



JIPTEK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik dan Kejuruan

Jurnal Homepage: <https://jurnal.uns.ac.id/jptk>

Karakteristik Minyak Pirolisis Campuran Biomassa Tongkol Jagung dan Sabut Kelapa dengan Plastik *Polypropylene*

Mifta Atika Nur Adila^{1*}, Danar Susilo Wijayanto², Ngatou Rohman³

^{1*,2,3}Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Indonesia

Email: miftaatika13@student.uns.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan energi dalam kehidupan sehari-hari terus meningkat seiring waktu, sementara cadangan bahan bakar fosil semakin menipis. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah pengembangan energi terbarukan, termasuk pemanfaatan limbah tongkol jagung, sabut kelapa, dan plastik PP (*polypropylene*) sebagai bahan bakar melalui proses pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi rasio campuran limbah tongkol jagung dan sabut kelapa dengan plastik PP terhadap massa jenis minyak yang dihasilkan. Proses pirolisis dilakukan dengan mencampur biomassa dalam bentuk RDF-3 dengan lima rasio komposisi: 0%:100%, 25%:75%, 50%:50%, 75%:25%, dan 100%:0%. Pirolisis berlangsung selama 60 menit menggunakan kompor biomassa berbahan bakar briket batok kelapa, diikuti dengan pengukuran kuantitas minyak yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio campuran memengaruhi kuantitas dan kualitas minyak hasil pirolisis. Rasio 100% plastik PP menghasilkan kuantitas minyak tertinggi, dipengaruhi oleh suhu pembakaran, jenis, dan jumlah bahan baku. Temuan ini menunjukkan potensi limbah biomassa dan plastik sebagai sumber bahan bakar alternatif yang berkelanjutan.

Kata kunci: Biomassa, tongkol jagung, sabut kelapa, plastik *polypropylene*, pirolisis.

ABSTRACT

The need for energy in everyday life is increasing as time goes on, while fossil fuel energy sources will be depleting. Handling that can be done is to develop renewable energy. One of them is the utilization of corn cob waste, coconut fiber waste, and PP (polypropylene) plastic waste which can be used as fuel through a pyrolysis process. This study aims to determine the effect of the ratio of the composition of the oil resulting from pyrolysis of a mixture of corncob and coconut coir waste biomass with PP plastic on quantity (volume). This research was conducted by mixing corncob and coconut coir waste biomass with PP plastic in the form of RDF-3 with variations in composition ratios of 0%:100%, 25%:75%, 50%:50%, 75%:25%, and 100%:0% in the pyrolysis process for 60 minutes which is then measured the quantity (volume) of oil. The test results showed that there was an effect of a mixture of corncob and coconut coir waste biomass with PP plastic waste on the quantity and quality of the pyrolysis oil. The highest quantity is produced by the ratio of 100% PP plastic waste because the quantity of pyrolysis oil is affected by the combustion temperature, the type of raw material, the amount of raw material.

Keywords: Biomass, corn cobs, coconut coir, polypropylene plastic, pyrolysis

PENDAHULUAN

Kehidupan sehari-hari manusia tidak luput dengan penggunaan energi. KESDM (2021) menyatakan bahwa konsumsi energi bahan bakar atau *fuel* di Indonesia tahun 2022 mencapai 430.00 juta *Barrel of Oil Equivalent* (BOE). Sekitar 97% sektor transportasi menggunakan energi bahan bakar minyak (BBM) (Paminto, 2020). Seiring berjalannya waktu, kebutuhan energi diperkirakan terus meningkat yang mengakibatkan sumber cadangan minyak bumi dan batu bara jumlahnya semakin menipis (Setyono et al., 2019). Sumber energi terbarukan adalah solusi yang paling terjangkau untuk menghilangkan bahan bakar fosil sebagai sumber daya terbatas dan memiliki dampak lingkungan yang parah (Olabi & Abdelkareem, 2022).

