

SKRIPSI
VARIASI KADAR KATALIS ZEOLIT PADA PEMANFAATAN
LIMBAH PLASTIK *POLYSTYRENE* MENJADI BAHAN
BAKAR MINYAK MENGGUNAKAN REAKTOR PIROLISIS



Laporan ini Disusun Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :

NOVRI DARMAWATI (122020042P)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

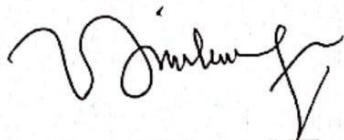
**Variasi Kadar Katalis Zeolit Pada Pemanfaatan Limbah Plastik Polystyrene
Menjadi Bahan Bakar Minyak Menggunakan Reaktor Pirolisis**

Oleh:

NOVRI DARMAWATI (122020042P)

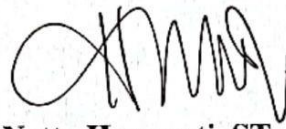
Disetujui Oleh:

Pembimbing I



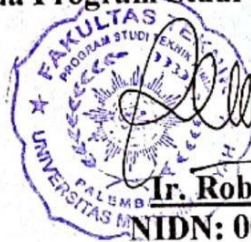
Ir. Ummi Kalsum, MT.
NIDN: 0012076206

Pembimbing II



Netty Herawati, ST., MT., IPM.
NIDN: 0225017601

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia FT UMP**



Ir. Robiah, MT.
NIDN: 0008066401

LEMBAR PENGESAHAN

Variasi Kadar Katalis Zeolit Pada Pemanfaatan Limbah Plastik Polystyrene Menjadi Bahan Bakar Minyak Menggunakan Reaktor Pirolisis

Disusun Oleh :

NOVRI DARMAWATI (122020042P)

Telah diuji dihadapan tim penguji pada tanggal 23 Agustus 2023
Di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Ummi Kalsum, MT /0012076206
Anggota : Netty Herawati, ST., MT., IPM /0225017601
Anggota : Ir. Legiso, M.Si /0217086803
Anggota : Ir. Ani Melani, MT /0021056308


(.....)
(.....)
(.....)
(.....)


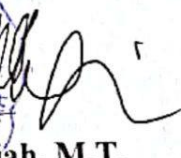
Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik UMP




Prof. Dr. Ir. Kgs. A. Roni, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.

NIDN. 0227077004

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Kimia

Ir. Robiah, M.T.

NIDN. 0008066401



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623, Telp (0711) 518764 Fax (0711) 519408
Terakreditasi B dengan SK No. 396/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2014

Nama : Novri Darmawati

NRP : 122020042P

Judul Tugas : **VARIASI KADAR KATALIS ZEOLIT PADA PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK POLYSTYRENE MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK MENGGUNAKAN REAKTOR PIROLISIS**

Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Teknik Kimia Pada Tanggal Dua Puluh Tiga Bulan Agustus Tahun Dua Ribu Dua Puluh Tiga
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang, 23 Agustus 2023

Ketua Penguji

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir

Prodi Teknik Kimia

Ir. Ummi Kalsum, MT

Ir. Robiah, MT

NIDN: 0012076206

NBM/NIDN: 1060755/0008066401

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Ummi Kalsum, MT

Netty Herawati, ST., MT., IPM

NIDN: 0012076206

NIDN: 0225017601

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMP

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP

Prof. Dr. H. Kas A. Rom, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.

Ir. Robiah, MT

NBM/NIDN: 763049/0227077004

NBM/NIDN: 1060755/0008066401

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Novri Darmawati
Tempat / Tanggal Lahir : Lubuklinggau, 08 November 1996
NIM : 122020042P
Program Studi : Teknik Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensinya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara full teks untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 23 Agustus 2023



Novri Darmawati

ABSTRAK

Variasi Kadar Katalis Zeolit Pada Pemanfaatan Limbah Plastik *Polystyrene* Menjadi Bahan Bakar Minyak Menggunakan Reaktor Pirolisis

