



## Penurunan Kadar Mikroplastik Tipe Serat Pada Limbah Laundry dengan Metode Elektrokoagulasi

Putri Nur Rizkia<sup>1</sup>, Novirina Hendrasarie<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: [novirina@upnjatim.ac.id](mailto:novirina@upnjatim.ac.id)

**Diterima:** 13-07-2022  
**Disetujui:** 16-07-2022  
**Diterbitkan:** 30-06-2023

### Kata Kunci:

Mikroplastik, Elektrokoagulasi, Kuat Arus

### ABSTRAK

Peningkatan kadar mikroplastik tipe serat pada perairan yang diakibatkan oleh limbah laundry dapat mengganggu ekosistem yang ada di air dan kehidupan manusia. Mikroplastik tipe serat ukuran yaitu 3 nm-15 mm, memiliki sifat hidrofobik dapat mengikat zat berbahaya seperti *Dichloro Diphenyl Trichloroethane* (DDT). Terdapat pengolahan yang dapat digunakan dalam menurunkan kelimpahan mikroplastik dengan proses elektrokoagulasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas penurunan kadar mikroplastik tipe serat dengan pengolahan elektrokoagulasi dan elektroda aluminium, serta proses koagulasi flokulasi dengan koagulan PAC sebagai variabel kontrol. Proses elektrokoagulasi dilakukan dengan variasi kuat arus 6 ampere; 7 ampere; 8 ampere; dan 9 ampere. Dari penelitian didapatkan variasi kuat arus yang paling optimal yaitu 6 ampere dengan persentase *removal* sebesar 90% dengan nilai zeta potensial +0,421 mV. Adapun penelitian dengan proses koagulasi-flokulasi dengan koagulan PAC dengan dosis 46,4 mg/l dengan kecepatan pengadukan saat proses koagulasi 400 rpm selama 0,5 menit, flokulasi 40 rpm selama 20 menit, dan pengendapan 30 menit, persentase penurunan kadar mikroplastik 71% dengan nilai zeta potensial -7,5 mV.

**Received:** 13-07-2022  
**Accepted:** 16-07-2022  
**Published:** 30-06-2023

### Keywords:

Microplastics, Electrocoagulation, Current Density

### ABSTRACT

Increased levels of fiber-type microplastics in waters caused by waste can disrupt the ecosystem in the water and human life. Fiber type microplastics with a size of 3 nm-15 mm, have hydrophobic properties that can bind harmful substances such as *Dichloro Diphenyl Trichloroethane* (DDT). There is one treatment that can be used to reduce microplastics by electrocoagulation process. This research was run to determine the effectiveness of reducing the levels of fiber-type microplastics by electrocoagulation processing and aluminium as the electrodes, as well as the flocculation coagulation process with PAC coagulant as a control variable. electrocoagulation process with a current of 6 ampere; 7 ampere; 8 ampere; and 9 ampere. From the research, it was found that the most effective variation of current was 6 ampere with a removal percentage of 90% with a zeta potential value of +0.421 mV. The research using the coagulation-flocculation process with PAC coagulation at a dose of 46.4 mg/l with a stirring speed during coagulation of 400 rpm for 0.5 and flocculation of 40 rpm for 20 minutes and a decrease of 30 minutes, decreased levels of microplastic 71% with a zeta potential value of -7.5 mv.

## 1. PENDAHULUAN

Mikroplastik tipe serat memiliki ukuran yaitu 3 nm-15 nm (ECHA, 2019). Mikroplastik tipe serat termasuk sumber sekunder (Victoria, 2017) Kelimpahan mikroplastik tipe serat di air permukaan yang diakibatkan oleh limbah laundry dapat mengganggu ekosistem yang ada di air dan kehidupan

manusia. Mikroplastik banyak ditemukan di laut terbuka, estuari, danau, dan sungai (Maes et al., 2017). Mikroplastik tipe serat ditemukan di air baku sebelum diolah di IPAM Karangpilang III, mikroplastik yang ditemukan didominasi oleh serat mikroplastik sebesar 94,1% dan 81,5% di air produksi (Mar'astusholihah et al., 2020). Mikroplastik tipe serat yang terlepas ke badan air dapat mengganggu

ekosistem yang ada pada air. Serat mikroplastik dapat ditemukan di permukaan luar tubuh, insang, maupun usus ikan sebanyak 410 partikel (Prasetyo, 2020). Dampak negatif pada organisme akibat konsumsi mikroplastik yang tidak disengaja akan mengalami hambatan pada reproduksi, pengurangan kadar kalsium pada usus, metabolisme terganggu, stress oksidatif pada ikan meningkat (Lei et al., 2018). Selain pada ikan, pertumbuhan *microalgae* pun dapat terhambat (Zhang et al., 2017).

