Asian Journal of
Science, Technology, Engineering, and Art

e-ISSN : 3025-4507
p-ISSN : 3025-5287
Index : Harvard, Boston, Sydney University, Dimensions, Lens, Scilit, Semantic, Google, etc

https://doi.org/10.58578/AJSTEA.v1i2.2037

# IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK POLYETHYLENE (PE) MENGGUNAKAN DIGESTING WET PEROXIDE OXIDATION (WPO)

## Identification of Microplastics Polyethylene (PE) Using Digesting Wet Peroxide Oxidation (WPO)

**Adisty Fitriandoni & Indang Dewata**
Universitas Negeri Padang
adistyfd26@gmail.com; i_dewata@yahoo.com

**Article Info:**

| Submitted: | Revised: | Accepted: | Published: |
|---|---|---|---|
| Oct 2, 2023 | Oct 21, 2023 | Oct 27, 2023 | Nov 2, 2023 |

**Abstract**

The extraction method using Wet Peroxide Oxidation (WPO) is a digestion method for separating microplastic particles and other organic/inorganic precipitation, with a liquid oxidation process using peroxide and iron salts as catalysts. Polyethylene (PE) is a type of plastic that pollutes the environment due to its high level of use in the packaging sector. The aim of this research is to determine the optimum conditions for the Wet Peroxide Oxidation (WPO) extraction method and obtain an effective method for identifying microplastics. Variations in oven temperature are 70$^{o}$C, 80$^{o}$C, 90$^{o}$C, 100$^{o}$C, and 110$^{o}$C; variations in Fe(II) concentrsation 0.025 M, 0.05 M, 0.075 M, 0.1 M, and 0.125 M; heating temperature variations 30$^{o}$C, 45$^{o}$C, 60$^{o}$C, 75$^{o}$C, and 90$^{o}$C. The research results showed that the optimum oven conditions occurred at a temperature of 90$^{o}$C producing a microplastic mass of 0.5943 grams, the optimum Fe(II) concentration of 0.1M produced a mass of 1.2966 grams, the optimum heating temperature occurred at 60$^{o}$C producing a mass of 0.7128


AJSTEA Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

grams. For samples, characterization using FTIR showed that no new groups were formed after being treated under optimal conditions. Meanwhile, for XRF, no impurity elements were identified after the sample was treated with optimum conditions.

**Keywords** : Microplastics, Polyethylene (PE), Extraction, Wet Peroxide Oxidation (WPO)

***Abstrak :*** Metode Ekstraksi menggunakan Wet Peroxide Oxidation (WPO) merupakan metode digesting untuk untuk memisahkan partikel mkroplastik dan endapan organik/anorganik lainnya, dengan proses okidasi cair menggunakan peroksida dan garam besi sebagai katalis. Polyethylene (PE) merupakan salah satu jenis plastic yang banyak mencemari lingkungan karena tingginya tingkat pemakaiannya dalam bidang pengemasan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan kondisi optimum dari metode ekstraksi Wet Peroxide Oxidation (WPO) dan didapatkan metode yang efektif dalam mengidentifikasi mikroplastik.Variasi suhu pengovenan yaitu 70$^{o}$C, 80$^{o}$C, 90$^{o}$C, 100$^{o}$C, dan 110$^{o}$C; variasi konsentrasi Fe(II) 0.025 M, 0.05 M, 0.075 M, 0.1 M, dan 0.125 M; variasi suhu pemanasan 30$^{o}$C, 45$^{o}$C, 60$^{o}$C, 75$^{o}$C, dan 90$^{o}$C. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum pada pengovenan terjadi pada suhu 90$^{o}$C menghasilkan massa mikroplastik sebanyak 0.5943 gram, konsentrasi Fe(II) optimum 0.1M menghasilkan massa sebanyak 1.2966 gram, suhu pemanasan optimum terjadi pada suhu 60$^{o}$C menghasilkan massa sebanyak 0.7128 gram. Karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan tidak terbentuknya gugus baru setelah sampel diperlakukan dalam kondisi optimum, sedangkan untuk XRF tidak teridentifikasi unsur-unsur pengotor setelah sampel diperlakukan dengan kondisi optimum.

**Kata Kunci** : Mikroplastik, Polyethylene (PE), Ekstraksi, Wet Peroxide Oxidation (WPO)

## PENDAHULUAN

Sejak penemuannya di inggris pada tahun 1850-an, plastik telah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari. Bahan plastik telah digunakan di semua aspek produksi dan kehidupan manusia selama lima puluh tahun terakhir dan semakin berkembang menjadi komponen yang diperlukan. Biaya produksi yang rendah, daya tahan, dan kekuatan yang besar dibandingkan dengan bahan sebelumnya, menjadikan bahan plastik terus menggantikan bahan konvensional seperti kayu, logam, dan kaca dalam berbagai aplikasi seperti untuk peralatan elektronik dan aksesoris rumah tangga lainnya seiring kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (ahmed et al., 2018).

