

SKRIPSI

PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU PEMANASAN TERHADAP HASIL PIROLISIS SAMPAH PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLINE*)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



M. YOGA PRATAMA H

03051281722053

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

SKRIPSI

PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU PEMANASAN TERHADAP HASIL PIROLISIS SAMPAH PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLINE*)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH

M. YOGA PRATAMA H

03051281722053

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU PEMANASAN TERHADAP HASIL PIROLISIS SAMPAH PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLINE*)

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

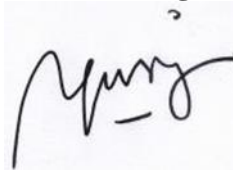
Oleh:

M. YOGA PRATAMA H

03051281722053

Indralaya, 6 Januari 2022

**Diperiksa dan Disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi**



**Ir. Hj. Marwani, M. T.
NIP.196503221991022001**



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

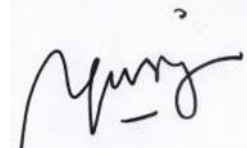
SKRIPSI

NAMA : M. YOGA PRATAMA H
NIM : 03051281722053
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU
PEMANASAN TERHADAP HASIL PIROLISIS
SAMPAH PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY
POLIETHYLINE*)
DIBUAT TANGGAL : JANUARI 2022
SELESAI TANGGAL : 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Inderalaya, 10 Januari 2021
Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi


Ir. Hj. Marwani, M.T
NIP. 196503221991022001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “**PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU PEMANASAN TERHADAP HASIL PIROLISIS SAMPAH PLASTIK LDPE (LOW DENSITY POLYETHYLIN)**” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 Januari 2022.

Indralaya,
Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :


1. Prof. Dr Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP 195701181985031004



(.....)

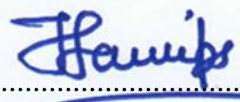
Anggota :

2. Ellyanie, S.T., M.T.
NIP 196905011994122001



(.....)

3. Dr. Dewi Puspitasari, S. T., M.T
NIP 197001151994122001

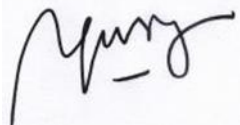


(.....)



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Inderalaya, 10 Januari 2021
Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi



Ir. Hj. Mawarni , M.T
NIP. 196503221991022001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian skripsi ini dengan baik. Proposal penelitian skripsi ini berjudul “PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PEMANASAN TERHADAP HASIL PIROLISIS SAMPAH PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLINE*)”.

1. Bapak Edi Hendri dan Ibu Rati Primadona selaku orang tua penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
2. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
3. Ir. Hj. Marwani, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
4. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Pembina Mahasiswa Jurusan teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Febri Abdul Wahid dan Rizal Adi Pratama selaku partner dalam penelitian ini..

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Indralaya, 06 Januari 2022



M. Yoga Pratama H

HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Yoga Pratama H

Nim : 03051281722053

Judul : Pengaruh temperatur dan waktu pemanasan terhadap pirolisis sampah plastik LDPE (*Low Density Poliethylene*).

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, 10 Januari 2022



M. Yoga Pratama H

Nim. 03051281722053

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Yoga Pratama H

NIM : 03051281722053

Judul : Pengaruh temperatur dan waktu pemanasan terhadap pirolisis sampah plastik LDPE (*Low Density Poliethylene*).

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Januari 2022



M. Yoga Pratama H

NIM : 03051281722053

RINGKASAN

PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU PEMANASAN TERHADAP HASIL PIROLISIS SAMPAH PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLINE*)