Mikroplastik memiliki sifat fisik hidrofobik dan luas permukaan yang tinggi sehingga hanya menggumpal dan tidak bercampur dengan air. Berdasarkan sifat yang dimiliki mikroplastik, maka mikroplastik rentan mengadsorpsi polutan yang mengandung bahan kimia yang ada di perairan seperti *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) dan *Nonylphenols* (Browne et al., 2013; Fisner et al., 2013). Plastik efektif dalam adsorpsi besi dan mangan sebesar 94% (Hendrasarie & Prihantini, 2020). Pada limbah *laundry*, plastik dapat mengadsorpsi kandungan fosfat sebesar 74,93% (Silalahi & Hendrasarie, 2021). Mikroplastik juga memiliki sifat kimia yaitu non polar (partikel yang tidak memiliki kutub positif maupun negatif). Mikroplastik dikhawatirkan dapat menjadi perantara dalam transportasi bahan kimia berbahaya.

Terdapat salah satu pengolahan yang dapat dilakukan dalam mengurangi kelimpahan mikroplastik yaitu proses elektrokoagulasi. Proses elektrokoagulasi adalah kombinasi dari proses elektrokimia dan proses koagulasi-flokulasi, partikel-partikel halus termasuk mikroplastik akan mengendap dan menggumpal. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu mengetahui efektivitas penurunan kadar mikroplastik tipe serat dengan proses elektrokoagulasi dan elektroda yang dipakai yaitu aluminium. Pada penelitian terdahulu pada limbah buatan dengan pH netral (pH 7,2) persentase penurunan kadar mikroplastik sebesar, 98,2% untuk *Cellulose Acetate* (CA) dan 98,4% untuk *Polypropylene* (PP) dengan ukuran partikel yaitu 1-2 mm (Shen et al., 2022). Penelitian dalam menurunkan kadar mikroplastik tipe serat pada limbah *laundry* dengan variasi kuat arus belum dilakukan, Berdasarkan pada penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas elektrokoagulasi dan variasi kuat arus dalam menurunkan kadar mikroplastik pada sampel limbah *laundry*.

Prinsip pada proses elektrokoagulasi yaitu air dialiri oleh arus DC lalu terjadi perbedaan potensial yang menyebabkan reaksi redoks pada katoda dan anoda yang ada pada elektroda yang digunakan. Adanya aliran listrik di antara dua elektroda yang memicu reaksi reduksi dan oksidasi pada kedua kutubnya yang menyebabkan pelepasan ion Aluminium dari anoda (+) melalui reaksi oksidasi. Logam elektroda yang teroksidasi menjadi kation logam ( $Al^+$ ), sedangkan pada proses reduksi pada katoda (-) akan mengeluarkan gas hidrogen ( $H_2$ ) dan ion hidroksi ( $OH^-$ ). Ion  $Al^+$  dari proses oksidasi mengalami hidrolisis menjadi koagulan, Partikel atau koloid yang bermuatan negatif akan melakukan proses adsorpsi pada koagulan (Ridantami et al., 2016). Kuat arus memengaruhi efektivitas pada proses elektrokoagulasi. Semakin lama waktu saat proses elektrokoagulasi dan semakin tinggi kuat arus, maka semakin meningkat ion-ion dan gas hidrogen yang dihasilkan, sehingga meningkatnya potensi kontaminan yang terjerap pada flok yang terbentuk pada proses tersebut.

