SSN: 2614-6754 (print)
ISSN: 2614-3097(online)

Halaman 3336-3343
Volume 9 Nomor 1 Tahun 2025

# Optimasi Konsentrasi Larutan Katalis $Fe^{2+}$ Dengan Metode Wet Peroxide Oxidation (WPO) Untuk Identifikasi Mikroplastik Polyethylene

**Dhea Ulya Amanda Zeds[1], Indang Dewata[2]**

[12]Program Studi Kimia, Universitas Negeri Padang
e-mail: dheazeds@student.unp.ac.id @indangdewata@fmipa.unp.ac.id

**Abstrak**

Mikroplastik adalah partikel plastik yang berukuran kurang dari 5 mm, yang dihasilkan dari proses degradasi plastik yang lebih besar akibat paparan sinar UV, abrasi fisik, dan proses biologi. Salah satu jenis polimer plastik diantaranya PE. PE merupakan salah satu jenis plastik yang sering digunakan untuk membuat kantong kemasan. Penelitian ini bertujuan mengetahui kondisi optimal untuk memisahkan mikroplastik PE dari pengotornya dengan menvariasikan konsentrasi larutan katalis $Fe^{2+}$ 0.025 M, 0.05 M, 0.075 M, 0,1 M, dan 0.125 M. Karakterisasi mikroplastik dilakukan menggunakan mikroskop dan FTIR. Hasil karakterisasi menggunakan mikroskop diidentifikasi mikroplastik PE berbentuk fragmen dan karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan ciri khas dari PE pada bilangan gelombang 2913 $cm^{-1}$, 2850 $cm^{-1}$, 1464 $cm^{-1}$, dan 719 $cm^{-1}$.

**Kata kunci:** *Mikroplastik, WPO, PE, FTIR*

**Abstract**

Microplastics are plastic particles that are less than 5 mm in size, which results from the greater degradation process of plastics due to exposure to UV rays, physical abrasion and biological processes. One type of plastic polymer includes PE. PE is one type of plastic that is often used to make packaging bags. This study aims to determine the optimal conditions for separating PE microplastics from their impurities by varying the concentrations of $Fe^{2+}$ catalyst solutions 0.025 M, 0.05 M, 0.075 M, 0,1 M, and 0.125 M. microplastic characterization was carried out using a microscope and FTIR. The results of the characterization using a microscope identified PE microplastics in the form of fragments and the characteristics of PE in wave number of 2913 $cm^{-1}$, 2850 $cm^{-1}$, 1464 $cm^{-1}$, dan 719 $cm^{-1}$.

**Keywords :** *Mikroplastics, WPO, PE, FTIR*

## PENDAHULUAN

Sampah plastik telah menjadi isu lingkungan yang semakin mendesak di seluruh dunia, terutama pada lingkungan perairan. Sebagian besar limbah plastik yang dibuang ke lingkungan pada akhirnyo akan bermuara di lautan. Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2023, timbulan sampah di Indonesia terhitung 28.015.503 ton/tahun, dengan jenis plastik mencapai 18,5% yaitu sebanyak 5.144.717 ton/tahun. Sementara itu timbulan sampah di Kota Padang, Sumatera Barat terhitung 236.296 ton/tahun (SIPSN, 2023).

Plastik adalah material yang memerlukan waktu lama untuk terurai di lingkungan. Waktu yang diperlukan untuk sampah plastik terurai di laut bervariasi tergantung pada jenis plastik dan kondisi lingkungan. Menurut (Tuahatu, 2022), secara umum sampah plastik membutuhkan waktu antara 20 hingga 500 tahun untuk terurai sepenuhnya di lingkungan laut. Kemudian akan menghasilkan limbah plastik yang dapat mencemari lingkungan, termasuk perairan, sungai, danau, pesisir, serta tanah (Dewata, 1995). Limbah plastik akan mengalami proses fragmentasi yang menghasilkan mikroplastik.

Ada beberapa jenis polimer mikroplastik, salah satunya jenis *Polyethylene* (PE) yang merupakan plastik global dengan volume tertinggi yang diproduksi dari gas etilen (Patel, 2016). PE merupakan salah satu jenis plastik yang sering digunakan untuk membuat kantong kemasan (Samah, 2017).