Sampah plastik yang terus meningkat jumlahnya menimbulkan masalah bagi lingkungan, penyebabnya tak lain sifat plastik yang tidak dapat diuraikan dalam tanah. Alternatif yang bisa membantu penanganan sampah plastik adalah proses daur ulang yang lebih menguntungkan salah satunya adalah dengan mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak sebagai sumber energi alternatif melalui pirolisis. Pirolisis merupakan salah satu bentuk proses daur ulang dengan mengubah plastik menjadi bahan bakar. Selain bermanfaat untuk mengurangi jumlah sampah plastik, pirolisis sampah plastik juga bermanfaat untuk menyediakan bahan bakar dengan nilai energi yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses konversi limbah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan memvariasikan katalis zeolit dan mengetahui pengaruh % katalis zeolit terhadap sifat fisika dari spesifikasi bahan bakar minyak yang berbahan baku dari limbah plastik *polystyrene* berdasarkan metode *American Standard Testing and Material* (ASTM). Penelitian ini menggunakan proses *catalytic cracking* yaitu dengan variasi katalis zeolit dari 10%, 20%, 30%, 40% sampai 50% pada temperatur 420°C selama 2 jam untuk mengetahui karakteristik sifat fisika dari minyak pirolisis yang dihasilkan seperti: densitas, viskositas, *specific gravity*, *flash point* dan *water content*. Semakin tinggi kadar katalis yang digunakan maka bahan bakar minyak yang dihasilkan akan semakin kental dan pekat, sehingga hasil terbaik berada pada persentase sebesar 10% dan sesuai spesifikasi bahan bakar minyak jenis solar 48.

Kata kunci : Pirolisis, *Polystyrene*, *Catalytic Cracking*, Bahan Bakar Minyak.

ABSTRACT

Variation of Zeolite Catalyst Levels in the Utilization of Polystyrene Plastic Waste Become Fuel Oil Using Pyrolysis Reactor

The increasing amount of plastic waste is causing problems for the environment, the cause is none other than the nature of plastic which cannot be decomposed in the soil. An alternative that can help with handling plastic waste is a more profitable recycling process, one of which is converting plastic waste into fuel oil as an alternative energy source through pyrolysis. Pyrolysis is a form of recycling process by converting plastic into fuel. Besides being useful for reducing the amount of plastic waste, pyrolysis of plastic waste is also useful for providing fuel with a fairly high energy value. This study aims to determine the process of converting plastic waste into fuel oil by varying the zeolite catalyst and to determine the effect of % zeolite catalyst on the physical properties of fuel oil specifications made from polystyrene plastic waste based on the American Standard Testing and Material (ASTM) method. This study used a catalytic cracking process with variations of the zeolite catalyst from 10%, 20%, 30%, 40% to 50% at 420°C for 2 hours to determine the physical characteristics of the pyrolysis oil produced such as: density, viscosity, specific gravity, flash point and water content. The higher the level of catalyst used, the thicker and more concentrated the resulting fuel oil will be, so that the best results are at a percentage of 10% and according to the specifications of diesel fuel type 48.

Keywords : Pyrolysis, Polystyrene, Catalytic Cracking, Fuel Oil.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyusun Hasil Penelitian yang berjudul “**VARIASI KADAR KATALIS ZEOLIT PADA PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK POLYSTYRENE MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK MENGGUNAKAN REAKTOR PIROLISIS**”. Tujuan dari penyusunan hasil penelitian ini adalah sebagai salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pelaksanaan penelitian, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Kgs. A. Roni, ST., MT., IPM., Asean Eng. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Ibu Ir. Robiah., MT, selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah.
3. Ibu Dr. Eng. Mardwita, ST., MT, sebagai Sekretaris Prodi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Ibu Ir. Ummi Kalsum, MT, sebagai Pembimbing I.
5. Ibu Netty Herawati, ST., MT., IPM, sebagai Pembimbing II.
6. Orangtua, keluarga dan sahabat saya tercinta terimakasih tak terhingga untuk doa dan dukungannya kepada saya.
7. Staff Pengajar dan Karyawan di Prodi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Rekan- rekan Mahasiswa di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Persetujuan	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Lembar Persetujuan Kuning	iv
Lembar Pernyataan	v
Abstrak	vi
Kata Pengantar.....	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Plastik	7
2.2. Pirolisis	12
2.3. Katalis Zeolit	19
2.4. Bahan Bakar Minyak (BBM)	31
2.5. Jenis-Jenis Bahan Bakar Minyak.....	32
2.6. Parameter Uji Sifat Fisika	33
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	35
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2. Bahan dan Alat yang Digunakan.....	35
3.3. Variabel Penelitian	36
3.4. Prosedur Percobaan	37
3.5. Alur Penelitian.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1. Hasil Penelitian Pirolisis	45
4.1.1. Pengujian Densitas (ASTM D-792).....	45
4.1.2. Pengujian <i>Specific Gravity</i> (ASTM D-1298).....	46