Adapun proses koagulasi-flokulasi dengan koagulan PAC yang dilakukan sebagai variabel kontrol, Proses koagulasi

memiliki prinsip yang sama dengan proses elektrokoagulasi yaitu dengan adanya ikatan penggumpalan koagulan dan kontaminan yang nantinya terbentuk menjadi endapan flok. Pada penelitian terdahulu, mempelajari proses koagulasi dalam *removal* mikroplastik. Penelitian dilakukan dengan sampel effluen pengolahan sekunder IPAL perkotaan di Finlandia. Proses koagulasi dilakukan dengan *beaker glass* dan *mixer* untuk *removal* mikroplastik dengan jenis polimer *Polystyrene*. Proses koagulasi dengan koagulan PAC dengan dosis 46,4 mg/L dengan pH 7,3, kecepatan pengadukan saat koagulasi yaitu 400 rpm selama 0,5 menit dan flokulasi 40 rpm selama 20 menit serta pengendapan 30 menit. Mikroplastik yang *di-removal* berukuran 1  $\mu m$  menghasilkan persen *removal* sebesar 98,2%. Pada penelitian ini, dilakukan proses koagulasi-flokulasi dengan koagulan PAC untuk membandingkan efektivitas penurunan kadar mikroplastik dengan proses elektrokoagulasi

Pada proses koagulasi, efisiensi penurunan kadar polutan dapat dipengaruhi oleh karakteristik flok (Dienullah & Hendrasarie, 2021). Dalam mengidentifikasi karakteristik flok dapat dilakukan salah satu cara dengan menggunakan nilai zeta potensial. Zeta potensial terjadi karena adanya muatan. Pada proses stabilisasi, faktor lain pun mempengaruhi. Gaya tarik menarik *van der waals* dan gaya tolak menolak elektrik pada muatan permukaan partikel (gaya *coloumb*) mempengaruhi proses netralisasi muatan. Jika nilai zeta potensial menurun mendekati 0, koloid akan membentuk agregat karena gaya tarik menarik. Sebaliknya, jika nilai zeta potensial tinggi menjauhi 0 mV akan terjadi gaya tolak menolak antar partikel. Muatan partikel yang memiliki nilai zeta potensial positif berkurang karena adanya adsorpsi muatan negatif sehingga partikel menjadi terflokulasi. Koloid dengan nilai zeta potensial lebih negatif maupun lebih positif dari -30 mV atau +30 mV maka muatannya stabil (Danaei et al., 2018), Pada penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa nilai optimal zeta potensial dalam flokulasi yaitu mendekati nol (Xiao et al., 2019).

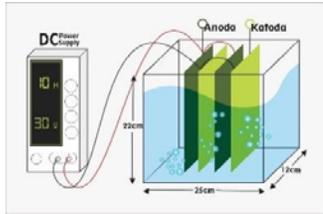
## 2. METODE

### 2.1 Bahan Penelitian

Air limbah dari limbah *laundry*

### 2.2 Alat Penelitian

- Reaktor kaca untuk proses elektrokoagulasi
- dengan ukuran: 25 cm x 12 cm x 22 cm
- Plat aluminium;
- Koagulan *polyaluminium chloride* (PAC) powder;
- Larutan  $H_2O_2$  (Hidrogen Peroksida) 30%;
- pH meter;
- Adjustable DC Power Supply* 30 volt 10 ampere;
- Digital Ways Trinocular Microscope*;
- FTIR Bruker Alpha II ECO-ATR*;
- Malvern Zetasizer Nano ZS (Particle Size Analyzer* metode *Dynamic Light Scattering*).



