



## Kajian Massa Jenis Bahan Bakar Minyak dari Pengolahan Sampah Plastik dengan Pirolisis

Isnaini Lilis Elviyanti<sup>1\*</sup>, Ahmad Aftah Syukron<sup>2</sup>, Titi Maemunah<sup>3</sup>, Dwiyono Waluyo<sup>4</sup>, dan M. Ngabdul Kafi<sup>5</sup>

<sup>1,3,4,5</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen, Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [isna.elviyanti@umnu.ac.id](mailto:isna.elviyanti@umnu.ac.id)

**Abstract.** Processing plastic waste into fuel oil with pyrolysis technology. Research on plastic oil as an alternative fuel has been widely conducted. One of them is research on processing plastic bag waste into fuel oil with pyrolysis technology. In this study, a set of pyrolysis equipment was made by Lecturers and Students of UMNU Kebumen. The plastic waste used in this study was 1 kg of plastic bag. Meanwhile, the pyrolysis process used a temperature of 250°C-300°C. The fuel oil produced in the pyrolysis process of this study was approximately 400 ml. The average density of fuel oil from plastic bag waste was 0.733 gr/ml. The results of this density calculation are in the possibility of the density of gasoline, namely 0.710 gr/ml to 0.770 gr/ml. This pyrolysis process shows great potential for converting plastic waste into an environmentally friendly alternative energy source. Furthermore, the efficiency of this pyrolysis technology can be improved by adjusting the temperature and processing time, as well as by selecting a wider variety of plastic types. This technology has the potential to be applied more widely in plastic waste management within the community as a solution to reduce environmental pollution while generating renewable energy.

**Keywords:** Density; Fuel Oil; Plastic; Pyrolysis; Waste.

**Abstrak.** Pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan teknologi pirolisis. Penelitian tentang minyak plastik sebagai bahan bakar alternatif telah banyak dilakukan. Salah satunya yaitu penelitian mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (BBM) dengan teknologi pirolisis. Pada penelitian ini seperangkat alat pirolisis dibuat sendiri oleh Dosen dan Mahasiswa UMNU Kebumen. Sampah plastik yang digunakan dalam penelitian ini Adalah jenis plastik sebanyak 1 kg. Sementara, Proses pirolisis digunakan suhu 250°C-300°C. Bahan bakar minyak yang dihasilkan dalam proses pirolisis penelitian ini kurang lebih 400 ml. Hasil rata-rata massa jenis bahan bakar minyak dari sampah plastik yaitu 0,733 gr/ml. Hasil perhitungan massa jenis ini berada di kemungkinan massa jenis bensin yaitu 0,710 gr/ml sampai 0,770 gr/ml. Proses pirolisis ini menunjukkan potensi besar dalam mengubah sampah plastik menjadi sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Selain itu, efisiensi dari teknologi pirolisis ini dapat ditingkatkan dengan pengoptimalan suhu dan waktu proses, serta pemilihan jenis plastik yang lebih variatif. Ke depannya, teknologi ini berpotensi untuk diterapkan secara lebih luas dalam pengelolaan sampah plastik di masyarakat sebagai solusi untuk mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus menghasilkan energi terbarukan.

**Kata kunci:** Bahan Bakar Minyak; Densitas; Pirolisis; Plastik; Sampah.

### 1. LATAR BELAKANG

Sampah plastik merupakan salah satu masalah lingkungan terbesar di dunia karena sulit terurai dan jumlahnya yang terus meningkat tiap tahun. Plastik yang dibuang di tempat pembuangan akhir (TPA) maupun lingkungan menyebabkan pencemaran tanah, air, dan udara serta memberi dampak negatif terhadap ekosistem dan kesehatan manusia. Plastik memiliki karakter yang tidak mudah terurai secara alami dalam jangka waktu panjang, sehingga menimbulkan akumulasi limbah yang serius jika tidak dikelola dengan baik. Plastik digunakan dalam pengemasan produk makanan dan konsumen, pembuatan peralatan listrik serta penting dalam industri seperti konstruksi, transportasi, medis, otomotif, dan tekstil dan masih banyak

lagi (Jahirul *et al*, 2022). Peningkatan penggunaan plastik berakibat meningkatnya sampah plastik di Indonesia yang merupakan negara penghasil sampah plastik terbesar kedua di dunia (Lubis *et al*, 2022).

