

**ANALISIS KARAKTERISTIK FUEL PIROLISIS SAMPAH PLASTIK
BERDASARKAN JENIS PLASTIK YANG DIGUNAKAN: REVIEW****Zepyra Damayanti*, Sudarti, Yushardi**

Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan dan Ilmu Keguruan

Universitas Jember

Jl. Kalimantan. 37, Sumbersari - Jember.

*Email: zepyradmynti@gmail.com

Abstrak

Naiknya tingkat konsumsi penggunaan plastik di masyarakat menyebabkan persentase produksi sampah plastik juga meningkat. Plastik merupakan bahan polimer yang dibuat menggunakan hasil destilasi gas alam dan minyak bumi jenis nafta, yang sulit terurai oleh dekomposer tanah namun berpotensi untuk didaur ulang menjadi bahan bakar (fuel). Metode yang dapat digunakan untuk mengolah sampah plastik menjadi fuel adalah proses pirolisis. Terdapat dua jenis metode pirolisis berdasarkan ada tidaknya penggunaan katalis, yaitu *thermal cracking* dan *catalytic cracking*. Proses pirolisis dapat menghasilkan produk dengan karakteristik yang beragam, tergantung pada variabel waktu dan suhu pembakaran, jenis plastik, serta katalis yang digunakan. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fuel pirolisis sampah plastik berdasarkan jenis sampah plastik dan katalis yang digunakan. Analisa karakteristik dilakukan berdasarkan nilai kalor, viskositas, densitas, dan fraksi kimia yang terkandung dalam fuel pirolisis sampah plastik, adapun jenis sampah plastik yang dikaji hanya terbatas pada jenis termoplastik PET, HDPE, LDPE, PP, dan PS. Hasil dari studi literatur adalah seluruh jenis sampah plastik dapat diolah menjadi fuel, yang memiliki karakteristik cenderung mirip dengan kerosene, gasoline, dan diesel.

Kata kunci: fuel, katalis, pirolisis, sampah plastik, termoplastik

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah populasi penduduk di Indonesia menyebabkan kenaikan persentase konsumsi akan barang-barang plastik di masyarakat. Peningkatan ini tentu menyebabkan produksi sampah plastik masyarakat juga meningkat. Menurut data pada laman Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, tercatat ada 30.881.803,15 ton timbulan sampah yang dihitung pada tahun 2021 dan terdapat 17,5% sampah dari plastik yang terdata (SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional), 2022).

Sampah plastik merupakan sampah yang sulit terurai oleh dekomposer tanah dan membutuhkan waktu puluhan hingga ratusan tahun yang apabila tidak tertangani akan menggunung dan menyebabkan pencemaran baik di tanah maupun perairan. Penanganan sampah plastik yang biasa dilakukan masyarakat selama ini juga masih memiliki banyak kelemahan, terutama pada proses daur ulang yang mengubah sampah plastik menjadi barang plastik yang baru. Walau terbilang baik, proses daur ulang ini sebenarnya hanya akan menghasilkan barang plastik baru yang menghasilkan sampah plastik baru di kemudian

hari. Sehingga dari itu perlu dilakukan metode daur ulang lain, seperti daur ulang tersier.

Plastik merupakan senyawa polimer yang tersusun atas karbon dan hidrogen sebagai unsur penyusun utamanya (Muchammad, 2018). Jenis-jenis plastik yang beredar di pasaran di antaranya yaitu, HDPE (*High Density Polyethylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PET (*Polyethylene terephthalate*), PP (*Polypropylene*), PS (*Polystyrene*) dan Other (Selain yang disebutkan) (Trisunaryanti et al., 2018).

Jenis-jenis plastik tersebut merupakan jenis plastik *thermoplastic* yang apabila dipanaskan dengan suhu diatas titik lelehnya akan mencair (Nugroho, 2020). Jika dilihat dari salah satu bahan baku pembuatan plastik berupa nafta yang diperoleh dari fraksionasi minyak bumi dari fraksi bensin, maka sampah plastik memiliki potensi untuk diolah menjadi *fuel* dengan teknik pemanasan (Agustin, 2022; Sari, 2017). Teknik pemanasan yang tepat untuk mendaur ulang sampah plastik menjadi bahan bakar adalah pirolisis (Bajus & Hájeková, 2010). Pirolisis sampah plastik termasuk dalam daur ulang tersier karena menghasilkan produk berupa bahan kimia atau bahan bakar.

