

**PENGOLAHAN LIMBAH PLASTIK JENIS *HIGH DENSITY*
POLYETHYLENE (HDPE) DAN POLYPROPYLENE (PP) DENGAN
METODE PIROLISIS**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.)
pada Program Studi Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh

Firyal Bustan Bahiroh

NIM. 09020520032

Dosen Pembimbing

Dr. Erry Ika Rhofita, S.TP., M.P.

Ir. Shinfi Wazna Auvaria, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Firyal Bustan Bahiroh
NIM : 09020520032
Program Studi : Teknik Lingkungan

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul **“PENGOLAHAN LIMBAH PLASTIK JENIS *HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)* DAN *POLYPROPYLENE (PP)* DENGAN METODE PIROLISIS”**. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan kegiatan plagiat maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar benarnya.

Surabaya, 25 Juni 2024

Yang Menyatakan



FIRYAL BUSTAN BAHIROH
NIM. 09020520032

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Dokumen Tugas Akhir Oleh:

Nama : Firyal Bustan Bahiroh


NIM : 09020520032

Judul Tugas Akhir : Pengolahan Limbah Plastik Jenis *High Density Polyethylene (HDPE)* dan *Polypropylene (PP)* dengan Metode Pirolisis

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan,

Surabaya, 25 Juni 2024

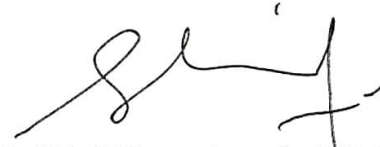
Dosen Pembimbing I



26/6/2024

Dr. Erry Ika Rhofita, S. TP., M.P.
NIP. 198709022014032004

Dosen Pembimbing II



26/6/2024

Ir. Shinfi Wazna Auvaria, S.T., M.T.
NIP. 198603282015032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Nama : Firyal Bustan Bahiroh
NIM : 09020520032
Judul Tugas Akhir : Pengolahan Limbah Plastik Jenis *High Density Polyethylene (HDPE)* dan *Polypropylene (PP)* dengan Metode Pirolisis

Telah dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir

Surabaya, 20 Juni 2024

Mengesahkan

Tim Penguji

Penguji I



Dr. Erry Ika Rhofita, S.TP., M.P.
NIP. 198709022014032004

Penguji II



Ir. Shinfy Wazna Auvaria, S.T., M.T.
NIP. 198603282015032001

Penguji III



Ir. Teguh Taruna Utama, S.T., M.T.
NIP. 198705022023211021

Penguji IV



Dedy Suprayogi, S.KM., M.KL.
NIP. 198512112014031002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : FIRYAL BUSTAN BAHIROH
NIM : 09020520032
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : firyalbustan19@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

**PENGOLAHAN LIMBAH PLASTIK JENIS *HIGH DENSITY POLYETHYLENE*
(*HDPE*) DAN *POLYPROPYLENE (PP)* DENGAN METODE PIROLISIS**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 02 Juli 2024

Penulis

(FIRYAL BUSTAN BAHIROH)

PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK JENIS *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DAN *POLYPROPYLENE* (PP) DENGAN METODE PIROLISIS

ABSTRAK

Dominasi sampah plastik global berjenis HDPE dan PP yang mencapai 106,71 ton/tahun memicu banyak dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan. Salah satu upaya penanganan sampah plastik yakni melalui metode *recovery* dengan pirolisis untuk mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar berupa minyak hasil pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik minyak hasil pirolisis, seperti rendemen, densitas, viskositas, dan nilai kalor. Variasi percobaan pada penelitian ini yakni P1T1 (HDPE dan temperatur 475°C), P1T2 (HDPE dan temperatur 525°C), P1T3 (HDPE dan temperatur 575°C), P2T1 (PP dan temperatur 475°C), P2T2 (PP dan temperatur 525°C), dan P2T3 (PP dan temperatur 575°C). Hasil penelitian menunjukkan rendemen tertinggi terdapat pada variasi P2T1 sebesar 164,5 ml, sedangkan densitas dan viskositas tertinggi terdapat pada variasi P1T3 dengan nilai densitas sebesar 825 kg/m³ dan viskositas sebesar 1,09 cSt, serta nilai kalor tertinggi terdapat pada variasi P1T1 sebesar 55,59 MJ/kg. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh jenis plastik terhadap rendemen namun, terdapat pengaruh jenis plastik terhadap densitas dan viskositas minyak hasil pirolisis. Sedangkan, terdapat pengaruh temperatur terhadap rendemen, densitas, dan viskositas minyak hasil pirolisis; serta terdapat interaksi jenis plastik dan temperatur terhadap rendemen namun, tidak terdapat interaksi jenis plastik dan temperatur terhadap densitas dan viskositas minyak hasil pirolisis.

