

SKRIPSI

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS
FERROFLUID DAN ELEKTROKOAGULASI
DALAM MEREMOVAL MIKROPLASTIK
PADA LIMBAH LAUNDRY**



Oleh:

BERNADHETA DONABELLA EGA SANTOSA

19034010019

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2023**

SKRIPSI

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS
FERROFLUID DAN ELEKTROKOAGULASI
DALAM MEREMOVAL MIKROPLASTIK
PADA LIMBAH LAUNDRY**



Oleh:

BERNADHETA DONABELLA EGA SANTOSA

19034010019

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2023

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS FERROFLUID DAN
ELEKTROKOAGULASI DALAM MEREMOVAL
MIKROPLASTIK PADA LIMBAH LAUNDRY**

SKRIPSI

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

Diajukan oleh:

BERNADHETA DONABELLA EGA SANTOSA
19034010019

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
SURABAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS FERROFLUID DAN
ELEKTROKOAGULASI DALAM MEREMOVAL
MIKROPLASTIK PADA LIMBAH LAUNDRY**

Disusun Oleh

BERNADHETA DONABELLA EGA SANTOSA

19034010019

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 13 September 2023

Menyetujui

Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT

NIP. 19681126 199403 2 001

Mengetahui

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM



Dr. Dra. Jariyah M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bernadheta Donabella Ega S.
NIM : 19034010019
Fakultas /Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Perbandingan Efektivitas Ferrofluid Dan
Elektrokoagulasi Dalam Meremoval Mikroplastik
Pada Limbah Laundry

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, 02 September 2023

Yang Menyatakan



(Bernadheta Donabella Ega S.)

KATA PENGANTAR

Segala puji penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir skripsi yang berjudul “Perbandingan Efektivitas Ferrofluid Dan Elektrokoagulasi Dalam Meremoval Mikroplastik Pada Limbah Laundry”. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur. 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 Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku dosen pembimbing atas segala kritik, saran, dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini berlangsung.
4. Bapak Dr. Ir. Tuhu Agung R., MT., dan Bapak Raden Kokoh H. P., ST., MT., 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. Serta maaf atas segala 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

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur penulis aturkan kepada Tuhan yang Maya Esa atas berkat dan Rahmat yang telah dilimpahkan-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis juga menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari adanya bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, dengan segala rasa syukur, dan ketulusan, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, ibu saya Emanuela Eko Wayanti dan Bapak saya Paulus Budi Santosa yang telah senantiasa mendukung, mendampingi dan mendoakan saya selama ini.
2. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Lingkungan UPN Jawa Timur atas segala bimbingan, ajaran, dan bantuannya selama saya berkuliah.
3. Keluarga saya tercinta yang telah mendampingi saya dalam segala suka dan suka, serta memberikan segala kenyamanan dalam hangat keluarga.
4. Semua teman saya selama perkuliahan, Fida, Mega, Uci dan teman-teman Angkatan 2019 Jurusan Teknik Lingkungan, yang senantiasa menemani dan mendampingi dikala susah dan senang.
5. Serta pihak-pihak lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Semoga semua dukungan, dorongan, dan doa yang diberikan kepada penulis dapat memberikan berkat kepada semua pihak dan semoga Tuhan memberikan balasan yang berlipat atas amalan dan bantuan yang telah diberikan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR GRAFIK.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
ABSTRAK.....	x
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Mikroplastik.....	4
2.1.1 Transpor Mikroplastik.....	5
2.1.2 Mikroplastik Fiber.....	7
2.1.3 Sifat Mikroplastik.....	8
2.1.4 Toksisitas Mikroplastik.....	9
2.1.5 Mikroplastik di Perairan.....	10
2.2 Parameter Uji.....	10
2.2.1 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	10
2.2.2 <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i>	11
2.2.3 Surfaktan.....	11
2.2.4 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	12
2.3 Magnet.....	13
2.4 Ferrofluid.....	14

