

Optimasi Metode Ekstraksi *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) untuk *Menganalisis Mikroplastik Jenis Polistirena (PS)*

Riri Tri Utami¹, Indang Dewata²

¹²Program Studi Kimia, Universitas Negeri Padang
e-mail: i_dewata@yahoo.com

Abstrak

Sampah laut jenis plastik akan mengalami degradasi sehingga ukurannya menjadi sangat kecil <5 mm yang dikenal dengan mikroplastik. Mikroplastik dapat memberikan dampak negatif karena sifatnya yang persisten sehingga dapat terakumulasi di lingkungan perairan maupun terhadap organisme yang hidup di ekosistem tersebut. Polistirena merupakan salah satu polimer plastik yang paling banyak digunakan dan sering sekali ditemukan di laut dalam bentuk mikroplastik. Analisis keberadaan mikroplastik sulit dilakukan karena adanya kontaminan berupa bahan organik dan anorganik yang mengganggu proses analisis. Dalam penelitian ini digunakan metode ekstraksi menggunakan larutan WPO yang diadopsi dari National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA) menggunakan prinsip penghancuran bahan organik dalam air dengan menggunakan reaksi reagen fenton. Mikroplastik dapat terlepas dari bahan organik dengan parameter yang digunakan yaitu variasi konsentrasi H₂O₂, dan waktu pemanasan reaksi WPO, dengan menggunakan sampel mikroplastik polistirena buatan. Partikel mikroplastik yang didapatkan akan diuji dengan mikroskop stereo, FTIR, dan XRF untuk menganalisis bentuk, gugus fungsi, dan unsur yang terkandung pada mikroplastik. Variasi konsentrasi H₂O₂ yang digunakan yaitu 20, 25, 30, 35 dan 40 %; sedangkan waktu pemanasan yaitu 15, 20, 25, 30, 35, 40, dan 45 menit. Pada Hasil Penelitian diperoleh Kondisi Optimum konsentrasi H₂O₂ yaitu 30% dengan massa mikroplastik sebanyak 0,2972 gram, dan waktu pemanasan reaksi optimum yaitu selama 30 menit menghasilkan massa mikroplastik sebanyak 0,3262 gram. Karakterisasi menggunakan mikroskop mendapati bentuk polistiren adalah foam dan karakterisasi FTIR mendapati adanya puncak C-H yang yang berlebih dan ditemukan gugus -OH karboksilat pada sampel rendaman, Serta banyaknya Pengotor-pengotor lainnya sesuai hasil XRF yang sudah dihilangkan pada sampel kondisi optimum yang sudah bersih dari pengotor-pengotornya.

Kata kunci: *Mikroplastik, Polistirena (styrofoam), Wet Peroxide Oxidation (WPO), Hidrogen Peroksida, Katalis Fe(II).*

Abstract

Plastic marine waste will experience degradation so that its size becomes very small <5 mm, known as microplastics. Microplastics can have a negative impact because they are persistent so they can accumulate in aquatic environments and on organisms that live in these ecosystems. Polystyrene is one of the most widely used plastic polymers and is often found in the sea in the form of microplastics. Analysis of the presence of microplastics is difficult because there are contaminants in the form of organic and inorganic materials that interfere with the analysis process. In this research, an extraction method was used using a WPO solution adopted from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) using the principle of revealing organic matter in air using the Fenton's reagent reaction. Microplastics can be released from organic materials with the parameters used, namely variations in H₂O₂ concentration and WPO reaction heating time, using artificial polystyrene microplastic samples. The microplastic particles obtained will be tested using a stereo microscope, FTIR and XRF to analyze the shape, functional groups and elements contained in the microplastics. The variations in H₂O₂ concentration used were 20, 25, 30, 35 and 40%; while the heating time is 15, 20, 25, 30, 35, 40, and 45 minutes. The research results showed that the optimal concentration of H₂O₂ was 30% with a microplastic mass of 0.2972 grams, and the optimum reaction heating time was 30 minutes producing a microplastic mass of 0.3262 grams. Characterization using a microscope found that the form of polystyrene was foam and FTIR characterization found that there were excessive C-H peaks and -OH carboxylate groups were found in the soaked sample, as well as many other impurities according to the XRF results which had been removed in the optimum condition sample which was clean of impurities.