Mikroplastik adalah partikel plastik yang berukuran kurang dari 5 mm, yang dihasilkan dari proses degradasi plastik yang lebih besar akibat paparan sinar UV, abrasi fisik, dan proses biologi (Wahdani et al., 2020). Mikroplastik dibagi menjadi dua kategori, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer berasal dari produk kecantikan dan perawatan tubuh yang mengandung *microbeads* atau *microexfoliate*. Sedangkan mikroplastik sekunder terbentuk dari degradasi plastik melalui proses fisik, kimia, dan biologis, seperti ketika plastik terkena sinar UV atau arus air deras, yang menyebabkan plastik tersebut terpecah menjadi mikroplastik. Degradasi ini memecah potongan-potongan yang lebih besar menjadi fragmen plastik yang semakin kecil yang akhirnya menjadi tidak terdeteksi dengan mata telanjang (Alam & Rachmawati, 2020).

Metode yang paling umum digunakan untuk mengidentifikasi mikroplastik adalah metode ekstraksi. Oleh karena itu, identifikasi mikroplastik akan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Masura et al., 2015 yaitu metode ekstraksi dengan *Wet Peroxide Oxidation* (WPO). WPO merupakan teknik yang digunakan untuk mengolah limbah dengan cara mengoksidasi senyawa organik menggunakan hidrogen peroksida $H_2O_2$ sebagai agen pengoksidasi dengan bantuan katalis $Fe^{2+}$.

Pada penelitian ini akan dilakukan optimasi konsentrasi larutan katalis $Fe^{2+}$. Sampel yang digunakan dibuat dari polimer sintetik, bukan mikroplastik yang berasal dari lingkungan.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia, Departemen Kimia dan Laboratorium Botani Departemen Biologi, pada bulan Oktober hingga Desember 2024. Objek penelitian nya adalah plastik jenis *Polyethylene* (PE) untuk menentukan kondisi optimal yaitu limbah botol *body lotion* merk ”Marina” yang sudah di preparasi 1-2 bulan di lingkungan terbuka untuk menyerupai kondisi seperti di alam. Prosedur kerja dalam penelitian ini akan melewati beberapa tahap yaitu pembuatan larutan, preparasi sampel mikroplastik PE, penentuan kondisi optimal konsentrasi larutan $Fe^{2+}$, karakterisasi mikroplastik PE dengan mikroskop dan FTIR.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

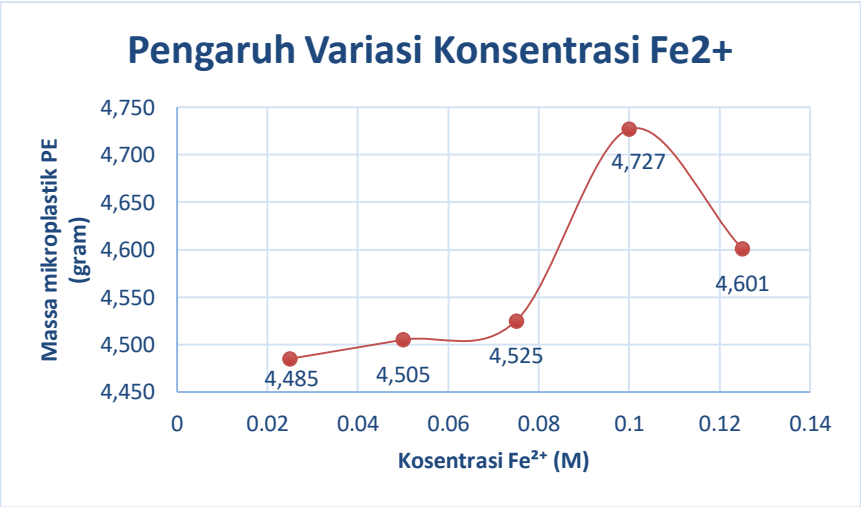
### 1. Preparasi Mikroplastik PE

Pada bagian ini, peneliti melakukan simulasi proses degradasi plastik untuk dapat diteliti lebih lanjut. Proses ini dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, termasuk fotodegradasi, biodegradasi, dan mekanisme fisik lainnya. Mekanisme fotodegradasi adalah salah satu cara utama di mana plastik terdegradasi menjadi mikroplastik. Proses ini melibatkan pemecahan ikatan kimia dalam polimer plastik akibat paparan sinar matahari, yang menyebabkan plastik menjadi lebih rapuh dan akhirnya terfragmentasi menjadi partikel yang lebih kecil (Nurdhiana, 2022).

