

SKRIPSI

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PUPUK NPK MENGUNAKAN *SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR)* - *GRANULAR ACTIVATED CARBON (GAC)* DENGAN KOAGULASI-FLOKULASI SEBAGAI *PRE-TREATMENT*



Oleh :

AMELINDA THOMASINA AZALIA

NPM. 18034010051

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2023**

SKRIPSI

**PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PUPK NPK
MENGUNAKAN *SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR)* -
GRANULAR ACTIVATED CARBON (GAC) DENGAN
KOAGULASI-FLOKULASI SEBAGAI *PRE-TREATMENT***



Oleh

AMELINDA THOMASINA AZALIA

NPM. 18034010051

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL 'VETERAN'
JATIM
SURABAYA
TAHUN 2023**

**PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PUPK NPK
MENGUNAKAN *SEQUENCING BATCH REACTOR* (SBR) -
GRANULAR ACTIVATED CARBON (GAC) DENGAN
KOAGULASI-FLOKULASI SEBAGAI *PRE-TREATMENT***

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

AMELINDA THOMASINA AZALIA

NPM. 18034010051

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

2023

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

**PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PUPK NPK
MENGUNAKAN *SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR)* -
GRANULAR ACTIVATED CARBON (GAC) DENGAN
KOAGULASI-FLOKULASI SEBAGAI *PRE-TREATMENT***

Diajukan Oleh :

AMELINDA THOMASINA AZALIA
NPM 18034010051

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 17 Januari 2023

Menyetujui Dosen
Pembimbing,



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

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



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

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Amelinda Thomasina Azalia

NIM : 18034010051

Fakultas /Program Studi : Teknik/ Teknik Lingkungan

Judul Skripsi/Tugas Akhir/ Tesis/Desertasi :

Pengolahan Limbah Industri Pupuk NPK Menggunakan *Sequencing Batch Reactor (SBR) - Granular Activated Carbon (GAC)* Dengan Koagulasi-Flokulasi Sebagai *Pre-Treatment*

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 17 Januari 2023

Yang Menyatakan



METERAI
TEMPEL
F0B06AKX263798206

(Amelinda Thomasina Azalia)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengolahan Limbah Industri Pupuk NPK Menggunakan *Sequencing Batch Reactor (SBR) - Granular Activated Carbon (GAC)* Dengan Koagulasi-Flokulasi Sebagai *Pre-Treatment*” dengan baik.

Penyusunan Skripsi ini untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk menyelesaikan pendidikan pada program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari dalam menyusun Skripsi ini banyak mendapat dukungan, bimbingan bantuan dan kemudahan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Dengan ketulusan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah. M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membantu, mengarahkan dan membimbing sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Ir. Yayok Suryo Purnomo., M.S dan Bapak Mohamad Mirwan., ST, M.T., selaku Dosen Penguji Skripsi yang telah membimbing, memberikan masukan dan koreksi sehingga dalam penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik..
5. Ibu Euis Nurul Hidayah ST, M.T, PhD., selaku Dosen mata kuliah Metodologi Penelitian.

6. Seluruh dosen dan staf karyawan Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
7. Bapak Taufiq Usmar dan Ibu Supriyati, orang tua penulis yang telah membesarkan, mendidik, dan membimbing, serta memberikan dukungan baik moral maupun materil, kasih sayang dan doa yang tiada hentinya kepada penulis dalam menempuh pendidikan dan penyusunan skripsi ini.
8. Refivia Audie Calcarina, Refanda Permata Novitasari dan Agrippina Thomasina Aurellia, saudara penulis yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menempuh pendidikan dan penyusunan skripsi ini.
9. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2018 yang telah membantu ketika mengalami kesulitan dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu, namun tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam penulisan skripsi ini penulis memohon maaf apabila terdapat ketidaksempurnaan dalam penulisan. Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu dan semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, peneliti selanjutnya dan para pembaca.

Surabaya, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Lingkup Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pupuk	5
2.1.1 Pengertian Pupuk	5
2.1.2 Pupuk NPK	6
2.2 Air Limbah Industri Pupuk NPK	7
2.2.1 Karakteristik Limbah Industri Industri Pupuk NPK	8
2.2.2 Baku Mutu Air Limbah	9
2.3 Pengolahan Air Limbah	10
2.3.1 Pengolahan Pendahuluan (<i>Pre-Treatment</i>)	10
2.3.2 Pengolahan Air Limbah Secara Biologis	11
2.3.3 Proses Lumpur Aktif	12
2.4 Kajian <i>Sequencing Batch Reaktor</i> (SBR)	12
2.5 Karbon Aktif (Adsorben)	15
2.6 Penelitian Terdahulu	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	19

3.1	Kerangka Penelitian.....	19
3.2	Bahan dan Alat	21
3.2.1	Bahan	21
3.2.2	Alat	21
3.2.3	Desain Reaktor	21
3.3	Cara Kerja	23
3.3.1	Proses <i>Seeding</i>	23
3.3.2	Proses Aklimatisasi	23
3.3.3	Proses <i>Running</i>	24
3.4	Variabel.....	25
3.5	Analisis	26
3.6	Jadwal Kegiatan	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Koagulasi-Flokulasi Sebagai <i>Pre-Treatment</i>	29
4.2	<i>Hydraulic Retention Time (HRT)</i> Optimal Dan Pengaruh Massa <i>Granular Activated Carbon (GAC)</i> Yang Diperlukan Pada <i>Sequencing Batch Reactor (SBR)</i>	30
4.2.1	<i>Seeding</i>	30
4.2.2	Aklimatisasi	31
4.2.3	Penurunan <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	32
4.2.4	Penurunan <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	35
4.2.5	Penurunan Fosfat (PO ₄)	38
4.2.6	Penurunan Total-N	41
4.3	Kondisi DO, pH, Suhu dan pada <i>Sequencing Batch Reactor (SBR)</i> ...	43
4.3.1	Kondisi DO	43
4.3.2	Kondisi pH dan Suhu	45
4.3.3	Hasil Analisa <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		52