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 6 Januari 2022

M. Yoga Pratama H, Dibimbing oleh Ir. Hj. Marwani, M.T

XXXI + 43 Halaman, 2 Tabel, 25 Gambar, 7 Lampiran

RINGKASAN

Sampah plastik merupakan permasalahan yang sangat serius dalam bidang pencemaran lingkungan yang mana hal tersebut terjadi akibat semakin banyaknya kegunaan serta ketergantungan masyarakat atas fungsi dari plastik tersebut. Semakin banyaknya masyarakat yang bergantung pada kegunaan dari plastik maka akan semakin bertambah pula jumlah polusi yang diakibatkan oleh plastik, salah satu kebiasaan buruk yang mengakibatkan banyaknya sampah plastik adalah menjadikan plastik salah satu prioritas dalam membawa barang yang mengakibatkan semakin tingginya nilai kenaikan sampah plastik setiap harinya. Salah satu solusi yang dapat diterapkan dalam upaya untuk menanggulangi penumpukannya jumlah sampah plastik di masyarakat adalah dengan metode *thermal cracking* atau sistem pirolisis yang mana metode ini dapat mengkonversikan sampah plastik menjadi minyak atau energi terbarukan menggunakan sampah plastik. Pada pengujian ini sampah yang dipakai adalah jenis sampah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan menggunakan variasi pada temperatur serta memvariasikan waktu pemanasan pada tabung reaktor yang mana didapatkan hasil pada temperatur paling rendah yaitu 250°C dengan waktu pemanasan 60 menit di dapatkan volume minyak sebanyak 390 ml atau jika dipersentasekan menjadi 28%, waktu 80 menit sebanyak 418 ml jika dipersentasekan 30%, waktu 120 menit sebanyak 470 ml jika

dipersentasekan 34%. Dengan berat arang dengan waktu 60 menit 218 gram jika dipersentasekan 21,8%, waktu 80 menit 217 gram jika dipersentasekan 21,7%, waktu 120 menit 180 gram jika dipersentasekan 18%. Nilai densitas pada waktu 60 menit 720 kg/m^3 , pada waktu 80 menit 720 kg/m^3 , pada waktu 120 menit 740 kg/m^3 . Sedangkan pada temperatur 300°C didapatkan hasil minyak pada waktu 60 menit 440 ml jika dipersentasekan 33%, pada waktu 80 menit 493 ml jika dipersentasekan 36%, pada waktu 120 menit 530 ml jika dipersentasekan 40%. Dengan berat arang pada waktu 60 menit 140,6 gram jika dipersentasekan 14%, pada waktu 80 menit 134 gram jika dipersentasekan 13,7%, pada waktu 120 menit 126 gram jika dipersentasekan 18%. Pada temperatur 400°C didapatkan minyak dengan waktu 60 menit 514 ml jika dipersentasekan 39%, waktu 80 menit 550 ml jika dipersentasekan 42%, waktu 120 menit 628 ml jika dipersentasekan 48%. Berat arang yang didapatkan pada waktu 60 menit 128 gram jika dipersentasekan 12%, pada waktu 80 menit 120 gram jika dipersentasekan 12,8%, pada waktu 120 menit 83,6 gram jika dipersentasekan 8,36%. Didapatkan bahwa semakin tinggi temperatur dan semakin lama waktu pemanasan mempengaruhi hasil dari minyak, arang dan juga densitas pada proses pirolisis.

Kata kunci : Plastik LDPE, Pirolisis

SUMMARY

EFFECT OF TEMPERATURE AND HEATING TIME ON THE PYROLYSIS RESULT OF THE LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLENE*) PLASTIC WASTE.

Scientific Writing in the form of a thesis, 6 Januari 2022

M. Yoga Pratama, Supervised by Ir. Hj. Marwani, M.T.

XXXI + 43 Pages, 8 Tables, 25 Image, 7 Attachment

SUMMARY

Plastic waste is a very serious problem in the field of environmental pollution, which occurs due to the increasing number of uses and people's dependence on the function of the plastic. The more people who depend on the use of plastic, the more pollution caused by plastic, one of the bad habits that causes a lot of plastic waste is to make plastic one of the priorities in carrying goods which results in the higher value of plastic waste increasing every day. One solution that can be applied in an effort to overcome the accumulation of plastic waste in the community is the thermal cracking method or a pyrolysis system where this method can convert plastic waste into oil or renewable energy using plastic waste. In this test the waste used is the type of LDPE plastic waste (Low Density Polyethylene) and uses variations in temperature and varies heating time in the reactor tube which results in the lowest temperature being 250°C with a heating time of 60 minutes, the volume of oil is 390 ml. or if it is presented as 28%, 418 ml for 80 minutes if it is 30%, 120 minutes is 470 ml if it is 34%. With a weight of charcoal with a time of 60 minutes 218 grams if presented 21.8%, time 80 minutes 217 grams if presented 21.7%, time 120 minutes 180 grams if presented 18%. The density value at 60 minutes is 720 kg/m³, at 80 minutes is 720 kg/m³, at 120 minutes is 740 kg/m³. Meanwhile, at a temperature of 300°C, the oil yield at 60 minutes is 440 ml if it