Gambar 1. Sketsa Reaktor Elektrokoagulasi Batch

2.3 Cara Kerja

- 2.3.1 Penelitian Elektrokoagulasi Dengan Sistem Batch
- Dimasukkan limbah laundry ke reaktor sebanyak 5 liter;
  - Kontrol pH awal dilakukan sebelum proses elektrokoagulasi;
  - Plat aluminium dipasang pada reaktor
  - Power supply diatur variasi kuat arus 6A, 7A, 8A, 9A;
  - Proses elektrokoagulasi dilakukan
  - Kontrol pH dilakukan secara berkala;
  - Pengendapan selama 30 menit dilakukan setelah proses elektrokoagulasi mencapai waktu detensi yang telah di variasi kan;
  - Setelah proses sedimentasi, lakukan pengambilan sampel sebanyak 500 ml dalam;
  - Analisa sampel mikroplastik dengan uji fisik, FTIR, dan zeta potensial;
  - Lakukan penelitian batch selanjutnya dengan tahapan yang sama namun dengan variabel yang berbeda.
- 2.3.2 Proses Penelitian Koagulasi Dengan Sistem Batch
- Mengambil sampel air limbah laundry;
  - Sampel dimasukkan ke dalam beaker glass sebesar 1000 mL;
  - Melakukan pengecekan pH awal sebelum dilakukan proses;
  - Kemudian dilakukan proses koagulasi-flokulasi sesuai dengan kecepatan perputaran batang pengaduk yang sudah ditentukan;
  - Mengatur kecepatan untuk pengadukan cepat sebesar 400 rpm selama 0,5 menit;
  - Mengatur kecepatan untuk pengadukan lambat sebesar 40 rpm selama 20 menit;
  - Sampel pada beaker glass dibiarkan selama 30 menit untuk proses pengendapan;
  - Melakukan pengambilan sampel sebanyak 100 ml setelah proses pengendapan;
  - Melakukan pengambilan sampel menggunakan pipet 3 cm dibawah permukaan air;
  - Analisa sampel mikroplastik dengan uji fisik, FTIR, dan zeta potensial.

2.4 Variabel

- 2.4.1 Parameter Yang Ditetapkan
- Volume sampel = 5 Liter
  - Jarak antar plat = 2 cm
  - Jarak antar plat dan dinding = 9,3 cm
- 2.4.2 Variabel Kontrol
- pH = 6-9

- 2.4.3 Variabel Bebas
- Kuat arus (I) = 6A, 7A, 8A, 9A

2.5 Analisis

Penelitian yang dilakukan dalam mengidentifikasi kadar mikroplastik mengacu pada *Guide to Microplastic Identification, Marine and Environmental Research Institute (2015)* dan *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment (2015)*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan dengan elektrokoagulasi dilakukan dengan elektroda aluminium disusun secara paralel sebanyak 2 pasang, dengan volume pada reaktor sebanyak 5 liter, jarak antar elektroda 2 cm, dan kontrol pH pada 7,5. Semakin tinggi kuat arus yang terjadi saat proses elektrokoagulasi maka semakin meningkat pula ion-ion yang dihasilkan dan gas hidrogen, sehingga meningkatnya potensi kontaminan yang terjerap pada flok yang terbentuk pada proses tersebut. Semakin naik kerapatan arus listrik semakin naik pula tegangan listrik maka akan memicu terlepasnya ion pembentukan gas hidrogen dan pelepasan ion Al<sup>+</sup> sehingga efisiensi removalnya pun semakin tinggi (Sulistyanyingsih, 2020).

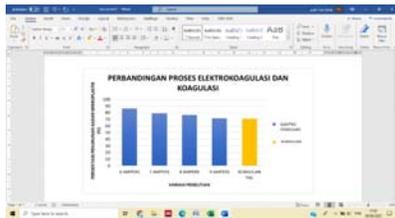
Kadar mikroplastik pada limbah laundry didominasi dengan mikroplastik tipe serat dengan warna merah dan biru dengan rata rata jumlah partikel mikroplastik secara umum sebesar 120 partikel/liter. Berikut merupakan tabulasi kadar mikroplastik pada tabel-1.

Tabel 1. Kadar Mikroplastik

Kuat Arus (Ampere)	Waktu Detensi (menit)	Kadar Mikroplastik Awal (Partikel/L)	Kadar Mikroplastik Akhir (Partikel/L)	%efektivitas
6	15	115	19	84
	30	114	16	86
	45	113	11	90
	60	113	23	80
7	15	119	27	77
	30	115	24	79
	45	117	18	85
8	60	121	28	77
	15	133	40	70
	30	137	32	77
	45	129	22	83
9	60	136	32	76
	15	119	36	70
	30	118	34	71
Koagulasi	45	116	23	80
	60	115	36	69
Koagulasi	30	123	36	71