Plastik merupakan material serba guna dikarenakan tahan lama, tidak mudah rusak dan harganya yang terjangkau (Ivar do Sul JA, 2014). Penggunaan plastik yang semakin tinggi menyebabkan pencemaran yang dapat membahayakan kehidupan makhluk hidup dikarenakan plastik yang sukar didaur ulang dan didegradasi secara alami. Pencemaran dapat berasal dari limbah industri, limbah rumah tangga, limbah pertanian dan limbah pariwisata, berakibat terhadap lingkungan seperti perairan, sungai, danau, pesisir, udara dan tanah (Dewata, 1995).

Menurut Nasution (2015), limbah plastik sangat sukar terurai di alam dan membutuhkan waktu puluhan hingga ratusan tahun untuk dapat terurai. Limbah plastik terdegradasi karena pengaruh faktor fisik, kimia, dan biologi (Feil & Pretz, 2020) menjadi partikel yang lebih kecil . Partikel plastik kecil yang berukuran < 5mm didefinisikan sebagai mikroplastik (Van Cauwenberghe & Janssen, 2014). Mikroplastik dapat diklasifikasikan sebagai mikroplastik primer dan sekunder berdasarkan aplikasi dan sumbernya (Wright et al., 2013). Mikroplastik primer merupakan jenis plastik yang sengaja diproduksi dalam ukuran mikroskopis untuk berbagai kegunaan dalam bentuk *microbeads* dan *pellet*, sedangkan mikroplastik sekunder merupakan hasil fragmentasi dari plastik yang lebih besar (Eriksen et al., 2013).

Mikroplastik terdapat di lingkungan udara, tanah, air tawar maupun di laut. di laut mikroplastik dapat tersebar di pantai, perairan dangkal, dan perairan dalam. Mikroplastik berdasarkan ukurannya yang sangat kecil dan banyaknya jumlah yang tersebar dilautan membuat sifatnya *ubiquitous* dan *bioavailability* yang akibatnya mikroplastik dapat termakan oleh biota laut. Ukuran mikroplastik yang sangat kecil menjadi kekhawatiran karena memungkinkan untuk masuk dalam tubuh biota laut seperti ikan dan bivalvia, akibatnya polutan ini dapat masuk dalam sistem rantai makanan (Li et al., 2016). Mikroplastik yang terkonsumsi oleh manusia melalui rantai makanan dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti pertumbuhan sel kanker dan kerusakan jaringan pada tubuh manusia, hingga bersifat karsiogenik (Karuniastuti, 2013). Identifiksi mikroplastik yang memiliki ragam tipe polimer, ukuran, dan bentuk dalam lingkungan dibutuhkan kombinasi dua teknik analisa. secara umum analisa mikroplastik terdiri dari dua yaitu, karakterisasi secara fisika (seperti mikroskopi) dan karakterisasi secara kimia (seperti spektroskopi) (Song, Young K., 2015).

*Polyethylene* (PE) merupakan jenis polimer mikroplastik yang paling sering digunakan dalam bidang pengemasan. Sebagian besar barang sehari-hari yang terbuat dari *polyethylene* termasuk tas belanja, botol plastik, kendi susu, film, dan tutup botol kemasan yang

digunakan untuk perlengkapan sehari-hari (Romani et al., 2020). Menurut laporan statistik jerman, produksi polyethylene global 104,4 juta ton pada tahun 2020 dan diperkirakan akan mencapai 121,4 juta ton pada tahun 2026 (Tiseo, 2021). Sifat polyethylene yang tidak mudah terdegradasi secara alami menyebabkan timbulnya limbah *polyethylene* sehingga mengganggu ekosistem, salah satunya ekosistem di perairan laut dan dapat mencemari manusia jika terkonsumsi dari makanan yang telah tercemar limbah *polyethylene*.

Dalam pemurnian mikroplastik, telah dikembangakan beberapa macam metode, seperti pemurnian asam, alkali, pengoksidasi dan enzimatik (Deswati et al., 2021). metode yang telah digunakan memiliki beberapa kekurangan yaitu biaya yang relatif tinggi, dapat merusak mikroplastik, membutuhkan waktu yang cukup lama dan juga tingginya risiko terkontaminasi karena jumlah tahapan filtrasi (Mintenig et al., 2017).

Metode pemurnian pengoksidasi menggunakan penambahan Wet Peroxide Oxidation (WPO) merupakan metode pemurnian untuk memisahkan partikel mkroplastik dan endapan organik, dengan proses okidasi cair menggunakan peroksida dan garam besi sebagai katalis (Anderson et al., 2017), (Free et al., 2014), (Sruthy & Ramasamy, 2017), (Estahbanati & Fahrenfeld, 2016), (Mintenig et al., 2016).

Penelitian ini digunakan metode ekstraksi dengan pemurnian mikroplastik yang dilakukan yaitu *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) menggunakan hidrogen peroksida sebagai pengoksidasi dan garam besi sebagai katalis serta menggunakan variasi suhu oven, dan suhu pemanasan , serta konsentrasi garam besi terhadap monomer rendaman *polyethylene* yang dihasilkan pada proses ekstraksi dengan pemurnian mikroplastik *Wet Peroxide Oxidation* (WPO). Oleh karena itu, mengidentifikasi mikroplastik melibatkan dua tahapan, yaitu untuk mendeskripsikan karakteristik fisik menggunakan mikroskop streo dan analisis gugus fungsi senyawa kimia yang diamati dengan menggunakan FTIR dan komposisi unsur-unsur yang terdapat pada sampel mikroplastik dianalisis dengan menggunakan XRF (Lastovina & Budnyk, 2021).