Keywords : *Microplastics, Polystyrene (styrofoam), Wet Peroxide Oxidation (WPO), Hydrogen Peroxide, Fe(II) Catalyst*

PENDAHULUAN

Perkembangan kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari-hari berdampak pada peningkatan produksi plastik. Peningkatan pencemaran lingkungan akibat menumpuknya sampah plastik menjadi ancaman besar di masa mendatang. Sifat dari partikel plastik yang dapat bertahan sangat lama di laut disebabkan karena plastik membutuhkan waktu yang lama untuk terdegradasi sehingga sampah ini akan terus menumpuk. Seiring dengan berjalannya waktu, sampah plastik akan mengalami degradasi partikel yang berukuran mikro (<5mm) atau dikenal dengan mikroplastik. Mikroplastik sangat berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup terutama organisme perairan. Ketika suatu organisme di perairan terkontaminasi mikroplastik, maka akan menjadi suatu masalah besar bagi lingkungan (Warni, K 2021).

Plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik yang terdiri dari berbagai jenis diantaranya polietilena (PE), nilon, poli vinil klorida (PVC), polikarbonat (PC), polistirena (PS), dan karet silikon. Polistirena (PS) termasuk salah satu jenis

plastik yang sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai wadah pembungkus makanan seperti styrofoam. Polystyrene foam atau yang dikenal dengan Styrofoam merupakan salah satu jenis polistiren yang berbentuk gabus/busa. Polistirene jenis ini ditandai dengan symbol angka 6. Penamaan Styrofoam diberikan dari proses produksinya yang menggunakan udara agar lebih ringan (Utami *et al.*, 2020)

Pencemaran mikroplastik di perairan sulit untuk dianalisis karena adanya kontaminan pengotor bahan organik dan anorganik di perairan yang menempel pada mikroplastik. Maka dari itu perlu dikembangkan suatu metoda sederhana namun kuat analisisnya dalam mengidentifikasi keberadaan mikroplastik khususnya polistirena. Dalam penelitian ini metoda analisis yang digunakan diadopsi dari National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA) dimana mikroplastik melalui tahap *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) yang merupakan metoda digesting untuk menghancurkan bahan organik. Tahapan WPO menggunakan 2 larutan yaitu, larutan Fe(II) 0,05 M dan larutan hidrogen peroksida 30% serta garam NaCl. Penambahan larutan tersebut dapat meningkatkan densitas larutan yang mengandung mikroplastik sehingga partikel mikroplastik dan endapan organik dapat terpisah (Masura *et al.*, 2015).

Penelitian ini difokuskan untuk menganalisis mikroplastik jenis polistirena dengan membuat sampel polistirena buatan untuk dilakukan optimasi konsentrasi hidrogen peroksida dan waktu pemanasan reaksi dengan tujuan didapatkannya kondisi optimum dari metode WPO dan mengetahui bagaimana massa, bentuk, gugus fungsi dan unsur yang terkandung dalam mikroplastik polistirena dengan metoda WPO.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian kali ini terdiri dari peralatan analisis dan karakterisasi, peralatan untuk analisis terdiri dari magnetik stirrer (MR Hei Standard), cawan penguap, saringan mesh, pengaduk, pipet ukur, pipet volum, pipet tetes, corong kaca, kaca arloji, gelas kimia, corong pemisah, thermometer raksa, gelas ukur, labu ukur, spatula, aluminium foil, neraca analitik (ABS 220-4), oven. Peralatan yang digunakan untuk karakterisasi adalah Mikroskop Stereo, FT-IR, dan XRF.

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah limbah PS yang diperoleh dari styrofoam, H₂SO₄, H₂O₂ 30% dan 50%, NaCl, FeSO₄.7H₂O.