4.1.3. Pengujian Viskositas Kinematik (ASTM D-445).....	46
4.1.4. Pengujian <i>Flash Point</i> (ASTM D-93).....	47
4.1.5. Pengujian <i>Water Content</i> (ASTM D-95)	47
4.2. Pembahasan	48
4.2.1. Proses Pirolisis Limbah Plastik <i>Polystyrene</i>	49
4.2.2. Pengaruh Persentase Katalis Terhadap Densitas	50
4.2.3. Pengaruh Persentase Katalis Terhadap Viskositas	51
4.2.4. Pengaruh Persentase Katalis Terhadap <i>Flash Point</i>	52
4.2.5. Pengaruh Persentase Katalis Terhadap <i>Water Content</i>	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Jenis dan Karakteristik Berbagai Plastik.....	10
Tabel 2.2. Jenis Mineral Zeolit yang Terdapat Dalam Batuan Zeolit.....	23
Tabel 2.3. Komposisi Zeolit Alam.....	24
Tabel 2.4. Rumus Oksida Beberapa Jenis Zeolit Sintetis.....	27
Tabel 2.5. Spesifikasi Minyak Solar.....	31
Tabel 4.1 Hasil Pirolisis Menjadi Bahan Bakar Minyak.....	45
Tabel 4.2 Pengujian Densitas (ASTM D-792).....	45
Tabel 4.3 Pengujian <i>Specific Gravity</i> (ASTM D-1298).....	46
Tabel 4.4 Pengujian Viskositas Kinematik (ASTM D-445).....	46
Tabel 4.5 Pengujian <i>Flash Point</i> (ASTM D-93).....	47
Tabel 4.6 Pengujian <i>Water Content</i> (ASTM D-95).....	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Nomor Kode Plastik	8
Gambar 2.2. Jenis-Jenis Plastik	9
Gambar 2.3. Reaksi Dekomposisi <i>Styrofoam</i>	11
Gambar 2.4. Plastik Jenis <i>Styrofoam</i>	12
Gambar 2.5. Etil Benzene.....	14
Gambar 2.6. Kerangka Utama Zeolit.....	20
Gambar 2.7. Struktur Pori di dalam Zeolit	21
Gambar 2.8. Mordenit	25
Gambar 2.9. Pentasil.....	26
Gambar 2.10. Klinoptilolit	26
Gambar 3.1. Peralatan Pirolisis	36
Gambar 3.2. Arah Aliran Fluida Pendingin Searah	37
Gambar 3.3. Aliran Media Pendingin Searah.....	38
Gambar 3.4. Aliran Media Pendingin Berlawanan Arah.....	39
Gambar 3.5. Diagram Alur Penelitian.....	44
Gambar 4.1. Hasil Pirolisis terhadap Persentase Katalis.....	49
Gambar 4.2. Pengaruh Persentase Katalis Terhadap Densitas	50
Gambar 4.3. Pengaruh Persentase Katalis Terhadap Viskositas	51
Gambar 4.4. Pengaruh Persentase Katalis Terhadap <i>Flash Point</i>	53
Gambar 4.5. Pengaruh Persentase Katalis Terhadap <i>Water Content</i>	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada tahun 2022 mencatat volume sampah di Indonesia yang terdiri dari 164 kabupaten/kota se-Indonesia mencapai 19,4 juta ton/tahun. Sampah yang terkelola dengan baik hanya sebanyak 14,9 juta ton/tahun atau 76,87%. Ini terjadi karena masih terbatasnya daya tampung tempat pembuangan sampah baik Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) maupun Tempat Penampungan Sementara (TPS), hingga minimnya standar dalam pengelolaan sampah yang sudah diterapkan. Produksi sampah nasional menunjukkan tren yang terus meningkat seiring dengan terjadinya pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk. Salah satu jenis sampah yang menjadi perhatian adalah sampah plastik.