is presented at 33%, at 80 minutes it is 493 ml if the percentage is 36%, at 120 minutes it is 530 ml if the percentage is 40%. With a weight of charcoal at 60 minutes 140.6 grams if the percentage is 14%, at 80 minutes 134 grams if the percentage is 13.7%, at 120 minutes 126 grams if the percentage is 18%. At a temperature of 400°C obtained oil with a time of 60 minutes 514 ml if the percentage is 39%, the time is 80 minutes 550 ml if the percentage is 42%, the time is 120 minutes 628 if the percentage is 48%. The weight of charcoal obtained at 60 minutes is 128 grams if it is presented with 12%, at 80 minutes 120 grams if it is 12.8%, at 120 minutes 83.6 grams if it is 8.36%. It was found that the higher the temperature and the longer the heating time affect the yield of oil, charcoal and also the density of the pyrolysis process.

Keywords : LDPE Plastic, Pyrolysis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR RUMUS	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Studi literatur	5
2.2. Sampah Plastik	6
2.3. Metode Pengkonversian Sampah Plastik Menjadi Minyak	8
2.3.1. <i>Hidro Cracking</i>	8
2.3.2. <i>Thermal Cracking</i>	9
2.3.3. <i>Catalytic Cracking</i>	10
2.4. Proses Pirolisis	10
2.5. Parameter Sistem Pirolisis	11
2.5.1. Temperatur	12
2.5.2. Reaktor	12
2.5.3. Waktu Pemanasan dan Tekanan	13
2.6. Hasil Pirolisis	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1. Diagram Alir Penelitian	15

3.2.	Alat dan Bahan.....	16
3.3.	Prosedur Penelitian	21
3.4.	Deskripsi Perangkat Uji	23
3.5.	Data Hasil Penelitian.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1.	Perhitungan	25
4.1.1.	Persentase Arang	25
4.1.2.	Persentase Minyak	27
4.2.	Pengaruh temperatur dan waktu terhadap volume hasil pirolisis	31
4.3.	Pengaruh temperatur dan waktu terhadap densitas hasil pirolisis....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		39
5.1.	Kesimpulan	39
5.2.	Saran.....	40
DAFTAR RUJUKAN		i
LAMPIRAN		3

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sampah Plastik LDPE	7
Gambar 2.2. Proses Pirolisis Plastik.....	11
Gambar 2.3. Reaktor Pirolisis <i>Batch</i>	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	15
Gambar 3.2 Sampah Plastik LDPE	16
Gambar 3.3 Neraca Digital.....	16
Gambar 3.4 <i>Electric Heater</i>	17
Gambar 3.5 <i>Stopwatch</i>	17
Gambar 3.6 <i>Thermocouple</i>	18
Gambar 3.7 <i>Thermocouple Reader</i>	18
Gambar 3.8 Gelas Ukur.....	19
Gambar 3.9 <i>Thermometer</i>	19
Gambar 3.10 Pompa Air.....	20
Gambar 3.11 <i>Thermostat</i>	20
Gambar 3.12 <i>Piknometer</i>	21
Gambar 3.13 Perangkat Uji	23
Gambar 4.1 Diagram hasil pirolisis pada temperatur 250°C.....	31
Gambar 4.2. Diagram hasil pirolisis pada temperatur 350°C.....	31
Gambar 4.3 Diagram hasil pirolisis pada temperatur 400°C.....	32
Gambar 4.4 Diagram Perbandingan Hasil Minyak.	33
Gambar 4.5 Diagram Perbandingan Arang	35
Gambar 4.7 Diagram Densitas Minyak	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Hasil Pengujian	24
Tabel 4.1 Data Hasil Perhitungan.....	30

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Persentase arang.....	14
Rumus 2.2 Massa Jenis.....	14
Rumus 2.3 Persentase Minyak.....	14