Prosedur Kerja

Preparasi Sampel Polistirena Buatan

Plastik styrofoam PS digerus kemudian diayak menggunakan saringan mesh no.12 dengan ukuran 1,7 mm kemudian di rendam dalam 10 liter air sampai mikroplastik memenuhi hingga permukaan air (30 g mikroplastik PS) dan dibiarkan selama 1 bulan.

Penentuan Pengaruh Konsentrasi H₂O₂

Mikroplastik PS diambil sebanyak 250 mL lalu disaring dengan saringan bertumpuk menggunakan mesh no.18 dan no.100. Gelas kimia 250 mL dikeringkan dalam oven kemudian ditimbang. Padatan mikroplastik pada saringan mesh no 100 kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia tersebut. Gelas kimia yang telah berisi padatan mikroplastik selanjutnya dioven. Pemanasan berlangsung pada suhu 90°C selama 24 jam. Selanjutnya gelas kimia yang berisi padatan mikroplastik kering ditimbang kembali untuk memperoleh massa padatan mikroplastik (*Transfer and Determine Mass of Sieved Solid*).

Selanjutnya ditambahkan 20 mL larutan Fe(II) 0,05 M dan 20 mL hidrogen peroksida dengan variasi konsentrasi 20, 25, 30, 35, dan 40% kedalam gelas kimia berisi padatan mikroplastik. Larutan diaduk lalu didiamkan selama 5 menit pada suhu ruang. Selanjutnya larutan dipanaskan menggunakan hot plate stirrer pada suhu 75°C. Setelah gelembung gas terlihat, gelas kimia dikeluarkan dari hotplate dan diletakkan di lemari asam sampai berhenti mendidih. Larutan kembali dipanaskan pada suhu 75°C selama 30 menit. Sebanyak 6 g garam (NaCl) ditambahkan. Penambahan NaCl bertujuan untuk meningkatkan densitas larutan berair. Larutan kembali dipanaskan pada suhu 75°C yang bertujuan untuk melarutkan garam.

Selanjutnya larutan dipindahkan ke dalam corong pemisah dan biarkan semalaman kemudian amati padatan yang mengapung dan pisahkan dengan cara menyaring dengan kertas saring. Selanjutnya mikroplastik hasil WPO ditimbang menggunakan neraca analitik.

Pengaruh Variasi Waktu Pemanasan Reaksi

Sebanyak 250 mL sampel PS dikerjakan dengan cara yang sama dengan penentuan pengaruh konsentrasi H₂O₂ menggunakan konsentrasi H₂O₂ optimum yang telah didapatkan dan memvariasikan waktu pemanasan reaksi selama 15, 20, 25, 30, 35, dan 40 menit.

Analisa Mikroplastik PS dengan Metoda WPO

Sampel mikroplastik PS diambil sebanyak 200, 400, 600, 800, dan 1000 mL kemudian dianalisis dengan cara yang sama dengan penentuan pengaruh konsentrasi H₂O₂ dan waktu pemanasan reaksi menggunakan konsentrasi H₂O₂ optimum dan waktu pemanasan reaksi optimum yang telah didapatkan.

Karakterisasi Sampel PS dengan FTIR

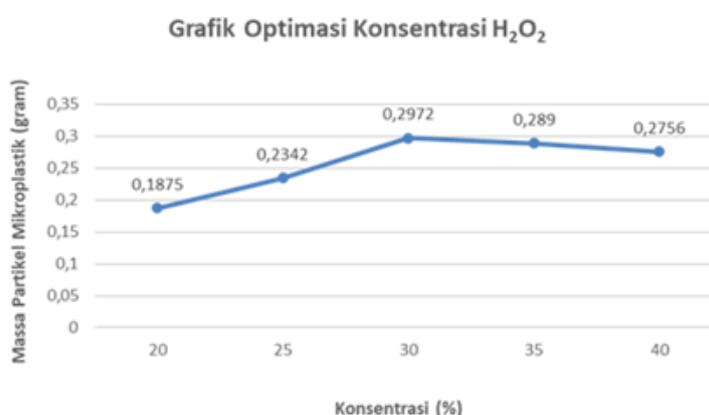
Ditambahkan KBr sebanyak 0,99 gram ke dalam serbuk ekstraksi diambil sebanyak 0,01 gram. Digunakan Spektroskopi inframerah untuk dikarakterisasi agar mengetahui adanya gugus fungsi pada bilangan gelombang 4000 cm⁻¹ sampai 400 cm⁻¹