## METODE

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, gelas kimia, neraca analitik, lemari asam, oven, corong kaca, botol semprot, pipet tetes, pipet ukur, magnetic stirrer, batang pengaduk, penjepit kayu, thermometer, kaca arloji, gelas ukur, Erlenmeyer, corong pisah, botol vial, labu ukur, mesh, spatula, klem dan statif, Karakterisasi dilakukan menggunakan Instrument mikroskop dan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) merk

PerkinElmer, dan *X-Ray Fluorecence* (XRF) merk PANanalytical Epsilon 3. Bahan-bahan yang digunakan dlam penelitian ini yaitu, sampel PE (tutup botol), aluminium foil, aquades, $H_2O_2$ 30%, ($FeSO_4.7H_2O$), $H_2SO_4$ pekat, dan NaCl.

***Preparasi Sampel***

Tutup botol dicuci bersih dengan air biasa kemudian dihaluskan. Potongan plastik yang telah halus, kemudian diayak menggunakan ayakan No. 12 mesh ukuran 1,70 mm, kemudian ditimbang bertahap dimulai dari 5 gram dalam 10 L air biasa, hingga permukaan air dalam baskom tertutup oleh sampel, diamkan dalam ruang terbuka selama 1 bulan.

***Penentuan Kondisi Optimum***

1. *Penyaringan Sampel*

Sampel air *Polyethylene* yang telah dipreparasi diambil 250 mL kemudian disaring menggunakan saringan mesh No.18 (1mm) dan saringan mesh No.50 (0,297 mm), residu yang tersaring kemudian dimasukkan kedalam gelas kimia 250 mL. Sampel dioven dengan variasi suhu oven 70$^o$C, 80$^o$C, 90$^o$C, 100$^o$C, 110$^o$C masing-masing selama 24 jam.

2. *Wet Peroxide Oxidation (WPO)*

Menambahkan campuran *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) kedalam gelas kimia yang berisi partikel padatan kering dengan menambahkan 20 mL larutan Fe (II) dengan variasi konsentrasi (0.025, 0.05, 0.075, 0.1, 0.125) M dan 20 mL larutan $H_2O_2$ 30% tutup dengan aluminium foil, kemudian diamkan selama 5 menit kedalam lemari asam sampai gelembung gas mereda. Masukkan thermometer dan *magnetic stirrer* tutup dengan aluminium foil, kemudian panaskan dengan variasi suhu pemanasan 30$^o$C; 45$^o$C; 60$^o$C; 75$^o$C;90$^o$C selama 30 menit. Kemudian dilakukan pemisahan densitas dengan menambahkan 6 gram NaCl per 20 mL larutan sampel. Panaskan campuran hingga garam larut.

3. *Pemisahan Densitas*

Pemisahan dilakukan dengan memasukkan larutan yang telah dimurnikan kedalam corong pisah yang dipasang di statif dan klem dan diendapkan selama 12 jam / semalaman. Padatan yang terapung diambil dan disaring dengan kertas saring whatman.

Mikroplastik yang tersaring didiamkan selama 24 jam dengan ditutup aluminium foil atau dioven.

Selanjutnya analisa gravimetri dengan menghitung massa mikroplastik yang didapatkan. Menurut Masura et al., (2015) perhitungan massa padatan mikroplastik menggunakan rumus :

$$W_{tot}=W_2 - W_1$$

Keterangan : $W_1$ = massa kertas saring kosong

$W_2$ = massa kertas saring kosong + padatan mikroplastik

$W_{tot}$ = total massa mikroplastik

Dari hasil analisa gravimetri, akan diperoleh kondisi optimum dari masing-masing variasi yang dilakukan

## *Identifikasi Senyawa Polyethylene (PE)*

1. *Pengamatan Mikroskop*

Analisa menggunakan mikroskop dilakukan untuk mengidentifikasi bentuk mikroplastik yang diperoleh. Partikel yang diperoleh dianalisis dibawah mikroskop dengan perbesaran 40× dan 100×.

2. *Pengujian dengan FTIR*

Analisa menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi polimer mikroplastik. Partikel plastik memiliki spektrum khas yang membedakannya dari partikel organik dan anorganik lainnya. Sampel mikroplastik dikarakterisasi pada bilangan gelombang 4000-400 cm-1. Sampel yang dikarakterisasi adalah mikroplastik PE murni, PE dengan adanya pengotor, serta PE hasil kondisi optimum. Sampel ditambahkan KBr sebanyak 0,99 gr, kemudian diambil sebanyak 0,01 gr dan ditekan sehingga menjadi cetakan tipis yang dapat dideteksi FTIR.

