DAFTAR PUSTAKA

Agrawala et al. (2022). *Global Plastics Outlook*. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/06/global-plastics-outlook_f065ef59/aa1edf33-en.pdf

An, Binran Cui, X. duan. (2022). *Preparation and applications of linear low-density polyethylene Preparation and applications of linear low-density polyethylene*. 0–9. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2229/1/012009

Ardiyani, Q. T., Shabrina, N., Haidar, A., & Priangga, A. (2025). *PRODUK KREATIF*. *4*(April), 1092–1101.

Azizah et al. (2023). *MERANCANG ALAT PIROLISIS PENGHASIL ASAP CAIR*. https://www.kompasiana.com/lalak1004/651cf9d608a8b54ce7392362/tim-pkm-re-uad-berhasil-merancang-alat-pirolisis-penghasil-asap-cair

Azzahidah. (2025). *Kenali Bahan Bakar Minyak (BBM) sebagai Sumber Energi Utama*. https://solarindustri.com/blog/bbm-adalah/

Batutah, M. A., & Arifin, D. (2021). *Perancangan Spiral Kondensor untuk Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis (Design of Spiral Condenser for Processing Plastic Waste into Oil Fuel by Pyrolysis Process) diinginkan dan pengerjaan dengan urutan pelaksanaan percobaan sebagai berikut :* *6*(2), 174–183.

Damanhuri, P. (2019). *Pengelolaan Sampah Terpadu Edisi Kedua*.

Dan, H., Pp, P., Bentonit, D., & Katalis, S. (2023). *JURNAL INTEGRASI PROSES Website : http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip PIROLISIS CAMPURAN LIMBAH PLASTIK JENIS POLIETILENA BERDENSITAS TINGGI Program Studi Teknik Kimia , Fakultas Teknik , Universitas Muhammadiyah Surakarta , * Email : emi.erawati@ums.ac.id*. *12*(1), 6–11.

Diskominfo.sumutprov. (2025). *Pemerintah Provinsi (Pemprov) Sumatera Utara (Sumut) terus mendorong pemanfaatan teknologi dalam pengolahan daur ulang sampah plastik.* https://share.google/swEGiZETeEA7ZRcfL

DLH.bulelengkab. (2022). *SAMPAH PLASTIK DI SEKITAR KITA: ANTARA KEBUTUHAN DAN MASALAH YANG DITIMBULKAN*. https://dlh.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/17_sampah-plastik-di-sekitar-kita-antara-kebutuhan-dan-masalah-yang-ditimbulkan

Erlangga, Z., Rahmadi, F., & Lubis, A. (2023). *Studi Nilai Massa Jenis Bahan Bakar Alternatif Minyak dari Proses Pirolisis Sampah Plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan PET (Polyethylene Terephtalate)*. *11*(2), 540–547.

Hidayat, A. T. (2025). *Pemanfaatan Sampah Plastik PET (Polyethylene Terephthalat e) dan PP (Polypropylene) Menggunakan Proses Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak*. *7*(4), 2840–2854. file:///C:/Users/Dafa/Downloads/1569-Article Text-7308-1-10-20250428.pdf

Ibrahim, M., Machmud, M. N., & Ali, M. (2022). *Bahan Bakar Minyak Dari Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik*. *1*(1), 20–30. https://doi.org/10.56347/jes.v1i1.3

idris et al. (2024). *Iindonesia Paradox on Plastic Waste Import in International Policy*

and Social Movement Perspective. *6*(1), 169–204.

Issue, V., Usman, N. W., & Kalla, R. (2025). *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Pengaruh variasi waktu dan suhu pirolisis terhadap kualitas bio-oil dari limbah biomassa plant filter aid*. *8*(1).

Janter P. Simanjuntak, Robert Silaban, A. N. P. (2024). *TEKNOLOGI PIROLISIS BIOMSSA ENERGI TERBARUKAN*.

Kuncaramartina, A. (2026). *10.70476/jft.v7i2.8*. *7*(2), 124–130.

Landi, T., Teknik, F., Diponegoro, U., Departemen, D., Mesin, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2017). *PERANCANGAN DAN UJI ALAT PENGOLAH SAMPAH PLASTIK JENIS LDPE*. *5*(1), 1–8. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/16920/16218

Maulana, E., Fajri, B. N., & Mahardika, D. (2020). *Perancangan Proses Pembuatan Reaktor Pirolisis Model Horizontal Kapasitas 75 Kg / Jam*.