Pirolisis sampah plastik merupakan proses dekomposisi suatu bahan pada temperatur tinggi tanpa atau dengan udara yang terbatas dimana struktur bahan dipecah menjadi fase gas dan hanya meninggalkan karbon sebagai residu proses yang disebut karbonasi. Hasil pirolisis ini dapat berupa fase padat yang berupa residu residu (karbon), fase gas (H₂O, CO, H₂, dan CH₄), dan fase cair berupa cairan hasil pirolisis (*pyrolytic oil*) yang umumnya berisi tar dan *polyaromatic hydrocarbon* (Dhaniswara & Fahrhani, 2021; Sukadi & Novarini, 2019).

Mengacu pada penelitian terdahulu, kajian ini dilakukan untuk mengetahui mekanisme pirolisis sampah plastik menjadi *fuel* dan pengaruh suhu dan jenis plastik terhadap karakteristik bahan bakar yang dihasilkan. Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dikaji penelitian-penelitian terdahulu berdasarkan pada hasil dari berbagai sumber literatur yang dan melakukan perbandingan data-data hasil kajian tersebut. Dengan kajian ini akan diketahui mekanisme pirolisis sampah plastik menjadi *fuel*, dan pengaruh jenis plastik yang digunakan dalam proses pirolisis terhadap kualitas dan karakteristik bahan bakar yang dihasilkan

2. METODE PENELITIAN








Penyusunan artikel menggunakan kajian literatur yang luas dan mendalam menggunakan sumber-sumber referensi terpercaya untuk menganalisis data-data dari penelitian terdahulu. Sumber kajian yang digunakan berasal dari data sekunder termasuk situs resmi di internet, prosiding, serta jurnal nasional dan internasional 10 tahun terakhir dengan kata kunci pirolisis, sampah plastik, dan thermal cracking. Analisis karakteristik fuel pirolisis dilakukan berdasarkan nilai kalor, viskositas, densitas, dan fraksi kimia yang terkandung didalamnya. Subjek kajian literatur hanya terbatas pada hasil penelitian dilakukan pada pirolisis sampah plastik termoplastik jenis *Polyethylene terephthalate* (PETE/PET), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *polyethylene Polypropylene* (PP), dan *Polystyrene* (PS) untuk mengetahui pengaruh jenis plastik terhadap karakteristik dan kualitas minyak hasil pirolisis yang dihasilkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Pirolisis Sampah Plastik

Plastik terbuat dari berbagai jenis rantai polimer sintetis dan semisintetis yang berasal dari hasil destilasi gas alam dan minyak bumi jenis nafta dengan titik didih maksimal 36 °C hingga 270 °C (Yona et al., 2021). Plastik terdiri atas dua jenis, yaitu termoplastik dan thermosetting. Termoplastik adalah jenis polimer yang akan meleleh jika dipanaskan diatas titik lelehnya dan mengeras kembali jika telah dingin serta dapat di daur ulang. Sedangkan thermosetting adalah polimer yang tahan terhadap panas dan tidak dapat didaur ulang (Grumezescu & Grumezescu, 2019). Dari tabel 1 di bawah ini, dapat diketahui jenis-jenis termoplastik beserta karakteristiknya.

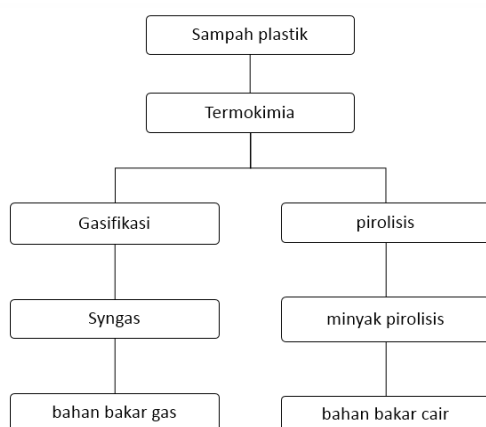
Tabel 1. Karakteristik termoplastik

Kode	Jenis Plastik	Titik leleh (°C)	Contoh penggunaan
	<i>Polyethylene terephthalate</i>	250	Botol dan gelas air mineral
	<i>High density polyethylene</i>	200 - 280	Botol sampo, dan <i>tupperware</i>
	<i>Polyvinyl chloride</i>	160 - 180	Pipa saluran
	<i>Low density polyethylene</i>	160 - 240	Berbagai jenis plastik tipis
	<i>Polypropylene / polypropene</i>	200 - 300	Tutup botol plastik, kotak makanan
	<i>polystyrene</i>	180 - 260	Styrofoam dan kotak CD
	<i>Polycarbonate, nylon, ABS, acrylonitrile, styrene acrylonitrile</i>	180 - 240	Alat-alat rumah tangga, bungkus pasta gigi

Pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar dapat dilakukan dengan teknik pemanasan (Sari, 2017). Pemilihan teknik pemanasan yang tepat harus disesuaikan dengan produk yang diharapkan. Jika ditinjau dari produk yang diharapkan (*fuel*), pemilihan metode pirolisis dinyatakan lebih tepat dibandingkan dengan metode gasifikasi. Dari gambar 1 dibawah, diperoleh perbedaan produk hasil pemanasan antara pirolisis dan gasifikasi.