2.4.1 Magnetit (Fe_3O_4)	15
2.4.2 Prinsip dan Cara Kerja Ferrofluid	17
2.4.3 Faktor-faktor Yang Memengaruhi Ferrofluid	18
2.4.4 Kelebihan dan Kekurangan Ferrofluid	19
2.5 Elektrokoagulasi.....	21
2.5.1 Plat Elektroda	21
2.5.2 Prinsip dan Cara Kerja	23
2.5.3 Faktor-faktor Yang Memengaruhi.....	25
2.5.4 Kelebihan dan Kekurangan	26
2.6 Penghilangan Bahan Organik.....	27
2.7 Analisis.....	27
2.7.1 Uji Jumlah Flok (Uji Fisik Mikroplastik).....	27
2.8 Penelitian Terdahulu	29
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Kerangka Penelitian	32
3.2 Alat dan Bahan.....	33
3.2.1 Bahan.....	33
3.2.2 Alat	33
3.3 Rancangan Reaktor	33
3.4 Metode Kerja.....	34
3.4.1 Cara Pengambilan Sampel Limbah Laundry.....	34
3.4.2 Tahap pengujian	34
3.4.3 Proses Penelitian Elektrokoagulasi Dengan Sistem <i>Batch</i>	35
3.5 Variabel.....	36
3.5.1 Variabel bebas :	36
3.5.3 Variabel Tetap :	37
3.5.4 Parameter Uji :	37
3.6 Matrix Penelitian.....	38

3.7 Analisis Sampel.....	39
3.8 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	40
3.9 Karakteristik Air Limbah.....	40
BAB IV. PEMBAHASAN	41
4.1 Kemampuan Ferrofluid Terhadap Penurunan Mikroplastik Dan Parameter Pencemar.....	41
4.1.1 Penurunan Mikroplastik.....	43
4.1.2 Penurunan <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	46
4.1.3 Penurunan <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS).....	48
4.1.4 Penurunan Surfaktan.....	50
4.1.5 Penurunan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	53
4.2 Perbandingan Efektivitas Ferrofluid dan Elektrokoagulasi Pada Penurunan Mikroplastik dan Parameter Pencemar.....	55
4.2.1 Perbandingan Efektivitas Penurunan Mikroplastik.....	57
4.2.2 Perbandingan Efektivitas Penurunan TSS.....	59
4.2.3 Perbandingan Efektivitas Penurunan TDS.....	61
4.2.4 Perbandingan Efektivitas Penurunan Surfaktan.....	62
4.2.5 Perbandingan Efektivitas Penurunan COD.....	64
4.3 Morfologi Fisik Mikroplastik Pada Limbah Laundry.....	66
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN A. DATA HASIL PENELITIAN	92
A.1 Hasil analisisn pH dan perubahannya.....	92
A.2 Hasil Analisis suhu dan perubahannya.....	92
A.3 Rencana Anggaran Biaya.....	93
LAMPIRAN B. PROSEDUR ANALISIS DAN PERHITUNGAN	94

B1. Analisis COD	94
B2. Analisis TSS	94
B.3 Analisisn Total N.....	95
B.4 Analisa Surfaktan	96
LAMPIRAN C. DOKUMENTASI	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Produksi Mikroplastik	6
Gambar 2. 2 Mikroplastik Fiber	8
Gambar 2. 3 Fe ₃ O ₄ bubuk	15
Gambar 2. 4 Mineral Magnetite	16
Gambar 2. 5 Mikroplastik bermagnet Nano-Fe ₃ O ₄	16
Gambar 2. 6 Hubungan Antar Partikel Magnetik, Surfaktan dan Koloid	17
Gambar 2. 7 Deret Volta	22
Gambar 2. 8 Bagan Reaksi Elektrokoagulasi.....	23
Gambar 2. 9 Metode Uji Fisik.....	28
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	32
Gambar 3. 2 Rancangan Reaktor Ferrofluid	33
Gambar 3. 3 Rancangan Reaktor Elektrokoagulasi	34
Gambar 4. 1 Data Hasil Uji ANOVA Jenis Minyak, Jumlah Minyak, Jumlah Magnetit Terhadap Penurunan Mikroplastik.....	45
Gambar 4. 2 Data Hasil Uji ANOVA Jenis Minyak, Jumlah Minyak, Jumlah Magnetit Terhadap Penurunan TSS.....	47
Gambar 4. 3 Data Hasil Uji ANOVA Jenis Minyak, Jumlah Minyak, Jumlah Magnetit Terhadap Penurunan TDS	50
Gambar 4. 4 Data Hasil Uji ANOVA Jenis Minyak, Jumlah Minyak, Jumlah Magnetit Terhadap Penurunan Surfaktan.....	52
Gambar 4. 5 Data Hasil Uji ANOVA Jenis Minyak, Jumlah Minyak, Jumlah Magnetit Terhadap Penurunan COD	54
Gambar 4. 6 Data Hasil Uji ANOVA Kuat Arus, Waktu Detensi Terhadap Penurunan Mikroplastik	58
Gambar 4. 7 Data Hasil Uji ANOVA Kuat Arus, Waktu Detensi Terhadap Penurunan TSS	60
Gambar 4. 8 Data Hasil Uji ANOVA Kuat Arus, Waktu Detensi Terhadap Penurunan TDS	61