Mayora, E. M., & Nugraheni, W. (2023). *Pirolisis Limbah Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE) dan Polypropylene (PP) Menggunakan Katalis Zeolit Alam*. *11*(3), 773–779.

Mishra, P., Pandey, C. M., & Singh, U. (2019). *Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data*. 67–72. https://doi.org/10.4103/aca.ACA

Of, P., Fuel, L., Waste, F., Polypropylene, P., & Pirolysis, P. P. (2021). *Journal of Chemical Process Engineering Produksi Bahan Bakar Cair Dari Limbah Plastik Polypropylene (PP)*. *6*(2655).

Panda, A. K., Singh, R. K., & Mishra, D. K. (n.d.). *Author ' s personal copy Thermolysis of waste plastics to liquid fuel A suitable method for plastic waste management and manufacture of value added products — A world prospective*. https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.005

Plastindo. (2022). *BIJI PLASTIK PP: Jenis, Sifat dan Kegunaannya*. https://primaplastindo.co.id/2025/01/biji-plastik-pp-jenis-sifat-dan-kegunaannya/

Pratama et al. (2025). *J-TETA : Jurnal Teknik Terapan*. *4*(2), 128–138.

Qomaruddin, M., Alfian, T., Faqih, N., Roehman, F., & Mushthofa. (2024). *REVIEW PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK UNTUK ENERGI*. *10*(2).

Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). *Power comparisons of Shapiro-Wilk , Kolmogorov-Smirnov , Lilliefors and Anderson-Darling tests*. *2*(I), 21–33.

Sa'diyah. (2023). *PENGARUH JENIS BIOMASSA TERHADAP KARAKTERISTIK ASAP CAIR MELALAUI METODE PIROLISIS*. https://www.researchgate.net/publication/370947207/figure/fig1/AS:11431281160604389@1684802836767/Gambar-1-Desain-alat-pirolisis.

Sunarti et al . (2022). *PLASTIC BIODEGRADEBLE DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG BERBASIS ECO FRIENDLY*.

Surono, I. (2016). *Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP , PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya*. *1*(April), 32–37. https://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JMST/article/download/UNTORO/pdf_4

Syamsiro, M., Cheng, S., Hu, W., Saptoadi, H., Pratama, N. N., & Yoshikawa, K. (2014). *Liquid and Gaseous Fuels from Waste Plastics by Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Processes over Indonesian Natural Zeolite Catalysts*. *2*(October), 44–51.

Yudanto, D., Teknik, D., & X, S. M. K. M. A. K. K. (2023). *PERMINYAKAN*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat izin penelitian

Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Sumber Daya Manusia Kesehatan
Poltekkes Medan
Jalan Jamin Ginting KM. 13,5
Medan, Sumatera Utara 20137
(061) 8368633
https://poltekkes-medan.ac.id

NOMOR : PP.06.02/XIV.14/614/2026 Kabanjahe, 18 Mei 2026
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Ijin Penelitian

Kepada Yth : Bapak Kepala Desa Aekloba Kecamatan Aek Kuasan
Kabupaten Asahan
Di
Tempat

Dengan Hormat,

Bersama ini datang menghadap Saudara, Mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Medan :

Nama : Ramadhan Daffa Sitorus
NIM : P00933222061

Yang bermaksud akan mengadakan studi penelitian di Desa yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka menyusun Skripsi dengan judul:

"EFEKTIVITAS METODE *PIROLISIS* PADA MEDIA SEDERHANA MENGGUNAKAN KALENG BEKAS DALAM PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK (LOW DENSITY *POLYETHYLENE*) SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF"

Perlu kami tambahkan bahwa penelitian ini digunakan semata mata hanya untuk menyelesaikan tugas akhir dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Demikian disampaikan, atas perhatian Bapak/Ibu, diucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan Sanitasi Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan,

Haesti Sembiring SST MSc
NIP. 197206181997032003

Kementerian Kesehatan tidak menerima suap dan/atau gratifikasi dalam bentuk apapun. Jika terdapat potensi suap atau gratifikasi silakan laporkan melalui HALO KEMENKES 1500567 dan https://wbs.kemkes.go.id. Untuk verifikasi keaslian tandatangan elektronik, silakan unggah dokumen pada laman https://tte.kominfo.go.id/verifyPDF.

