

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS KOMBINASI
MIKROORGANISME PENDEGRADASI MINYAK
LEMAK DAN *SEQUENCING BATCH REACTOR*
PADA LIMBAH CAIR RUMAH MAKAN**



Oleh:

SYAHRUL ROMADON

NPM 19034010041

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

SKRIPSI
EFEKTIVITAS KOMBINASI
MIKROORGANISME PENDEGRADASI MINYAK
LEMAK DAN *SEQUENCING BATCH REACTOR*
PADA LIMBAH CAIR RUMAH MAKAN



Oleh:

SYAHRUL ROMADON

NPM 19034010041

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

**EFEKTIVITAS KOMBINASI MIKROORGANISME PENDEGRADASI
MINYAK LEMAK DAN *SEQUENCING BATCH REACTOR* PADA
LIMBAH CAIR RUMAH MAKAN**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh:

SYAHRUL ROMADON

NPM 19034010041

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

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS KOMBINASI MIKROORGANISME PENDEGRADASI
MINYAK LEMAK DAN SEQUENCING BATCH REACTOR PADA
LIMBAH CAIR RUMAH MAKAN**

Disusun Oleh

SYAHRUL RÖMADON

NPM 19034010041

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal 14 Juli 2023

Menyetujui
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.
NIP. 19681126-199403 2 001


Mengetahui
DEKAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM



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

BIODATA

IDENTITAS DIRI PENELITI					
Nama Lengkap	Syahrul Romadon				
Fakultas/Program Studi	Teknik/Teknik Lingkungan				
NPM	19034010041				
TTL	Trenggalek, 13 Desember 2000				
Alamat	Jl. Usman Janatin 12B Medaeng				
Telpon	0895605888214				
Email	syahrul.romadonst@gmail.com				
Linkedin	https://www.linkedin.com/in/syahrulromadon/				
PENDIDIKAN					
No.	Jenjang Edukasi	Institusi	Tahun		Keterangan
			Masuk	Lulus	
1	SD	SD Negeri Medaeng 1	2007	2013	-
2	SMP	SMP Negeri 1 Taman	2013	2016	-
3	SMA	SMA Negeri 1 Sidoarjo	2016	2019	MIPA
4	Universitas	UPN "Veteran" Jawa Timur	2019	2023	Teknik Lingkungan
TUGAS AKADEMIK					
No.	Tugas/Kegiatan	Judul/Tempat		Tahun	
1	Magang MBKM	RSUD Haji Provinsi Jawa Timur		2022	
2	Tugas Perencanaan	Perancangan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Minum Sumber Air Sungai Kali Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur		2022	
		Perancangan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Sumber Industri Tahu, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur			
3	Skripsi	Efektivitas Kombinasi Mikroorganisme Pendegradasi Minyak Lemak dan <i>Sequencing Batch Reactor</i> pada Limbah Cair Rumah Makan		2023	
IDENTITAS ORANG TUA					
Nama Lengkap	: Sujadi				
Alamat	: Jl. Usman Janatin 12B Medaeng				
Nomor Telepon	: 081358482456				
Pekerjaan	: Karyawan Swasta				
Alamat	: Jl. Usman Janatin, No.12B, Medaeng, Waru, Sidoarjo				

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Syahrul Romadon
NIM : 18034010041
Fakultas /Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Efektivitas Kombinasi Mikroorganismes Pendegradasi Minyak Lemak Dan *Sequencing Batch Reactor* pada Limbah Cair Rumah Makan

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 Juli 2023

Yang Menyatakan



(Syahrul Romadon)

KATA PENGANTAR

Segala puji penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir skripsi yang berjudul “Efektivitas Kombinasi Mikroorganisme Pendegradasi Minyak Lemak dan *Sequencing Batch Reactor* pada Limbah Cair Rumah Makan”. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jatim.