Sumber energi biomassa mempunyai keunggulan yaitu sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*), sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*) (Parinduri & Parinduri, 2020). Tongkol jagung merupakan limbah tanaman pertanian dari buah jagung yang telah diambil bijinya, tongkol jagung tersebut umumnya dibuang begitu saja menjadi sampah (Pramasatya & Sunarta, 2018). Tongkol jagung merupakan salah satu limbah organik padat dengan kandungan energi di dalamnya yang dapat dikonversi menjadi *Synthetic Natural Gas* (*syngas*) melalui proses gasifikasi, *bio-oil* melalui proses pirolisis, dan bioetanol melalui proses fermentasi gula atau molase sebagai alternatif bahan bakar (Haluti, 2014). Selain sektor pertanian seperti tongkol jagung, terdapat limbah yang bisa timbul dari sektor perkebunan

seperti sabut kelapa. Sabut kelapa adalah limbah yang mengandung lignoselulosa dari kelapa akan tetapi pemanfaatannya kurang maksimal (Ayuni & Hastini, 2020). Limbah plastik juga masih menjadi masalah di Indonesia. Dari total timbunan sampah plastik yang telah didaur ulang diperkirakan sekitar 10 s.d. 15%. Sedangkan 60 s.d. 70% ditimbun di Tempat Pembuangan Akhir, dan 15 s.d. 30% belum terkelola hingga terbuang ke lingkungan terutama perairan seperti sungai, danau, pantai, dan laut (Hadi, 2018).

Pirolisis adalah salah satu teknologi yang layak digunakan untuk mengolah biomassa lignoselulosa dan limbah plastik dalam rangka mendorong penggunaan bahan bakar alternatif. Pirolisis dapat mengubah biomassa lignoselulosa (komponen selulosa, hemiselulosa, dan lignin) dan plastik menjadi produk padat, cair (*bio-oil*), dan gas melalui dekomposisi termal yang efisien (Aini et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimen dimana melakukan proses pirolisis selama 1 jam dengan variasi perbandingan masa limbah tongkol jagung dan sabut kelapa dengan plastik PP 0% : 100%, 25% : 75%, 50% : 50%, 75% : 25%, 100% : 0% yang pada prosesnya juga berlangsung pengambilan data kuantitas (volume).

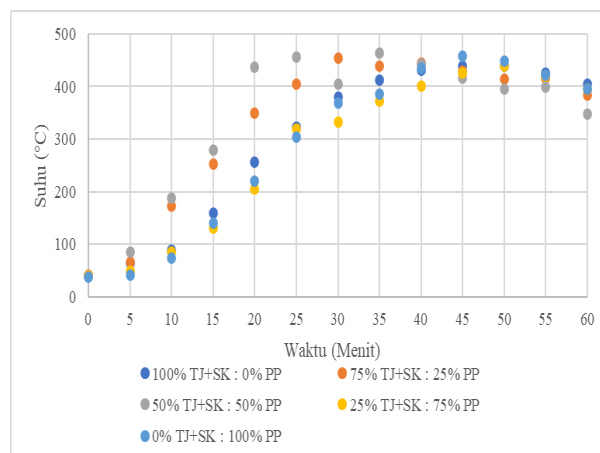
1. Alat Pirolisis
 - a. Pirolisator
 - 1) Reaktor
 - 2) Pipa Penghubung
 - 3) Kondensor
 - b. Kompor Biomassa

- c. Pompa Air
 - d. Bak Air
 - e. *Flowmeter*
 - f. Gelas Ukur
 - g. Timbangan
 - h. Termokopel
 - i. *Stopwatch*
 - j. Timbangan Digital
2. Bahan
 - a. Tongkol Jagung
 - b. Sabut Kelapa
 - c. Plastik PP
 3. Prosedur Penelitian
 - a. Menyiapkan limbah tongkol jagung, sabut kelapa, dan plastik PP dalam bentuk RDF-3
 - b. Menyiapkan kompor biomassa dan memasukkan briket tempurung kelapa sebagai bahan bakarnya
 - c. Melakukan proses pirolisis dengan rasio campuran biomassa limbah limbah tongkol jagung dengan sabut kelapa dan plastik PP dengan massa total setiap variasi campuran adalah 800 gram. Setiap rasio dilakukan proses pirolisis selama 90 menit dimana setiap rasio dilakukan pembakaran sebanyak tiga kali, sehingga total sampel yang dihasilkan sebanyak 15 sampel minyak. Pada reaktor terdapat tiga sensor suhu untuk mengukur proses pirolisis di mana sensor T_1 terletak di bawah, T_2 di tengah, dan T_3 terletak di atas.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

