

**PENGARUH JENIS KOAGULAN DAN UKURAN
GELEMBUNG TERHADAP KOMBINASI
KOAGULASI-FLOKULASI-FLOTASI DALAM
MENYISIRKAN MINYAK LEMAK, KEKERUHAN,
DAN WARNA PADA LIMBAH RUMAH MAKAN**

SKRIPSI



Oleh

ALFINA NURFADHILA

NPM 21034010032

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

**PENGARUH JENIS KOAGULAN DAN UKURAN
GELEMBUNG TERHADAP KOMBINASI
KOAGULASI-FLOKULASI-FLOTASI DALAM
MENYISIHKAN MINYAK LEMAK, KEKERUHAN,
DAN WARNA PADA LIMBAH RUMAH MAKAN**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

ALFINA NUREADHILA

NPM: 21034010032

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGARUH JENIS KOAGULAN DAN UKURAN
GELEMBUNG TERHADAP KOMBINASI
KOAGULASI-FLOKULASI-FLOTASI DALAM
MENYISIHKAN MINYAK LEMAK, KEKERUHAN,
DAN WARNA PADA LIMBAH RUMAH MAKAN**

Disusun Oleh:


Alfina Nurfadhila
NPM. 21034010032

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing


Rizka Novembrianto, S.T.M.T.
NIP./NPT. 198711272025211062

Mengetahui,

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

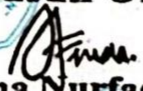


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH JENIS KOAGULAN DAN UKURAN
GELEMBUNG TERHADAP KOMBINASI KOAGULASI-
FLOKULASI-FLOTASI DALAM MENYISIHKAN MINYAK
LEMAK, KEKERUHAN, DAN WARNA PADA LIMBAH
RUMAH MAKAN**

Disusun Oleh:


Alfina Nurfadhila
NPM. 21034010032

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Ajarcdé (Terakreditasi Sinta 4)**

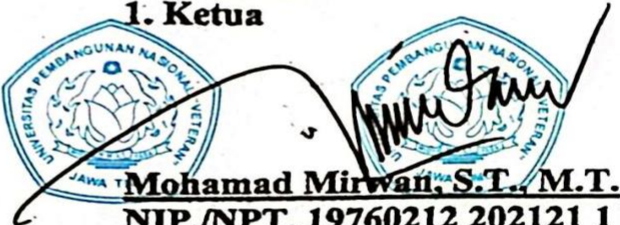
Menyetujui,

TIM PENGUJI

1. Ketua

Pembimbing


Rizka Novembrianto, S.T.M.T
NIP./NPT. 198711272025211062


Mohamad Mirwan, S.T. M.T.
NIP./NPT. 19760212 202121 1 004

2. Anggota


Raden Kokoh Haryo Putro, S.T.M.T.
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026

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

**PENGARUH JENIS KOAGULAN DAN UKURAN
GELEMBUNG TERHADAP KOMBINASI KOAGULASI-
FLOKULASI-FLOTASI DALAM MENYISIHKAN MINYAK
LEMAK, KEKERUHAN, DAN WARNA PADA LIMBAH
RUMAH MAKAN**

Disusun Oleh:


Alfina Nurfadhila
NPM. 21034010032

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal November 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA


Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIP./NPT. 19760212 202121 1 004


Raden Kokoh Haryo Putro, S.T.M.T.
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Alfina Nurfadhila

NPM : 21034010032

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 ditemukan 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, 28 November 2025

Yang Membuat Pernyataan



Alfina Nurfadhila
NPM. 21034010032

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pengaruh Jenis Koagulan Dan Ukuran Gelembung Terhadap Efektivitas Kombinasi Koagulasi-Flotasi Dalam Penyisihan Minyak Lemak, Kekeruhan Dan Warna Pada Limbah Rumah Makan”. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada fakultas teknik UPN “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa pembuatan Skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya kerja sama, bantuan, dukungan, bimbingan, arahan, petunjuk, serta saran dari berbagai pihak. Oleh karenanya, penulis mengucapkan terima kasih 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, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Rizka Novembrianto, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bantuan serta bimbingan juga kritik maupun saran dalam penyusunan skripsi.
4. Mohamad Mirwan, S.T,M.T. dan Raden Kokoh Haryo Putro, S.T,M.T. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk membantu menyempurnakan, membimbing dan memberikan saran dalam penyusunan skripsi.
5. Seluruh dosen progam studi teknik lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu karena telah memberikan banyak ilmu dan masukan.
6. Orang tua penulis terutama ibu penulis, malaikat tanpa sayap yang sangat penulis cintai Yayuk Nadhiroh, yang telah tulus dan sabar memberikan kasih sayang serta dukungan baik bentuk moril, materi, maupun doa yang tak pernah putus untuk penulis. Semoga Allah SWT selalu memberikan ibu kebahagiaan dan kemulian.