Berbagai Upaya telah dilakukan untuk mengelola sampah plastik, salah satunya dengan mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan pirolisis. Pirolisis merupakan proses termal yang menguraikan molekul polimer plastik pada suhu tinggi dalam kondisi tanpa oksigen (anoksik) untuk menghasilkan produk berupa minyak (*pyrolysis oil*), gas, dan residu padat. Minyak hasil pirolisis memiliki karakteristik sebagai bahan bakar, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Proses ini juga memungkinkan pemanfaatan kembali limbah plastik menjadi produk yang bernilai sehingga mendukung konsep ekonomi sirkular (amany, 2023).

Pada penelitian ini yaitu mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan teknologi pirolisis. Penelitian tentang minyak plastik sebagai bahan bakar alternatif telah banyak dilakukan, dan hasilnya menunjukkan bahwa minyak yang dihasilkan dari sampah mampu mereduksi sampah plastik hingga 60% hingga 75% (Al-Salem, 2017; Sharuddin, 2016). Penelitian tentang sifat-sifat minyak plastik berbahan baku *polihytilena* melalui proses pirolisis menunjukkan bahwa densitas minyak yang dihasilkan adalah 939 kg/m<sup>3</sup> sehingga lebih mudah dinyalakan (Kusumaningsih, 2020). Teknologi pirolisis ini tidak hanya berpotensi mengurangi volume limbah yang masuk ke TPA tetapi juga meminimalkan dampak pencemaran. Pirolisis juga dapat memberikan nilai tambah terhadap limbah yang selama ini dipandang sebagai beban lingkungan menjadi sumber daya energi yang berguna.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton/tahun di mana sebanyak 3,2 juta ton merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut Menurut Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), Kantong plastik yang terbuang ke lingkungan sebanyak 10 miliar lembar per tahun atau sebanyak 85.000 ton kantong plastik. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15 % berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari (Sumarni dan Purwanti, 2008).

Sifat plastik yang mudah dibuat, ringan, praktis dan murah menjadi salah satu pertimbangan besarnya penggunaan barang berbahan plastik ini. Karena penggunaannya sudah dirasa tidak cukup aman, maka pada tahun 1988, *The Society of Plastic Industry* mengeluarkan

kode-kode yang digunakan untuk mengidentifikasi plastic berdasarkan bahannya dan kegunaannya, bahkan kode-kode tersebut sudah di standarisasi oleh ISO (*International Organization for Standardization*). Berikut ini adalah tanda pengenalan identifikasi plastik secara umum (Bratha dan Putri, 2023): 1) Kode biasanya berada di dasar kemasan, 2) Kode berbentuk segitiga yang terbentuk dari 3 tanda panah, 3) Di dalam logo segitiga akan terdapat angka.

**Tabel 1.** Jenis-jenis plastik (PT. Arah Environmental Indonesia).

| Kode       |  | <br>HDPE | <br>V | <br>LDPE | <br>PP | <br>PS | <br>OTHER |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jenis      | PETE<br>atau PET<br>( <i>Polyethylene Terephthalate</i> )                         | HDPE<br>( <i>High Density Polyethylene</i> )                                              | V atau<br>PVC<br>( <i>Polyvinyl Chloride</i> )                                         | LDPE<br>( <i>Low Density Polyethylene</i> )                                               | PP<br>( <i>Polypropylene</i> )                                                           | PS<br>( <i>Polystyrene</i> )                                                              | <i>Polycarbonate</i><br>mengandung<br>bisphenol<br>A (BPA)                                   |
| Penggunaan | Botol plastik, plastik untuk oven dan microwave                                   | Kosmetik, bahan pembersih rumah tangga, plastik botol susu                                | wadah obat-obatan, botol detergen, pipa                                                | bungkus roti, makanan beku, pelapis kertas kotak susu, kresek                             | wadah yogurt, margarin, dan bungkus makanan siap saji                                    | styrofoam                                                                                 | botol makanan bayi, gelas anak-anak, botol air minum, galon air isi ulang                    |

