

SKRIPSI

**PENURUNAN KADAR MIKROPLASTIK TIPE
SERAT PADA LIMBAH *LAUNDRY* DENGAN
METODE ELEKTROKOAGULASI**



Oleh:

PUTRI NUR RIZKIA
NPM. 18034010017

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2022**

SKRIPSI

**PENURUNAN KADAR MIKROPLASTIK TIPE
SERAT PADA LIMBAH *LAUNDRY* DENGAN
METODE ELEKTROKOAGULASI**



Oleh:

PUTRI NUR RIZKIA
NPM. 18034010017

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2022**

**PENURUNAN KADAR MIKROPLASTIK TIPE SERAT PADA LIMBAH
LAUNDRY DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh:

PUTRI NUR RIZKIA
NPM:18034010017

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JATIM
SURABAYA
TAHUN 2022**


**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

**PENURUNAN KADAR MIKROPLASTIK TIPE SERAT PADA LIMBAH
LAUNDRY DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI**

Disusun Oleh :
PUTRI NUR RIZKIA
NPM : 18034010017

Telah Dipertahankan Di hadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal :

Menyetujui Dosen
Pembimbing,


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

Mengetahui,
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**


Dr. Dra. Jarayah, MP
NIP. 19650403.199103 2 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Penurunan Kadar Mikroplastik Tipe Serat Pada Limbah Laundry Dengan Metode Elektrokoagulasi”**. Tugas Akhir ini dapat selesai dengan tepat waktu tentunya tidak lepas dari peran serta dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;
2. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;
3. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu, mengarahkan, membimbing, dan selalu memberikan kalimat positif sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik;
4. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan, yang telah membagikan ilmu di dalam kelas maupun diskusi;
5. Ayah dan Ibu saya tercinta, yang selalu memberikan do’a dan saran dalam menyelesaikan tugas ini;
6. Teman-teman yang selalu siap membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Rosyid, Tia, Dila, dan Angie.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan, baik dalam metode penulisan maupun pembahasan materi. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun mudah-mudahan dikemudian hari dapat memperbaiki segala kekurangannya.

Surabaya, 17 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.1.1 Serat Mikroplastik	4
2.1.2 <i>Transport</i> Mikroplastik.....	5
2.1.3 Sifat Mikroplastik	8
2.1.4 Toksisitas Mikroplastik	11
2.1.5 Serat Mikroplastik di Perairan Surabaya	13
2.1.6 Elektrokoagulasi	13
2.1.7 Proses Elektrokoagulasi.....	14
2.1.8 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Elektrokoagulasi.....	16
2.1.9 Kelebihan dan Kekurangan Elektrokoagulasi.....	17
2.1.10 Plat Elektroda.....	18
2.1.11 Elektroda Aluminium	19
2.1.12 Koagulasi	21

2.1.13 Koagulan.....	22
2.1.14 Analisis Tipe Polimer pada Mikroplastik	25
2.2 Landasan Teori	30
2.2.1 Proses Elektrokoagulasi dalam Menurunkan Kadar Mikroplastik	30
2.2.2 Proses Koagulasi dalam Menurunkan Kadar Mikroplastik	35
2.2.3 Penghilangan Bahan Organik pada Mikroplastik	37
2.2.4 Analisis FTIR.....	37
2.2.5 Analisis Ukuran Flok	38
2.3 Penelitian Terdahulu.....	43
BAB 3 METODE PENELITIAN	46
3.1 Kerangka Penelitian	46
3.2 Bahan dan Alat	48
3.2.1 Bahan Penelitian	48
3.2.2 Alat Penelitian	48
3.3 Cara Kerja.....	48
3.3.1 Cara Pengambilan Sampel Limbah Laundry	48
3.3.2 Proses Persiapan Penelitian Dengan Elektrokoagulasi	49
3.3.3 Proses Penelitian Elektrokoagulasi Dengan Sistem Batch	49
3.3.4 Proses Persiapan Penelitian Dengan Koagulasi-Flokulasi.....	50
3.3.5 Proses Penelitian Koagulasi Dengan Sistem Batch	51
3.4 Variabel	51
3.4.1 Parameter Yang Ditetapkan	51
3.4.2 Variabel Kontrol	52
3.4.3 Variabel Bebas	52
3.4.4 Parameter Uji	52
3.5 Matriks Penelitian.....	53
3.6 Analisis Sampel	54
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
4.1 Penurunan Kandungan Mikroplastik Pada Proses Elektrokoagulasi dan Koagulasi.....	56
4.2 Karakteristik Flok Yang Terbentuk.....	59