Sampel yang digunakan dibuat dari polimer sintetik, bukan mikroplastik yang berasal dari lingkungan. Perendaman sampel mikroplastik PE dilakukan dengan menambahkan sampel PE ke dalam air dan direndam kurang lebih selama 2 bulan. Sampel dibiarkan di lingkungan terbuka agar menyerupai kondisi seperti di alam.

### 2. Penentuan Kondisi Optimal Konsentrasi Larutan Katalis $Fe^{2+}$

Variasi konsentrasi dilakukan untuk menentukan konsentrasi optimal dalam penggunaan $Fe^{2+}$ sebagai katalis dalam metode *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) untuk mendegradasi senyawa pengotor pada mikroplastik, menggunakan campuran larutan hidrogen peroksida (H2O2) dan larutan $Fe^{2+}$. Ketika H2O2 terdekomposisi, $Fe^{2+}$ berfungsi untuk mempercepat reaksi tersebut, sehingga meningkatkan laju pembentukan radikal hidroksil. Reaksi fenton yang melibatkan $H_2O_2$ dan $Fe^{2+}$, menghasilkan radikal hidroksil yang sangat reaktif, yang dapat mengoksidasi berbagai polutan organik (Wagdy et al., 2022). Berikut grafik massa mikroplastik PE terhadap pengaruh penggunaan variasi $Fe^{2+}$ :




**Gambar 1 Pengaruh Konsentrasi Larutan Katalis $Fe^{2+}$**

Massa mikroplastik PE yang didapatkan terhadap pengaruh variasi konsentrasi larutan katalis $Fe^{2+}$ ditunjukkan pada tabel 1.

| No. | Konsentrasi Larutan $Fe^{2+}$ (M) | $W_2$ | $W_1$ | Massa Mikroplastik (g) $(W_{tot} = W_2 - W_1)$ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 0,025 | 5,246 | 0,761 | 4,485 |
| 2. | 0,05 | 5,249 | 0,744 | 4,505 |
| 3. | 0,075 | 5,265 | 0,740 | 4,525 |
| 4. | 0,1 | 5,462 | 0,735 | 4,727 |
| 5. | 0,125 | 5,347 | 0,746 | 4,601 |

dimana,
$W_1$ = massa kertas saring kosong
$W_2$ = massa kertas saring yang berisi partikel mikroplastik hasil pemisahan padatan
$W_{total}$ = total massa mikroplastik

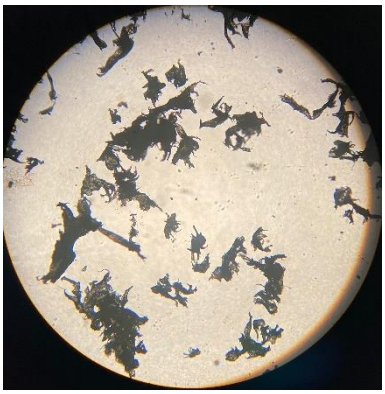
Penggunaan larutan $Fe^{2+}$ harus dalam konsentrasi yang tepat agar dapat mempercepat reaksi oksidasi tanpa mempengaruhi hasilnya. Penggunaan konsentrasi $Fe^{2+}$ yang berlebihan dapat menyebabkan pembentukan endapan $Fe(OH)_3$, yang dapat mengurangi kerja $Fe^{2+}$ dalam larutan dan menghambat reaksi oksidasi (Chemtob et al., 2017). Peningkatan konsentrasi dapat meningkatkan efisiensi oksidasi dan digesting, tetapi juga dapat menyebabkan pembentukan endapan. Oleh karena itu, penting untuk menemukan konsentrasi yang tepat agar proses WPO berjalan secara optimal.