3. *Pengujian dengan XRF*

Analisis XRF untuk mengetahui komposisi unsur mikroplastik. Sampel mikroplastik dikarakterisasi pada panjang gelombang 100-0,1A. Analisa dilakukan dengan cara preparasi sampel menjadi pellet dan dianalisa dengan XRF. Sampel yang dikarakterisasi adalah mikroplastik PE murni, PE dengan adanya pengotor, serta PE hasil kondisi optimum.

## HASIL

### *1.* Penentuan Kondisi Optimum Wet Peroxide Oxidation (WPO) Polyethylene (PE)

#### a.Kondisi Optimum Variasi Suhu Pengovenan

Suhu pengovenan dapat mempengaruhi hasil analisis mikroplastik. Dalam analisis mikroplastik, pengeringan sampel atau pengovenan digunakan untuk menghilangkan kelembapan dari sampel guna mempersiapkannya untuk analisis lebih lanjut (Ningrum et al., 2022). Variasi suhu pengovenan dilakukan selama 24 jam sebagai kontrol dalam menentukan suhu optimum mengacu pada NOAA *(National Oceanic Admospheric administration)* (Marine Debris Program, 2015). Massa mikroplastik *polyethylene* (PE) yang diperoleh pada variasi suhu pengovenan dapat dilihat pada tabel 1.

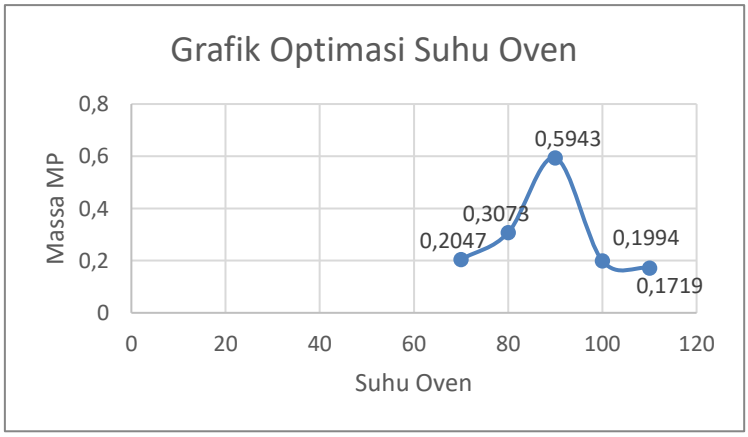
*Tabel 1.* ***Hasil Massa Mikroplastik dengan Variasi Suhu Pengovenan***

| No | Volume Sampel Air PE (mL) | Suhu Oven (ºC) | $W_2$ | $W_1$ | Massa Mikroplastik (gram) $W_{tot}=W_2-W_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 250 | 70 | 1,3134 | 1,1087 | 0,2047 |
| 2 | 250 | 80 | 1,4163 | 1,1090 | 0,3073 |
| 3 | 250 | 90 | 1,7227 | 1,1284 | 0,5943 |
| 4 | 250 | 100 | 1,2897 | 1,0903 | 0,1994 |
| 5 | 250 | 110 | 1,2791 | 1,1072 | 0,1719 |

Keterangan : $W_1$ = massa kertas saring kosong

$W_2$ = massa kertas saring kosong + padatan mikroplastik

$W_{tot}$ = total massa mikroplastik




***Gambar 1. Grafik Optimasi Suhu Pengovenan***

Berdasarkan gambar 1, massa mikroplastik maksimum diperoleh saat suhu oven 90 $^{o}$C yaitu sebesar 0,5943 gram. Penurunan signifikan terjadi pada suhu 100$^{o}$C yaitu sebesar 0,1994 gram. Penurunan hasil massa mikroplastik ini disebabkan karena dengan suhu pengovenan yang lebih tinggi dapat merusak mikroplastik dan mengubah sifat fisik dan kimianya (Ningrum et al., 2022).

*b. Kondisi Optimum Konsentrasi Katalis Fe(II)*

Kesesuaian jumlah konsentrasi Fe(II) dalam proses WPO dengan reaksi fenton sangat penting. Secara umum, efisiensi proses Fenton meningkat dengan adanya konsentrasi Fe(II), karena konsentrasi radikal hidroksil meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi Fe(II). Reaksi Fenton melibatkan reaksi antara $H_2O_2$ dengan ion $Fe^{2+}$ sebagai katalis untuk menghasilkan radikal hidroksil (OH•) yang sangat reaktif. Senyawa organik dalam mikroplastik akan dioksidasi oleh radikal hidroksil menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah terdegradasi (Winterbourn, 1995). Massa mikroplastik *polyethylene* (PE) yang didapatkan pada variasi konsentrasi katalis Fe(II) dapat dilihat pada tabel 2.