Proses pirolisis menghasilkan produk berupa char, gas, dan minyak sintetis, sedangkan metode gasifikasi menghasilkan produk berupa gas sintetis, char dan tar. Sehingga kurang disarankan untuk menggunakan metode gasifikasi dalam mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar (Bajus & Hájeková, 2010; Obeid et al., 2014).

Pirolisis atau perengkahan (*cracking*) adalah proses yang melibatkan degradasi thermal molekul polimer rantai panjang menjadi molekul kecil yang tidak terlalu kompleks dan berlangsung tanpa adanya oksigen pada suhu dan tekanan yang tinggi dalam waktu yang singkat (Vijayakumar & Sebastian, 2018). Metode pirolisis berdasarkan keberadaan katalis selama proses pirolisis berlangsung dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu *thermal cracking* dan *catalitic cracking* (Alwathan, 2022). Penggunaan katalis diketahui dapat berperan penting dalam pemutusan polimer termal dan menurunkan energi aktivasi yang dibutuhkan (Ghodke, 2021). Metode pirolisis disarankan oleh banyak peneliti karena proses ini mampu mengkonversi sampah plastik menjadi *fuel* dalam jumlah besar hingga 80% (Vijayakumar & Sebastian, 2018).



Gambar 1. Perbedaan gasifikasi dan pirolisis

3.2 Karakteristik *Fuel* Sampah Plastik

Berbagai penelitian mengenai metode pirolisis sampah plastik menyebutkan jika kualitas minyak pirolisis yang dihasilkan dipengaruhi oleh berbagai parameter. Parameter tersebut antara lain yaitu, suhu, lama waktu pirolisis, penggunaan katalis, dan jenis sampah plastik yang diolah. Penggunaan katalis berpengaruh untuk meningkatkan hasil proses dan kualitas minyak pirolisis serta menghambat produksi produk yang tidak diinginkan, Adapun jenis plastik yang digunakan dalam proses pirolisis sebagai *fuel* juga dapat mempengaruhi kualitas dan karakteristik *fuel* yang dihasilkan (Miandad et al., 2017).

Analisis karakteristik tersebut biasanya ditinjau dari besarnya nilai kalor, densitas, viskositas, dan fraksi kimia yang terkandung didalamnya dengan membandingkannya dengan karakteristik pada Bahan Bakar Minyak fosil konvensional. Berikut adalah perbandingan nilai kalor, densitas, dan viskositas *fuel* pirolisis sampah plastik berdasarkan jenis plastik yang digunakan yang dirangkum pada tabel 2 dan tabel 3, beserta perbandingannya dengan standar dan spesifikasi Bahan Bakar Minyak (BBM) konvensional berdasarkan pada nilai kalor, densitas, dan viskositas pada tabel 4

Tabel 2. Perbandingan nilai kalor *fuel* pirolisis sampah plastik berdasarkan jenis plastik

Jenis plastik	Suhu (°C)	Katalis	Nilai kalor (MJ/kg)	referensi
PETE	250 - 500	<i>Bentonit clay</i>	45,27	(Kamal, 2022)
PETE	-	-	43,62	(Sumartono et al., 2018)
HDPE	500	ZnO	44,09	(Fanani et al., 2017)
HDPE	480	-	45,28	(Kurniawan & Nasrun, 2017)
LDPE	400	FCC 10%	46,95	(Cantika et al., 2022)
LDPE	250	-	45,33	(Wisnujati & Yudhanto, 2020)
PP	450	Zeolit teraktivasi 20%	26,77	(Aswan et al., 2021)
PP	330	-	46,20	(Islami et al., 2019)
PS	400	Gamma alumina 10%	29,59	(Aswan et al., 2021)
PS	350	-	35,35	(Abidin et al., 2017)

Tabel 3. Perbandingan densitas dan viskositas *fuel* pirolisis sampah plastik berdasarkan jenis plastik

Jenis plastik	Viskositas dinamis (cP)	Viskositas kinematis (cSt)	Densitas (kg/m ³)	referensi
PETE	-	0,80	770	(Kamal, 2022)
PETE	1,2	-	794	(Lubis et al., 2022)
HDPE	-	1,188	777,2	(Amalia Ardianti, 2019)
HDPE	0,77	-	769	(Lubis et al., 2022)
LDPE	-	1,464	777,5	(Liestiono et al., 2017)
LDPE	1,95	-	704,4	(Wisnujati & Yudhanto, 2020)
PP	0,756	-	750, 4	(Jahiding et al., 2020)
PP	0,65	-	767,8	(Adeo et al., 2016)
PS	-	0,991	905	(Amalia Ardianti, 2019)
PS	-	1,99	773,7	(Aswan et al., 2021)