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

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku dekan Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Firra Rosariawari, ST, MT., selaku koordinator Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur
3. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku dosen pembimbing atas segala kritik, saran, dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini berlangsung
4. Ibu Juli Winarti, ST., selaku laboran Program Studi Teknik Lingkungan yang membantu penulis dalam analisis laboratorium selama penelitian berlangsung.
5. Ibu Ir. Naniek Ratni Juliardi AR., M.Kes, dan Ibu Prof. Euis Nurul Hidayah, ST, MT, Ph.D, selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan, dan motivasi untuk menjadikan skripsi yang disusun menjadi lebih baik

Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih 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

Surabaya, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR GRAFIK	vii
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAK	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. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Umum	5
2.1.1. Air Limbah Domestik	5
2.1.2. Karakteristik Air Limbah Domestik Penghasil Minyak Lemak	6
2.1.3. Komposisi Air Limbah Rumah Makan.....	7
2.1.4. Pengolahan Limbah secara Biologis.....	8
2.1.5. Proses Lumpur Aktif (Activated Sludge)	10
2.1.6. Variabel Operasional dalam Proses Lumpur Aktif.....	11
2.2. Landasan Teori.....	14
2.2.1. Grease Trap	14
2.2.2. Sequencing Batch Reactor (SBR).....	15
2.2.3. Mekanisme Proses Unit Sequencing Batch Reactor (SBR).....	16
2.2.4. Faktor-faktor yang Memengaruhi Proses SBR	19
2.3. Penelitian Terdahulu	19
BAB III. METODE PENELITIAN	21
3.1. Kerangka Penelitian	21

3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.2.1. Alat Penelitian.....	22
3.2.2. Bahan Penelitian	24
3.3. Cara Kerja	24
3.3.1. Seeding dan Aklimatisasi Mikroorganisme pada Air Limbah.....	24
3.3.2. Penelitian Utama.....	25
3.4. Variabel Penelitian.....	27
3.5. Analisis Penelitian	31
3.6. Jadwal Kegiatan	31
BAB IV. HASIL KERJA DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1. Efektivitas Penambahan Mikroorganisme Pendegradasi Minyak Lemak pada Grease Trap dalam Menyisihkan Parameter Minyak Lemak, COD, Total N, dan PO4 pada Air Limbah	32
4.2. Efektivitas dan Kondisi Optimum Variasi HRT dan Debit Aerasi pada Unit SBR terhadap Penurunan Parameter Minyak Lemak, COD, Total N, dan PO4 pada Air Limbah	35
4.2.1. Persiapan Seeding dan Aklimatisasi Mikroorganisme SBR.....	35
4.2.2. Efektivitas Sequencing Batch Reactor Ditinjau dari Analisis Parameter Utama Penelitian.....	38
4.2.3. Efektivitas Sequencing Batch Reactor Ditinjau dari Analisis Parameter Pendukung Penelitian.....	47
4.2.4. Analisis Data ANOVA, Pengaruh Penambahan Reaktor Pre-treatment, Waktu Retensi Hidraulik (HRT), Laju Aerasi pada Reaktor SBR dan Beban Pencemar Utama Air Limbah	51
4.3. Identifikasi Mikroorganisme Pengurai pada Reaktor Pre-Treatment dan SBR dalam Mengolah Parameter Minyak Lemak, COD, Total N, dan PO4 pada Air Limbah Rumah Makan	57
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran	61

DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN A	i
LAMPIRAN B	vii
LAMPIRAN C	xii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Unit Pengolahan Lumpur Aktif	9
Gambar 2.2. Desain Sederhana <i>Grease Trap</i>	15
Gambar 3.1. Kerangka Penelitian.....	22
Gambar 3.2. Susunan Reaktor Unit Pengolahan Air Limbah Tampak Atas	23
Gambar 3.3. Susunan Reaktor Unit Pengolahan Air Limbah Tampak Samping	23
Gambar 3.4. Mekanisme Kerja Unit SBR Sistem Batch.....	23
Gambar 3.5. Skema <i>Pre-treatment</i> 1 dan 2 sebagai Variabel Bebas Penelitian..	28
Gambar 4.1. Reaksi Pemecahan Lipid oleh Enzim Lipase Bakteri.....	43
Gambar 4.2. Data Hasil Uji ANOVA Two Way Konsentrasi COD terhadap HRT, Debit Aerasi, dan Perlakuan <i>Pre-treatment</i>	51
Gambar 4.3. Data Hasil Uji ANOVA Two Way Konsentrasi Minyak & Lemak terhadap HRT, Debit Aerasi, dan Perlakuan <i>Pre-treatment</i>	53
Gambar 4.4. Data Hasil Uji ANOVA Two Way Konsentrasi Nitrogen Total terhadap HRT, Debit Aerasi, dan Perlakuan <i>Pre-treatment</i>	54
Gambar 4.5. Data Hasil Uji ANOVA Two Way Konsentrasi Fosfat (PO ₄) terhadap HRT, Debit Aerasi, dan Perlakuan <i>Pre-treatment</i>	56
Gambar 4.6. Reaksi Trigliserida pada Proses Pengolahan Air Limbah	59
Gambar 4.7. Reaksi Biologis Pengolahan Air Limbah Aerob	59

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Perbandingan Konsentrasi Parameter COD dan Minyak Lemak Setelah Diolah Menggunakan <i>Grease Trap</i> dengan dan Tanpa Bakteri & Aerasi	33
Grafik 4.2. Perbandingan Konsentrasi Parameter Fosfat, N Total, dan TSS Setelah Diolah Menggunakan <i>Grease Trap</i> dengan dan Tanpa Bakteri & Aerasi	33
Grafik 4.3. Grafik Kenaikan MLSS pada Proses <i>Seeding</i> Air Limbah	36
Grafik 4.4. Persen Penyisihan COD pada Proses Aklimatisasi	37
Grafik 4.5. Perbandingan Persentase Penyisihan COD Ditinjau dari Laju Aerasi	39
Grafik 4.6. Persentase Penyisihan COD Keseluruhan Reaktor Penelitian (a) untuk Reaktor 7 L/menit dan (b) untuk Reaktor 14 L/menit	40
Grafik 4.7. Perbandingan Persentase Penyisihan COD Ditinjau dari Laju Aerasi	41
Grafik 4.8. Persentase Penyisihan Minyak & Lemak Keseluruhan Reaktor Penelitian (a) untuk Reaktor 7 L/menit dan (b) untuk Reaktor 14 L/menit	42
Grafik 4.9. Perbandingan Persentase Penyisihan Nitrogen Total Ditinjau dari Laju Aerasi	43
Grafik 4.10. Persentase Penyisihan Nitrogen Total Keseluruhan Reaktor Penelitian (a) untuk Reaktor 7 L/menit dan (b) untuk Reaktor 14 L/menit	44
Grafik 4.11. Grafik Perbandingan Penyisihan Parameter Fosfat Ditinjau dari Laju Aerasi	45
Grafik 4.12. Persentase Penyisihan Fosfat Keseluruhan Reaktor Penelitian (a) untuk Reaktor 7 L/menit dan (b) untuk Reaktor 14 L/menit	46
Grafik 4.13. Grafik Perbandingan DO Keseluruhan Reaktor Penelitian	47
Grafik 4.14. Grafik Perbandingan TSS Ditinjau dari Laju Aerasi Reaktor SBR.	48
Grafik 4.15. Data Analisis TSS Keseluruhan Reaktor Penelitian (a) untuk Reaktor 7 L/menit dan (b) untuk Reaktor 14 L/menit	49
Grafik 4.16. Data Analisis pH Keseluruhan Reaktor Penelitian.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	5
Tabel 2.2. Baku Mutu Air Limbah Domestik (Permukiman/ <i>Real Estate</i> , Rumah Makan, Perkantoran, dan lain sebagainya)	6
Tabel 2.3. Karakteristik Air Limbah Domestik Sumber Rumah Makan dari Berbagai Sumber Penelitian.....	7
Tabel 2.4. Kriteria Desain Perencanaan Unit SBR.....	16
Tabel 2.5. Skema Proses SBR Secara Umum	17
Tabel 2.6. Rangkuman Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3.1. Desain Reaktor Unit Utama SBR.....	22
Tabel 3.2. Rincian Volume Reaktor Unit Utama	26
Tabel 3.3. Pembagian Waktu HRT Unit SBR pada Penelitian	28
Tabel 3.4. Matriks Variabel Penelitian.....	29
Tabel 3.5. Jadwal Kegiatan Penelitian	31
Tabel 4.1. Data Pengolahan Limbah Pre-Treatment <i>Grease Trap</i>	32
Tabel 4.2. Komposisi Aklimatisasi Air Limbah dan Lumpur Aktif <i>Seeding</i>	37
Tabel 4.3. Hasil Penyisihan Parameter pada Reaktor SBR.....	38
Tabel 4.4. Rangkuman Hasil Uji Mikroorganisme Proses Pengolahan Air Limbah	58

