

**OPTIMASI DOSIS, pH, DAN WAKTU PENGENDAPAN DALAM
PENYISIHAN TSS DAN COD PADA AIR LIMBAH KANTIN
MENGUNAKAN BIOKOAGULAN KULIT JERUK DENGAN
*BOX-BEHNKEN DESIGN***

SKRIPSI



Oleh :

MARSANDA AMELIA PUTRI
NPM 21034010004

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**OPTIMASI DOSIS, pH, DAN WAKTU PENGENDAPAN
DALAM PENYISIHAN TSS DAN COD PADA AIR LIMBAH
KANTIN MENGGUNAKAN BIOKOAGULAN KULIT JERUK
DENGAN *BOX-BEHNKEN DESIGN***

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

MARSANDA AMELIA PUTRI

NPM: 21034010004

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA
TIMUR FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

OPTIMASI DOSIS, pH, DAN WAKTU PENGENDAPAN DALAM PENYISIHAN TSS DAN COD PADA AIR LIMBAH KANTIN MENGGUNAKAN BIOKOAGULAN KULIT JERUK DENGAN *BOX-BEHNKEN DESIGN*

Disusun Oleh:



Marsanda Amelia Putri
NPM. 21034010004

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing



Praditya Sigit Ardisty Sitogasa, ST., MT
NIP/NPT. 19901001 202406 2001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



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

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMASI DOSIS, pH, DAN WAKTU PENGENDAPAN
DALAM PENYISIHAN TSS DAN COD PADA AIR LIMBAH
KANTIN MENGGUNAKAN BIOKOAGULAN KULIT JERUK
DENGAN *BOX-BEHNKEN DESIGN***

Disusun Oleh:



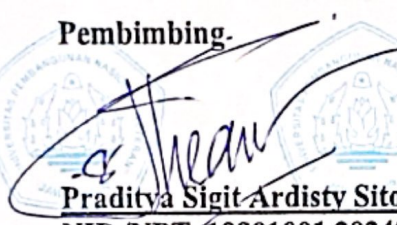
Marsanda Amelia Putri

NPM. 21034010004

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Serambi Engineering (Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui,

Pembimbing-



Praditya Sigit Ardisty Sitogasa, ST., MT
NIP./NPT. 19901001 202406 2001

TIM PENGUJI

1. Ketua



Raden Kokoh Harvo Putro ST., MT.
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026

2. Anggota



Aussie Amalia, ST., MSc.
NIP./NPT. 172 1992 1124 059

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



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

LEMBAR REVISI

**OPTIMASI DOSIS, pH, DAN WAKTU PENGENDAPAN
DALAM PENYISIHAN TSS DAN COD PADA AIR LIMBAH
KANTIN MENGGUNAKAN BIOKOAGULAN KULIT JERUK
DENGAN *BOX-BEHNKEN DESIGN***

Disusun Oleh:


Marsanda Amelia Putri
NPM. 21034010004

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 17 Juli 2025

TIM PENILAI

KETUA


Raden Kokoh Harvo Putro ST., MT.
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026

ANGGOTA


Aussie Amalia, ST., MSc.
NIP./NPT. 172 1992 1124 059

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Marsanda Amelia Putri
NPM : 21034010004
Program : Sarjana (S1)/ Magister (S2) / Doktor (S3)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Surabaya, 21 Juli 2025
Yang membuat pernyataan