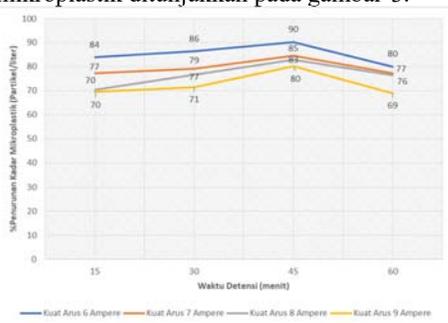
Mikroplastik tipe serat berasal dari serat sintesis pakaian yang berbahan dasar plastik. Pada proses elektrokoagulasi memiliki hasil optimal pada kuat arus 6 ampere dengan persentase penurunan kadar mikroplastik sebesar 90%. Pada

proses ini menggunakan elektroda aluminium yang reaktif dan mudah melepaskan elektron. Penggunaan elektroda jenis aluminium efektif dalam *removal* polutan pada proses elektrokoagulasi. Aluminium memiliki nilai konduktivitas yang lebih baik daripada elektroda jenis logam lain. Pada proses koagulasi flokulasi dengan koagulan PAC terdapat persentase penurunan kadar mikroplastik yang lebih rendah daripada proses elektrokoagulasi sebesar 71%. Pemilihan penggunaan PAC pada proses koagulasi karena bentuk flok lebih padat dan mudah mengendap. Flok dengan koagulan PAC mudah mengendap dikarenakan adanya gugus aktif aluminat dan diperkuat dengan adanya rantai polimer dari gugus polielektrolite sehingga bentuk floknya menjadi lebih padat. Perbandingan proses elektrokoagulasi dan koagulasi terdapat pada gambar-2.



**Gambar 2.** Perbandingan Persen Penurunan Mikroplastik Pada Proses Elektrokoagulasi Pada Waktu Detensi 30 Menit dan Koagulasi

Penelitian ini dilakukan variasi pada kuat arus listrik untuk mengetahui pengaruhnya terhadap persen penurunan kadar mikroplastik. Kuat arus terbukti mempengaruhi penurunan kadar mikroplastik pada limbah *laundry*. Berikut merupakan grafik dari variasi kuat arus terhadap penurunan partikel mikroplastik ditunjukkan pada gambar-3.



**Gambar 3.** Variasi Kuat Arus dan Persentase Penurunan Kadar Mikroplastik Tipe Serat

Penurunan kadar mikroplastik terendah terjadi pada kuat arus 9 ampere dengan persen *removal* 69%. Kenaikan nilai kuat arus yang diberikan, maka jumlah flok yang terbentuk, suhu pun semakin tinggi. Semakin meningkatnya flok yang terbentuk pun bisa menurunkan persentase kadar penurunan mikroplastik. Apabila flok yang dihasilkan berlebih dan menimbulkan kekeruhan pada sampel dan persen *removal* semakin tidak baik (Perren et al., 2018). Selain itu, adapun hal lain yang menyebabkan kecilnya persen penurunan kadar mikroplastik yaitu kejenuhan pada plat. Semakin lama plat itu dipakai semakin banyak flok yang menempel, sehingga plat itu menjadi jenuh dan tidak efektif lagi untuk dipakai (Ridantami et al., 2016).

Penurunan efisiensi proses elektrokoagulasi terjadi saat kuat arus semakin tinggi, karena flok yang dihasilkan berlebih mengakibatkan bertumbuhnya flok yang sudah terbentuk menjadi pecah lagi dan dapat menimbulkan kekeruhan pada sampel dan persen *removal* semakin tidak baik. Pada penelitian ini, persen penurunan kadar mikroplastik paling optimal pada kuat arus 6 ampere dengan persen *removal* 90%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kuat arus paling optimum dalam menurunkan kadar mikroplastik yaitu 6 ampere.

Adapun hasil uji anova yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh kuat arus dalam menurunkan kadar mikroplastik pada gambar-4.