4.3 Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Penurunan Kadar Mikroplastik	64
4.4 Pengaruh Kuat Arus Terhadap Penurunan Kadar Mikroplastik	66
4.5 Uji Statistika Anova	67
4.6 Analisa FTIR	68
4.7 Analisa Fisik Mikroplastik	88
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	90
5.1 Kesimpulan.....	90
5.2 Saran.....	90
LAMPIRAN A HASIL ANALISA PENELITIAN	98
LAMPIRAN B PROSEDUR KERJA PENGUJIAN SAMPEL	101
LAMPIRAN C DOKUMENTASI.....	106
LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Life Cycle</i> Mikroplastik.....	6
Gambar 2. 2 <i>World Consumption of</i> Plastiks.....	7
Gambar 2. 3 Mikroplastik Tipe Serat.....	9
Gambar 2. 4 Mikroplastik Tipe Fragmen.....	10
Gambar 2. 5 Mikroplastik Tipe Film.....	10
Gambar 2. 6 Mikroplastik Tipe Pelet.....	11
Gambar 2. 7 Kontaminasi Mikroplastik Pada Ikan.....	12
Gambar 2. 8 Elektrokoagulasi.....	14
Gambar 2. 9 Prinsip Proses Elektrokoagulasi.....	15
Gambar 2. 10 Deret Volta.....	19
Gambar 2. 11 Aluminium Sulfat.....	23
Gambar 2. 12 Feri Klorida.....	23
Gambar 2. 13 Ferro Sulfat.....	24
Gambar 2. 14 <i>Polyaluminium Chloride</i> (PAC).....	25
Gambar 2. 15,FTIR.....	26
Gambar 2. 16 <i>Raman Spectroscopy</i>	27
Gambar 2. 17 Fase Transisi Endotermik.....	28
Gambar 2. 18 TGA-DSC.....	29
Gambar 2. 19 <i>Pyrolysis-GC/MS</i>	30
Gambar 2. 20 Mekanisme <i>Removal</i> pada Mikroplastik dengan Elektrokoagulasi	33
Gambar 2. 21 <i>Removal</i> Mikroplastik dengan Proses Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi.....	36
Gambar 2. 22 <i>Particle Size Analyzer</i> dengan metode <i>Dynamic Light Scattering</i> .	39
Gambar 2. 23 Distribusi Muatan Pada Partikel.....	40
Gambar 2. 24 <i>Particle Size Analyzer</i> dengan metode <i>Laser Diffraction</i>	42
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	47
Gambar 3. 2 Desain Reaktor Elektrokoagulasi.....	48
Gambar 4. 1 Perbandingan Proses Elektrokoagulasi dan Koagulasi.....	58
Gambar 4. 2 Hubungan Antara Waktu Detensi dan %Penurunan Kadar Mikroplastik Dengan Berbagai Variasi Kuat Arus.....	64
Gambar 4. 3 Hasil Uji Statistika Anova.....	68
Gambar 4. 4 Hasil Spektrum Sampel Awal pada Kuat Arus 6 Ampere.....	69
Gambar 4. 5 Hasil Spektrum Sampel Awal pada Kuat Arus 7 Ampere.....	70
Gambar 4. 6 Hasil Spektrum Sampel Awal pada Kuat Arus 8 Ampere.....	72
Gambar 4. 7 Hasil Spektrum Sampel Awal pada Kuat Arus 9 Ampere.....	73
Gambar 4. 8 Hasil Spektrum Sampel Awal pada Proses Koagulasi.....	74
Gambar 4. 9 Hasil Uji FTIR Pada Kuat Arus 6 Ampere: a.) Td 15 menit; b.) Td 30 menit; c.) Td 45 menit; d.) Td 60 menit.....	76