Pirolisis adalah proses degradasi suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya oksigen (proses termokimia), dalam mendegradasi bahan plastik dibutuhkan suhu antara 300-500°C untuk menjadi gas kemudian dikondensasikan, kemudian disuling untuk menghasilkan minyak dan residu yang menjadi arang (Thorat *et al.*, 2013). Terdapat 3 fraksi di reaktor pertama saat air mulai menguap, fraksi kedua saat bahan baku didekompresi menjadi gas, fraksi ketiga saat pemanasan terus menerus menghasilkan sisa padatan yang tersisa di reaktor. Gas yang dihasilkan dialirkan melalui pipa dan dikondensasikan menjadi produk cair. Efisiensi pirolisis sampah plastik terjadi pada suhu 420°C. Semakin tinggi suhu pirolisis, jumlah minyak yang dihasilkan semakin besar. Akan tetapi, di atas suhu 500°C, terjadi proses dekomposisi produk lebih lanjut menjadi gas sehingga minyak yang dihasilkan akan mulai berkurang. Selain itu, semakin tinggi suhu proses maka energi yang dibutuhkan untuk proses pirolisis juga semakin besar. Oleh karena itu, pengaturan suhu yang tepat akan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan efisiensi dari proses pirolisis (Susanna, 1996). Produk cair memiliki nilai

kalor yang tinggi sehingga mudah terbakar. Hasil pirolisis adalah produk cair, gas dan sisa padatan dikumpulkan secara terpisah untuk tujuan yang bermanfaat.

### **3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen. Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

#### **Alat**

Adapun alat yang digunakan yaitu:

- 1) Timbangan digital
- 2) Gelas ukur
- 3) Pipet
- 4) Seperangkat alat pirolisis
- 5) Gunting

#### **Bahan**

Adapun bahan yang digunakan yaitu:

- 1) Sampah plastik jenis LDPE (kresek) 1 kg
- 2) Air sumur

Tahapan penelitian ini yaitu memastikan semua rangkaian telah terpasang dengan baik. Berikut seperangkat alat pirolisis yang telah dirangkai oleh Dosen dan mahasiswa Teknik Sipil UMNU Kebumen.



**Gambar 2.** Seperangkat alat pirolisis (Dokumentasi).

Gambar 2 menunjukkan alat pirolisis di mana terdiri dari tabung reaktor, wadah pendingin, kompor, termometer, pompa air, serta wadah hasil pirolisis. Tabung reaktor dalam proses pirolisis harus dalam keadaan tanpa oksigen atau dalam kondisi vakum. Agar proses pemanasan berlangsung secara optimal. Setelah memastikan semua terpasang dengan baik, maka dilakukan pencucian plastik. Setelah bersih dan kering, Plastik dimasukkan ke dalam tabung reaktor pirolisis. Reaktor pirolisis dipanaskan dengan menggunakan kompor gas LPG. Air dimasukkan ke dalam wadah dan pompa air. Pompa air dioperasikan secara kontinu. Proses pirolisis dilakukan dengan waktu 120 menit sampai suhu mencapai 300°C. Pengukuran volume minyak yang terbentuk setelah proses pirolisis selesai dan menempatkan minyak tersebut ke dalam wadah.

Kemudian untuk analisa sampel yaitu menggunakan pengukuran sederhana dengan Massa jenis cairan. Massa jenis Adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata suatu benda adalah total massa dibagi dengan total volumenya. Rumus untuk menentukan massa jenis Adalah (Yofendri dan Haryanto, 2021):

$$\rho = m/V \quad (1)$$

Di mana :

$\rho$  = massa jenis (kg/m<sup>3</sup>) atau (gr/ml)

m= massa (kg) atau (gr)

V= volume (m<sup>3</sup>) atau (ml)

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan sampah plastik dengan teknologi pirolisis bertujuan agar sampah plastik berubah menjadi bahan bakar minyak. Pirolisis berasal dari kata *Pyro* (*fire/api*) dan *Lyo* (*loosening/pelepasan*) untuk dekomposisi termal dari suatu bahan organik (Yanto, 2019). Jadi pirolisis adalah proses konversi dari suatu bahan organik pada suhu tinggi dan terurai menjadi ikatan molekul yang lebih kecil (Ismail, 2019). Pada saat proses pengolahan limbah plastik sangat penting untuk memperhatikan setiap komponen dari alat dan bahan yang digunakan saat proses berlangsung seperti wadah pirolisis dan tabung kondensor (pendingin).