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Kondisi Optimum Konsentrasi H₂O₂ Terhadap Massa Mikroplastik

Tabel 1. Variasi Konsentrasi H₂O₂ Terhadap Massa Mikroplastik

Konsentrasi H ₂ O ₂ (%)	Massa Mikroplastik (gram)
20	0,1875
25	0,2342
30	0,2972
35	0,2890
40	0,2756



Gambar 1. Grafik Optimasi Konsentrasi H₂O₂

Berdasarkan grafik diketahui bahwa massa mikroplastik ternyata dipengaruhi oleh konsentrasi H₂O₂ yang diberikan. Konsentrasi H₂O₂ optimum didapatkan pada konsentrasi 30% dengan massa partikel mikroplastik PS sebanyak 0,2972 gram, saat konsentrasi ditingkatkan melebihi 30 %, massa mikroplastik menurun. Hal ini dipengaruhi oleh reaksi lebih lanjut yang terjadi pada hidrogen peroksida Ketika konsentrasinya berlebih. Mekanisme reaksi dasar dari proses fenton adalah pembentukan radikal hidroksil yang akan bertanggung jawab untuk oksidasi lebih lanjut bahan organik . Jadi Ketika hidrogen peroksida meningkat semakin banyak radikal hidroksil yang akan mengoksidasi bahan organik ditandai dengan meningkatnya massa partikel MP. Namun setelah konsentrasi hidrogen peroksida melebihi 30% partikel MP yang terdeteksi juga menurun, hal ini terjadi karena hidrogen peroksida yang diberikan secara berlebihan akan bertindak sebagai efek reaksi dari radikal hidroksil. Radikal hidroksil dapat bereaksi dengan H₂O₂ menghasilkan generasi radikal yang kurang reaktif dan berpotensi dapat bereaksi dengan radikal hidroksil membentuk udara dan uap air sehingga bahan organik yang terdapat pada mikroplastik tidak

teroksidasi sempurna (Akbar, 2020).

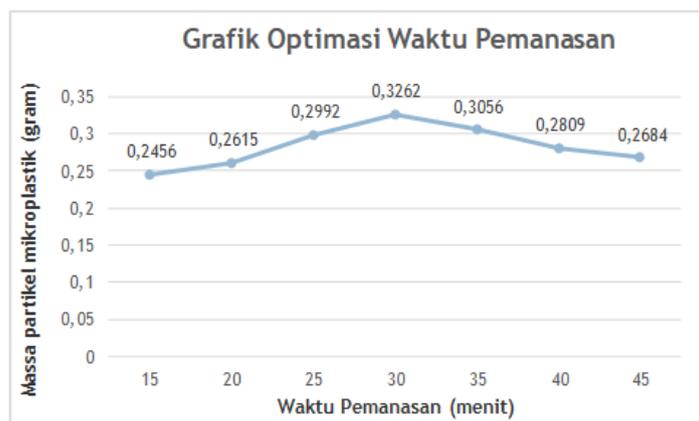
Penentuan Kondisi Optimum Waktu Pemanasan Reaksi Terhadap Massa Mikroplastik

Proses Reaksi WPO Setelah dibiarkan bereaksi dengan sendirinya akan dilakukan pemanasan yang bertujuan untuk memastikan dan membantu radikal hidroksil untuk menghancurkan pengotor organik dari plastik yang masih tersisa setelah reaksi spontannya sendiri, dengan adanya panas maka akan menambah percepatan reaksi yang terjadi pada campuran WPO. Massa mikroplastik Polistiren (PS) yang didapatkan pada variasi Waktu Pemanasan dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Pengaruh Waktu Pemanasan Reaksi