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik (BSrE), Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN).

Lampiran 2: Keterangan Layak Etik (ETICHAL EXEMPTION)

Kementerian Kesehatan
Poltekkes Medan
Komisi Etik Penelitian Kesehatan
Jalan Jamin Ginting KM. 13,5
Medan, Sumatera Utara 20137
(061) 8368633
https://poltekkes-medan.ac.id

KETERANGAN LAYAK ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION
"ETHICAL EXEMPTION"

No.01.26.4013/KEPK/POLTEKKES KEMENKES MEDAN 2026

Protokol penelitian versi 1 yang diusulkan oleh :
The research protocol proposed by

Peneliti utama : Ramadhan Daffa Sitorus
Principal In Investigator

Nama Institusi : POLITEKNIK KESEHTAN KEMENKES NEGERI MEDAN
Name of the Institution

Dengan judul:
Title

"EFEKTIFITAS METODE PIROLISIS PADA MEDIA SEDERHANA MENGGUNAKAN KALENG BEKAS DALAM PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK (LOW DENSITY POLYETHYLENE) DAN (POLYPROPYLENE) SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF"

"Effectiveness of the Pyrolysis Method Using a Simple Setup with Used Cans for Processing Plastic Waste (Low-Density Polyethylene and Polypropylene) into Alternative Fuel"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 27 September 2026 sampai dengan tanggal 27 September 2027.
September 27, 2026
This declaration of ethics applies during the period September 27, 2026 until September 27, 2027.

Dr. Lestari Rahmah, MKT

Lampiran 3:Lembar Bimbingan Skripsi

KEMENTERIAN KESEHATAN POLITEKNIK KESEHATAN MEDAN

JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN PRODI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN
TA 2025/2026

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Ramadhan Doppa Sitorus
NIM : P00933221061
Dosen Pembimbing : Mustar Rusli Skm. M Kes
Judul Skripsi : Efektifitas metode Pirolisis Pada media sederhana menggunakan kaleng Bekas dalam Pengolahan sampah Plastik Low density Polyethelene

Pertemuan Ke	Hari/ Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Dosen
1	Selasa/21/04/2025	Konsultasi judul Skripsi	
2	Selasa/28/04/2025	Acc judul proposal penelitian	
3	Selasa/04/11/2025	Arahan utk pengisian BAB 1-3	
4	Selasa/11/11/2025	Revisi proposal BAB 1-3	
5	Rabu/19/11/2025	Revisi proposal bab 1-3	
6	Kamis/20/11/2025	Acc proposal	
7	Jumat/19/12/2025	Revisi Seminar proposal	
8	Senin/18/5/2026	konsultasi penelitian	
9	Senin/8/06/2026	Revisi BAB 4	
10	Rabu/10/06/2026	Acc BAB 5	
11	Jumat/12/06/2026	Revisi BAB 4 dan 5	
12	Senin/15/06/2026	Acc Seminar hasil	

Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan
Kemenkes Poltekkes Medan,

HAESTI SEMBIRING SST,MSc
NIP. 197206181997032003

Lampiran 4: Lembar Bimbingan Sidang Skripsi

LEMBAR PERBAIKAN
UJIAN SIDANG SKRIPSI MAHASISWA
PRODI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN
KEMENKES POLTEKKES MEDAN
TAHUN AJARAN 2025/2026

Nama : Ramadhan Daffa Sitorus

NIM : P00933222061

	Hal Yang Disarankan Perbaikan	Disposisi
Pembimbing	Abstrak penulisan (lihat pedoman). Lampiran	20-8-26.
Penguji I Nason Tarigan	Tujuan penelitian penulisan lihat pedoman Pembahasan, di pertegas. Keterangan Gambar. proses dst. Saran sesuai kesimpulan. perlu uji lanjutan (keuntungan hasil). Daftar pustaka. (cek kembali).	
Penguji II Haesty Sembiring	Tehnik penulisan desiegn. prosudur penelitian	