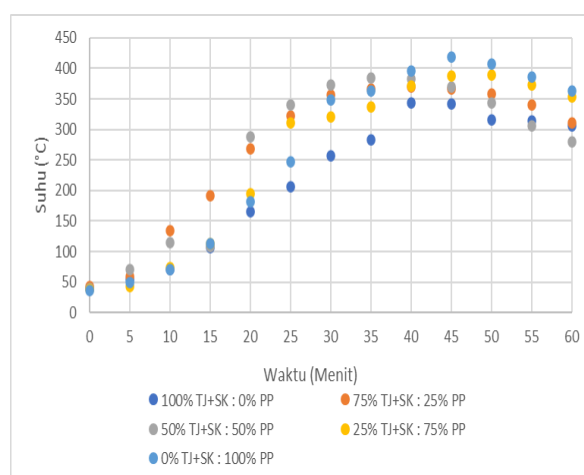
Penelitian pirolisis dengan menggunakan campuran tongkol jagung dan

sabut kelapa dengan plastik PP yang telah dilakukan memperoleh hasil suhu pirolisis dan minyak. Suhu pada proses pirolisis dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3.



Gambar 1. Suhu T_1 Proses Pirolisis

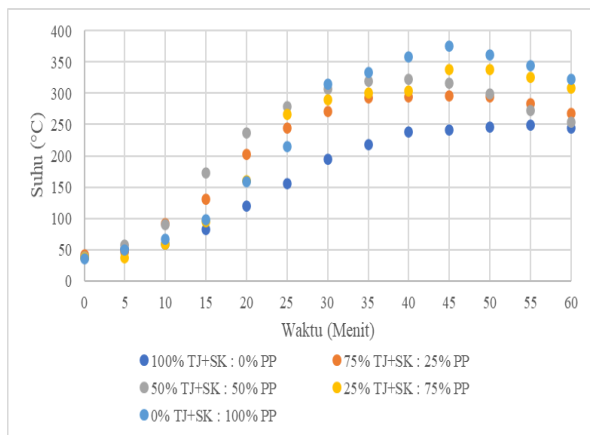
Pada Gambar 1, suhu T_1 menncapai suhu tertinggi, karena letak sensor suhu T_1 paling dekat dengan sumber api. Dari hasil tersebut menunjukkan suhu tertinggi dari masing-masing rasio campuran limbah limbah tongkol jagung dengan sabut kelapa dan plastik PP sebesar 439 °C pada 100%:0%, 454 °C pada 75%:25%, 463 °C pada 50%:50%, 438 °C pada 25%:75%, dan 458,8°C pada 0%:100%.



Gambar 2. Suhu T_2 Proses Pirolisis

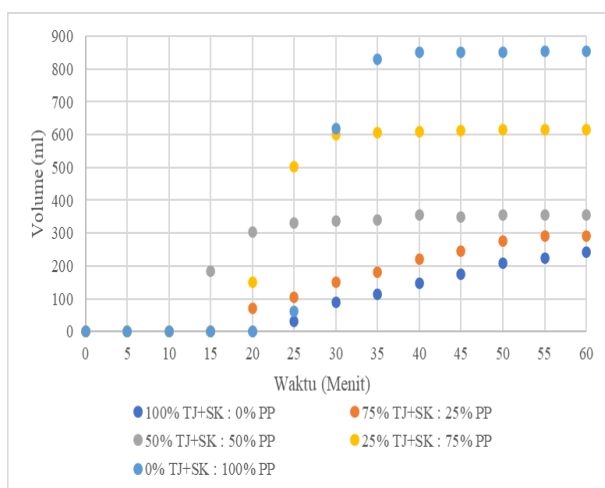
Suhu T_2 terletak pada bagian tengah reaktor, dimana pada Gambar 2 didapatkan hasil suhu masing-masing rasio campuran limbah tongkol

jagung dengan sabut kelapa dan plastik PP sebesar 343°C pada 100%:0%, 369,8°C pada 75%:25%, 383,8°C pada 50%:50%, 388,5°C pada 25%:75%, dan 419°C pada 0%:100%.



Gambar 3. Data Suhu T₃ Proses Pirolisis

Suhu T₃ terletak di bagian atas, dimana pada Gambar 3 didapatkan hasil suhu masing masing rasio campuran limbah tongkol jagung dengan sabut kelapa dan plastik PP sebesar 249°C pada 100%:0%, 295,3°C pada 75%:25%, 322,5°C pada 50%:50%, 338,5°C pada 25%:75%, dan 375°C pada 0%:100%.