Gambar 4. 10 Hasil Uji FTIR Pada Kuat Arus 7 Ampere: a.) Td 15 menit; b.) Td 30 menit; c.) Td 45 menit; d.) Td 60 menit.....	78
Gambar 4. 11 Hasil Uji FTIR Pada Kuat Arus 8 Ampere: a.) Td 15 menit; b.) Td 30 menit; c.) Td 45 menit; d.) Td 60 menit.....	80
Gambar 4. 12 Hasil Uji FTIR Pada Kuat Arus 9 Ampere: a.) Td 15 menit; b.) Td 30 menit; c.) Td 45 menit; d.) Td 60 menit.....	82
Gambar 4. 13 Hasil Uji FTIR Pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Koagulan PAC.....	84
Gambar 4. 14 Overlay Gelombang Spektrum Kuat Arus 6 Ampere	85
Gambar 4. 15 Overlay Gelombang Spektrum Kuat Arus 7 Ampere	86
Gambar 4. 16 Overlay Gelombang Spektrum Kuat Arus 8 Ampere	86
Gambar 4. 17 Overlay Gelombang Spektrum Kuat Arus 9 Ampere	87
Gambar 4. 18 Overlay Gelombang Spektrum Koagulasi-Flokulasi	87
Gambar 4. 19 Bentuk dan Warna Mikroplastik Pada Limbah Laundry	88
Gambar C- 1Pengambilan Sampel Limbah Laundry	106
Gambar C- 2 Kondisi Awal Limbah Laundry	106
Gambar C- 3Larutan Asam dan Basa Untuk Kontrol pH Limbah Laundry	107
Gambar C- 4Kondisi Ph Dan Suhu Pada Sampel Sebelum Running Elektrokoagulasi.....	107
Gambar C- 5 Proses Running Penelitian Elektrokoagulasi.....	108
Gambar C- 6 Proses Running Koagulasi	108
Gambar C- 7 Sampel Hasil Penelitian Elektrokoagulasi a). Waktu Detensi 15 Menit, B). Waktu Detensi 30 Menit, C). Waktu Detensi 45 Menit, D). Waktu Detensi 60 Menit.....	109
Gambar C- 8 Sampel Hasil Penelitian Koagulasi	109
Gambar C- 9 Sampel Flok a). Waktu Detensi 15 Menit, b). Waktu Detensi 30 Menit, c). Waktu Detensi 45 Menit, d). Waktu Detensi 60 Menit, e). Proses Koagulasi	110
Gambar C- 10Preparasi Sampel, a.) Preparasi Sampel Dengan Pemberian H ₂ O ₂ ;	111
Gambar C- 11 Penimbangan Koagulan PAC.....	111
Gambar C- 12 Bentuk dan Warna Mikroplastik Pada Limbah Laundry:	112
Gambar D- 1 Hasil Uji Karakteristik Flok dengan Nilai Zeta Potensial Pada Kuat Arus 6 Ampere: a.) Td 15 menit; b.) Td 30 menit; c.) Td 45 menit; d.) Td 60 menit	113
Gambar D- 2 Hasil Uji Karakteristik Flok dengan Nilai Zeta Potensial Pada Kuat Arus 7 Ampere: a.) Td 15 menit; b.) Td 30 menit; c.) Td 45 menit; d.) Td 60 menit	114

Gambar D- 3 Hasil Uji Karakteristik Flok dengan Nilai Zeta Potensial Pada Kuat Arus 8 Ampere: a.) Td 15 menit; b.) Td 30 menit; c.) Td 45 menit; d.) Td 60 menit	115
Gambar D- 4 Hasil Uji Karakteristik Flok dengan Nilai Zeta Potensial Pada Kuat Arus 9 Ampere: a.) Td 15 menit; b.) Td 30 menit; c.) Td 45 menit; d.) Td 60 menit	116
Gambar D- 5 Hasil Uji Karakteristik Flok dengan Nilai Zeta Potensial Pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Koagulan PAC	116