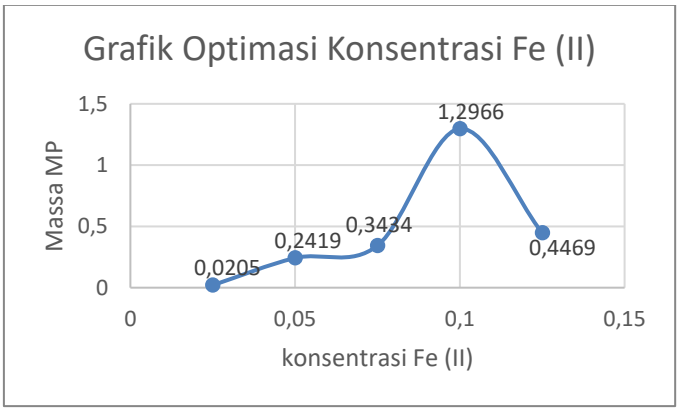
*Tabel 2.* ***Hasil Massa Mikroplastik dengan Variasi Konsentrasi Katalis FE(II)***

| No | Volume Sampel Air PE (mL) | Konsentrasi Fe(II) (M) | $W_2$ | $W_1$ | Massa Mikroplastik (gram) $W_{tot}=W_2-W_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 250 | 0,025 | 1,115 | 1,0910 | 0,0205 |
| 2 | 250 | 0,05 | 1,5236 | 1,0817 | 0,2419 |
| 3 | 250 | 0,075 | 1,4033 | 1,0599 | 0,3434 |
| 4 | 250 | 0,1 | 2,4266 | 1,1300 | 1,2966 |
| 5 | 250 | 0,125 | 1,5690 | 1,1221 | 0,4469 |

Keterangan : $W_1$ = massa kertas saring kosong

$W_2$ = massa kertas saring kosong + padatan mikroplastik

$W_{tot}$ = total massa mikroplastik




***Gambar 2. Grafik Optimasi Konsentrasi Katalis Fe(II)***

Dari hasil grafik pada gambar 2, diketahui bahwa massa mikroplastik maksimum diperoleh saat konsentrasi Fe(II) 0,1 M yaitu 1,2966 gram. Penurunan hasil massa mikroplastik pada konsentrasi 0,125M disebabkan karena reaksi antara ion Fe(II) berlebihan dengan radikal hidroksil yang terbentuk dapat mengurangi ketersediaan radikal hidroksil untuk oksidasi senyawa organik/anorganik, sedangkan untuk konsentrasi Fe(II) rendah juga akan mengurangi massa mikroplastik dikarenakan produksi radikal hidroksil yang berkurang (Tamas, 2017).

*c. Kondisi Optimum Suhu Pemanasan*

Pemanasan dalam proses Wet Peroxide Oxidation (WPO) bertujuan untuk meningkatkan laju reaksi oksidasi senyawa organik oleh radikal hidroksil yang dihasilkan dari reaksi antara Fe(II) dan $H_2O_2$. Suhu memiliki efek positif dalam penghilangan senyawa organic/anorganik pada pengolahan menggunakan fenton terhadap sampel air mikroplastik (Tamas, 2017). Suhu reaksi dapat mempengaruhi efisiensi oksidasi mikroplastik. massa mikroplastik *polyethylene* (PE) yang didapatkan pada variasi suhu pemanasan reaksi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Massa Mikroplastik dengan Variasi Suhu Pemanasan

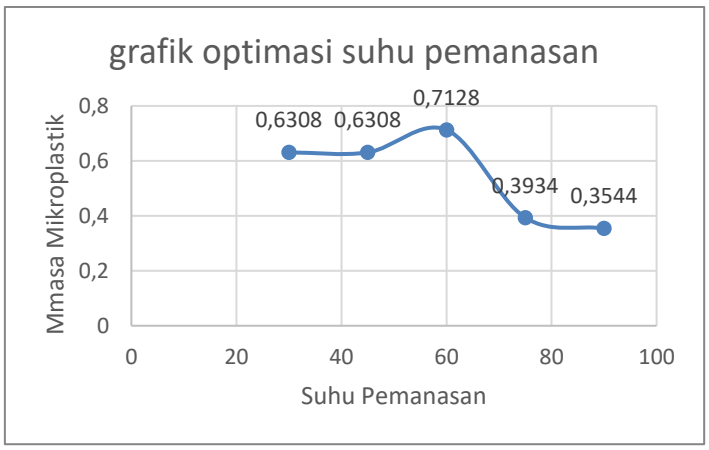
| No | Volume Sampel Air PE (mL) | Suhu Pemanasan (°C) | $W_2$ | $W_1$ | Massa Mikroplastik (gram) $W_{tot}=W_2-W_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 250 | 30 | 1,7743 | 1,1435 | 0,6308 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 250 | 45 | 1,7112 | 1,0805 | 0,6308 |
| 3 | 250 | 60 | 1,7753 | 1,0625 | 0,7128 |
| 4 | 250 | 75 | 1,4495 | 1,0561 | 0,3934 |
| 5 | 250 | 90 | 1,4816 | 1,1272 | 0,3544 |