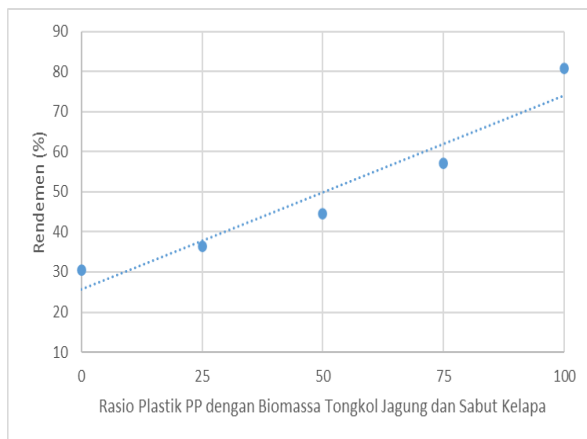
Gambar 4. Grafik Volume Minyak

Gambar 4 menunjukkan grafik volume minyak yang dihasilkan pada proses pirolisis tiap 5 menit. Didapatkan volume minyak masing-

masing rasio campuran limbah tongkol jagung dengan sabut kelapa dan plastik PP sebesar 242 ml pada 100%:0%, 290 ml pada 75%:25%, 354 ml pada 50%:50%, 615 ml pada 25%:75%, dan 853 ml pada 0%:100%.

Dari data tersebut didapat bahwa rasio 100% Biomassa : 0% PP menghasilkan volume paling banyak yaitu sebesar 853 ml. Hasil penelitian ini memiliki nilai volume lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurdianto et al. (2016) yang memperoleh volume minyak hasil pirolisis bahan baku botol plastik PET rata-rata dari tiga kali percobaan sebanyak 250 ml dengan total massa plastik 1 kg dan suhu reaktor tertinggi mencapai 183,3°C. Oleh karena itu, suhu dapat mempengaruhi banyaknya volume minyak yang akan dihasilkan (Adoe et al., 2020; Octavian et al., 2022; Safitri et al., 2023; Yudono et al., 2021).

Selain faktor dari suhu, ada juga faktor rasio komposisi di mana menurut Simanungkalit & Mansur (2020) jika semakin besar persentase plastik dalam bahan baku, maka persentase produk gas bertambah besar yang mengakibatkan minyak yang dihasilkan dari peralihan fasa gas menjadi fasa cair akan banyak. Hal ini disebabkan karena kadar volatil pada plastik tinggi seperti penelitian yang dilakukan oleh Rachmawati & Herumurti (2015) dimana kadar volatilnya plastik PP 82,22% s.d. 99,93%. Kadar volatil sendiri merupakan jumlah zat yang menguap pada senyawa hidrokarbon dalam keadaan miskin oksigen (Pertiwi, 2024; Sawir, 2016). Kadar volatil mempengaruhi performa bahan bakar seperti seberapa cepat suatu material akan terbakar ketika diberikan panas (Octavian et al., 2022; Sawir, 2016).



Gambar 5. Grafik Rendemen Minyak

Nilai rendemen minyak pirolisis campuran biomassa limbah tongkol jagung dan sabut kelapa dengan plastik PP didapatkan hasil kisaran antara 30,463% s.d. 80,77%. Penelitian ini memiliki nilai rendemen lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Maulina & Putri (2017) yang menghasilkan nilai rendemen tertinggi minyak pirolisis serbuk pelepah kelapa sawit sebesar 20,69% dengan suhu 250°C selama 30 menit. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa lama waktu dan suhu pembakaran dapat mempengaruhi hasil rendemen dimana pada penelitian ini nilai rendemen paling tinggi dari rasio 100% PP : 0% biomassa sebesar 80% dengan suhu 421°C selama 60 menit. Menurut Nurrassyidin et al. (2014) semakin lama waktu pirolisis semakin banyak volume asap cair yang dihasilkan, Semakin lama waktu pirolisis, maka semakin banyak biomassa atau plastik yang terdekomposisi (Restanti & Mirwan, 2023; Yasa & Siregar, 2023). Pengaruh suhu pada proses pirolisis jika suhu pembakaran semakin tinggi, maka