Kata Kunci: Pirolisis, Sampah Plastik HDPE dan PP, Minyak Pirolisis

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

PROCESSING OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) AND POLYPROPYLENE (PP) PLASTIC WASTE BY PYROLYSIS METHOD

ABSTRACT

The dominance of global plastic waste in the HDPE and PP types, which reached 106.71 tonnes/year, has triggered many negative impacts on the environment and health. One effort to handle plastic waste is through the recovery method using pyrolysis to convert plastic waste into fuel in the form of pyrolysis oil. This research analyzes the characteristics of pyrolysis oil, such as yield, density, viscosity, and calorific value as dependent variables. The experimental variations in this research are PIT1 (HDPE and temperature 475°C), PIT2 (HDPE and temperature 525°C), PIT3 (HDPE and temperature 575°C), P2T1 (PP and temperature 475°C), P2T2 (PP and temperature 525°C), and P2T3 (PP and temperature 575°C). The results of the research showed that the highest yield was found in the P2T1 variation at 164.5 ml, while the highest density and viscosity were found in the PIT3 variation with a density value of 825 kg/m³ and a viscosity of 1.09 cSt, and the highest heating value was found in the PIT1 variation at 55.59 MJ/kg. The results of statistical tests show that there is no influence of the type of plastic on the yield, however, there is an influence of the type of plastic on the density and viscosity of the pyrolysis oil. Meanwhile, there is an influence of temperature on the yield, density, and viscosity of pyrolysis oil; and there is an interaction between the type of plastic and temperature on the yield, however, there is no interaction between the type of plastic and temperature on the density and viscosity of the pyrolysis oil.

Keywords: *Pyrolysis, HDPE and PP Plastic Waste, Pyrolysis Oil*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Sampah Plastik	5
2.2. Plastik	6
2.2.1. Sifat Termal Plastik	7
2.2.2. <i>High Density Polyethylene (HDPE)</i>	8
2.2.3. <i>Polyproylene (PP)</i>	9
2.3. Metode Konversi Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair	10
2.3.1. <i>Thermal Cracking</i>	10
2.3.2. <i>Catalytic Cracking</i>	10
2.3.3. <i>Hydro Cracking</i>	10
2.4. Pirolisis.....	11
2.4.1. Jenis Pirolisis	11
2.4.2. Metode Pemanasan	12

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Termal Plastik.....	8
Tabel 2. 2 Karakteristik High Density Polyethylene	9
Tabel 2. 3 Karakteristik Polypropylene	9
Tabel 2. 4 Kekurangan dan Kelebihan Berbagai Jenis Metode Pemanasan	13
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 3. 1 Rancangan Faktor Faktor	27
Tabel 4. 1 Hasil Uji BNT Pengaruh Temperatur Terhadap Rendemen	34
Tabel 4. 2 Hasil Uji BNT Pengaruh Interaksi Jenis Plastik dan Temperatur Terhadap Rendemen.....	34
Tabel 4. 3 Hasil Uji BNT Pengaruh Jenis Plastik Terhadap Densitas	37
Tabel 4. 4 Hasil Uji BNT Pengaruh Temperatur Terhadap Densitas	37
Tabel 4. 5 Hasil Uji BNT Pengaruh Jenis Plastik Terhadap Viskositas	40
Tabel 4. 6 Hasil Uji BNT Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas.....	41
Tabel 4. 7 Perbandingan Karakteristik.....	44