Langkah pertama yang dilakukan dalam proses pirolisis pada penelitian ini yaitu memotong dan menimbang sampah plastik. Jumlah berat sampah plastik jenis kantong plastik yaitu 1 kg. Sampah plastik yang digunakan pada penelitian ini yaitu plastik campuran LDPE seperti kantong belanja. Kemudian, memastikan penyetelan alat pirolisis sudah siap. Perlu dilakukan pengecekan terhadap tabung reaktor untuk memastikan bahwa tabung tidak

mengalami kebocoran saat akan digunakan pada proses pengolahan sampah plastik karena saat proses pengolahan berlangsung tabung harus kedap udara (vakum) agar asap dari pemanasan sampah plastik bisa melalui satu jalur saat keluar dari wadah pirolisis yaitu menuju pipa yang akan melalui tabung pendingin. Setelah itu, sampah plastik dimasukkan ke dalam tabung reaktor. Pastikan tabung reaktor tertutup rapat kedap udara (*vacum*).

Tahap selanjutnya yaitu menyalakan pompa air agar saat proses pemanasan berlangsung uap yang dihasilkan bisa menjadi cair dan menyalakan kompor untuk proses pemanasan. Dalam proses pemanasan digunakan nyala api yang sedang, agar tidak membuat gosong plastik di dalam reaktor. Serta membuat proses pemanasan sampah plastik menjadi optimal. Proses pemanasan berlangsung selama kurang lebih 90-120 menit sampai pada suhu  $300^{\circ}\text{C}$ . Kemudian uap hasil pemanasan sampah plastik masuk ke selang dan didinginkan pada wadah pendingin.



**Gambar 3.** Hasil Bahan Bakar Minyak Saat Proses Pendinginan.

Pada Gambar 3 menunjukkan proses pirolisis rotasi uap minyak. Saat proses pirolisis berlangsung untuk mengamati air dalam tabung pendingin agar tetap dingin karena berpengaruh terhadap hasil yang didapatkan. Air dalam tabung harus tetap berotasi agar suhunya dapat terjaga agar tetap dingin, karena saat air tidak berotasi di tabung pendingin maka air tersebut akan panas dan proses penguapan dari asap menjadi minyak tidak optimal dan akan berdampak pada hasil yang didapatkan (Arjal dan Rafidah. 2020). Hasil bahan bakar minyak dalam selang wadah pendingin tertampung pada wadah hasil.



**Gambar 4.** Hasil Bahan Bakar Minyak Dalam Proses Pirolisis.

Pada gambar 4 menunjukkan hasil bahan bakar minyak yang telah tertampung dalam wadah hasil. Bahan bakar minyak yang dihasilkan dalam proses pirolisis penelitian ini kurang lebih 400 ml. Bahan bakar minyak yang dihasilkan dalam proses ini masih kurang optimal karena nyala api yang digunakan besar sehingga mengganggu proses penguapan dan membuat gosong sampah plastik di dalam tabung reaktor. Serta, suhu pada kisaran  $250^{\circ}\text{C}$  sampai  $300^{\circ}\text{C}$  hanya dapat menghasilkan minyak yang kurang optimal. Residu dalam tabung reaktor juga belum optimal, di mana sampah plastik yang di dalam tabung reaktor masih dalam kondisi seperti bubur. Untuk hasil yang maksimal, pada umumnya residu sudah dalam kondisi seperti butiran/pasir.



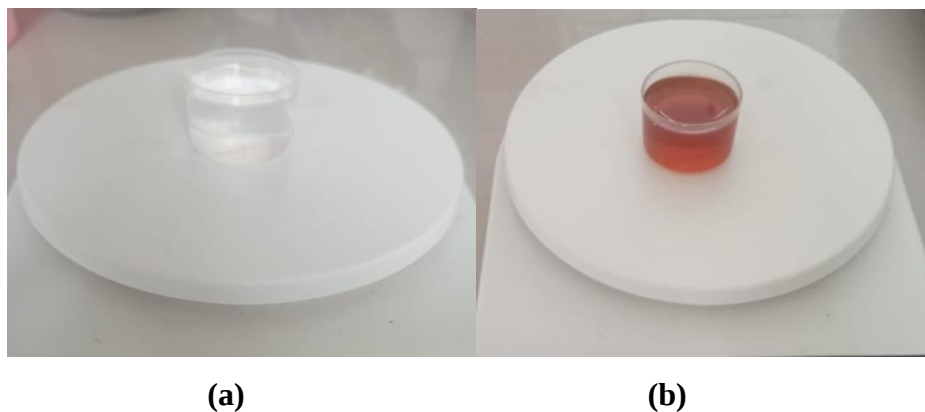
**Gambar 5.** Hasil Residu Proses Pirolisis Sampah Plastik Kresek.