Gambar 4. 9 Data Hasil Uji ANOVA Kuat Arus, Waktu Detensi Terhadap Penurunan Surfaktan	64
Gambar 4. 10 Data Hasil Uji ANOVA Kuat Arus, Waktu Detensi Terhadap Penurunan COD.....	66
Gambar 4. 11 Mikroplastik Fiber Air Limbah	67
Gambar 4. 12 Mikroplastik Fragmen Air Limbah	67
Gambar 4. 13 Mikroplastik Filamen Air Limbah	68
Gambar 4. 14 Data Hasil Uji ANOVA Jenis Minyak, Jumlah Minyak, Jumlah Magnetit Terhadap Penurunan Mikroplastik Fiber	72
Gambar 4. 15 Data Hasil Uji ANOVA Jenis Minyak, Jumlah Minyak, Jumlah Magnetit Terhadap Penurunan Mikroplastik Fragmen.....	72
Gambar 4. 16 Data Hasil Uji ANOVA Jenis Minyak, Jumlah Minyak, Jumlah Magnetit Terhadap Penurunan Mikroplastik Filamen.....	73
Gambar 4. 17 Data Hasil Uji ANOVA Kuat Arus, Waktu Detensi Terhadap Penurunan Mikroplastik Fiber	74
Gambar 4. 18 Data Hasil Uji ANOVA Kuat Arus, Waktu Detensi Terhadap Penurunan Mikroplastik Fragmen	74
Gambar 4. 19 Data Hasil Uji ANOVA Kuat Arus, Waktu Detensi Terhadap Penurunan Mikroplastik Fiber	75

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Pengaruh Variabel Terhadap Penurunan Mikroplastik Metode Ferrofluid	44
Grafik 4.2 Pengaruh Variabel Terhadap Penurunan TSS Metode Ferrofluid	46
Grafik 4. 3 Pengaruh Variabel Terhadap Penurunan TDS Metode Ferrofluid	49
Grafik 4. 4 Pengaruh Variabel Terhadap Penurunan Surfaktan Metode Ferrofluid	51
Grafik 4.5 Pengaruh Variabel Terhadap Penurunan COD Metode Ferrofluid	54
Grafik 4.6 Perbandingan Persen Penurunan Parameter Ferrofluid dan Elektrokoagulasi	57
Grafik 4.7 Pengaruh Variabel Terhadap Penurunan Mikroplastik Metode Elektrokoagulasi	58
Grafik 4. 8 Pengaruh Variabel terhadap Penurunan TSS Metode Elektrokoagulasi	59
Grafik 4. 9 Pengaruh Variabel Terhadap Penurunan TDS Metode Elektrokoagulasi	62
Grafik 4.10 Pengaruh Variabel Terhadap Penurunan Surfaktan Metode Elektrokoagulasi	63
Grafik 4.11 Pengaruh Variabel Terhadap Penurunan COD Metode Elektrokoagulasi	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Morfologi Mikroplastik.....	4
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	29
Tabel 3. 1 Matrix Penelitian Ferrofluid	38
Tabel 3. 2 Matriks Penelitian Elektrokoagulasi	39
Tabel 3. 3 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	40
Tabel 3. 4 Karakteristik Limbah	40
Tabel 4. 1 Baku Mutu Parameter Limbah Laundry	42
Tabel 4. 2 Penurunan Parameter Metode Ferrofluid.....	42
Tabel 4. 3 Persen Penurunan Parameter Metode Ferrofluid	43
Tabel 4. 4 Penurunan Parameter Metode Elektrokoagulasi.....	56
Tabel 4. 5 Persen Penurunan Parameter Metode Elektrokoagulasi	56
Tabel 4. 6 Hasil Uji Mikroplastik Per-Morfologi Metode Ferrofluid.....	68
Tabel 4. 7 Hasil Uji Mikroplastik Per-Morfologi Metode Elektrokoagulasi.....	69
Tabel 4. 8 Persen Penurunan Mikroplastik Per-Morfologi Metode Ferrofluid.....	69
Tabel 4. 9 Persen Penurunan Mikroplastik Per-Morfologi Metode Elektrokoagulasi	70