Keterangan : $W_1$ = massa kertas saring kosong

$W_2$ = massa kertas saring kosong + padatan mikroplastik

$W_{tot}$ = total massa mikroplastik




Gambar 3. Grafik Optimasi Suhu Pemanasan

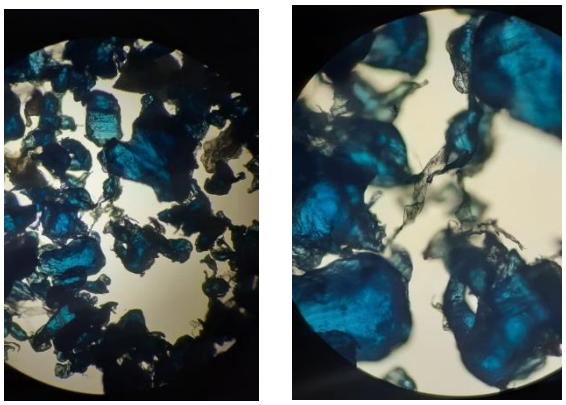
Dari hasil grafik pada gambar 9, diketahui bahwa massa mikroplastik maksimum diperoleh saat suhu pemanasan reaksi 60$^{o}$C yaitu 0,7128 gram dan penurunan yang signifikan pada suhu 75$^{o}$C dan 90$^{o}$C. Penurunan hasil massa mikroplastik disebabkan karena suhu yang tinggi dapat memicu degradasi pada polimer, termasuk mikroplastik dan menyebabkan dekomposisi hidrogen peroksida yang tidak efisien.

*2. Karakteristik Mikroplastik Polyethylene (PE)*

*a. Pengamatan Mikroskop*

Uji mikroskop dilakukan untuk mengidentifikasi jenis dan bentuk mikroplastik yang didapatkan (Satiyarti et al., 2022) dan untuk memastikan tidak adanya polutan yang menyerupai mikroplastik dengan melihat karakteristik mikroplastik *polyethylene* (PE). Hasil pengamatan mikroskopik menunjukkan bahwa terdapat beberapa jenis mikroplastik yaitu pellet, fragment, fiber, film, dan filament. *Polyethylene* (PE) memiliki bentuk pecahan plastic atau bagian dari potongan plastik besar dan bentuk tepi yang teratur. Fragmen dapat

menyerap ion logam dan bahan organic dengan baik (Guo, X., Yin, Y., Yang, C., Dang, 2018). Berdasarkan hasil yang didapatkan dengan identifikasi mikroskop cahaya perbesaran 40x dan 100x, jenis mikroplastik yang teridentifikasi yaitu dalam bentuk fragment dari mikroplastik *polyethylene* (PE) seperti gambar 4.

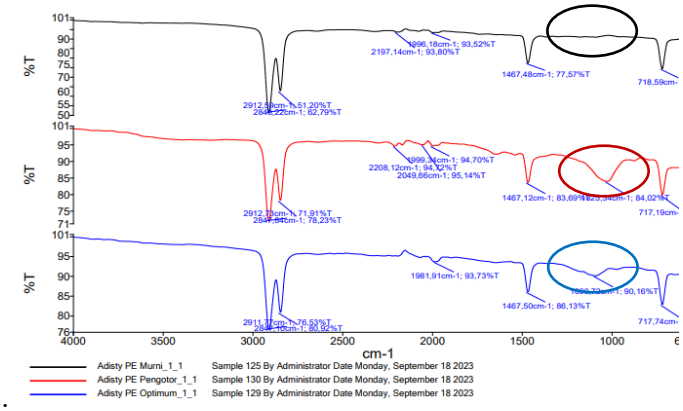


a b

***Gambar 4. a) Hasil Mikroskop Perbesaran 40x dan, b) Perbesaran 100x***

*b. Pengujian FTIR*

Pengujian karakterisasi yang terdapat pada mikroplastik dilakukan menggunakan FT-IR yang mana dilakukannya pada bilangan gelombang 4000-600 $cm^{-1}$. Partikel plastik akan memunculkan karakteristik spectrum yang membedakannya dengan partikel organic dan anorganik lain. Pada penelitian ini, terdapat 3 sampel yang dilakukan uji FT-IR yaitu *polyethylene* sebelum perendaman, *polyethylene* setelah perendaman, dan *polyethylene* kondisi optimum sebagai pembanding senyawa yang teridentifikasi dari ketiga sampel tersebut dengan mengacu pada sampel *polyethylene* murni. Hasil uji FTIR dapat dilihat pada gambar 5.




***Gambar 2. Hasil Split Garis FTIR***

Tabel 4. Puncak Serapan FTIR Polyethylene (PE)

| Interpretasi Puncak Gelombang | Bilangan Gelombang $cm^{-1}$ | |
|---|---|---|
| | Literatur | Hasil FTIR |
| Asymmetric C-H stretch | 2927 | 2912 |
| Symmetric C-H stretch | 2852 | 2848 |
| $CH_2$ scissors vibration | 1475,1463 | 1467 |
| $CH_2$ rocking | 730,720 | 718 |

Karakterisasi dari ketiga sampel yang dilakukan menggunakan FTIR teridentifikasi pita-pita serapan khas *polyethylene* (PE) yaitu terdapatnya ikatan C-H pada panjang gelombang 3000-2800 $cm^{-1}$, ikatan $CH_2$ bending pada panjang gelombang 1465-1500 $cm^{-1}$, $CH_2$ rocking pada panjang gelombang 730-720 $cm^{-1}$ (garis hitam). Adanya gugus fungsi baru berupa kontaminasi dalam sampel *polyethylene* (PE) (garis merah) yang mana kontaminan berupa senyawa organic/anorganik lainnya dapat didegradasi melalui metode ekstraksi dengan penambahan *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) sehingga kontaminan dalam *polyethylene* (PE) tersebut berkurang (garis biru).