**3. Uji Mikroskop**

Mikroskop memiliki peran penting dalam identifikasi mikroplastik karena mikroplastik memiliki ukuran yang sangat kecil. Dengan menggunakan mikroskop,

peneliti dapat melakukan analisis yang lebih mendetail terhadap karakteristik fisik mikroplastik, termasuk ukuran, bentuk, dan jenis polimer yang terkandung dalam sampel (Dewantari et al., 2022).

Mikroskop yang digunakan mikroskop merk CARL ZEISS PRIMOSTAR. Pada bagian ini uji mikroskop dilakukan juga untuk melihat ada tidaknya partikel lain selain mikroplastik.



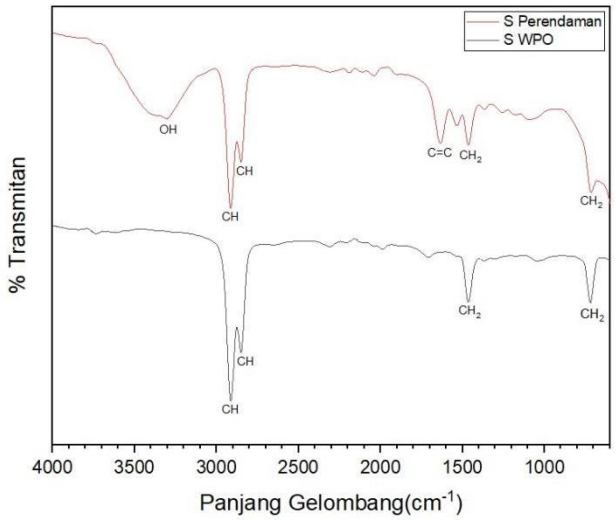
**Gambar 2 Hasil Mikroskop Perbesaran 100x**

Berdasarkan gambar diatas bentuk mikroplastik yang teridentifikasi adalah fragmen yang berwarna putih kekuningan. Bentuk fragmen adalah potongan-potongan kecil dari plastik yang lebih besar. Menurut (Puspita et al., 2024) plastik makro terfragmentasi menjadi partikel yang lebih kecil, yang disebut sebagai mikroplastik fragmen.

**4. Uji FTIR**

Penggunaan FTIR pada penelitian ini bertujuan untuk analisis plastik PE untuk mengidentifikasi jenis dan karakteristik struktural dari polimer tersebut. FTIR dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan dalam struktur kimia akibat proses degradasi atau pengolahan, serta untuk mengidentifikasi kontaminan atau aditif yang mungkin ada dalam sampel plastik (Rahmawati et al., 2023).

Pengujian FTIR akan menggunakan 2 sampel yaitu sampel PE setelah perendaman dan PE setelah WPO. Hasil uji FTIR dapat dilihat pada gambar 3.




**Gambar 3 Hasil Uji FTIR Mikroplastik PE**

Pada spectrum FTIR diatas, keduanya memiliki puncak yang sesuai dengan literatur pada penelitian (Amelia et al., 2016) yang menjelaskan bahwa puncak pada bilangan gelombang 2914 $cm^{-1}$, 2847 $cm^{-1}$, 1470 $cm^{-1}$, dan 718 $cm^{-1}$ merupakan puncak yang dihasilkan dari polimer PE. Pada spectrum pertama, terdapat beberapa puncak selain dari puncak khas dari polimer PE. Diantaranya terdapat puncak dengan intensitas yang kuat pada bilangan gelombang 3304 $cm^{-1}$ untuk gugus O-H. Ikatan C=C yang ditunjukkan pada bilangan gelombang 1635 $cm^{-1}$. Sedangkan pada spectrum kedua, puncak puncak yang dihasilkan adalah puncak yang merupakan ciri khas dari polimer PE. Yaitu ikatan C-H asimetris yang terdeteksi di bilangan gelombang 2913 $cm^{-1}$. Ikatan C-H simetris yang muncul di bilangan gelombang 2850 $cm^{-1}$. Ikatan $CH_2$ yang muncul di bilangan gelombang 1464 $cm^{-1}$, dan ikatan $CH_2$ di bilangan gelombang 719 $cm^{-1}$.