Marsanda Amelia Putri
NPM.21034010004

*pilih salah satu (lingkari)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "Optimasi Dosis, pH, dan Waktu Pengendapan dalam Penyisihan TSS dan COD pada Air Limbah Kantin Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk dengan *Box-Behnken Design*". Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas pemanfaatan limbah kulit jeruk sebagai koagulan alami (green coagulant) dalam menurunkan kadar *Total Suspended Solids* (TSS) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air limbah kantin di lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi kontribusi dalam pengembangan teknologi pengolahan air limbah yang ramah lingkungan, sekaligus menjadi bahan acuan bagi penelitian-penelitian sejenis di masa yang akan datang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, saya memperoleh banyak bantuan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan dukungan selama proses studi.
3. Dr. Ir. Munawar Ali, M.T., selaku dosen pembimbing pertama yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, serta dorongan selama penyusunan skripsi ini.
4. Praditya Sigit Ardisty Sitogasa, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing kedua atas segala masukan dan bimbingan yang sangat membantu dalam proses penelitian ini.
5. Raden Kokoh Haryo Putro, S.T., M.T., selaku dosen penguji pertama atas masukan dan saran yang membangun terhadap hasil penelitian ini.

6. Aussie Amalia, S.T., M.Sc., selaku dosen penguji kedua atas kritik dan saran yang telah diberikan dalam ujian skripsi.
7. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membekali saya dengan ilmu pengetahuan dan wawasan selama masa studi.
8. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan dukungan moral, spiritual, dan material tanpa henti, serta doa yang menjadi kekuatan utama saya dalam menyelesaikan studi ini.
9. Teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan angkatan 2021 yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik saya, khususnya selama masa penelitian.
10. Segenap pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan demi perbaikan dan pengembangan di masa mendatang. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat, baik dalam dunia akademik maupun dalam penerapannya di bidang teknik lingkungan.

Akhir kata, saya berharap semoga segala bentuk bantuan dan kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak mendapatkan balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang nyata bagi masyarakat dan dunia pendidikan.

Surabaya, 20 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
BAB 1	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.....	3
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.1.1 Air Limbah	5
2.1.2 Air Limbah Kantin.....	5
2.1.3 Karakteristik Air Limbah Kantin.....	6
2.1.4 Standar Baku Mutu Air Limbah Kantin	10
2.2 Landasan Teori.....	11
2.2.1 Biokoagulan.....	11
2.2.2 Kulit Jeruk	13
2.2.3 Ekstraksi Kulit Jeruk	15
2.2.4 Koagulasi-Flokulasi.....	17
2.2.5 <i>Grease Trap</i>	19
2.2.6 Mekanisme Penyisihan Parameter Pada Air Limbah Kantin	20
2.2.7 <i>Box-Behnken Design</i> (BBD)	23
2.3 Penelitian Terdahulu.....	25

BAB 3	28
METODE PENELITIAN	28
3.1 Kerangka Penelitian	28
3.1.1 Pengambilan dan Penanganan Air Limbah Kantin di UPN “Veteran” Jawa Timur... ..	30
3.2 Bahan dan Alat	30
3.3 Cara Kerja	32
3.3.1 Cara Kerja <i>Grease Trap</i>	32
3.3.2 Cara Kerja Membuat Biokoagulan dengan Ekstraksi	32
3.3.3 Cara Kerja Membuat Biokoagulan tanpa Ekstraksi	32
3.3.4 Tahap Pembuatan Biokoagulan Cair	33
3.4 Variabel Penelitian	33
3.5 Hasil Uji Awal FTIR Kulit Jeruk	34
3.6 Matriks Penelitian.....	35
3.6.1 Matriks Penelitian Metode <i>Box-Behnken Design</i>	38
3.7 Analisis Data dan Hasil.....	40
3.8 Waktu Penelitian	41
3.9 Rancangan Anggaran Biaya (RAB).....	41
BAB 4	43
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil FTIR Biokoagulan Kulit Jeruk Diekstraksi dan Tanpa Ekstraksi. 43	
4.2 Hasil <i>Pre-Treatment</i>.....	46
4.3 Kemampuan Biokoagulan Kulit Jeruk Tanpa Ekstraksi dalam Penyisihan TSS dan COD	48
4.3.1 Hasil Penyisihan TSS Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk Tanpa Ekstraksi	51
4.3.2 Hasil Penyisihan COD Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk Tanpa Ekstraksi	52
4.3.3 Analisis <i>Box-Behnken Design</i> Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk Tanpa Ekstraksi	55
4.3.4 Visualisasi Prediksi pada <i>Cube Plot</i> Penyisihan TSS dan COD.....	60