*c. Pengujian XRF*

X-Ray Fluorescence (XRF) adalah teknik analisis yang menggunakan interaksi sinar-X dengan suatu bahan untuk menentukan komposisi unsurnya. Berikut hasil data XRF dari ketiga sampel yaitu *polyethylene* sebelum perendaman, *polyethylene* setelah perendaman, dan *polyethylene* kondisi optimum pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Data XRF

| No | PE Sebelum Perendaman | | PE Setelah Perendaman | | PE Kondisi Optimum | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Unsur | Konsentrasi | Unsur | Konsentrasi | Unsur | Konsentrasi |
| 1 | Al | 5,179 | Al | 3,837 | Al | 0 |
| 2 | Si | 6,358 | Si | 20,393 | Si | 1,797 |
| 3 | P | 25,362 | P | 9,326 | P | 0 |
| 4 | Ca | 24,299 | Ca | 47,97 | Ca | 18,608 |
| 5 | Cr | 0,1 | Cr | 0,057 | Cr | 0,113 |
| 6 | Mn | - | Mn | 0,163 | Mn | - |
| 7 | Fe | 2,552 | Fe | 1,365 | Fe | 3,248 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Ni | - | Ni | 0,076 | Ni | - |
| 9 | Zn | 0,097 | Zn | 0,265 | Zn | 0,094 |
| 10 | As | - | As | 0,012 | As | - |
| 11 | Sr | - | Sr | 0,036 | Sr | - |
| 12 | Ag | 10,555 | Ag | 1,435 | Ag | 0,318 |
| 13 | Pb | - | Pb | 0,091 | Pb | - |

Pengujian pertama dari hasil di atas diperoleh unsur-unsur zat aditif lainnya penyusun mikroplastik *Polyethylene* (PE) adalah Al, Si, P, Ca, Cr, Ti, Fe, Zn dan Ag dengan berbagai konsentrasi dan senyawa dalam bentuk oksidanya. Aditif plastik dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas produk plastik dari berbagai segi, seperti sifat mekanik, kekuatan, warna, dan kemudahan produksi

Pengujian kedua dari data hasil di atas terdapat banyaknya kontaminasi dalam sampel yang teridentifikasi seperti Mn, Ni, As, Sr, dan Pb, dikarenakan kemampuan mikroplastik menyerap logam berat yang terdapat di lingkungan sekitar (Rochman, M. C., Browne, A. J., Underwood, J. A. VanFraneker, R. C., Thompson, L., dan Zetteler, 2015). Beberapa unsur-unsur zat aditif *Polyethylene* (PE) yang berkurang dikarenakan degradasi factor lingkungan seperti radiasi UV, tekanan mekanis dan aktivitas mikroba, yang mana rantai polimer terurai menjadi fragmen yang lebih kecil sehingga mengakibatkan hilangnya bahan tambahan yang dimasukkan ke dalam matriks polimer.

Pengujian ketiga dari data diatas diperoleh unsur-unsur yang sama dengan sampel *polyethylene* (PE) sebelum perendaman sebagai pembanding dan unsur kontaminan sudah tidak teidentifikasi setelah proses ekstraksi *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) pada mikroplastik karena senyawa anorganik telah teroksidasi melalui reaksi Fenton. Beberapa unsur aditif penyusun *polyethylene* (PE) seperti Al dan P teroksidasi dari struktur polimer dan terlarut dalam larutan ekstraksi menyebabkan pengurangan konsentrasi dalam *polyethylene*.

## KESIMPULAN

1. Kondisi optimum suhu pengovenan pada metode ekstraksi dengan digesting *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) pada mikroplastik *Polyethylene* (PE) terjadi pada suhu 90$^{o}$C menghasilkan massa mikroplastik sebanyak 0,5943 gram.
2. Kondisi optimum konsentrasi Fe(II) pada metode ekstraksi dengan digesting *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) pada mikroplastik *Polyethylene* (PE) terjadi dengan konsentrasi 0,1 M menghasilkan massa mikroplastik sebanyak 1,2966 gram.

3. Kondisi optimum suhu pemanasan pada metode ekstraksi dengan digesting *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) pada mikroplastik *Polyethylene* (PE) terjadi pada suhu 60$^{o}$C menghasilkan massa mikroplastik sebanyak 0,7128 gram.
4. Penentuan mikroplastik pada suhu oven 90$^{o}$C, dengan konsentrasi Fe(II) 0,1M, serta suhu pemanasan 60$^{o}$C yang efektif untuk identifikasi mikroplastik *polyethylene* (PE) dengan metode digesting *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) pada parameter suhu oven, konsentrasi Fe(II) dan suhu pemanasan.