7. Teman spesial penulis, Taufik Agus Pratama yang sangat penulis sayangi, terimakasih karena telah memberikan banyak dukungan baik moril maupun materi selama penelitian berlangsung, memberikan semangat dan kasih sayang untuk penulis.
8. Guru penulis, Mustaghis Mubarak dan Dewi Rahmawati yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan keteladanan yang telah diberikan. Serta teman-teman seperjuangan Hidayatullah Ngisor Pring yang sangat penulis sayangi. Semoga Allah membalas setiap kebaikan dengan pahala yang berlipat, serta menjadikan ilmu yang diajarkan sebagai amal jariyah yang terus mengalir.
9. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2021 yang senantiasa membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, semoga segala kebaikan dan jasanya dibalas oleh Tuhan Yang Maha Esa.

Dalam penyusunan skripsi ini tentu saja masih banyak terdapat kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Walaupun demikian, penulis telah berusaha menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan sebaik mungkin. Oleh karena itu, apabila terdapat kekurangan di dalam penulisan skripsi ini, penulis dengan senang hati siap menerima kritik dan saran dari para pembaca guna terciptanya pembelajaran di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, masyarakat luas, juga institusi khususnya Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
ABTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Ruang Lingkup	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Umum.....	6
2.1.1 Karakteristik Limbah Rumah Makan.....	6
2.1.2 Baku Mutu.....	6
2.1.2 Pencemaran Air Oleh Minyak Lemak, Kekeruhan dan Warna	9
2.1.2.1 Sumber-Sumber Pencemar.....	9
2.1.2.2 Dampak Minyak Lemak, Warna dan Kekeruhan	9
2.1.3 Prinsip Dasar Proses <i>Dissolved Air Flotation</i> (DAF)	10
2.1.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Proses DAF	13
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Proses Koagulasi dan Flokulasi	14

2.2.1	Teori Pembentukan dan Ukuran Gelembung	17
2.2.4	Interaksi Flok–Gelembung.....	21
2.3	Hasil Penelitian Sebelumnya	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		26
3.1	Kerangka Penelitian	26
3.2	Bahan dan Alat	27
3.3	Cara Kerja.....	28
3.4	Variabel Penelitian.....	32
3.5	Matriks Penelitian.....	33
3.6	Analisis Data	34
3.7	Jadwal Penelitian	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Hasil Penelitian	37
4.1.1	Kondisi Awal Sampel Limbah Rumah Makan	37
4.1.2	Hasil Analisis Penyisihan Parameter Kekeruhan	38
4.1.3	Hasil Analisis Penyisihan Parameter Warna	43
4.1.4	Hasil Analisis Penyisihan Parameter Minyak Lemak	48
4.1.5	Uji Statistik (Anova-Two Way).....	52
4.2	Pembahasan.....	55
4.2.1	Analisis kekeruhan	55
4.2.2	Analisis warna	59
4.2.3	Analisis minyak lemak	62
4.2.4	Pengaruh Variasi Ukuran Gelembung terhadap Efisiensi Penyisihan..	63
4.2.5	Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Efisiensi Penyisihan.....	75
4.2.6	Pengaruh Kombinasi Ukuran Gelembung dan Jenis Koagulan	77

4.2.7 Aplikasi Praktis dan Keterbatasan Penelitian.....	77
4.2.8 Reaksi Kimia Koagulan	80
4.2.9 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Studi Terdahulu	83
4.2.10 Uji Statistik (Anova-Two Way).....	85
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Limbah	7
Tabel 2. 2 Baku Mutu Kekeruhan dan Warna	7
Tabel 2. 3 Penelitian Sebelumnya	22
Tabel 3. 1 Matriks Analisa Hasil Uji	33
Tabel 4. 1 Hasil Uji Awal Air Limbah Rumah Makan	37
Tabel 4. 2 Baku Mutu Limbah	37
Tabel 4. 3 Hasil Analisa Kekeruhan	39
Tabel 4. 4 Hasil Analisa Warna	43
Tabel 4. 5 Hasil Analisa Minyak Lemak	48
Tabel 4. 6 Hasil Uji ANOVA Dua Arah	39
Tabel 4. 7 Tabel Perbandingan Harga Koagulan	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram alir DAF	12
Gambar 3. 1 Reaktor Unit DAF	29
Gambar 3. 2 Variasi Ukuran Gelembung	30
Gambar 4. 1 Hasil Anova Two-Way Kekeruhan	53
Gambar 4. 2 Hasil Anova Two-Way Warna	53
Gambar 4. 3 Hasil Anova Two-Way Minyak Lemak	53
Gambar 4. 4 Grafik perbandingan coarse bubble dengan variasi koagulan pada parameter kekeruhan	40
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan fine bubble dengan variasi koagulan pada parameter kekeruhan	41
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan mikro bubble dengan variasi koagulan pada parameter kekeruhan	42
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan coarse bubble dengan variasi koagulan pada parameter warna	45
Gambar 4. 8 Grafik perbandingan fine bubble dengan variasi koagulan pada parameter warna	46
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan mikro bubble dengan variasi koagulan pada parameter warna	47
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan coarse bubble dengan variasi koagulan pada parameter minyak lemak	49
Gambar 4. 11 Grafik perbandingan fine bubble dengan variasi koagulan pada parameter minyak lemak	50
Gambar 4. 12 Grafik perbandingan mikro bubble dengan variasi koagulan pada parameter minyak lemak	51