4.3.5 Verifikasi Model Prediksi Penyisihan TSS dan COD melalui Grafik <i>Predicted vs. Actual</i>	61
4.3.6 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan TSS (Dosis x Waktu)	62
4.3.7 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan COD (Dosis x Waktu)	64
4.3.8 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan TSS (Dosis x pH)	65
4.3.9 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan COD (Dosis x pH)	66
4.3.10 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan TSS (pH x Waktu)	67
4.3.11 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan dan COD (pH x Waktu)	68
4.3.12 Hasil <i>Optimization Plot</i> % Penyisihan TSS dan COD	69
4.4 Kemampuan Biokoagulan Kulit Jeruk Dengan Ekstraksi dalam Penyisihan TSS dan COD	70
4.4.1 Hasil Penyisihan TSS Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk Dengan Ekstraksi	73
4.4.2 Hasil Penyisihan COD Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk Dengan Ekstraksi	76
4.4.3 Analisis <i>Box-Behnken Design</i> Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk Dengan Ekstraksi	77
4.4.4 Visualisasi Prediksi pada <i>Cube Plot</i> Removal TSS dan COD	82
4.4.5 Verifikasi Model Prediksi Penyisihan TSS dan COD Melalui Grafik <i>Predicted vs. Actual</i>	83
4.4.6 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan TSS (Dosis x Waktu)	85
4.4.7 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan COD (Dosis x Waktu)	86
4.4.8 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan TSS (Dosis x pH)	88
4.4.9 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan COD (Dosis x pH)	89
4.4.10 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan TSS (pH x Waktu)	91
4.4.11 <i>Surface Plot</i> dan <i>Countur Plot</i> % Penyisihan COD (pH x Waktu)	92
4.4.12 Hasil <i>Optimization Plot</i> % Removal TSS dan COD (Kulit Jeruk Dengan Ekstraksi)	93
4.4.13 Perbandingan Penyisihan TSS dan COD Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk Dengan Ekstraksi dan Tanpa Ekstraksi	95
4.4.14 Perbandingan Hasil <i>Box-Behnken Design</i>	102

4.4.15 Perbandingan Ukuran Flok dari Hasil Optimum pada Penyisihan TSS dan COD Menggunakan Biokoagulan dengan Ekstraksi dan Tanpa Ekstraksi.....	104
4.5 Perbandingan Penyisihan TSS dan COD Dengan Baku Mutu.....	107
BAB 5	109
KESIMPULAN DAN SARAN	109
5.1 Kesimpulan	109
5.2 Saran	110
DAFTAR PUSTAKA.....	112
LAMPIRAN.....	125