Kabanjahe, 30 Juni 2026
Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan

Haesti Sembiring, SST,M.Sc
NIP. 197206181997032003

Lampiran 5 : Hasil Uji Statistik

Hasil uji normalitas

Cairan pirolitik plastik LDPE dan PP

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	KELOMPOK	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NILAI	1.00	.240	6	.200*	.855	6	.174
	2.00	.264	6	.200*	.851	6	.160

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Char (Residu pemanasan pirolisis) Plastik LDPE dan PP

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	JENIS PLASTIK	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NILAI BERAT CHAR	LDPE	.194	6	.200*	.929	6	.570
	PP	.218	6	.200*	.939	6	.651

Hasil uji Independent sample t-test

Cairan pirolitik plastik LDPE dan PP berat 0,5 kg

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
NILAI CAIRAN PIROLISIS BERAT 0,5 Kg	Equal variances assumed	.187	.688	-11.093	4	.000	-230.00000	20.73376	-287.56615	-172.43385
	Equal variances not assumed			-11.093	3.856	.000	-230.00000	20.73376	-288.42241	-171.57759

Cairan plastik LDPE dan PP berat 1 kg

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
NILAI CAIRAN PIROLISIS BERAT 1 Kg	Equal variances assumed	.634	.471	-15.121	4	.000	-325.66667	21.53808	-385.46596	-265.86737
	Equal variances not assumed			-15.121	3.031	.001	-325.66667	21.53808	-393.81855	-257.51478

Char (Residu pemanasan pirolisis) plastik LDPE dan PP berat 0,5 kg

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
NILAI BERAT CHAR PIROLISIS BERAT 0,5 KG	Equal variances assumed	.519	.511	-1.901	4	.130	-19.60000	10.31175	-48.23001	9.03001
	Equal variances not assumed			-1.901	3.133	.150	-19.60000	10.31175	-51.64332	12.44332

Char (Residu pemanasan pirolisis) plastik LDPE dan PP berat1 kg

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
NILAI BERAT CHAR BERAT 1 Kg	Equal variances assumed	.286	.621	-1.213	4	.292	-18.86667	15.55585	-62.05663	24.32329
	Equal variances not assumed			-1.213	3.754	.296	-18.86667	15.55585	-63.19727	25.46394

Lampiran 6: Dokumentasi membesihkan dan mencacah sampah plastik



Membersihkan plastik dari debu dan juga kotoran



Mencacah sampah plastik

Lampiran 7 :Dokumentasi proses penimbangan sampah plastik LDPE dan PP berat 0,5 kg dan 1 kg



Timbang sampah plastik LDPE berat 0,5 kg



Timbangan sampah plastik LDPE 1 kg



Timbangan sampah plastik PP Berat 0,5 kg



Timbangan sampah plastik PP Berat 1 kg

Lampiran 8 : Dokumentasi proses pirolisis sampah plastik LDPE dan PP



Masukkan sampah plastik kedalam tabung reaktor



Tutup rapat tabung reaktor



Taruh tabung reaktor diatas kompor Dan nyalakan kompor



Tuang air kedalam tabung Kondensor



Jaga suhu di rentang 250-300 ℃



Jalur out syngas (gas hasil pirolisis)

Dibakar ulang agar tidak langsung

Mencemari lingkungan



Jalur output hasil cairan pirolisis

Lampiran 9 : Dokumentasi proses pengukuran cairan hasil pirolisis sampah plastik LDPE dan PP



Alat pengukuran:

*Gelas ukur 100 ml

*Timbangan digital

*Timbangan digital gantung



Pengukuran cairan pirolisis

Dengan gelas ukur



Hasil 350 ml Cairan pirolitik plastik LDPE berat 0,5 kg



Hasil 485 ml Cairan pirolitik plastik LDPE berat 1 kg



583 ml Cairan pirolitik plastik PP berat 0,5 kg



830 ml Cairan pirolitik plastik PP berat 1 kg

Lampiran 10 : Dokumentasi proses pengukuran berat timbangan char (residu pemanasan pirolisis) sampah plastik LDPE dan PP



133.9 gram char (residu Pemanasan pirolisis) plastik LDPE 0,5 kg



229.6 gram char (residu pemanasan Pirolisis) plastik LDPE 1 kg



159.4 gram char (residu pemanasan pirolisis) plastik PP 0,5 KG



247.4 gram char (residu pemanasan pirolisis) plastik PP 1 kg