## DAFTAR PUSTAKA


Ahmed, N., Zeeshan, M., Iqbal, N., Farooq, M. Z., & Shah, S. A. (2018). Investigation on bio-oil yield and quality with scrap tire addition in sugarcane bagasse pyrolysis. *Journal of Cleaner Production*, *196*, 927–934. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.142

Anderson, P. J., Warrack, S., Langen, V., Challis, J. K., Hanson, M. L., & Rennie, M. D. (2017). Microplastic contamination in Lake Winnipeg, Canada. *Environmental Pollution*, *225*, 223–231. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.072

Deswati, Indra, J. Z., Joko, S., Norita Tetra, O., & Pardi, H. (2021). Metoda Analisis Mikroplastik Dalam Sampel Lingkungan. In H. Pardi (Ed.), *Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia (PRCI)* (1st ed., pp. 54–59).

Dewata, I. (1995). *Limbah padat industry pulp dan kertas sebgai bahan untuk pengolahan limbah cair industry lapis listrik*. Kajian Ilmu Lingkungan UI.

Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., Edwards, W., Farley, H., & Amato, S. (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin*, *77*(1–2), 177–182. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.007

Estahbanati, S., & Fahrenfeld, N. L. (2016). Influence of wastewater treatment plant discharges on microplastic concentrations in surface water. *Chemosphere*, *162*, 277–284. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.07.083

Feil, A., & Pretz, T. (2020). Mechanical recycling of packaging waste. In *Plastic Waste and Recycling*. Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817880-5.00011-6

Free, C. M., Jensen, O. P., Mason, S. A., Eriksen, M., Williamson, N. J., & Boldgiv, B. (2014). High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine Pollution Bulletin*, *85*(1), 156–163. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.001

Guo, X., Yin, Y., Yang, C., Dang, Z. (2018). maize Straw Decorated With Sulfide for Tylosin REmoval From The Water. In *Ecotoxicol* (p. Saf.152, 16-23).

Ivar do Sul JA, C. M. (2014). The Present and Future of Microplastic Pollution In The Marine Enviroment. *Environmental Pollution*, *185*, 352–364.

Karuniastuti, N. (2013). Bahaya plastik terhadap kesehatan dan lingkungan. *Forum Teknologi*.

Lastovina, T. A., & Budnyk, A. P. (2021). A review of methods for extraction, removal, and stimulated degradation of microplastics. *Journal of Water Process Engineering*, *43*(May), 102209. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102209

Li, J., Qu, X., Su, L., Zhang, W., Yang, D., Kolandhasamy, P., Li, D., & Shi, H. (2016). Microplastics in mussels along the coastal waters of China. *Environmental Pollution*, *214*, 177–184. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.04.012

Marine Debris Program, N. (2015). *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the*

*Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*. *July*.

Mintenig, S. M., Int-Veen, I., Löder, M. G. J., Primpke, S., & Gerdts, G. (2017). Identification of microplastic in effluents of waste water treatment plants using focal plane array-based micro-Fourier-transform infrared imaging. *Water Research*, *108*, 365–372. https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.11.015

Mintenig, S. M., Löder, M. G. J., Primpke, S., & Gerdts, G. (2016). AC SC. *Water Research*. https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.11.015

Nasution, R. . (2015). Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik. *Journal of Islamic Science and Technology*.

Ningrum, I. P., Sa'adah, N., & Mahmiah, M. (2022). Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen di Gili Ketapang, Probolinggo. *Journal of Marine Research*, *11*(4), 785–793. https://doi.org/10.14710/jmr.v11i4.35467

Rochman, M. C., Browne, A. J., Underwood, J. A. VanFraneker, R. C., Thompson, L., dan Zetteler, A. (2015). The Ecology Impacts of Marine Debris: Unraveling The Demonstrated Evidance From What is Perceived. *Ecology*, 302–312.

Romani, V. P., Martins, V. G., & Goddard, J. M. (2020). Radical scavenging polyethylene films as antioxidant active packaging materials. *Food Control*, *109*(October 2019), 106946. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106946

Satiyarti, R. B., Wulan Pawhestri, S., & Adila, I. S. (2022). Identifikasi Mikroplastik pada Sedimen Pantai Sukaraja, Lampung. *Jurnal Kelautan Tropis*, *25*(3), 329–336. https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.12786

Song, Young K., et al. (2015). Comparism of Microscopic and Spectroscopic Identification Methods for Analysis of Microplastic In Enviromental Samples. *Marine Pollution Bulletin*.

Sruthy, S., & Ramasamy, E. V. (2017). Microplastic pollution in Vembanad Lake, Kerala, India: The first report of microplastics in lake and estuarine sediments in India. *Environmental Pollution*, *222*, 315–322. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.038

Tamas, I. N. (2017). *Proses Fenton Pada Pengolahan Lindi*.

Tiseo, I. (2021). *Market volume ofpolyethylene worldwide from 2015 to 2020, with a forecast for 2021 to 2026*.

Van Cauwenberghe, L., & Janssen, C. R. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution*, *193*, 65–70. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.010

Winterbourn, C. C. (1995). Toxicity of iron and hydrogen peroxide: the Fenton reaction. *Toxicology Letters*, *82–83*(C), 969–974. https://doi.org/10.1016/0378-4274(95)03532-X

Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, *178*, 483–492. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031