Hasil residu pada penelitian ini yang telah diambil beberapa jam tabung reaktor dingin, di mana bubur telah menjadi padatan-padatan. Pada penelitian ini hasil bahan bakar minyak juga diuji coba dengan cara dibakar.



**Gambar 6.** Hasil Bahan Bakar Minyak Yang Dibakar Dalam Proses Pirolisis.

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa hasil pirolisis adalah bahan bakar minyak, sebab saat diberi api, hasil tersebut terbakar. Untuk mengetahui lebih lanjut jenis bahan bakar minyak yang dihasilkan maka digunakan analisis sampel dengan perhitungan massa jenis. Pada penelitian ini dilakukan 5 kali proses perhitungan sampel serta menggunakan air sebagai bahan pembanding dalam proses analisis.



**Gambar 7.** (a) sampel uji air dan (b) sampel uji bahan bakar minyak hasil pirolisis.

Pada gambar 7 menunjukkan sampel uji massa jenis untuk air dan bahan bakar minyak hasil pirolisis, di mana keduanya sedang proses penimbangan dengan gelas ukur kecil. Untuk massa gelas sendiri adalah 2 gr. Kemudian hasil analisis sampel air dan bahan bakar minyak dengan perhitungan massa jenis disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Hasil analisis massa jenis untuk air.

| No | massa air dan gelas (gr) | massa air (gr) | volume (ml) | massa jenis (gr/ml) |
|----|--------------------------|----------------|-------------|---------------------|
| 1  | 18                       | 16             | 15          | 1,066666667         |
| 2  | 16                       | 14             | 15          | 0,933333333         |
| 3  | 17                       | 15             | 15          | 1                   |
| 4  | 17                       | 15             | 15          | 1                   |
| 5  | 17                       | 15             | 15          | 1                   |
|    | <b>rata-rata</b>         | <b>15</b>      | <b>15</b>   | <b>1</b>            |

**Tabel 2.** Hasil analisis massa jenis untuk bahan bakar minyak hasil pirolisis.

| No | massa air dan gelas (gr) | massa air (gr) | volume (ml) | massa jenis (gr/ml) |
|----|--------------------------|----------------|-------------|---------------------|
| 1  | 13                       | 11             | 15          | 0,733333333         |
| 2  | 13                       | 11             | 15          | 0,733333333         |
| 3  | 13                       | 11             | 15          | 0,733333333         |
| 4  | 13                       | 11             | 15          | 0,733333333         |
| 5  | 13                       | 11             | 15          | 0,733333333         |
|    | <b>rata-rata</b>         | <b>11</b>      | <b>15</b>   | <b>0,733333333</b>  |

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis massa jenis air dengan 5 kali perhitungan sampel air. Hasil perhitungan massa jenis air yaitu 1 gr/ml. Hasil perhitungan ini sudah sesuai dengan massa jenis air yaitu 1 gr/ml. Tabel 2 menunjukkan hasil analisa massa jenis bahan bakar minyak dengan 5 kali perhitungan. Hasil rata-rata massa jenis bahan bakar minyak dari sampah plastik yaitu 0,733 gr/ml. Hasil perhitungan massa jenis ini berada di kemungkinan massa jenis bensin yaitu 0,710 gr/ml sampai 0,770 gr/ml. Berdasarkan penelitian pengolahan sampah plastik campuran LDPE dan HDPE dengan pirolisis menghasilkan minyak dengan massa jenis 0,771 gr/ml (Dharma dan Irmawan, 2015). Sementara, penelitian lain yaitu pada plastik PE diperoleh massa jenis 0,781 gr/ml dan plastik yaitu 0,806 gr/ml (Marsono *et al*, 2025).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan teknologi pirolisis. Penelitian tentang minyak plastik sebagai bahan bakar alternatif telah banyak dilakukan. Pada penelitian ini yaitu mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan teknologi pirolisis. Pada penelitian ini seperangkat alat pirolisis dibuat sendiri oleh Dosen dan Mahasiswa UMNU Kebumen. Sampah plastik yang digunakan dalam penelitian ini Adalah jenis plastik sebanyak 1 kg. Sementara, Proses pirolisis digunakan suhu 250oC-300oC. Bahan bakar minyak yang dihasilkan dalam proses pirolisis penelitian ini kurang lebih 400 ml. Hasil rata-rata massa