Kontribusi sampah plastik terhadap total produksi sampah nasional mencapai 18,9% dengan pertumbuhan rata-rata mencapai 14,7% per tahun (Sumber; SIPSN) dan menempatkan sampah plastik sebagai kontributor terbesar kedua setelah sampah organik. Sampah plastik yang terus meningkat jumlahnya menimbulkan masalah bagi lingkungan. Penyebabnya tak lain sifat plastik yang tidak dapat diuraikan dalam tanah. Hal ini dikarenakan plastik yang beredar merupakan polimer sintetik yang terbuat dari minyak bumi, sehingga perlu waktu berpuluh-puluh tahun dalam tanah untuk menguraikan limbah-limbah dari bahan plastik tersebut. Pengelolaan sampah plastik lainnya adalah dengan mendaur ulang sampah plastik menjadi bentuk lain, namun proses daur ulang ini hanya akan merubah sampah plastik menjadi bentuk baru bukan menanggulangi volume sampah plastik sehingga ketika produk daur ulang plastik sudah kehilangan fungsinya maka akan kembali menjadi sampah plastik. Oleh karenanya diperlukan alternatif lain untuk menangani volume sampah plastik ini (Jatmiko Wahyudi, Hermain Teguh Prayitno dan Arieyanti Dwi Astuti, 2018).

Alternatif lain penanganan sampah plastik yaitu proses daur ulang yang lebih menguntungkan salah satunya adalah dengan mengkonversi

sampah plastik menjadi bahan bakar minyak sebagai sumber energi alternatif melalui pirolisis (Nindita, 2015). Pirolisis sampah plastik merupakan salah satu bentuk proses daur ulang dengan mengubah plastik menjadi bahan bakar. Selain bermanfaat untuk mengurangi jumlah sampah plastik, pirolisis sampah plastik juga bermanfaat untuk menyediakan bahan bakar dengan nilai energi yang cukup tinggi. Secara umum, kurang lebih 950 ml minyak bakar bisa diperoleh dari pirolisis 1 kg plastik *polyolefin* misalnya *polypropylene*, *polyethylene* dan *polystyrene* (Thorat dkk, 2013).

Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah karbon dan hidrogen (Zikri et al., 2019). Salah satu jenis plastik *polystyrene* yang terbentuk dari monomer *styrene* adalah *styrofoam*. Produk berbahan dasar styrofoam sering digunakan oleh masyarakat sebagai wadah makanan siap saji. Hal tersebut dikarenakan *styrofoam* memiliki sifat fleksibel, praktis dan mudah digunakan, sehingga membuat penggunaannya semakin meningkat (Surono, 2013). Peningkatan jumlah sampah *styrofoam* dapat mengancam kestabilan ekosistem lingkungan, mengingat plastik yang digunakan saat ini adalah *non-biodegradable* (plastik yang tidak dapat terurai secara biologis). Sampah styrofoam yang dibakar dapat menghasilkan emisi gas yang berpotensi menyebabkan polutan dan efek rumah kaca seperti gas CO₂, SO_x, dan gas klor (Syamsiro, 2015). Oleh karena itu, diperlukan penanganan limbah styrofoam dengan mengkonversi sampah plastik styrofoam menjadi bahan bakar minyak melalui metode pirolisis.