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Baku Mutu Air Limbah Kantin.....	11
Tabel 2. 2 Hasil Uji Awal Limbah Kantin	11
Tabel 2. 3 Komposisi Kulit Jeruk	14
Tabel 2. 4 Waktu Pengendapan Partikel	18
Tabel 2. 5 Penelitin Terdahulu	25
Tabel 3. 1 Data Gugus Fungsi Uji FTIR Kulit Jeruk.....	34
Tabel 3. 2 Matriks Penelitian <i>Pre-Treatment</i>	35
Tabel 3. 3 Matriks Penelitian Penurunan TSS dan COD.....	35
Tabel 3. 4 Matriks Penelitian Metode <i>Box-Behnken Design</i> Tanpa Ekstraksi	39
Tabel 3. 5 Matriks Penelitian Metode <i>Box-Behnken Design</i> Dengan Ekstraksi...	39
Tabel 3. 6 Waktu Penelitian.....	41
Tabel 3. 7 RAB Penelitian	41
Tabel 4. 1 Hasil FTIR Kulit Jeruk Tanpa Ekstraksi dan Diekstraksi	43
Tabel 4. 2 <i>Pre-Treatment</i>	46
Tabel 4. 3 Baku Mutu Air Limbah Kantin.....	47
Tabel 4. 4 Hasil Penyisihan TSS dan COD Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk Tanpa Ekstraksi	49
Tabel 4. 5 Hasil ANOVA TSS <i>Box-Behnken Design</i>	55
Tabel 4. 6 Hasil TSS R-Sq.....	56
Tabel 4. 7 Hasil ANOVA COD <i>Box-Behnken Design</i>	56
Tabel 4. 8 Hasil COD R-Sq	56
Tabel 4. 9 <i>Coded Coefficient</i> TSS dan COD (Kulit Jeruk Tanpa Ekstraksi)	58
Tabel 4. 10 Hasil Penyisihan TSS dan COD Prediksi Vs Aktual	61
Tabel 4. 11 Hasil Penyisihan TSS dan COD Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk Dengan Ekstraksi	71
Tabel 4. 12 Hasil ANOVA TSS <i>Box-Behnken Design</i>	77
Tabel 4. 13 Hasil TTS R-Sq.....	78
Tabel 4. 14 Hasil ANOVA COD <i>Box-Behnken Design</i>	78
Tabel 4. 15 Hasil COD R-Sq	78
Tabel 4. 16 <i>Coded Coefficient</i> TSS dan COD (Kulit Jeruk Dengan Ekstraksi) ...	81
Tabel 4. 17 Penyisihan TSS dan COD Prediksi Vs Aktual.....	83
Tabel 4. 18 Hasil Analisis PSA Flok Biokoagulan Kulit Jeruk	104
Tabel 4. 19 Hasil Analisis PSA Flok Koagulan Komersil	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penjelasan COD.....	8
Gambar 2. 2 Struktur Kimia Senyawa Pektin.....	14
Gambar 2. 3 Proses Destabilisasi Partikel dan Pembentukan Ikatan Flok Antar Partikel	17
Gambar 2. 4 <i>Grease Trap</i>	20
Gambar 2. 5 Ilustrasi Mekanime <i>Interparticle Bridging</i>	21
Gambar 2. 6 Ilustrasi Model <i>Egg Box</i>	21
Gambar 2. 7 <i>Sweep Flocculation</i>	22
Gambar 2. 8 Desain <i>Box Behnken</i>	24
Gambar 2. 9 Perbedaan CCD dan BBD	25
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	29
Gambar 3. 2 Desain Reaktor.....	31
Gambar 3. 3 Hasil Uji Awal FTIR Kulit Jeruk	34
Gambar 3. 4 Data Hasil <i>Box-Behnken Design</i>	40
Gambar 4. 1 Hasil FTIR Kulit Jeruk Tanpa Ekstraksi.....	43
Gambar 4. 2 Hasil FTIR Kulit Jeruk Dengan Ekstraksi	44
Gambar 4. 3 Penyisihan TSS Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk Tanpa Ekstraksi.....	51
Gambar 4. 4 Grafik Penyisihan COD Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk Tanpa Ekstraksi	53
Gambar 4. 5 Visualisasi Prediksi <i>Cube Plot Removal TSS dan COD</i>	60
Gambar 4. 6 Verifikasi Model Prediksi TSS dan COD	61
Gambar 4. 7 Grafik Perbedaan Dalam Penyisihan TSS dan COD (Prediksi vs Aktual) Tanpa Ekstraksi	62
Gambar 4. 8 <i>Surface plot % dan Countur Plot Removal (Dosis x Waktu)</i>	63
Gambar 4. 9 <i>Surface Plot dan Countur Plot % Removal COD (Dosis x Waktu)</i> 64	
Gambar 4. 10 <i>Surface Plot dan Countur Plot % Removal TSS (Dosis x pH)</i>	65
Gambar 4. 11 <i>Surface Plot dan Countur Plot % Removal COD (Dosis x pH)</i> ...	66
Gambar 4. 12 <i>Surface Plot dan Countur Plot % Removal TSS (pH x Waktu)</i>	67
Gambar 4. 13 <i>Surface Plot dan Countur Plot % Removal COD (pH x Waktu)</i> ..	68
Gambar 4. 14 Hasil Optimasi Penyisihan TSS dan COD.....	69
Gambar 4. 15 Hasil Optimasi Setiap Faktor Pada Penyisihan TSS dan COD	69
Gambar 4. 16 Nilai CD Optimasi Penyisihan TSS dan COD.....	70
Gambar 4. 17 Grafik Penyisihan TSS Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk .	73
Gambar 4. 18 Grafik Penyisihan COD Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk	76
Gambar 4. 19 Visualisasi Prediksi pada <i>Cube Plot Removal TSS dan COD</i>	82
Gambar 4. 20 Grafik <i>Predicted vs. Actual % Removal TSS dan COD</i>	84