jenis bahan bakar minyak dari sampah plastik yaitu 0,733 gr/ml. Hasil perhitungan massa jenis ini berada di kemungkinan massa jenis bensin yaitu 0,710 gr/ml sampai 0,770 gr/ml.

## DAFTAR REFERENSI

- Al-Salem, S. M. (2017). Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Management*, 2625-2643. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004>
- Amany, M. D. (2023). Pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan proses pirolisis. *Prosiding SAINTEK: Sains dan Teknologi*, 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.59141/comserva.v2i10.625>
- Arjal, T., & Rafidah. (2020). Pengolahan limbah plastik jenis Polyethylene Terephthalate (PET) dan High Density Polyethylene (HDPE) menjadi bahan bakar minyak. Vol. 20(2), 266-273. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v2i20.1741>
- Bratha, R. W. K., & Putri, N. R. (2023). Inovasi teknologi pirolisis sederhana pengolah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (kerosene). *Jurnal Studi Inovasi*, 3(2), 1-6. <https://doi.org/10.52000/jsi.v3i2.132>
- Dharma, U. S., & Irmawan. (2015). Analisa karakteristik minyak plastik hasil dua kali proses pirolisis. *Jurnal Turbo*. <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v4i1.645>
- Ismail, A. R. (2019). Pemanfaatan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 18(2), 216-223. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v18i2.1161>
- Jahirul, M. I., Faisal, F., Rasul, M. G., Schaller, D., Khan, M. M. K., & Dexter, R. B. (2022). Automobile fuels (diesel and petrol) from plastic pyrolysis oil-Production and characterisation. *Energy Reports*, 8, 730-735. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.10.218>
- Kusumaningsih, T. (2020). Analisis karakteristik minyak pirolisis dari limbah plastik jenis polietilena. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 85-91.
- Lubis, D. A., Arifin, Fitrianiingsih, Y., Pramadita, S., & Asbanu, G. C. (2022). Pengolahan sampah plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan PET (Polyethylene Terephthalate) sebagai bahan bakar alternatif dengan proses pirolisis. Vol. 20(4), 735-742. <https://doi.org/10.14710/jil.20.4.735-742>
- Marsono, Wijatmika, & Mustono, E. (2025). Analisis sifat karakteristik minyak plastik alat penangkap ikan berbahan Polyethelien (PE) dan Polyamid (PA). *AURELIA JOURNAL*, 7(1), 9-20.
- Reksi, R., Jati, R. D., & Fitrianiingsih, Y. (2021). Perbandingan kuat tekan bata plastik berjenis Polypropylene (PP), Polyethylene Terephthalate (PET), dan High Density Polyethylene (HDPE). <https://doi.org/10.26418/jtlb.v9i1.46772>
- Sharuddin, S. D. A. (2016). A review on pyrolysis of plastic wastes. *Energy Conversion and Management*, 308-326. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.02.037>
- Sumarni, & Purwanti, A. (2008). Kinetika reaksi pirolisis plastik Low Density Polyethylene (LDPE). *Jurnal Teknologi*, 1(2), 135-140.
- Susanna. (1996). Pirolisis plastik Polyvinil Khlorida (PVC). Laporan Penelitian Laboratorium Polimer Tinggi, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

- Thorat, P. V., Warulkar, S., & Sathone, H. (2013). Pyrolysis of waste plastic to produce liquid hydrocarbons. *Advances in Polymer Science and Technology*, 3(1), 14-18.
- Yanto, R. (2019). Pembuatan minyak plastik dengan metode distilasi bertingkat pada suhu 200°C (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Metro).