Pirolisis merupakan proses *thermal cracking* yaitu proses perekahan atau pemecahan rantai polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses *thermal* (pemanasan/pembakaran) tanpa melibatkan oksigen didalamnya. Dengan memanfaatkan panas dari pembakaran, plastik yang terbuat dari polimer rantai panjang akan terurai menjadi senyawa rantai pendek dimana produk cair yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar. Plastik yang mengalami proses pirolisis akan terdekomposisi menjadi material-material pada fase cair dalam

bentuk minyak bakar, fase gas berupa campuran gas yang dapat terkondensasi maupun tidak dapat terkondensasi dan fase padat berupa residu maupun tar (Hamidi dkk, 2013). Ada beberapa latar belakang dalam penelitian ini menggunakan plastik jenis *polystyrene* dalam bentuk *styrofoam* atau plastik busa yaitu pemakaian kemasan untuk makanan cepat saji yang fleksibel dan mendominasi industri makanan di Indonesia menjadikan daya tarik yang cukup kuat bagi para penjual maupun konsumen makanan untuk menggunakannya, seperti mampu mencegah kebocoran dan tetap mempertahankan bentuknya saat dipegang, mampu mempertahankan panas dan dingin tetapi tetap nyaman dipegang, serta mempertahankan kesegaran dan keutuhan bahan yang dikemas, harganya yang ekonomis, praktis dan ringan namun masih sedikit yang melakukan riset terhadap pirolisis jenis plastik tersebut.

Studi-studi mengenai pembuatan bahan bakar dari sampah plastik telah dilakukan. Pratama dan Saptoadi (2014) serta Kadir (2012) melakukan studi pirolisis sampah plastik dengan memvariasikan komposisi dan jenis bahan baku plastik. Sementara studi yang dilakukan oleh Osueke dan Ofondu (2011) berfokus pada pirolisis yang berlangsung pada suhu tinggi dan pengaruh penggunaan katalis terhadap kualitas produk. Namun pada umumnya studi yang telah dilakukan menggunakan instalasi pirolisis kompleks yang lebih diarahkan untuk skala industri. Studi yang meneliti proses pirolisis sampah plastik pada instalasi sederhana (skala kecil) belum banyak dilakukan. Instalasi pirolisis sederhana dengan kapasitas produksi rendah dan biaya investasi yang tidak terlalu tinggi saat ini banyak dikembangkan terutama di daerah-daerah. Instalasi pirolisis telah digunakan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukoharjo Kabupaten Pati. Instalasi tersebut berfungsi untuk mengolah limbah plastik sehingga jumlah plastik yang terkumpul di TPA tersebut dapat dikurangi. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi mengenai unjuk kerja instalasi pirolisis sederhana untuk diketahui kualitas produk (minyak bakar) yang dihasilkan.

Pada proses konversi limbah plastik menjadi sumber energi alternatif, katalis memegang peranan penting dalam proses yang dihasilkan. Pirolisis dapat dioperasikan secara termal maupun katalitik. Pirolisis termal menghasilkan kualitas minyak yang rendah dan membutuhkan temperatur yang

tinggi dan waktu retensi yang lama. Oleh karena itu, untuk memperbaiki kekurangan ini maka pirolisis katalitik menjadi pilihan yang tepat. Dalam hal ini untuk memperbaiki kekurangan tersebut maka pirolisis katalitik menjadi pilihan yang tepat, karena katalis digunakan untuk mengoptimalkan produk pirolisis dengan meningkatkan distribusi hidrokarbon dan karakteristik yang hampir sama dengan bahan bakar konvensional seperti diesel dan *gasoline*.

Berbagai katalis yang pernah digunakan dalam penelitian pirolisis adalah HZSM-5 Zeolit, ZnO, MgO, CaC₂, SiO₂, Al₂O₃, SiO₂-Al₂O₃ dan *Bentonite*. Pada penelitian pirolisis jenis plastik yang lainnya menggunakan katalis zeolit menghasilkan standar spesifikasi produk bahan bakar yang baik karena katalis tersebut dapat memberikan hasil gas yang lebih banyak dan ukuran pori yang lebih kecil. Berdasarkan uraian tersebut, sehingga penelitian ini akan menggunakan jenis plastik *polystyrene* dalam bentuk *styrofoam* dan katalis zeolit.