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kondisi Sampah Global Tahun 2019	5
Gambar 3. 1 Kerangka Pikir.....	23
Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian	24
Gambar 3. 3 Alat Pirolisis.....	25
Gambar 4. 1 Hasil Perhitungan Rendemen Minyak Hasil Pirolisis Plastik.....	32
Gambar 4. 2 Hasil Perhitungan Densitas Minyak Hasil Pirolisis Plastik	35
Gambar 4. 3 Hasil Perhitungan Viskositas Minyak Hasil Pirolisis Plastik.....	39
Gambar 4. 4 Hasil Perhitungan Nilai Kalor Minyak Hasil Pirolisis Plastik	42



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. (2001). *Agama Ramah Lingkungan Perspektif Al-Qur'an. Paramadina.*
- Adoe, D. G. H., Bunganaen, W., Krisnawi, I. F., Soekwanto, F. A., Adisucipto, J., & Adisucipto, J. (2016). Pirolisis Sampah Plastik PP (Polypropylene) menjadi Minyak Pirolisis sebagai Bahan Bakar Primer. *LJTMU*, 03(01).
- Al Fajr, M. A., & Setiawan, A. A. (2019). Penggunaan Material Limbah High Density Polyethylene (HDPE) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton. *WIDYAKALA JOURNAL*, 6, 6. <https://doi.org/10.36262/widyakala.v6i0.161>
- Alvarez, J., Lopez, G., Amutio, M., Bilbao, J., & Olazar, M. (2014). Upgrading The Rice Husk Char Obtained by Flash Pyrolysis for The Production of Amorphous Silica and High Quality Activated Carbon. *Bioresource Technology*, 170, 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.07.073>
- Arini, W. (2022). Pyrolysis System terhadap Sampah Plastik Polypropylene (PP) Menjadi Bahan Bakar. *Science, and Physics Education Journal (SPEJ)*, 5(2), 55–60. <https://doi.org/10.31539/spej.v5i2.3786>
- Atmika, I. G. N. A., & Suryawan, I. G. P. (2021). *Model Perencanaan Pengelolaan Sampahku Tanggungjawabku (Samtaku) Sebagai Sentra Pengelolaan Sampah Terpadu dan Ramah Lingkungan.* Jurnal Bakti Saraswati.
- Auliyah, D. S., Rahmani, D. A., Ramadhan, M. I., Setyowati, D., & Irawan, A. (2024). Strategi Inovatif Dalam Meningkatkan Kinerja Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Bakar Melalui Metode Pirolisis. *ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(2).
- Basu, P. (2013). *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction (Practical Design and Theory)* (2 ed.). Elsevier Science. https://www.google.co.id/books/edition/Biomass_Gasification_Pyrolysis_and_Torre/2-G0SaWM80oC?hl=id&gbpv=1
- Ceic Data. (2023). *Konsumsi Minyak Indonesia* [dataset]. <https://www.ceicdata.com/id/indicator/indonesia/oil-consumption>

- Chang, S. H. (2023). Plastic Waste as Pyrolysis Feedstock or Plastic Oil Production: A Review. *Science of The Total Environment*, 877, 162719. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162719>
- Chun, Y., Lee, S. K., Yoo, H. Y., & Kim, S. W. (2021). Recent Advancements in Biochar Production According to Feedstock Classification, Pyrolysis Conditions, and Applications: A Review. *BioResources*, 16(3), 6512–6547. <https://doi.org/10.15376/biores.16.3.Chun>
- Coniwanti, P., Hadijah, F., Bahrin, D., Novriani, L., Justina, G. M. L., & Robinsyah. (2021). *Processing Plastic Waste HDPE and PP on Pyrolysis Temperature Using Cu-Al₂O₃ Catalyst Into an Alternative Liquid Fuel: 4th Forum in Research, Science, and Technology (FIRST-T1-T2-2020)*, Palembang, Indonesia. <https://doi.org/10.2991/ahe.k.210205.002>
- Coniwanti, P., Nur Sakinah, I., Hadijah, F., Unzillah Kendari Putri, F., Muin, R., & Robinsyah. (2020). The Effect of Cracking Temperature from a Mixture of HDPE and LDPE type Plastic Waste using Zeolite Catalyst on the Quality of Liquid Fuel Products. *Journal of Physics: Conference Series*, 1500(1), 012088. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1500/1/012088>
- Damayanti, Z., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis Karakteristik Fuel Pirolisis Sampah Plastik Berdasarkan Jenis Plastik yang Digunakan: Review. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 8(1), 26. <https://doi.org/10.31942/inteka.v18i1.8092>
- Faisal, F., Rasul, M. G., Jahirul, M. I., & Chowdhury, A. A. (2023). Waste Plastics Pyrolytic Oil is a Source of Diesel Fuel: A Recent Review on Diesel Engine Performance, Emissions, and Combustion Characteristics. *Science of The Total Environment*, 886, 163756. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163756>
- Fanani, N., Novianarenti, E., Ningsih, E., Udyani, K., Arif, M. S., & Saputra, A. (2021). Konversi Plastik HDPE Menjadi Fuel Melalui Proses Pirolisis. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur II*.
- Firdausy, M. A., Safitri, N., & Listiara, W. (2023). Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis Plastik Polypropylene (PP), High-Density Polyethylene (HDPE),