LAMPIRAN A A-1
LAMPIRAN B B-1
LAMPIRAN C C-1
LAMPIRAN D D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Koagulasi-Flokulasi	11
Gambar 2.2	<i>Sequencing Batch Reactor</i> (SBR)	13
Gambar 2.3	<i>Granular Activated Carbon</i> (GAC)	16
Gambar 3.1	Kerangka Penelitian	20
Gambar 3.2	Ilustrasi Reaktor.....	22
Gambar 4.1	Hubungan HRT dan persen penurunan COD pada massa GAC tiap proses	34
Gambar 4.2	Hubungan HRT dan persen penurunan TSS pada massa GAC tiap proses	37
Gambar 4.3	Hubungan HRT dan persen penurunan PO ₄ pada massa GAC tiap proses	39
Gambar 4.4	Hubungan HRT dan persen penurunan Total-N pada massa GAC tiap proses	42
Gambar 4.5	Grafik DO pada tiap fase (a) DO pada SBR-GAC tanpa proses Koagulasi-Flokulasi sebagai pre-treatment, (b), (c), (d) DO pada SBR-GAC dengan proses Koagulasi-Flokulasi sebagai <i>pre-</i> <i>treatment</i> tiap variasi massa GAC	45
Gambar 4.6	Hasil analisa SEM GAC (a) 50 kali, (b) 100 kali, (c) 200 kali, (d) 500 kali dan (e) 1000 kali	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Uji analisa lapangan	8
Tabel 2.2 PerMenLH RI Nomor 5 Tahun 2014	9
Tabel 2.3 PP Nomor 22 Tahun 2021	10
Tabel 2.4 Skematik Proses SBR	14
Tabel 2.5 Kriteria Desain SBR	14
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3.1 Detail Desain Reaktor Koagulasi-Flokulasi	21
Tabel 3.2 Detail Desain Reaktor SBR	22
Tabel 3.3 Pembagian waktu tiap siklus HRT	25
Tabel 3.4 <i>Timeline</i> Skripsi	27
Tabel 4.1 Karakteristik limbah awal	29
Tabel 4.2 TSS pada Koagulasi-Flokulasi	30
Tabel 4.3 Kenaikan MLSS pada saat <i>seeding</i>	31
Tabel 4.4 Penurunan COD pada saat aklimatisasi	32
Tabel 4.5 Pengaruh proses terhadap penurunan parameter COD	33
Tabel 4.6 Pengaruh proses terhadap penurunan parameter TSS	36
Tabel 4.7 Pengaruh proses terhadap penurunan parameter PO ₄	38
Tabel 4.8 Pengaruh proses terhadap penurunan parameter Total-N	41
Tabel 4.9 Hasil DO pada tiap fase	44
Tabel 4.10 Hasil pH dan Suhu pada SBR	46

ABSTRAK

Air limbah industri pupuk NPK mengandung polutan COD, TSS, PO₄, dan Total-N yang dapat mencemari badan air jika tidak dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah industri pupuk NPK menggunakan *Sequencing Batch Reactor* (SBR) dan *Granular Activated Carbon* (GAC) dengan menambahkan proses Koagulasi-Flokulasi sebagai *Pre-Treatment* sehingga air limbah dapat memenuhi baku mutu efluen yang ditetapkan. Pada penelitian ini reaktor dioperasikan dengan HRT 12, 24 dan 48 jam dengan menggunakan konsentrasi massa GAC 0.5, 1 dan 2 gr/L. Didapatkan hasil penurunan tertinggi parameter COD sebesar 67%, TSS sebesar 82%, PO₄ sebesar 45%, Total-N sebesar 76%, didapatkan HRT optimal 48 jam dan konsentrasi massa GAC optimal 2 gr/L. Laju aerasi dioperasikan dengan laju 14 L/menit dan konsentrasi PAC optimal 3 gr/L.

Kata kunci: Limbah industri pupuk NPK, SBR-GAC, Koagulasi-Flokulasi, HRT.

ABSTRACT

The wastewater of the NPK fertilizer industry contains COD, TSS, PO₄, and Total-N pollutants that can contaminate water bodies if the treatment process is not carried out first. In this study, the NPK fertilizer industry waste treatment was carried out using sequencing batch reactors (SBR) and granular activated carbon (GAC) by adding the coagulation-flocculation process as a pre-treatment so that wastewater can meet the established quality standards. In this study, the reactors were operated at HRT 12, 24 and 48 hours using a GAC mass concentration of 0.5, 1, and 2 g/L. The results show the highest reduction of COD parameters by 67%, TSS by 82%, PO₄ by 45%, Total-N by 76%, optimal HRT by 48 hours, and an optimal GAC mass concentration of 2 g/L. The aeration rate is operated at 14 L/min, with a PAC concentration of 3 g/L being optimal.

Keywords: NPK fertilizer industrial waste, SBR-GAC, Coagulation-Flocculation, HRT.