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Menghitung Massa Plastik LDPE (<i>Low Density Polyethylene</i>)	3
Lampiran 2 Memasukkan Sampah Plastik Kedalam Reaktor	3
Lampiran 3 Proses Pemanasan Sampah Plastik Pada Tabung Reaktor.....	4
Lampiran 4 Proses menghitung Massa Minyak Untuk Menghitung Densitas ...	4
Lampiran 5 Proses Menghitung Massa Arang	5
Lampiran 6 Hasil Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Minyak	5
Lampiran 7 Proses Menghidupkan Api Menggunakan Minyak Hasil Pirolisis .	6

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sampah plastik merupakan masalah yang amat serius bagi lingkungan, dikarenakan plastik merupakan bahan yang sulit terurai oleh bakteri dan memerlukan waktu puluhan atau bahkan ratusan tahun untuk dapat terurai secara alamiah. Pada era modern seperti saat ini plastik menjadi salah satu penunjang kehidupan sebagai salah satu contohnya dalam alat-alat rumah tangga yaitu piring, ember dan payung. Semakin banyak sampah plastik yang dihasilkan maka perlu dilakukan pengolahan terhadap sampah plastik tersebut, pembakaran sampah plastik secara langsung yang sering dilakukan oleh masyarakat awam untuk mengurangi jumlah dari sampah plastik itu sendiri sebenarnya berbahaya karena pada pembakaran tersebut akan menghasilkan gas hidrogen sulfida (H_2S) yang mana dapat menjadi polusi udara yang berbahaya bagi lingkungan. Untuk itu diperlukan suatu upaya memanfaatkan sampah plastik tersebut sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui, Pada era dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi harusnya dapat mengupayakan hal ini, harusnya dapat dimanfaatkan untuk mendapatkan upaya tersebut.

Proses pirolisis sampah plastik adalah proses penguapan senyawa organik yang ada pada sampah plastik yang mana pada proses ini akan dilakukan pemanasan dengan sedikit atau tanpa melibatkan oksigen sedikitpun. Pada saat proses pirolisis terjadi senyawa hidrokarbon rantai panjang yang terkandung pada plastik akan menjadi rantai hidrokarbon yang lebih pendek yang mana diharapkan senyawa hidrokarbon tersebut dapat dijadikan bahan bakar alternatif. Dari penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa pada temperature yang tinggi hasil yang didapatkan akan lebih banyak dan minyak

hasil pirolisis nilai viskositasnya hamper mendekati nilai viskositas dari bensin, densitas dan nilai kalornya pun hampir mendekati nilai densitas solar dan minyak tanah. Dari penelitian ini diharapkan di dapatkannya pengaruh suhu terhadap perolehan minyak hasil dari pirolisis, pengaruh suhu terhadap sifat fisik dan sifat kimia dari minyak. (Endang et al., 2016)

Komposisi pada plastik pada dasarnya berbeda-beda, suatu teknik untuk mengetahui sifat pada senyawa plastik yang meliputi kadar air, bahan mudah menguap, karbon tetap serta kadar abu yang terkandung. Bahan yang mempengaruhi nilai rendemen minyak cair ialah volatil dan kadar abu, apabila volatil yang terkandung bernilai tinggi akan mendukung produksi minyak cair sementara kadar abu yang tinggi menurunkan jumlah minyak cair, akibatnya meningkatkan hasil gas dan pembentukan arang. Harus di perhatikan bahwasanya hasil yang maksimal tentunya tak terlepas dari parameter pengatur yang mempengaruhinya, adapun parameter yang sangat mempengaruhi untuk mendapatkan produksi minyak cair yang maksimal serta kualitas dari minyak tersebut meliputi suhu, jenis reaktor, waktu tinggal, tekanan, penggunaan katalis yang berbeda dan jenis gas fluida dengan laju alirnya. Suhu adalah salah satu faktor yang mempunyai peranan penting karena suhu dapat mempengaruhi hasil dari proses pengujian, pada saat suhu pada sistem pirolisis meningkat maka plastik yang berada dalam tabung akan cenderung mudah menguap. Jenis reaktor juga mempengaruhi hasil dari system pirolisis karena waktu tinggal, perpindahan panas serta efisiensi bergantung pada jenis reaktor. Tekanan dan waktu adalah kedua hal yang saling mempengaruhi karena tekanan dan waktu tinggal akan mempengaruhi jumlah produksi dari pengujian.. Katalis juga menjadi salah satu parameter penting karena penggunaan katalis dapat meningkatkan distribusi hidrokarbon sehingga diperoleh cairan pirolisis yang memiliki sifat yang mirip dengan bahan bakar konvensional seperti bensin dan solar. (Dayana et al., 2016).