Polyethylene Terephthalate (PET) dan Low-Density Polyethylene (LDPE) Menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM) Alternatif Dengan Proses Pirolisis Dalam Upaya Pengurangan Sampah An-Organik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9(2).

Firmansyah, A. F., Gunawan, A. I., Sulistijono, I. A., & Hanurawan, D. (2022). Pengukuran Nilai Densitas pada Minyak Pelumas Sepeda Motor dengan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 18(1). <https://doi.org/10.17529/jre.v18i1.24919>

Garcia-Nunez, J. A., Pelaez-Samaniego, M. R., Garcia-Perez, M. E., Fonts, I., Abrego, J., Westerhof, R. J. M., & Garcia-Perez, M. (2017). Historical Developments of Pyrolysis Reactors: A Review. *Energy & Fuels*, 31(6), 5751–5775. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.7b00641>

Guedes, R. E., Luna, A. S., & Torres, A. R. (2018). Operating parameters for bio-oil production in biomass pyrolysis: A review. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 129, 134–149. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2017.11.019>

Hadi, K., Sofyanita, S., & Ardiansyah, A. (2021). Hidrokarbon dan Minyak Bumi dalam Prespektif Al Quran. *Journal of Natural Science and Integration*, 4(2), 244. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v4i2.14308>

Harahap, R. E., Siregar, A. M., & Zulkarnain, F. (2022). Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 5(2).

Hartono, E. F., & Rachmat, N. (2022). Klasifikasi Jenis Plastik HDPE, LDPE, dan PS Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode Support Vector Machine. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 9(2), 1403–1412. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i2.2470>

Hassan Awad, A., El Gamasy, R., Abd El Wahab, A., & Hazem Abdellatif, M. (2019). Mechanical and Physical Properties of PP and HDPE. *Engineering Science*, 4(2), 34. <https://doi.org/10.11648/j.es.20190402.12>

Hayati, N. (2018). Optimasi Kondisi Pirolisis dan Pengeringan Pada Proksimat Arang Tempurung Kelapa dengan Metode Taguchi. *Simetris*, 12(1).