Waktu Pemanasan (menit)	Massa Mikroplastik (gram)
15	0,2456
20	0,2615
25	0,2992
30	0,3262
35	0,3056
40	0,2809
45	0,2684

Setelah dibuatkan grafik analisisnya, maka dapat dilihat hasil terbanyak dari mikroplastik didapatkan pada waktu pemanasan selama 30 menit sesuai Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Optimasi Waktu Pemanasan

Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat Semakin lama proses pemanasan maka reaksi yang terjadi semakin meningkat ditandai dengan penambahan massa partikel sampai di titik optimum pemanasan reaksi selama 30 menit dengan massa MP 0,3262 gram namun terjadi penurunan massa mikroplastik saat waktu pemanasan melebihi 30 menit. Hal itu disebabkan oleh efisiensi kerja hydrogen peroksida yang

menurun untuk mengoksidasi bahan organik. Ketika dipanaskan lebih lama maka proses reaksi WPO akan semakin cepat sehingga Hidrogen peroksida terlanjur ikut bereaksi dengan cepat membentuk uap air dan oksigen (Uskup dkk, 1968). Hasil waktu optimum yang diperoleh sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Tamas, 2017) bahwa molekul organik akan cepat terdegradasi dalam waktu 30 menit

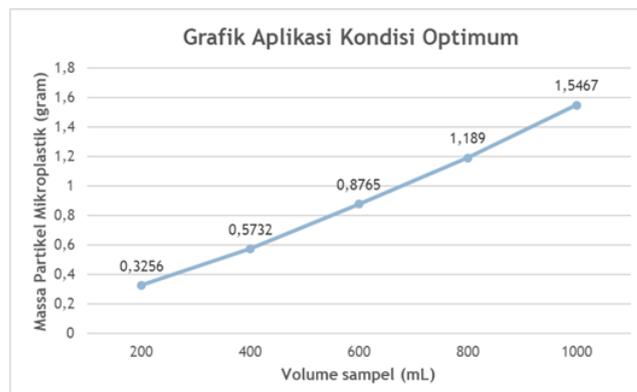
Analisis Sampel PS Menggunakan Kondisi Optimum Metode WPO

Uji menggunakan Variasi Volume berbeda bertujuan untuk memastikan berbanding lurusnya banyak sampel yang diambil dengan banyak mikroplastik yang didapatkan sekaligus menguji kondisi optimum yang sudah diperoleh. Massa mikrolastik Polistiren (PS) yang didapatkan pada variasi Volume dapat dilihat pada Tabel 3.

Table 3. Pengaruh Variasi Volume Sampel

No.	Volume Sampel PS (ml)	Konsentrasi H ₂ O ₂ (%)	Waktu Pemanasan (menit)	Massa Partikel MP (gram)
1.	200	30	30	0,3256
2.	400	30	30	0,5732
3.	600	30	30	0,8765
4.	800	30	30	1,189
5.	1000	30	30	1,5467

Setelah dibuatkan grafik analisisnya, maka dapat dilihat hasil massa mikroplastik yang didapatkan meningkat sesuai Gambar 3.



Gambar 3. Aplikasi Kondisi Optimum pada Sampel PS

Berdasarkan grafik terlihat bahwa penambahan volume sampel mikroplastik berbanding lurus dengan hasil massa mikroplastik yang didapatkan menggunakan kondisi optimum konsentrasi H₂O₂ 30% dan waktu pemanasan 30 menit. Hal ini membuktikan bahwa kondisi optimum dengan metoda ekstraksi wet peroxide oxidation (WPO) yang diperoleh telah berhasil mengidentifikasi keberadaan mikroplastik jenis polistirena.