Ramadhani dan Nurul Kholidah (2019) pada penelitiannya yaitu pengaruh aktivasi katalis zeolit terhadap hasil pirolisis limbah *styrofoam*. Pada proses pirolisis tersebut menggunakan sampel sebanyak 500 gram dengan persentase katalis zeolit sebesar 20% yang dipanaskan pada suhu 500⁰C. Berdasarkan penelitian ini, proses aktivasi mempengaruhi yield bahan bakar cair yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah *styrofoam*. *Yield* bahan bakar cair tertinggi terdapat pada penggunaan zeolit yang diaktivasi secara fisika yaitu sebesar 36,758% dimana luas permukaan dan volume pori katalis zeolit sebesar 17,1630 m²/g dan 0,017159 cm³/g, sedangkan *yield* bahan bakar cair terendah terdapat pada penggunaan zeolit yang diaktivasi secara kimia yaitu sebesar 32,706% dimana luas permukaan dan volume pori katalis zeolit sebesar 15,5150 m²/g dan 0,020263 cm³/g.

Pada penelitian Jatmiko Wahyudi, Hermain Teguh Prayitno dan Arieanti Dwi Astuti (2018) yaitu pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar alternatif, penelitian ini menggunakan jenis plastik *polypropylene* sebagai sampel dengan berat sampel sebanyak 200 gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa massa jenis minyak pirolisis adalah 0,8 g/ml dan waktu yang dibutuhkan untuk membakar habis suatu benda adalah 4,02 menit.

Pemanasan air menggunakan bahan bakar minyak pirolisis menghasilkan temperatur 75°C pada waktu pemanasan 4 menit dengan volume air yang hilang (menguap) sebesar 12,6 ml. Jika dibandingkan dengan kualitas minyak tanah dan minyak solar, kualitas minyak pirolisis berada di bawah minyak tanah namun diatas solar berdasarkan indikator massa jenis, lama pembakaran, temperatur air dan volume air yang hilang (menguap) saat dimasak menggunakan minyak tersebut.

Berdasarkan hal tersebut diatas, perlu dilakukan penelitian dengan melakukan variasi kadar katalis zeolit terhadap bahan bakar minyak dari pemanfaatan limbah plastik *polystyrene* menggunakan reaktor pirolisis. Konversi limbah *polystyrene* ini dimulai dengan melakukan pengujian tanpa penambahan katalis dan menggunakan katalis zeolit sebesar 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah plastik jenis *Polystyrene* menjadi bahan bakar alternatif, menentukan variasi kadar katalis dan non katalis selama proses pirolisis berlangsung dan mengetahui hasil uji spesifikasi bahan bakar minyak yang berbahan baku dari limbah plastik *polystyrene* dengan metode *American Standard Testing and Material (ASTM International)*.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi katalis zeolit terhadap proses pirolisis limbah plastik *polystyrene* ?
2. Bagaimana pengaruh % katalis zeolit terhadap sifat fisika dari spesifikasi bahan bakar minyak yang berbahan baku dari limbah plastik *polystyrene* berdasarkan metode *American Standard Testing and Material (ASTM)* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi katalis zeolit terhadap proses pirolisis limbah plastik *polystyrene*.
2. Untuk mengetahui pengaruh % katalis zeolit terhadap sifat fisika dari spesifikasi Bahan Bakar Minyak yang berbahan baku dari limbah plastik

polystyrene dengan metode *American Standard Testing and Material* (ASTM).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan pengaruh variasi katalis zeolit yang sesuai dengan proses pirolisis.
2. Dapat mengetahui bahwa dari limbah plastik *polystyrene* dengan proses pirolisis menghasilkan bahan bakar.
3. Menghasilkan bahan bakar yang sesuai dengan spesifikasi hasil uji bahan bakar minyak dengan metode *American Standard Testing and Material* (ASTM).