ABSTRAK

**PENGARUH JENIS KOAGULAN DAN UKURAN GELEMBUNG
TERHADAP KOMBINASI KOAGULASI-FLOKULASI-FLOTASI DALAM
MENYISIHAN MINYAK LEMAK KEKERUHAN DAN WARNA PADA
LIMBAH RUMAH MAKAN**

**ALFINA NURFADHILA
21034010032**

Flotasi Udara Terlarut (DAF) secara luas diterapkan untuk menghilangkan polutan hidrofobik seperti minyak dan lemak, serta padatan tersuspensi dan senyawa penyebab warna dalam air limbah. Namun, kinerjanya sangat bergantung pada karakteristik gelembung dan sifat fisiko-kimia flok yang terbentuk selama koagulasi. Penelitian ini mengkaji efek gabungan ukuran gelembung (kasar, halus, dan mikrobelembung) dan jenis koagulan (Hydrochloromide/HCA, FeCl_3 , dan PAC) terhadap efisiensi penghilangan minyak & lemak, kekeruhan, dan warna menggunakan unit DAF skala laboratorium kontinu berkapasitas 5 L. Limbah cair masuk mengandung 20 mg/L minyak dan lemak, 142 NTU kekeruhan, dan 25,7 TCU warna. Mikrobubble menghasilkan flotasi paling efektif karena diameternya yang kecil, luas permukaan yang tinggi, dan waktu tinggal yang lama, yang secara bersama-sama meningkatkan tabrakan dan penempelan gelembung dengan partikel. Di antara koagulan, HCA menunjukkan efisiensi penghilangan tertinggi karena menghasilkan flok yang padat, kompak, dan hidrofobik yang kuat menempel pada mikrobubble. Interaksi sinergis antara gelembung mikro dan HCA menghasilkan efisiensi penghilangan maksimum, mencapai lebih dari 80–90% penghilangan minyak dan lemak, 70–85% penghilangan kekeruhan, dan 60–75% penghilangan warna. Temuan ini menyoroti pentingnya mengoptimalkan karakteristik gelembung dan pemilihan koagulan untuk meningkatkan efisiensi DAF. Gelembung mikro–HCA Kombinasi mikrobelembung–HCA direkomendasikan sebagai strategi operasional paling efektif untuk mengolah limbah cair berminyak.

Kata Kunci : Dissolved Air Flotation, Koagulasi, Koagulan, Ukuran Gelembung.

ABSTRACT***THE EFFECT OF COAGULANT TYPE AND BUBBLE SIZE ON THE COMBINATION OF COAGULATION-FLOCCULATION-FLOTATION IN REMOVING FATTY OIL, TURBIDITY, AND COLOR FROM RESTAURANT WASTEWATER*****ALFINA NURFADHILA
21034010032**

Dissolved Air Flotation (DAF) is widely applied for removing hydrophobic pollutants such as oil and grease, along with suspended solids and color-causing compounds in wastewater. However, its performance strongly depends on bubble characteristics and the physicochemical properties of the flocs formed during coagulation. This study investigates the combined effect of bubble size (coarse, fine, and microbubble) and coagulant type (Hydrochloromide—HCA, FeCl₃, and PAC) on the removal efficiency of oil & grease, turbidity, and color using a 5-L continuous laboratory-scale DAF unit. The influent wastewater contained 20 mg/L oil & grease, 142 NTU turbidity, and 25.7 TCU color. The results show that both bubble size and coagulant type significantly influence DAF performance. Microbubbles produced the most effective flotation due to their small diameter, high surface area, and prolonged residence time, which collectively enhance bubble–particle collision and attachment. Among the coagulants, HCA demonstrated the highest removal efficiency because it generated dense, compact, and hydrophobic flocs that strongly adhered to microbubbles. The synergistic interaction between microbubbles and HCA yielded the maximum removal efficiencies, achieving more than 80–90% oil & grease removal, 70–85% turbidity removal, and 60–75% color removal. These findings highlight the importance of optimizing both bubble characteristics and coagulant selection for improving DAF efficiency. The microbubble–HCA combination is recommended as the most effective operational strategy for treating oily wastewater.

Keywords : Dissolved Air Flotation, Koagulation, Coagulant, Bubble Size.