Hasil Uji Mikroskop



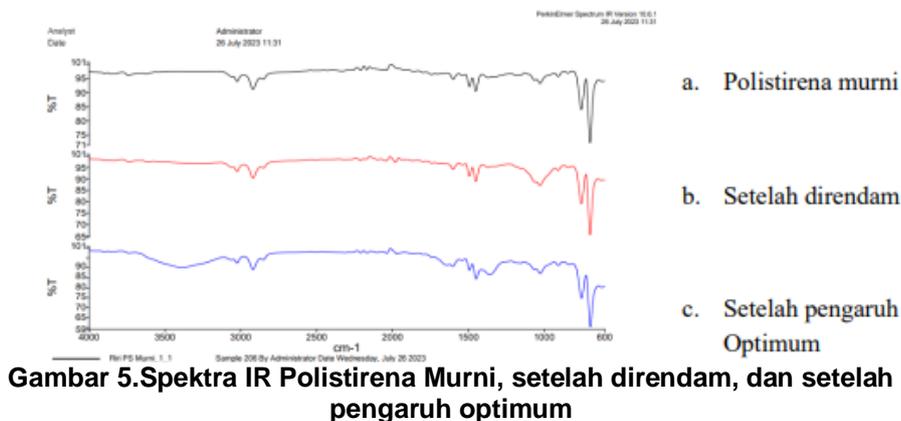
Gambar 4. Hasil Uji Mikroskop Cahaya Sampel Polistirena Hasil Optimasi

Uji Mikroskop dilakukan untuk melihat bentuk dan jenis partikel mikroplastik yang didapatkan pada Hasil Kondisi Optimum. Bentuk mikroplastik PS yang diperoleh dari hasil uji mikroskop pada kondisi optimum adalah berbentuk foam seperti yang terlihat pada gambar 4. Hasil uji mikroskop dengan perbesaran 40x dan 100x. Bentuk mikroplastik yang didapatkan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Nainggolan *et al.*, 2022) bahwa mikroplastik polystirena memiliki bentuk foam dengan karakteristik dominan bulat dan tekstur yang lunak.

Karakterisasi FTIR

Karakterisasi Mikroplastik Menggunakan FT-IR bertujuan untuk mengidentifikasi vibrasi ikatan dari gugus fungsi spesifik yang dimiliki senyawa mikroplastik (Sulistiyani, 2018).

Pada penelitian ini ada 3 sampel yang dilakukan uji FT-IR yaitu sampel Polistiren murni, Polistiren dengan adanya pengotor organik hasil rendaman, dan Polistirena Hasil Identifikasi pada kondisi Optimum, hal ini dilakukan untuk melihat perbandingan apakah sudah dihilangkannya pengotor-pengotor organik pada mikroplastik sekaligus melihat pengotor apa yang mencemari mikroplastik Polistiren atau styrofoam yang sudah dipreparasi. Hasil pengujian setiap sampel tersebut terdapat pada Gambar 5.



Sampel Polistirena Murni yang Menjadi acuan untuk melihat perbandingan ada pengotor dan setelah dilakukan WPO, dapat dilihat bahwa polistiren murni teridentifikasi dengan intensitas sedang dari peregangan C-H pada gugus fungsi Alkena yang berada pada bilangan gelombang $3025,72\text{cm}^{-1}$. Pada bilangan gelombang $2920,41\text{ cm}^{-1}$ dikaitkan dengan peregangan C-H dari gugus fungsi alkana dengan intensitas kuat, pada bilangan gelombang 1600 cm^{-1} terkait dengan getaran peregangan C=C dari gugus alkena. Puncak pada $1439,94\text{ cm}^{-1}$ terkait dengan peregangan CH_2 dari gugus aromatic dan fenil, dan intensitas kuat terdapat pada rentang bilangan gelombang dari $695-753\text{ cm}^{-1}$ yang disebabkan oleh peregangan C-H dari gugus fungsi cincin aromatik. Hasil identifikasi gugus fungsi Polistiren murni yang dilakukan dalam penelitian ini hampir sama dengan puncak Panjang gelombang polistirena murni dengan puncak Panjang gelombang $3348,65\text{ cm}^{-1}$, $2918,84\text{ cm}^{-1}$, $1453,28\text{ cm}^{-1}$ (Qodri, 2019).