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimal yang didapatkan dari konsentrasi larutan katalis $Fe^{2+}$ adalah dengan konsentrasi 0,1 M. Karakterisasi menggunakan mikroskop menunjukkan bahwa bentuk dari mikroplastik yang diidentifikasi berbentuk fragmen. Karakterisasi dengan FTIR menunjukkan adanya gugus OH dan C=C yang merupakan pengotor dari mikroplastik PE. Namun, setelah di WPO pengotor terdegradasi dan meninggalkan puncak pada bilangan gelombang yang merupakan ciri khas dari PE.

**DAFTAR PUSTAKA**

Alam, F. C., & Rachmawati, M. (2020). Development of Microplastic Research in Indonesia. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, *17*(3), 344–352.

Amelia, R. P. D., Gentile, S., Nirode, W. F., & Huang, L. (2016). Quantitative Analysis of Copolymers and Blends of Polyvinyl Acetate ( PVAc ) Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy ( FTIR ) and Elemental Analysis ( EA ). *World Journal of Chemical Education*, *4*(2), 25–31.

Chemtob, S. M., Nickerson, R. D., Morris, R. V., Agresti, D. G., & Catalano, J. G. (2017). Oxidative Alteration of Ferrous Smectites and Implications for the Redox Evolution of Early Mars. *Journal of Geophysical Research: Planets*, *122*(12), 2469–2488.

Dewantari, A. W., Sulthanadia, A. M., Agatha, D. A., & Hasan, V. (2022). Identifikasi Plankton, Makrozoobentos, dan Mikroplastik sebagai Indikator Kualitas Air di Kawasan Suaka Ikan Kali Surabaya. *Environmental Pollution Journal*, *1*(3), 217–228.

Dewata, I. (1995). Limbah Padat Industri Pulp dan Kertas sebagai Bahan untuk Pengelolaan Limbah Cair Industri Lapis Listrik. *Thesis. Jakarta: Universitas Indonesia*.

Masura, J., Baker, J., Foster, G., & Arthur, C. (2015). Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment. In *NOAA Marine Debris Program National* (Issue July).

Nurdhiana, I. (2022). Mikroplastik Pada Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus) di Keramba Ikan Kali Kanal Mangetan Kabupaten Sidoarjo. *Environmental Pollution Journal*, *1*(3), 192–198.

Patel, R. M. (2016). Polyethylene. *Multilayer Flexible Packaging: Second Edition*, 17–34.

Puspita, D., Thalita Kusumaningtyas, F., Pangan, T., Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, F., Kristen Satya Wacana, U., Kartini, J., & Salatiga-Jawa Tengah, K. (2024). Science, Technology and Management Journal Identifikasi Cemaran Mikroplastik Pada Pelbagai Jenis Terasi Komersial Info Artikel. *Science, Technology and Management Journal*, *4*(1), 7–10.

Rahmawati, S., Nuzula, F. F., Sulistyo, E. N., & Hakim, L. (2023). Identification of microplastics in fish from the local fish market of Yogyakarta Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1263*(1).

Samah, S. D. (2017). Karakterisasi Plastik Biodegradable dari LDPE-g-MA dan Pati Tandan Kosong Sawit. *Eksakta*, *18*.

SIPSN. (2023). SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional KemenLHK. In *Data Pengelolaan Sampah & RTH*.

Tuahatu, J. (2022). Sampah Laut Yang Terdampar Di Pesisir Pantai Hative Besar Pada Musim Peralihan 1 (Marine Debris Stranded on The Hative Besar Beach During Transitional Season 1). *Jurnal TRITON*, *18*(April), 47–54.

Wagdy, A., El-Hazek, A., & Hassanain, A. (2022). Assessment of a Fenton Reaction in

treating Greywater for reuse in Irrigation. *Engineering Research Journal - Faculty of Engineering (Shoubra)*, *51*(4), 141–148.

Wahdani, A., Yaqin, K., Rukminasari, N., . S., . N., Inaku, D. F., & Fachruddin, L. (2020). Konsentrasi Mikroplastik Pada Kerang Manila Venerupis Philippinarum Di Perairan Maccini Baji, Kecamatan Labakkang, Kabupaten Pangkajen Kepulauan, Sulawesi Selatan. *Maspari Journal : Marine Science Research*, *12*(2), 1–14.