- Hidayat, F. F. D., & Siregar, I. H. (2022). Uji Karakteristik Minyak Pirolisis Berbahan Baku Limbah Plastik. *JTM*, 10(01).
- Hidayat, R., Alit, I. B., & Mara, I. M. (2018). Pengaruh Jenis Plastik dan Jumlah Panas yang Diserap oleh Air Pendingin Terhadap Sifat Fisik Bahan Bakar Minyak dengan Proses Thermal Cracking. *Jurnal Skripsi Teknik Mesin Universitas Mataram*.
- Husein, L. M. S., Gunawan, Y., & Kadir, A. (2020). Perbandingan Kuat Tekan Paving Blok Berbahan Slag Nikel dengan Penambahan Berbagai Jenis Limbah Plastik. *ETHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 5(3).
- Islami, A., Sutrisno, S., & Heriyanti, H. (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>
- Istianah. (2015). *Upaya Pelestarian Lingkungan Hidup Dalam Perspektif Hadis*. RIWAYAH.
- Iswadi, D., Nurisa, F., & Liastuti, E. (2017). Pemanfaatan Sampah Plastik LDPE dan PET Menjadi Bahan Bakar Minyak Dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, 1(2).
- Jahiding, M., Nurfianti, E., S Hasan, E., S Rizki, R., & Mashuni. (2020). Analisis Pengaruh Temperatur Pirolisis terhadap Kualitas Bahan Bakar Minyak dari Limbah Plastik Polipropilena. *Gravitasi*, 19(1), 6–10. <https://doi.org/10.22487/gravitasi.v19i1.15177>
- Kementerian Agama Republik Indonesia (Ed.). (2004). *Al-Qur'an dan Tafsirnya* (Ed. yang disempurnakan). Kementerian Agama Republik Indonesia.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2010). *Mukadimah Al-Qur'an dan Tafsirnya* (Ed. yang disempurnakan). Kementerian Agama Republik Indonesia.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3, & Direktorat Penanganan Sampah. (2024, Februari 2). *Data Pengelolaan Sampah*. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Kurniawati, D., Putra, N., Abdullah, N., Ibnu Hakim, I., & Nurrokhmat, A. (2021). An experimental analysis of diesel fuel produced from HDPE (high-density

- polyethylene) waste using thermal and catalytic pyrolysis with passive heat pipe cooling system. *Thermal Science and Engineering Progress*, 23, 100917. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2021.100917>
- Kuryani, E. K., & Herumurti, W. (2017). Pirolisis Sampah dengan Variasi Jenis Ranting dan Kantong Plastik HDPE. *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lestari, E. S., Wirman, S. P., Febriani, N., & Suroso, A. (2015). Uji pH dan Karakter Fisik Kualitas Air Permukaan di Pemukiman Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Naga Sakti Tapung Hilir. *Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan*, 5(2), 131–139. <https://doi.org/10.37859/jp.v5i2.598>
- Li, P., Wang, X., Su, M., Zou, X., Duan, L., & Zhang, H. (2021). Characteristics of Plastic Pollution in the Environment: A Review. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 107(4), 577–584. <https://doi.org/10.1007/s00128-020-02820-1>
- Maqsood, T., Dai, J., Zhang, Y., Guang, M., & Li, B. (2021). Pyrolysis of plastic species: A review of resources and products. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 159, 105295. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2021.105295>
- Masyuroh, A., & Rahmawati, I. (2021). Pembuatan Recycle Plastik HDPE Sederhana Menjadi Asbak. *ABDIKARYA: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 3(1), 53–63. <https://doi.org/10.47080/abdikarya.v3i1.1278>
- Muchammad, M. (2018). Analisis Pemanfaatan Limbah Sampah Plastik Jenis Polypropylene Menjadi Bahan Bakar Alternatif. *JURNAL ILMIAH MOMENTUM*, 14(1). <https://doi.org/10.36499/jim.v14i1.2189>
- Muis, A. Abd., Mursalim, N., Nacjmi, N. Y., Setiawan, I., S, N., Aris, Muh. R., Asdar, Muh., Ramadhani, S., Afdal, A., & Aziza, N. (2022). Pemanfaatan Sampah Plastik Dalam Upaya Merawat Lingkungan Guna Menumbuhkan Kreativitas Masyarakat. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(3), 611–617. <https://doi.org/10.31004/cdj.v2i3.2484>
- Mujiarto, I. (2005). Sifat dan karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. *Traksi*, 3(2).