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Matriks Penelitian Elektrokoagulasi	53
Tabel 3. 2 Matriks Penelitian Koagulasi	53
Tabel 4. 1 Efektivitas Persen Penurunan Kadar Mikroplastik Pada Proses Elektrokoagulasi.....	57
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Karakteristik Flok dengan Zeta Potensial Pada Proses Elektrokoagulasi-	61
Tabel 4. 3 Perbandingan Spektrum Sampel Awal Pada Kuat Arus 6 Ampere dengan Spektrum Mikroplastik Murni	69
Tabel 4. 4 Perbandingan Spektrum Sampel Awal Pada Kuat Arus 7 Ampere dengan Spektrum Mikroplastik Murni	71
Tabel 4. 5 Perbandingan Spektrum Sampel Awal Pada Kuat Arus 8 Ampere dengan Spektrum Mikroplastik Murni	72
Tabel 4. 6 Perbandingan Spektrum Sampel Awal Pada Kuat Arus 9 Ampere dengan Spektrum Mikroplastik Murni	73
Tabel 4. 7 Perbandingan Spektrum Sampel Awal Pada Proses Koagulasi dengan Spektrum Mikroplastik Murni	75
Tabel 4. 8 Hasil Baca Gelombang Spektrum IR Pada Kuat Arus 6 Ampere Dan Masing-Masing Waktu Detensi	77
Tabel 4. 9 Hasil Baca Gelombang Spektrum IR Pada Kuat Arus 7 Ampere Dan Masing-Masing Waktu Detensi	79
Tabel 4. 10 Hasil Baca Gelombang Spektrum IR Pada Kuat Arus 8 Ampere Dan Masing-Masing Waktu Detensi	81
Tabel 4. 11 Hasil Baca Gelombang Spektrum IR Pada Kuat Arus 6 Ampere Dan Masing-Masing Waktu Detensi	83
Tabel 4. 12 Hasil Baca Gelombang Spektrum IR Pada Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Koagulan PAC.....	84
Tabel A- 1 Perubahan Tegangan dan Kuat Arus Saat Proses Running	98

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk yang ada di Surabaya berdampak pada meningkatnya kegiatan *laundry*. Limbah cair yang berasal dari kegiatan *laundry* mengandung mikroplastik tipe serat. Tipe serat yang ada pada limbah tersebut berasal dari pakaian yang berbahan dasar serat sintetis. Konsumsi mikroplastik yang tidak disengaja dapat mengganggu metabolisme ikan dan meningkatkan stress oksidatif pada ikan. Mikroplastik tipe serat memiliki ukuran yaitu 3 nm-15 mm. Mikroplastik memiliki sifat hidrofobik dan non polar, sehingga mikroplastik dapat membuat zat berbahaya atau non polar lainnya terikat dengan mikroplastik. Salah satu alternatif pengolahan yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar mikroplastik yaitu dengan elektrokoagulasi. Proses elektrokoagulasi merupakan kombinasi dari proses elektrokimia dan proses koagulasi-flokulasi, partikel-partikel halus termasuk mikroplastik pada air akan mengendap dan menggumpal. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penurunan kadar mikroplastik tipe serat menggunakan elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium, proses elektrokoagulasi dilakukan dengan variasi kuat arus 6 ampere; 7 ampere; 8 ampere; dan 9 ampere. Untuk variasi waktu detensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 15 menit; 30 menit; 45 menit; dan 60 menit. Penelitian dilakukan dengan reaktor bervolume 5 liter dan waktu pengendapan 30 menit. Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan variasi kuat arus yang paling optimal dalam menurunkan kadar mikroplastik tipe serat yaitu 6 Ampere dengan waktu detensi yang paling optimal adalah 45 menit dengan penurunan kadar mikroplastik sebesar 90%. Adapun penelitian dengan proses koagulasi-flokulasi dengan koagulan PAC dengan dosis 46,4 mg/l dengan kecepatan pengadukan saat koagulasi yaitu 400 rpm selama 0,5 menit dan flokulasi 40 rpm selama 20 menit serta pengendapan 30 menit. sebagai variabel kontrol, memperoleh persen penurunan kadar mikroplastik sebesar 71%. Berdasarkan persen penurunan kadar mikroplastik, proses elektrokoagulasi lebih efektif dibandingkan dengan proses koagulasi dengan koagulan PAC. Metode analisis lanjutan dilakukan untuk mengamati hasil penelitian dengan 3 metode pengujian. Metode fisik digunakan untuk mengetahui jumlah dan jenis mikroplastik berdasarkan jenis dan warnanya, metode karakteristik flok dengan nilai zeta potensial digunakan untuk mengetahui flok mana yang paling efektif dalam menggumpalkan kontaminan, serta metode FTIR digunakan untuk mengetahui jenis mikroplastik berdasarkan gugus fungsi dan polimer plastiknya. Jenis mikroplastik yang terkandung pada limbah *laundry* merupakan fiber bening, fiber biru, fiber merah, fiber hitam, dan fiber kuning. Berdasarkan uji karakteristik flok, nilai zeta potensial yang optimal adalah yang mendekati 0 yaitu pada penelitian dengan variasi kuat arus 6 ampere dan waktu detensi 45 menit dengan nilai zeta potensial +0,421. Berdasarkan hasil uji FTIR. Mikroplastik dalam limbah *laundry* memiliki jenis polimer *Nylon (all polyamides)*, *Polyethylene Terephthalate (PET)*, dan *Polypropylene*.