**Gambar 4.** Hasil Uji Statistika Anova

P value = 0,016, P Value < 0,05 H<sub>0</sub> ditolak. P value yang dimiliki <0,05. Berdasarkan interpretasi data yang diperoleh, kuat arus memberikan pengaruh pada persen penurunan kadar mikroplastik dalam proses elektrokoagulasi. Kuat arus terbaik pada penurunan kadar mikroplastik dengan metode elektrokoagulasi didapatkan pada 6 ampere, hal ini dibuktikan dengan hasil *running* statistika bahwa nilai *mean* tertinggi yaitu 85.

Proses koagulasi memiliki prinsip yang sama dengan proses elektrokoagulasi yaitu dengan adanya ikatan penggumpalan koagulan dan kontaminan yang nantinya terbentuk menjadi endapan flok. proses koagulasi dan flokulasi pada penelitian ini dijadikan variabel kontrol dalam penelitian. Penelitian yang dilakukan dengan koagulan PAC dengan dosis 46,4 mg/L dan nilai pH 7,5 menghasilkan persentase penurunan kadar mikroplastik 71%. Persentase penurunan kadar mikroplastik dengan proses koagulasi-flokulasi dengan koagulan PAC memiliki nilai yang kecil dibandingkan dengan proses elektrokoagulasi.

Dalam mengidentifikasi karakteristik flok dapat dilakukan salah satu cara dengan menggunakan nilai zeta potensial. Zeta potensial terjadi karena adanya muatan. Pada proses stabilisasi, faktor lain pun mempengaruhi. Gaya tarik menarik *van der waals* dan gaya tolak menolak elektrik pada muatan permukaan partikel (*gaya coulomb*) mempengaruhi proses netralisasi muatan. Jika nilai zeta potensial menurun mendekati 0, koloid akan membentuk agregat karena gaya tarik menarik. Sebaliknya, jika nilai zeta potensial tinggi menjauhi 0 mV akan terjadi gaya tolak menolak antar partikel. Muatan partikel yang memiliki nilai zeta potensial positif berkurang karena adanya adsorpsi muatan negatif sehingga partikel menjadi terflokulasi. Koloid dengan nilai zeta potensial lebih negatif maupun lebih positif dari -30 mV atau +30 mV maka muatannya stabil (Danaei et al., 2018). Pada penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa nilai optimal zeta potensial yaitu mendekati nol (Xiao et al., 2019). Setelah

dilakukan pengukuran zeta potensial pada flok hasil penelitian yang dilakukan dengan *particle size analyzer metode dynamic light scattering*, terdapat nilai zeta potensial yang dihasilkan oleh flok tersebut sebagai berikut:

**Tabel 2.** Karakteristik Flok

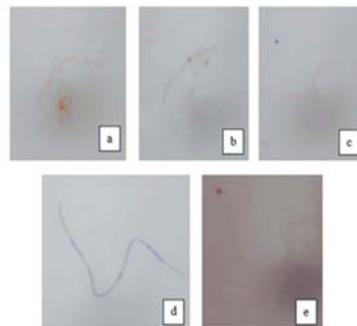
Waktu Detensi (Menit)	Kuat Arus (Ampere)	%efektivas	Zeta Potensial (mV)
15 menit	6	84	+1,36
	7	77	+3,730
	8	70	+4,280
	9	70	+5,520
30 menit	6	86	+0,913
	7	79	+3,180
	8	77	+3,840
	9	71	+5,150
	Koagulasi	71	-7,5
45 menit	6	90	+0,421
	7	85	+0,449
	8	83	+2,56
	9	80	+2,840
60 menit	6	80	+3,18
	7	77	+3,290
	8	76	-4,150
	9	69	+5,980