- Nofiyanti, E., Salman, N., Nurjanah, N., & Mellyanawaty, M. (2020). Pelatihan Daur Ulang Sampah Plastik Menjadi Souvenir Ramah lingkungan di Kabupaten Tasikmalaya. *JAMAICA: Jurnal Abdi Masyarakat Program Studi Teknik Informatika Universitas Pamulang*, 1(2).
- Novita, S. A., Santosa, S., Nofialdi, N., Andasuryani, A., & Fudholi, A. (2021). Artikel Review: Parameter Operasional Pirolisis Biomassa. *Agroteknika*, 4(1), 53–67. <https://doi.org/10.32530/agroteknika.v4i1.105>
- Nugroho, A. S. (2020). Pengolahan Limbah Plastik LDPE dan PP untuk Bahan Bakar Dengan Cara Pirolisis. *Jurnal Litbang Sukowati : Media Penelitian dan Pengembangan*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.32630/sukowati.v4i1.166>
- Nurhidayanti, N., & Sari, P. A. (2021). Studi Optimalisasi Suhu Pada Proses Pirolisis Sampah Plastik Jenis LDPE (Low Density Polyethylene). *Jurnal Pelita Teknologi*, 16(1), 22–28.
- OECD. (2022). *Global Plastics Outlook: Plastic pollution is Growing Relentlessly as Waste Management and Recycling Fall Short, Says OECD*. <https://www.oecd.org/environment/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.htm>
- Our World in Data. (2022a). *Global primary plastic waste generation by polymer 2019*. <https://ourworldindata.org/grapher/plastic-waste-polymer>.
- Our World in Data. (2022b). *Share of Plastic Waste That is Recycled, Landfilled, Incinerated and mismanaged, 2019*. <https://ourworldindata.org/grapher/plastic-waste-polymer>
- Pasae, Y., Bulo, L., Lande, C., & Allo, E. L. (2020). Pyrolysis of Polypropylene Plastic Waste :Overview of Effect of Temperature on Pyrolysis Reactors in Capacity of 1 Kg/batch. *Journal Dynamic Saint*, 5(1), 939–944. <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v5i1.962>
- Permana, Y. A., Mulyadi, S., Sutjahjono, H., & Rosyadi, A. A. (2020). Pengaruh Temperatur dan Waktu Pemanasan Pada Proses Pirolisis PET/PP Terhadap Karakteristik Bahan Bakar. *ROTOR*, 12(2), 1. <https://doi.org/10.19184/rotor.v12i2.15601>

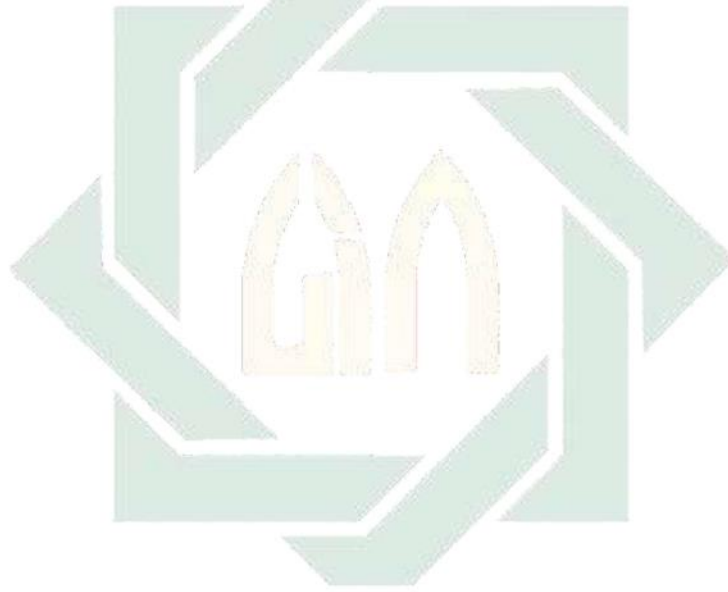
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik di Lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141–147. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421>
- Rahman, I., Larasati, C. E., Wasposito, S., Gigentika, S., & Jefri, E. (2021). Pengelolaan Sampah Plastik Menjadi Ekobrik untuk Menekan Laju Pencemaran Sampah Mikroplastik yang Mengancam Kelangsungan Hidup Biota Perairan Teluk Bumbang, Kabupaten Lombok Tengah. *Indonesian Journal of Fisheries Community Empowerment*, 1(1), 62–68. <https://doi.org/10.29303/jppi.v1i1.82>
- Rahman, S. A. N., Irawan, A., & Kurniawan, T. (2020). Konversi Hidrokarbon Menjadi Olefin Melalui Perekahan Termal dan Katalitik. *JURNAL INTEGRASI PROSES*, 9(1), 12. <https://doi.org/10.36055/jip.v9i1.8132>
- Ramadhanti, A. R., & Santoso, S. (2023). Persen Yield (% Yield) Sebagai Parameter Evaluasi Proses Kinerja Raw Mill Pada Industri Semen. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 5(1), 24–28. <https://doi.org/10.33795/distilat.v5i1.11>
- Reksi, M. R., Jati, D. R., & Fitrianiingsih, Y. (2021). Perbandingan Kuat Tekan Bata Plastik Berjenis Polypropylene (PP) Polyethylene Terephthalate (PET) dan High Density Polyethylene (HDPE). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 9(1), 019. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v9i1.46772>
- Restanti, R. B. A., & Mirwan, M. (2023). Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Alternatif dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4). <https://doi.org/10.32672/jse.v8i4.6789>
- Ridhuan, K., Irawan, D., & Inthifawzi, R. (2019). Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(1). <https://doi.org/10.24127/trb.v8i1.924>
- Rodrigues, M. O., Abrantes, N., Gonçalves, F. J. M., Nogueira, H., Marques, J. C., & Gonçalves, A. M. M. (2019). Impacts of plastic products used in daily life on the environment and human health: What is known? *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 72, 103239. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.103239>