rendemen minyak juga semakin tinggi. Akan tetapi jika sudah mencapai suhu optimum, maka suhu setelahnya nilai rendemen minyak akan mengalami penurunan (Fauzan 2015; Adoe et al., 2023; Islami et al., 2019; Tahdid et al., 2022).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini didapatkan hasil bahwa adanya pengaruh rasio campuran biomassa limbah tongkol jagung dan sabut kelapa dengan plastik PP. Minyak hasil pirolisis paling banyak dihasilkan dari rasio 100% biomassa : 0% plastik PP sebesar 853 ml dengan suhu tertinggi 458,8°C. Hasil ini tidak luput dari beberapa faktor. Faktor yang pertama yaitu suhu, jika semakin tinggi suhu pembakaran maka akan semakin banyak volume yang akan dihasilkan. Faktor kedua yaitu rasio plastik, di mana semakin tinggi rasio plastik maka minyak yang dihasilkan semakin banyak karena plastik mengandung kadar volatile yang tinggi. Nilai rendemen paling tinggi dari rasio 100% PP : 0% biomassa sebesar 80% dengan suhu 421°C selama 60 menit.

Saran

Pada penelitian selanjutnya, perlunya diperhatikan dalam hal perekat untuk sensor suhu yang dapat menahan suhu lebih dari 400°C. Hal ini bertujuan agar saat proses pirolisis gas tidak mengalami kebocoran dan tidak sering mengganti perekat setiap

sebelum pembakaran, sehingga lebih praktis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adoe, D. G. H., Gusnawati, & Ernanto, N. (2020). Analisis Pengaruh Temperatur pada Metode Pirolisis dari Sampah Plastik PP (Polypropylene) terhadap Kapasitas dan Kuantitas Minyak Pirolisis. *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*, 24(2), 175–182.
<https://doi.org/10.25042/jpe.112020.10>
- Adoe, D. G. H., Satria, D. Y., & Sanusi, A. (2023). Karakterisasi Minyak Hasil Pirolisis Berbahan Dasar Limbah Plastik Jenis Polypropylene (PP). *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, 10(02), 15–22.
<https://doi.org/10.35508/ljtmu.v10i02.13435>
- Aini, N. A., Jamilatun, S., & Pitoyo, J. (2022). Pengaruh Tipe Biomassa pada Produk Pirolisis. *Agroindustrial Technology Journal*, 6(1), 89.
<https://doi.org/10.21111/atj.v6i1.7559>
- Ayuni, N. P. S., & Hastini, P. N. (2020). Serat Sabut Kelapa sebagai Bahan Kajian Pembuatan Bioetanol dengan Proses Hidrolisis Asam. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 9(2), 102–110.
<https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v9i2.29035>
- Fauzan. (2015). Pengaruh Efek Parameter Pirolisis terhadap Yield Asap Cair dan Arang pada Proses Pirolisis Cangkang Kemiri dengan Reaktor Pipa Api. *Prosiding SEMNASTEK Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 1–4.
- Hadi, D. W. (2018). *Deklarasi Pengurangan Sampah Kantong Plastik*. <https://ppidklhk.com/Berita/Deklarasi-Pengurangan-Sampah-Kantong-Plastik>.
- Haluti, S. (2014). Pemetaan Potensi Limbah Tongkol Jagung sebagai Energi Alternatif di Wilayah Provinsi Gorontalo. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Islami, A. P., Sutrisno, & Heriyanti. (2019). Pirolisis Sampah Plastik Jenis Polipropilena (PP) menjadi Bahan Bakar Cair-Premium-like. *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia Dan Terapannya*, 3(2), 1–6.
<https://doi.org/10.17977/um0260v3i22019p001>
- KESDM. (2021). Team Handbook Energy & Economic Statistics Indonesia. *Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia*, 23–26.
<https://www.esdm.go.id/en/publication/handbook-of-energy-economic-statistics-of-indonesia-heesi>
- Maulina, S., & Putri, F. S. (2017). Pengaruh Suhu, Waktu, dan Kadar Air Bahan Baku terhadap Pirolisis Serbuk Pelepah Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(2).
<https://doi.org/10.32734/jtk.v6i2.1581>
- Nurdianto, P., Nugraheni, I. K., & Ivana, R. T. (2016). Pengujian Bahan Bakar Biofuel Hasil Pirolisis Botol Plastik pada Sepeda Motor. *Elemen : Jurnal Teknik Mesin*, 3(1), 01.
<https://doi.org/10.34128/je.v3i1.8>
- Nurrasyidin, Idril, & Zultiniar. (2014). Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu terhadap Rendemen Pirolisis. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 1(1), 1–8.
- Octavian, I., Wijayanto, D. S., & Saputra, T. W. (2022). Analisis Minyak Hasil Pirolisis Biomassa Limbah Aren dan Limbah Plastik Polypropylene terhadap Kuantitas Minyak Hasil Pirolisis. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 18(2), 59.
<https://doi.org/10.36499/jim.v18i2.7026>
- Olabi, A. G., & Abdelkareem, M. A. (2022). *Renewable Energy and Climate Change. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 158.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112111>
- Paminto, A. K. (2020). Analisis dan Proyeksi Kebutuhan Energi Sektor Transportasi di Indonesia. *Jurnal Energi Dan Lingkungan (Enerlink)*, 16(2), 51–54.
<https://doi.org/10.29122/jel.v16i2.4801>
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2).
<https://www.dosenpendidikan>.
- Pertiwi, I. A. (2024). *Peningkatan Nilai Kalor Bahan Bakar Pelet dari Limbah Serbuk Gergaji melalui Penggunaan Asam Asetat pada Proses Torefaksi Basah*. Tesis Program Studi Magister Teknik Energi Terbarukan Universitas Malikussaleh.
- Pramasatya, P. M., & Sunarta, S. (2018). Pengaruh Suhu Pirolisis dan Proses Redistilasi terhadap Sifat Fisiko-Kimis Asap Cair Tongkol Jagung. *Jurnal*