ABSTRAK

Kandungan minyak dan lemak pada limbah cair rumah makan merupakan salah satu pencemar yang sulit dihilangkan. Limbah cair rumah makan dipilih karena karakteristik pencemar COD, minyak lemak, nitrogen, dan fosfat yang tinggi. Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan konsorsium bakteri *Lactobacillus* sp. untuk mendegradasi minyak dan lemak pada limbah rumah cair makan. Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Grease Trap* dan *Sequencing Batch Reactor*. SBR dipilih karena efektivitasnya yang tinggi dengan ketahanan terhadap shock loading, fleksibilitas operasional, hemat lahan, serta mudah dikombinasikan dengan pengolahan lainnya. Konsorsium Bakteri pendegradasi minyak & lemak diaplikasikan pada *Grease Trap* secara aerobik. Perbedaan perlakuan seperti waktu retensi hidraulik (HRT) dan debit aerasi diberikan untuk mengetahui kondisi optimal reaktor SBR. Kombinasi *pre-treatment* dan SBR memberikan perbedaan kondisi aerobik dan anaerobik sehingga berpengaruh signifikan dalam penyisihan parameter pencemar. Aktivitas mikroorganisme dianalisis untuk mengetahui efektivitas penyisihan beban pencemar air limbah, khususnya minyak & lemak, yang berdampak juga pada parameter COD, Total Nitrogen, Fosfat, dan TSS. Hasil akhir pada penelitian ini, pada waktu tinggal 24 jam, debit aerasi 14 L/menit, konsorsium bakteri mampu menyisihkan minyak dan lemak sebesar 97.42%. dibandingkan *Grease Trap* konvensional sebesar 84.54%. Penambahan konsorsium bakteri *Lactobacillus* sp, memberikan dampak efektivitas penurunan zat pencemar lainnya lebih tinggi.

Kata Kunci: Limbah Cair Restoran, *Grease Trap*, *Sequencing Batch Reactor* (SBR), Mikroorganisme Pendegradasi Minyak & Lemak.

ABSTRACT

The presence of oil and grease in restaurant wastewater is one of the most challenging pollutants to be removed. Restaurant wastewater was chosen due to its high pollutant loads characteristics such as COD, oil & grease, nitrogen, and phosphate. This work utilizes the Lactobacillus sp bacteria consortium to degrade oil and grease in wastewater. The reactor used in this study were grease trap and Sequencing Batch Reactor . SBR was chosen due to its high efficiency, shock loading resistance, operational flexibility, land savings, and easy integration with other treatment processes. The bacterial consortium was applied to the Grease Trap aerobically. Different treatment conditions such as hydraulic retention time (HRT) and aeration rate, were used to figure out the optimal condition of SBR. The combination of pre-treatment and SBR provided different aerobic and anaerobic conditions, significantly removing pollutant parameters. The activity of the bacterial consortium was analyzed to determine its effectiveness in removing pollutant loads in wastewater. The results of this study showed that, at a 24-hour retention time and 14 L/minute aeration rate, the bacterial consortium was able to remove oil and grease by 97.42%, compared to the conventional Grease Trap which removed only 84.54%. The addition of the bacterial consortium resulted in a higher reduction of other pollutant parameters.

Keywords: *Restaurant Wastewater, Grease Trap, Sequencing Batch Reactor (SBR), Oil & Grease Degrading Microorganism*