Gambar 4. 21 Grafik Perbedaan Dalam Penyisihan TSS dan COD (Prediksi vs Aktual) Dengan Ekstraksi	84
Gambar 4. 22 <i>Surface</i> Plot dan <i>Countur</i> Plot Penyisihan TSS.....	85
Gambar 4. 23 <i>Surface</i> Plot dan <i>Countur</i> Plot Penyisihan COD	86
Gambar 4. 24 <i>Surface</i> Plot dan <i>Countur</i> Plot Penyisihan TSS.....	88
Gambar 4. 25 <i>Surface</i> Plot dan <i>Countur</i> Plot Penyisihan COD	90
Gambar 4. 26 <i>Surface</i> Plot dan <i>Countur</i> Plot Penyisihan TSS.....	91
Gambar 4. 27 <i>Surface</i> Plot dan <i>Countur</i> Plot Penyisihan COD	92
Gambar 4. 28 Hasil <i>Optimization</i> Plot % Removal TSS dan COD.....	93
Gambar 4. 29 Hasil Optimum Setiap Faktor Pada Penyisihan TSS dan COD....	93
Gambar 4. 30 Hasil CD Penyisihan TSS dan COD.....	94
Gambar 4. 31 Perbandingan Penyisihan TSS Kuli Jeruk Dengan Esktraksi dan Tanpa Esktraksi	95
Gambar 4. 32 Perbandingan Penyisihan COD Kulit Jeruk Dengan Esktraksi dan Tanpa Esktraksi	96
Gambar 4. 33 Perbandingan % Penyisihan TSS dengan Ukuran Flok.....	105
Gambar 4. 34 Perbandingan % Penyisihan COD dengan Ukuran Flok	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A 1 Hasil Analisis.....	125
Lampiran A 2 Hasil Analisis TSS dan COD.....	128
Lampiran B 1 Contoh Perhitungan TSS.....	131
Lampiran B 2 Contoh Perhitungan COD	131
Lampiran B 3 Contoh Perhitungan Minyak & Lemak	132
Lampiran B 4 Contoh Perhitungan Persen Removal.....	132
Lampiran B 5 Perhitungan Volume Larutan Biokoagulan	132
Lampiran B 6 Perhitungan <i>Grease Trap</i>	133
Lampiran B 7 Hasil Uji PSA (Ukuran Flok).....	135
Lampiran B 8 Uji Awal Karakteristik Air Limbah Kantin	136
Lampiran C 1 Langkah-Langkah Membuat Biokoagulan Kulit Jeruk Tidak Diekstraksi	137
Lampiran C 2 Langkah-Langkah Membuat Biokoagulan Kulit Jeruk Diekstraksi	138
Lampiran C 3 Langkah-Langkah Proses Koagulasi-Flokulasi Dengan Jartest.	139
Lampiran C 4 Langkah-Langkah Uji TSS	141
Lampiran C 5 Langkah-Langkah Uji COD.....	143
Lampiran C 6 Langkah-Langkah Uji Minyak & Lemak	144
Lampiran C 7 Hasil Flok.....	145
Lampiran D 1 Logbook Penelitian	147