Pada Spektrum Sampel polistirena yang direndam dan ada pengotor didapati adanya gugus fungsi O-H (hidroksil) pada Panjang gelombang $3393,11\text{ cm}^{-1}$ sedangkan spektrum-spektrum puncak lainnya hampir sama hanya saja berbeda pada Transmittannya saja menandakan berlebihnya kadar senyawa tersebut dalam sampel seperti pada puncak 3026 cm^{-1} memiliki transmittan yang lemah sehingga pengotor organik yang mencemari sampel memiliki gugus C-H. Kemudian Pada Polistirena yang sudah melalui proses optimum WPO, didapati sudah berkurangnya gugus pengotor-pengotor yang ada dan sudah mendekati hasil spektrum polistiren murni

Hasil Uji XRF

Instrumen XRF dapat menganalisis komposisi unsur-unsur yang membentuk suatu material, X-Ray Fluorescence (XRF) merupakan teknik analisa nondestruktif yang digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada padatan, bubuk ataupun sample cair, tetapi tidak mengidentifikasi C, O, H, N (Turner, 2017)

Tabel 4. Hasil Uji XRF

Mikroplastik Polistirena Murni		Mikroplastik Polistirena + pengotor		Mikroplastik Polistirena Hasil WPO	
Unsur	Konsentrasi (%)	Unsur	Konsentrasi (%)	Unsur	Konsentrasi (%)
Al	7,889	Al	10,934	Al	8,032
Si	12,557	Si	13,238	Si	12,921
P	33,786	P	40,234	P	38,354
S	-	S	7,393	S	-
Cl	7,117	Cl	20,242	Cl	3,5
K	2,338	K	4,566	K	-
Ca	29,305	Ca	58,263	Ca	15,906
Ti	0,808	Ti	0,965	Ti	0,906
V	0,056	V	0,061	V	-
Cr	-	Cr	0,033	Cr	-
Mn	-	Mn	0,228	Mn	-
Fe	2,201	Fe	5,551	Fe	1,987
Ni	-	Ni	0,054	Ni	-
Zn	-	Zn	0,645	Zn	0,639
Br	-	Br	0,051	Br	0,047
Sr	-	Sr	0,048	Sr	-
Ag	0,239	Ag	0,247	Ag	-
In	0,46	In	0,717	In	-
Ba	-	Ba	0,07	Ba	-

Pada penelitian ini ada 3 sampel yang dilakukan uji X-RF yaitu sampel Polistirena murni, Polistirena dengan adanya pengotor organik hasil rendaman, dan Polistirena Hasil Identifikasi pada kondisi Optimum, hal ini dilakukan untuk melihat perbandingan unsur apa saja yang membentuknya dan mengkonfirmasi lagi apakah sudah dihilangkannya pengotor-pengotor selain pengotor organik pada mikroplastik, sekaligus melihat pengotor apa yang mencemari mikroplastik Polistirena atau styrofoam yang sudah dipreparasi dengan perendaman lebih dari 1 bulan. Unsur zat aditif lainnya penyusun mikroplastik polistirena murni adalah Al,Si,P,Cl,K,Ca,Ti,V,Cr,Mn,Fe, Ag, dan In yang bisa dilihat pada tabel 4.

Berdasarkan tabel dapat kita ketahui untuk Pengujian Pada mikroplastik polistiren hasil perendaman terdapat banyaknya pengotor-pengotor yang teridentifikasi seperti S, Cr, Mn, Ni, Zn, Br, Sr, Ba serta ada beberapa kadar penyusun polistiren pada sampel mumi yang bertambah. Sedangkan Pada Pengujian Polistirena dengan sampel perolehan kondisi optimum didapati semua pengotor-pengotor telah hilang dan juga unsur-unsur yang ada sudah sama dengan penyusun mikroplastik polistirena murni tanpa perlakuan apapun, hanya saja ada beberapa unsur yang bertambah kadarnya dan ada yang berkurang, hal ini dikarenakan adanya serat dari mikroplastik polistirena yang terkikis akibat reaksi WPO. Segala Protokol Ekstraksi mikroplastik dari air termasuk WPO tidak bereaksi terhadap plastik tetapi merusak dan menyebabkan sedikit pengikisan terhadap polimer plastik tersebut (Pfohl *et al.*, 2021)