- Universitas Gadjah Mada.
<http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Rachmawati, Q., & Herumurti, W. (2015). Pengolahan Sampah secara Pirolisis dengan Variasi Rasio Komposisi Sampah dan Jenis Plastik. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 27–29.
- Restanti, R. B. A., & Mirwan, M. (2023). Pengolahan Sampah Plastik menjadi Bahan Bakar Minyak Alternatif dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4), 7224–7231.
<https://doi.org/10.32672/jse.v8i4.6789>
- Safitri, D. Z. A., Wijayanto, D. S., & Saputra, T. W. (2023). Pyrolysis of Saw Waste Biomass Mahogany Wood and Polypropylene Plastic. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 12(1), 73–80.
<https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v12i1.51857>
- Sawir, H. (2016). Pemanfaatan Sampah Plastik menjadi Briket sebagai Bahan Bakar Alternatif dalam Kiln di Pabrik PT Semen Padang. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(1), 1–8.
<https://doi.org/10.36275/stsp.v16i1.56>
- Setyono, J. S., Mardiansjah, F. H., & Astuti, M. F. K. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 13(2), 177–186. <http://ripteck.semarangkota.go.id>
- Simanungkalit, S. P., & Mansur, D. (2020). Co-Pyrolysis Cangkang Kelapa Sawit dan Limbah Plastik Kemasan. *Widyariset*, 6(2), 62.
<https://doi.org/10.14203/widyariset.6.2.20.62-74>
- Tahdid, T., Manggala, A., Wasiran, Y., Nurryma, I., Ramadhani, P. S., & Kobar, A. A. (2022). Pengaruh Jumlah Zeolit dan Temperatur terhadap Rendemen Bahan Bakar Cair Menggunakan Limbah Plastik di Unit Thermal Catalytic Cracking Reactor. *Jurnal Redoks*, 7(2), 26–32.
<https://doi.org/10.31851/redoks.v7i2.9269>
- Yasa, I. M. Y., & Siregar, I. H. (2023). Pengaruh Jumlah Lilitan Pipa Kondensor terhadap Kuantitas Minyak Pirolisis Sampah Plastik. *JTM*, 11(1), 71–78.
- Yudono, B., Hasanudin, Sarno, Mohadi, R., & Satya, O. C. (2021). Pirolisis Limbah Plastik menjadi Bahan Bakar Minyak menggunakan Pemanas Induksi di Desa Binaan Pulau Semambu, Inderalaya, Kab.

Ogan Ilir. *Jurnal Pengabdian Sriwijaya*, 9(1), 1212–1221.