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengembangkan kualitas dari produk minyak cair hasil dari pirolisis ini mengingat temperature serta waktu pemanasan sangat berpengaruh terhadap hasil dari proses pirolisis. Karena temperature serta waktu pada tabung reaktor sangat mempengaruhi hasil produksi maka akan dilakukan penelitian lebih lanjut.

1.2. Rumusan Masalah

Sistem pirolisis merupakan suatu metode yang efektif untuk meminimalisir jumlah sampah plastik yang semakin hari semakin banyak. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal pada metode sistem pirolisis perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut. Dalam hal ini dilakukan penelitian pada sistem pirolisis dengan temperatur dan waktu pemanasan tertentu untuk mengetahui hasil rendemen plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*).

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Temperatur yang digunakan antara 250°C sampai dengan 400°C.
2. Sampah plastik yang digunakan adalah jenis sampah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*).
3. Batasan waktu yang digunakan pada proses pirolisis yaitu sampai didapatkannya produk minyak cair.
4. Pirolisis menggunakan reaktor jenis *fixed bed* reaktor dengan kapasitas 1 kg.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan utama yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut:

1. mengetahui pengaruh temperatur dan waktu pemanasan pada tabung reaktor terhadap hasil produksi dari pirolisis sampah plastik seperti persentase volume minyak, sisa arang pembakaran dan densitas
2. Mendapatkan nilai produksi minyak cair dari hasil pirolisis sampah plastik.

1.5. Manfaat

A. Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Sebagai salah satu cara menanggulangi penumpukannya sampah plastik jenis di masyarakat
2. Dapat dijadikan bahan informasi untuk pengembangan penelitian sampah plastik.

DAFTAR RUJUKAN

- Anuar Sharuddin, S. D., Abnisa, F., Wan Daud, W. M. A., & Aroua, M. K. (2016). A review on pyrolysis of plastic wastes. *Energy Conversion and Management*, 115, 308–326. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.02.037>.
- Bajus, M., & Hájeková, E. (2010). Thermal Cracking Of The Model Seven Components Mixed Plastics Into Oils/Waxes. *Petroleum & Coal*.
- Endang, K., Mukhtar, G., Abed Nego, & Sugiyana, F. X. A. (2016). Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak. *Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, ISSN 1693-, 1–7.
- Ginting, A.S., Tambunan, A.H., Radite, D., Setiawan, P.A., 2015. Karakteristik Gas-Gas Hasil Pirolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit Characteristics of Gases of Palm Oil Empty Fruit Bunches Pyrolysis. *J Tek Ind Pert* 25, 158–163.
- Kamilmulya, A. (2019). Bahaya Sampah Plastik bagi Kesehatan dan Lingkungan. *Kompasiana.Com*.
- Kuguh Daryoso, 4350407009. (2012). Uji Aktivitas Katalis Ni-Mo/Zeolit Pada Reaksi Hidrorengkah Fraksi Sampah Plastik (Polietilen). *Indonesian Journal of Chemical Science*.
- Kumar, S., Panda, A. K., & Singh, R. K. (2011). A review on tertiary recycling of high-density polyethylene to fuel. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 893–910. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.05.005>.
- Liestiono, R. P., Cahyono, M. S., Widyawidura, W., Prasetya, A., & Syamsiro, M. (2017). Karakteristik Minyak dan Gas Hasil Proses Dekomposisi Termal Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE). *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.30588/jo.v1i2.288>.

- Miandad, R., Nizami, A. S., Rehan, M., Barakat, M. A., Khan, M. I., Mustafa, A., ... Murphy, J. D. (2016). Influence of temperature and reaction time on the conversion of polystyrene waste to pyrolysis liquid oil. *Waste Management*, 58, 250–259. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.09.023>.
- Murugan, S., & Gu, S. (2015). Research and development activities in pyrolysis - Contributions from Indian scientific community - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 46, 282–295. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.050>.
- Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*, 3(1), 32–40.