ABSTRAK

Air limbah kantin mengandung bahan organik kompleks, minyak, lemak, serta *Total Suspended Solids* (TSS) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam kadar tinggi, sehingga memerlukan pengolahan awal yang efisien dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas biokoagulan dari limbah kulit jeruk baik yang diekstraksi maupun tidak diekstraksi dalam menurunkan kadar TSS dan COD, serta mengoptimalkan parameter proses menggunakan pendekatan *Box-Behnken Design* (BBD) dalam kerangka *Response Surface Methodology* (RSM). Tahap awal pengolahan melibatkan *pre-treatment* dengan *grease trap* untuk menyisahkan minyak dan lemak. Biokoagulan disiapkan melalui dua metode: langsung dikeringkan dan dihaluskan, serta diekstraksi menggunakan larutan HCl untuk memperoleh senyawa aktif seperti pektin. Variabel proses yang divariasikan meliputi dosis (1–3 g/L), pH (3–7), dan waktu pengendapan (30–60 menit). Hasil optimasi menunjukkan bahwa kondisi optimum pada biokoagulan dengan ekstraksi terjadi pada dosis 2 g/L, pH 3, dan waktu pengendapan 49 menit dengan penyisihan TSS sebesar 47,38% dan COD sebesar 38,94%. Sedangkan tanpa ekstraksi terjadi pada dosis 2,17 gr/L, pH 3, dan waktu pengendapan 49 menit dengan penyisihan TSS sebesar 31,47% dan COD sebesar 29,17%. Meskipun grafik menunjukkan peningkatan hingga menit ke-60, perubahan setelah menit ke-45 bersifat tidak signifikan secara statistik, sehingga waktu optimum ditetapkan pada kisaran 45–50 menit. Selain itu, nilai *Polydispersity Index* (PI) sebesar 0,013 pada biokoagulan yang diekstraksi menunjukkan kestabilan ukuran flok, yang turut berkontribusi pada efisiensi penyisihan yang lebih tinggi. Penelitian ini membuktikan bahwa kulit jeruk memiliki potensi sebagai biokoagulan alami yang efektif untuk pengolahan air limbah domestik.

Kata Kunci: Biokoagulan, Kulit Jeruk, *Box-Behnken Design*, TSS, dan COD

ABSTRACT

Canteen wastewater contains complex organic matter, oils, fats, as well as high levels of Total Suspended Solids (TSS) and Chemical Oxygen Demand (COD), thus requiring efficient and environmentally friendly preliminary treatment. This study aims to evaluate the effectiveness of a bio-coagulant derived from orange peel waste, both extracted and non-extracted, in reducing TSS and COD concentrations, as well as to optimize the process parameters using the Box-Behnken Design (BBD) within the framework of Response Surface Methodology (RSM). The initial treatment stage involved pre-treatment using a grease trap to remove oils and fats. The bio-coagulant was prepared through two methods: directly drying and grinding the orange peels, and extracting them using HCl solution to obtain active compounds such as pectin. The process variables varied in this study included dosage (1–3 g/L), pH (3–7), and settling time (30–60 minutes). Optimization results showed that the optimum condition for the extracted bio-coagulant occurred at a dosage of 2 g/L, pH 3, and a settling time of 49 minutes, with TSS and COD removal efficiencies of 47.38% and 38.94%, respectively. For the non-extracted bio-coagulant, the optimum condition was found at a dosage of 2.17 g/L, pH 3, and a settling time of 49 minutes, with TSS and COD removal efficiencies of 31.47% and 29.17%, respectively. Although the graph showed increasing removal efficiencies up to 60 minutes, changes after the 45th minute were statistically insignificant, thus the optimal settling time was determined to be in the range of 45–50 minutes. Moreover, the Polydispersity Index (PI) value of 0.013 for the extracted bio-coagulant indicated stable floc size, which contributed to the higher removal efficiency. This study demonstrates that orange peel waste has significant potential as an effective natural bio-coagulant for domestic wastewater treatment.

Keywords: Bio-coagulant, Orange Peel, Box-Behnken Design, TSS, COD