}^{-1})$, $\mu_m = 0.0026-0.0819(\text{day}^{-1})$, $K_s = 0.0931-1.2574\text{kg/m}^3$, $Y_{x/s} = 0.6139-6.5963\text{kg cells/kg carbon}$, $K_d = 0.0016-0.0176(\text{day}^{-1})$.

Keywords: Batik waste, Bacillus sp, kinetic parameters