Berdasarkan tabel-2, Nilai zeta potensial flok di tiap waktu detensi (Td) memiliki nilai yang berbeda. Nilai zeta potensial yang mendekati 0 mV terdapat pada persentase penurunan kadar mikroplastik >85%. Nilai zeta potensial yang dimiliki mendekati 0 mV karena terjadi netralisasi muatan antar partikel dengan muatan yang berlawanan. Apabila terjadi netralisasi muatan, maka partikel tersebut akan membentuk suatu agregat. Pada persentase penurunan kadar mikroplastik <84% memiliki nilai zeta potensial > 3 mV. Proses netralisasi muatan pada proses tersebut didominasi dengan nilai zeta potensial yang positif, Koagulan yang memiliki muatan positif mendominasi pada proses netralisasi, hal itu dibuktikan pada penelitian sebelumnya yang melakukan penambahan muatan berlawanan yang berlebihan maka suatu flok akan didominasi dengan muatan partikel yang mendominasi (Doye et al., 2017). Karakteristik flok paling optimal sebesar +0,421 mV pada kuat arus 6 ampere dengan persen penurunan kadar mikroplastik tertinggi sebesar 90%. Berbanding lurus terhadap penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa zeta potensial paling optimal pada pembentukan flok pada nilai 0 mV (Xiao et al., 2019). Karakteristik flok pada proses koagulasi-flokulasi koagulan PAC sebesar -7,5 mV dengan persen penurunan kadar mikroplastik sebesar 71%.

Pada proses elektrokoagulasi terjadi adsorpsi partikel organik pada mikroplastik karena sifat hidrofobik mikroplastik sehingga partikel organik teradsorpsi pada permukaan partikel mikroplastik (Verla et al., 2019). Dengan adanya polutan organik yang memiliki muatan negatif serta menyelimuti permukaan mikroplastik, maka terjadi reaksi elektrostatik atau netralisasi muatan pada partikel organik yang teradsorpsi pada mikroplastik. Partikel tersebut teradsorpsi dengan koagulan dan membentuk flok yang akan

di flotasi secara elektrolitik dengan bantuan gas hidrogen pada proses elektrokoagulasi (Rahmayanti et al., 2021).

Dalam identifikasi fisik pada mikroplastik dapat dilihat berdasarkan visualnya yaitu berdasarkan bentuk dan warnanya. Pengamatan mikroplastik dilakukan dengan mikroskop perbesaran 40x. Gambar-5 menunjukkan hasil analisa fisik mikroplastik.



**Gambar 5.** Bentuk dan Warna Mikroplastik Pada Limbah Laundry:

- a.) Fiber kuning; b.) Fiber hitam; c.) Fiber merah dan biru;
- d.) Fiber biru; e.) Fiber bening

Berdasarkan hasil identifikasi fisik yang dilakukan, ditemukan jenis dan warna mikroplastik pada limbah laundry yaitu fiber kuning, hitam, merah, biru, dan bening. Mikroplastik tipe serat tersebut berasal dari serat sintetis pakaian yang terbuat dari plastik. Serat sintetis pakaian termasuk klasifikasi sumber sekunder kelimpahan mikroplastik. Adapun sumber primer pada mikroplastik berasal dari *microbeads* pada produk kecantikan seperti sabun cuci muka, sabun mandi, odol, *body scrub*, dll.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengolahan data yang dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil yaitu:

1. Penurunan kadar mikroplastik pada limbah laundry dapat dilakukan dengan menggunakan proses elektrokoagulasi dengan persentase penurunan hingga 90%. Proses elektrokoagulasi dengan sistem *batch* efektif dalam menurunkan kadar mikroplastik, sedangkan penurunan mikroplastik dengan proses koagulasi masih kurang efektif dibandingkan dengan proses elektrokoagulasi. Persentase penurunan kadar mikroplastik pada proses koagulasi sebesar 71%.
2. Hasil penelitian menunjukkan kuat arus berpengaruh terhadap kecepatan transfer elektron antara elektroda. Kuat arus listrik yang paling efektif untuk menurunkan kadar mikroplastik yaitu 6 ampere;
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik flok dengan zeta potensial dikategorikan optimal apabila mendekati 0 mV. Karakteristik flok paling optimal sebesar +0,421 mV pada kuat arus 6 ampere persen penurunan kadar mikroplastik tertinggi sebesar 90%. Berbanding lurus terhadap penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa zeta potensial paling optimal pada pembentukan flok pada nilai 0 mV. Karakteristik flok pada proses koagulasi-flokulasi koagulan PAC sebesar -7,5 mV dengan persen penurunan kadar mikroplastik sebesar 71%;