- Safrudin, A. L., Junaidi, A., & Moch Yunus. (2021). Studi Fisis dan Mekanis Serta Penyusutan Plastic Polypropylene Dipadukan Dengan Plastic Polyethylene. *Machinery Jurnal Teknologi Terapan*, 2(1). <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4748704>
- Seitz, M., & Schröter, S. (2022). Catalytic Depolymerization of Polyolefinic Plastic Waste. *Chemie Ingenieur Technik*, 94(5), 720–726. <https://doi.org/10.1002/cite.202100182>
- Sihotang, S. F. (2022). Analisis Hasil Belajar Mahasiswa Universitas Potensi Utama Menggunakan Two Way ANOVA. *MES: Journal of Mathematics Education and Science*, 8(1).
- Singh, R. K., Ruj, B., Sadhukhan, A. K., & Gupta, P. (2019). Impact of fast and slow pyrolysis on the degradation of mixed plastic waste: Product yield analysis and their characterization. *Journal of the Energy Institute*, 92(6), 1647–1657. <https://doi.org/10.1016/j.joei.2019.01.009>
- Sivagami, K., Kumar, K. V., Tamizhdurai, P., Govindarajan, D., Kumar, M., & Nambi, I. (2022). Conversion of plastic waste into fuel oil using zeolite catalysts in a bench-scale pyrolysis reactor. *RSC Advances*, 12(13), 7612–7620. <https://doi.org/10.1039/D1RA08673A>
- Statista. (2024). *Annual Production of Plastics Worldwide from 1950 to 2022* [dataset]. <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/>
- Stubbins, A., Law, K. L., Muñoz, S. E., Bianchi, T. S., & Zhu, L. (2021). Plastics in the Earth system. *Science*, 373(6550), 51–55. <https://doi.org/10.1126/science.abb0354>
- Sugiarto, B., & Arfianto, J. R. (2020). Pembuatan Bahan Bakar Minyak (BBM) dari Sampah Plastik Menggunakan Proses Pirolisis. *Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan.”* Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, Yogyakarta.
- Sulistiana, I. T. (2012). Uji Kalor Bakar Bahan Bakar Campuran Bioetanol dan Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Neutrino*. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1653>

Syamsiro, M., Megaprastio, B., Winarno, J., Saputro, M. A., & Mufrodi, Z. (2021). Produksi Bahan Bakar Minyak Alternatif Dari Pirolisis Plastik Polipropilen dan Oli Bekas. *Seminar Nasional Diseminasi Hasil Penelitian 2021*.

Syamsiro, M., Saputro, M. A., Winarno, J., Megaprastio, B., & Mufrodi, Z. (2021). Studi Co-pirolisis Plastik HDPE Dan Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair Alternatif. *Seminar Nasional Diseminasi Hasil Penelitian 2021*.

Ulfa, M., & Anhar, A. (2024). Growth of *Trichoderma asperellum* with the Addition of Paraffin to Corn-Based Medium. *Serambi Biologi*, 9(1).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A