SIMPULAN

Kondisi Optimum Konsentrasi Hidrogen Peroksida pada metode ekstaksi WPO pada mikroplastik PS terjadi dengan Konsentrasi 30% menghasilkan massa mikroplastik sebanyak 0,2972 gram dan Kondisi Optimum waktu pemanasan pada metode ekstaksi WPO pada mikroplastik PS terjadi selama 30 menit menghasilkan massa mikroplastik 0,3262 gram. Uji menggunakan Mikroskop menyatakan bahwa mikroplastik jenis PS berbentuk foam dan hasil Karakterisasi FTIR Polistirena murni, hasil rendaman, dan kondisi optimum menunjukkan perbandingan hasil WPO yang mendekati spektrum dari polistiren murni yaitu hilangnya gugus OH (hidroksil) setelah proses WPO, sedangkan hasil Karakterisasi XRF polistirena murni, hasil rendaman, dan kondisi optimum didapati banyak pengotor anorganik lainnya yang sudah dihilangkan melalui proses WPO.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. A. 2020. Dekolorisasi Malachite Green oleh Reagen Fenton : Optimalisasi Reagen Fenton dan Studi Kinetika. *Jurnal Al-Kimia*. Hal : 139-148.
- Masura, J., et al. 2015. *Laboratory Methods for The Analysis of Microplastics in the Marine Environment*. Nota Teknis NOAA NOS-OR&R-48
- Nainggolan, DH., dkk. 2022. Mikroplastik yang Ditemukan di Perairan Karangjahe, Rembang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*. Vol 11. No. 374-382.
- Pfohl, P., Roth, C., Meyer, L., Heinemeyer, U., Gruending, T., Lang, C., Nestle, N., Hofmann, T., Wohlleben, W., & Jessl, S. 2021. *Microplastic extraction protocols can impact the polymer structure*. *Microplastics and Nanoplastics*,
- Qodri, F. 2019. *Karakteristik Komposit Polystirena Termodifikasi Anhidrida Maleat sebagai Pengikat Agregat Pasir*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara.
- Sulistiyani, M. and Huda, N., 2018. Perbandingan Metode Transmisi dan Reflektansi pada Pengukuran Polistirena Menggunakan Instrumentasi Spektroskopi Fourier Transform Infrared. *Indonesian Journal of Chemical Science*, Vol. 7 No. 2, pp. 195-198.

- Tamas, IN. 2017. *Proses Fenton pada Pengolahan Lindi TPA Ngipik, Gresik*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Turner, A. 2017. In situ elemental characterisation of marine microplastics by portable XRF. *Marine Pollution Bulletin*. 124(1), 286–291.
- Uskup, DF dkk. 1968. *Oksidasi Katalitik Hidrogen Peroksida dari Bahan Organik Tahan Api di Perairan Limbah Kota*. Ind.Eng. Kimia, Desain & Pengembangan Proses, vol.7,.(1110-1117)
- Utami, AMY. 2020. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Perilaku Mahasiswa dalam Penggunaan Plastik dan Styrofoam untuk Pembungkus Makanan di Fakultas Kesehatan Universitas Mitra Indonesia Tahun 2020. *Jurnal Formil KesMas Respati*. Vol. 5, No. 2, pp.129-146.
- Warni, K. & Indang, D. 2021. Penentuan Limbah Mikroplastik Polyethylene Terephthalate Dengan Metode Glikolisis Dalam Air Laut di Kota Padang. *Jurnal Kimia UNP*. Vol. 10, No. 1, hal : 21-27