DAFTAR PUSTAKA

Apriyanti, M. 2018. Pirolisis Minyak Sawit Menggunakan Katalis Zeolit dan Karakterisasi Bio Oil yang Dihasilkan. Skripsi Program Studi Kimia, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

Hidayat, F. F. D., & Siregar, I. H. (2022). Uji Karakteristik Minyak Pirolisis Berbahan Baku Limbah Plastik Polypropylene. *Jtm*, 10(01), 13–20. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/43904>.

Liestiono, R.P., M.S. Cahyono, W. Widyawidura, A. Prasetya, & M. Syamsiro. 2017. Karakteristik Minyak dan Gas Hasil Proses Dekomposisi Termal Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE). *Jurnal OFFSHORE*. 1(2): 1-9.

Lin, Y.H. & H.Y. Yen. 2005. Fluidised Bed Pyrolysis of Polypropylene Over Cracking Catalysts for Producing Hydrocarbons. *Polym Degrad Stab*. 89: 101-8.

Nasrun, E. Kurniawan, & I. Sari. 2015. Pengolahan Limbah Kantong Plastik Jenis Kresek menjadi Bahan Bakar Menggunakan Proses Pirolisis. *Jurnal Energi Elektrik*. 4(1): 1-5.

Nindita, Velma. 2015. Studi Berbagai Metode Pembuatan BBM dari Sampah Plastik Jenis LDPE dan PVC dengan Metode Thermal dan Catalytic Cracking (Ni-Cr/Zeolite). Semarang: Universitas PGRI Semarang.

Ramadhani, Y., & Kholidah, N. (2019). Pengaruh Aktivasi Katalis Zeolit terhadap Hasil Pirolisis Limbah Styrofoam. *In Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 2(1), 1–11.

Sari, G.L. 2017. Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Plastik menjadi Bahan Bakar Cair. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 3(1): 6-13.

Sharuddin, S.D.A., F. Abnisa, W.M.A.W. Daud, & M.K. Aroua. 2016. A Review on Pyrolysis of Plastic Wastes. *Energy Conversion and Management*. 115: 308–326.

Surono, “Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak.” *Jurnal Teknik*, vol. 3, no. 1, pp. 32-40, 2013.

Surono, U.B. & Ismanto. 2016. Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *J. Mek. Sist. Termal*. 1(1): 32-37.

Taufik, I., Sinar, Anggraini, S. P. A., & Melinda. (2021). Pembuatan Bahan Bakar Diesel dari Limbah Plastik HDPE dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Ilmiah: Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 6(1), 23 – 29.

Surono, “Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak.” *Jurnal Teknik*, vol. 3, no. 1, pp. 32-40, 2013.

Surono, U.B. & Ismanto. 2016. Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *J. Mek. Sist. Termal*. 1(1): 32-37.

Taufik, I., Sinar, Anggraini, S. P. A., & Melinda. (2021). Pembuatan Bahan Bakar Diesel dari Limbah Plastik HDPE dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Ilmiah: Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 6(1), 23 – 29.

Eldwita, K., Lestari, S. D., & Effendy, S. A. (2020). Effect of the Amount of Catalyst and Temperature on the Production of Liquid Fuel From Used Tyres Using Catalytic Cracking Method. *Jurnal Kinetika*, 11(02), 19–25. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>

Hidayat, F. F. D., & Siregar, I. H. (2022). Uji Karakteristik Minyak Pirolisis Berbahan Baku Limbah Plastik Polypropylene. *Jtm*, 10(01), 13–20. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/43904>

Pratiwi, R., & Dahani, W. (2015). Pengaruh Penggunaan Katalis Zeolit Alam Dalam Pirolisis Limbah Plastik Jenis Hdpe Menjadi Bahan Bakar Cair Setara Bensin. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 1(1), 1–5.

Ramadhani, Y., & Kholidah, N. (2019). Pengaruh Aktivasi Katalis Zeolit Terhadap Hasil Pirolisis Limbah Styrofoam. *In Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 2(1), 1–11.

Sari, G. L. (2018). Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 6–13. <https://doi.org/10.29080/alard.v3i1.255>

Wahyudi, J., Prayitno, H. T., & Astuti, A. D. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK*, 14(1), 58–67. <https://doi.org/10.33658/jl.v14i1.109>.