ABSTRAK

Ferrofluid yang merupakan senyawa koloid yang mengandung nanopartikel magnetik. Salah satu aplikasi baru ferrofluid adalah untuk penurunan mikroplastik dari air. Konsepnya adalah memagnetisasi mikroplastik dengan partikel magnetit berukuran nano, yang kemudian akan dapat diekstraksi dengan menerapkan medan magnet eksternal. Limbah laundry memiliki kandungan mikroplastik yang tinggi, namun air limbah ini memiliki kandungan lain selain mikroplastik diantaranya TSS, COD, Surfaktan, dll. Oleh sebab itu, analisa efektivitas metode ini langsung pada air limbah perlu dilakukan untuk mengetahui efektivitas keseluruhan. Untuk mengetahui tingkat efisiensi penurunan lebih lanjut, kemudian akan dilakukan perbandingan dengan metode elektrokoagulasi. Proses elektrokoagulasi merupakan proses penggumpalan dan pengendapan partikel-partikel pada air dengan aliran energi listrik.

Dari hasil yang didapat, elektrokoagulasi unggul pada semua hasil dari masing-masing parameter. Persentase penurunan mikroplastik metode ferrofluid adalah 66,16% sedangkan metode elektrokoagulasi sebesar 89,96%. Untuk parameter TSS, penurunan terbesar ferrofluid adalah 70% sedangkan elektrokoagulasi sebesar 81,38%. Untuk TDS, persen penurunan tertinggi metode ferrofluid adalah 50,3% dan elektrokoagulasi sebesar 81,10%. Untuk surfaktan atau deterjen penurunan terbesar dengan ferrofluid hanya 10,37% sementara elektrokoagulasi mencapai 81,10%. Terakhir untuk COD, ferrofluid menurunkan sebesar 30% dan elektrokoagulasi sebesar 90%.

Kata Kunci: *ferrofluid, elektrokoagulasi, mikroplastik, TSS, TDS, surfaktan, COD*

ABSTRAK

Ferrofluid which is a colloidal compound containing magnetic nanoparticles. One of the new applications of ferrofluid is for the removal of microplastics from water. The concept is to magnetize microplastics with nano-sized magnetite particles, which can then be extracted by applying an external magnetic field. Laundry waste has a high microplastic content, but this wastewater contains other contents besides microplastics including TSS, COD, surfactants, etc. Therefore, it is necessary to analyze the effectiveness of this method directly on wastewater to determine the overall effectiveness. To determine the level of removal efficiency further, then a comparison will be made with the electrocoagulation method. The electrocoagulation process is a process of agglomeration and deposition of particles in water with the flow of electrical energy.

From the results obtained, electrocoagulation excels in all results for each parameter. The percentage of removal of microplastics by the ferrofluid method was 66.16% while the electrocoagulation method was 89.96%. For the TSS parameter, the largest decrease in ferrofluid was 70% while electrocoagulation was 81.38%. For TDS, the highest reduction percentage for the ferrofluid method was 50.3% and for electrocoagulation was 81.10%. For surfactants or detergents the biggest decrease with ferrofluid was only 10.37% while electrocoagulation reached 81.10%. Lastly for COD, ferrofluid reduces by 30% and electrocoagulation by 90%.

Keywords : *ferrofluid, electrocoagulation, microplastics, TSS, TDS, surfactants, COD*