Kata Kunci: Mikroplastik, Elektrokoagulasi, Kuat Arus, Waktu Detensi

ABSTRACT

The increasing number of residents in Surabaya has an impact on increasing laundry activities. Liquid waste from laundry activities contains fiber-type microplastics. The type of fiber which present in the waste comes from clothing production contain synthetic fibers. Unintentional consumption of microplastics can interfere with fish metabolism and increase oxidative stress in fish. Fiber type microplastic has a size of 3 nm-15 mm. Microplastics have hydrophobic and non-polar properties, so they can make other harmful or non-polar substances bound to microplastics. One alternative treatment that can be used to reduce the levels of microplastics is by electrocoagulation. The electrocoagulation process is a combination of electrochemical processes and coagulation-flocculation processes, fine particles including microplastics in water will settle and agglomerate. This study aims to determine the effectiveness of reducing the levels of fiber type microplastics using electrocoagulation with aluminum electrodes, the electrocoagulation process is carried out with variations in the current density of 6 Ampere; 7 Ampere; 8 Ampere; and 9 Ampere. The variation in detention time used in this study was 15 minutes; 30 minutes; 45 minutes; and 60 minutes. The research was conducted with a reactor with a volume of 5 liters and a settling time of 30 minutes. From the research conducted, it was found that the variation of current density that was most effective in reducing the levels of microplastic fiber type was 6 Ampere with the most effective detention time being 45 minutes with a decrease in microplastic content of 90%. The research used the coagulation-flocculation process with PAC coagulant at a dose of 46.4 mg/l with agitation speed during coagulation of 400 rpm for 0.5 minutes and 40 rpm for 20 minutes of flocculation and 30 minutes of precipitation. As a control variable, obtained percent reduction in microplastic content of 71%. Based on the percent reduction in microplastic levels, the electrocoagulation process was more effective than the coagulation process with PAC coagulant. The method of further analysis was carried out to observe the results of the study with 3 testing methods. The physical method was used to determine the number and types of microplastics based on their type and color, the floc characteristic method with a potential zeta value was used to determine which floc was most effective in agglomerating contaminants, and the FTIR method was used to determine the types of microplastics based on their functional groups and plastic polymers. The types of microplastics contained in laundry waste are clear fiber, blue fiber, red fiber, black fiber, and yellow fiber. Based on the floc characteristic test, the optimal zeta potential value is close to 0 mV, the closest zeta potential value in the study with a variation of the current strength of 6 amperes and a detention time of 45 minutes with a potential zeta value of +0.421. Based on the results of the FTIR test. Microplastics in laundry wastewater consist of polymers of Nylon (all polyamides), Polyethylene Terephthalate (PET), and Polypropylene.

Keywords: *Microplastics, Electrocoagulation, Current Density, Detention Time*