## DAFTAR PUSTAKA

- Browne, M. A., Niven, S. J., Galloway, T. S., Rowland, S. J., & Thompson, R. C. (2013). Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. *Current Biology*, 23(23), 2388–2392. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.012>
- Dan, E. (2020). *FOTOKATALIS PADA PROSES*.
- Danaei, M., Kalantari, M., Raji, M., Samareh Fekri, H., Saber, R., Asnani, G. P., Mortazavi, S. M., Mozafari, M. R., Rasti, B., & Taheriazam, A. (2018). Probing nanoliposomes using single particle analytical techniques: effect of excipients, solvents, phase transition and zeta potential. *Heliyon*, 4(12), e01088. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e01088>
- Dienullah, R. M. A., & Hendrasarie, N. (2021). Pengaruh Bentuk Impeller pada Proses Koagulasi-Flokulasi dalam Mengolah Limbah Industri Batik Organik. *ESEC Teknik Lingkungan*, 2(1), 93–102.
- ECHA. (2019). *ECHA Annex XV Restriction Report 2019*. August, 146. <https://echa.europa.eu/documents/10162/05bd96e3-b969-0a7c-c6d0-441182893720>
- Fisner, M., Taniguchi, S., Majer, A. P., Bicego, M. C., & Turra, A. (2013). Concentration and composition of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in plastic pellets: Implications for small-scale diagnostic and environmental monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 76(1–2), 349–354. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.09.045>
- Hendrasarie, N., & Prihantini, R. (2020). *Pemanfaatan karbon aktif sampah plastik untuk*. 6(2), 136–146.
- Lei, L., Wu, S., Lu, S., Liu, M., Song, Y., Fu, Z., Shi, H., Raley-Susman, K. M., & He, D. (2018). Microplastic particles cause intestinal damage and other adverse effects in zebrafish *Danio rerio* and nematode *Caenorhabditis elegans*. *Science of the Total Environment*, 619–620, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.103>
- Maes, T., Van der Meulen, M. D., Devriese, L. I., Leslie, H. A., Huvet, A., Frère, L., Robbens, J., & Vethaak, A. D. (2017). Microplastics baseline surveys at the water surface and in sediments of the North-East Atlantic. *Frontiers in Marine Science*, 4(MAY), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00135>
- Mikroplastik, K., Iii, K., & Surabaya, K. (2020). *Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik pada IPAM Karangpilang III Kota Surabaya*. 9(2).
- Perren, W., Wojtasik, A., & Cai, Q. (2018). Removal of Microbeads from Wastewater Using Electrocoagulation. *ACS Omega*, 3(3), 3357–3364. <https://doi.org/10.1021/acsomega.7b02037>
- Prasetyo, D. (2020). *Pencemaran Mikroplastik Menggunakan Sepia pharaonis di Pasar Pelelangan Ikan Muara Angke*.
- Ridantami, V., Wasito, B., & Prayitno. (2016). Limbah Radioaktif Uranium Dan Torium Dengan Proses Elektrokoagulasi. *Jurnal Forum Nuklir*, 10(2), 102–107.
- Shen, M., Zhang, Y., Almatrafi, E., Hu, T., Zhou, C., Song, B., Zeng, Z., & Zeng, G. (2022). Efficient removal of microplastics from wastewater by an electrocoagulation process. *Chemical Engineering Journal*, 428(July 2021), 131161. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.131161>
- Silalahi, A. S., & Hendrasarie, N. (2021). Pemanfaatan Limbah Masker Bedah 3 ply dan Limbah Plastik Polyetilen Sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kandungan Deterjen dan Fosfat Pada Limbah Industri Laundry. *Teknik Lingkungan*, 2(1), 51–59.
- Victoria, A. V. (2017). Kontaminasi Mikroplastik di Perairan Tawar. *Teknik Kimia ITB, January*, 1–10.
- Xiao, F., Xiao, P., & Wang, D. (2019). Influence of allochthonous organic matters on algae removal: Organic removal and floc characteristics. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 583(August), 123995. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2019.123995>
- Zhang, C., Chen, X., Wang, J., & Tan, L. (2017). Toxic effects of microplastic on marine microalgae *Skeletonema costatum*: Interactions between microplastic and algae. *Environmental Pollution*, 220, 1282–1288. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.005>