Tabel 4. Standar dan spesifikasi Bahan Bakar Minyak (BBM) (Jahiding et al., 2020; Kamal, 2022)

Jenis bahan bakar	Viskositas (cP)	Densitas (kg/m ³)	Nilai kalor (MJ/kg)
Bensin	0,652	715 – 850	47,3
Solar	2 – 4,5	820 – 850	46,5
Minyak tanah	0,294 – 3,34	780 – 810	43

Karakteristik *Fuel* Pirolisis Sampah Plastik *Polyethylene terephthalate* (PET/PETE)

Polyethylene terephthalate (PET/ PETE) merupakan salah satu jenis *thermoplastic* dengan label 1 yang terbuat dari 30% monoetilen glikol (MEG) dan 70% terephthalic acid (TPA) atau dimetyl ester atau asam terephthalate dengan titik leleh 250 °C (Sari, 2017). Menurut hasil penelitian Surono dan Ismanto (2016), plastik PET tidak potensial diolah menjadi bahan bakar minyak, karena diketahui hasil pirolisis dari jenis plastik ini hanyalah berupa material serbuk berwarna kekuning-kuningan yang bahkan menempel di sepanjang saluran pipa (Surono Untoro Budi & Ismanto, 2016). Walau begitu, pada penelitian Lubis dkk. (2022) yang juga melakukan penelitian pada sampah plastik jenis PET dengan jenis plastik HDPE sebagai pembanding. Dalam menganalisis karakteristik dan kuatitas minyak pirolisis yang dihasilkan, diketahui jika hasil pirolisis sampah plastik PET yang dilakukan Dapat menghasilkan minyak yang memiliki karateristik berwarna kuning oranye pekat dan berbau menyengat. Dari 500 gram sampah plastik, diperoleh volume rata-rata minyak hasil pirolisis sebesar 27 ml dengan densitas dan viskositas berturut-turut adalah 794 kg/m³, dan 1,2 cP. Sehingga disimpulkan jika pirolisis sampah plastik PET menghasilkan bahan bakar cair namun plastik

HDPE diketahui lebih layak untuk dijadikan bahan bakar minyak (Lubis et al., 2022). Pengujian karakteristik minyak pirolisis pada jenis plastik PETE juga dilakukan oleh Kamal (2022), dengan membandingkan hasil minyak pirolisis dengan penambahan 30 gram katalis tanah liat Bentonit, katalis karbon aktif, dan tanpa penggunaan katalis secara terpisah. Reaktor yang digunakan merupakan reaktor anaerob dengan tekanan 2 bar pada suhu antara 250 °C – 500 °C. Dari penelitian tersebut diketahui jika penambahan katalis mampu menaikkan perolehan produk cair serta menurunkan densitas dan viskositas bahan bakar cair yang dihasilkan jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan katalis. Walau begitu, seluruh hasil akhir dari penelitian ini dapat dikatakan telah sesuai dengan standar bahan bakar minyak komersil, dengan nilai kalor berkisar 10572 - 10860 cal/g, densitas 0,75-0,77 g/ml dan viskositas kinematik berkisar 0,39 – 0,80 cSt (Kamal, 2022).

Karakteristik *Fuel* Pirolisis *High Density polyethylene* (HDPE)

High Density polyethylene (HDPE) adalah salah satu polimer termoplastik *polyethylene* dengan label daur ulang 2 dengan densitas tinggi yang susunan molekulnya jarang dan berjauhan membentuk rantai lurus panjang sehingga menghasilkan plastik yang lebih padat dan keras (Xavier, 2022). Dari berbagai

penelitian pirolisis sampah plastik jenis HDPE yang dikaji, karakteristik minyak pirolisis plastik HDPE jika ditinjau dari parameter viskositas, densitas dan nilai kalornya memiliki kemiripan dengan kerosine, bensin, dan bahan bakar premium. Berdasarkan analisis yang dilakukan dengan variasi temperatur pirolisis oleh Kurniawan dan Nasrun (2017), yield terbanyak yang dihasilkan adalah 59,4% pada temperatur pirolisis 480 °C. Hasil analisa komposisi dengan chromatography-Mass Spechtometry (GC-MS) menunjukkan jika terdapat 11 komposisi fraksi kimia yang terdapat pada bahan bakar minyak pirolisis sampah plastik HDPE dan didominasi dengan C₉H₁₈ dengan persentase 54,61%. Adapun nilai kalor yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 10.674,728 kcal/kg dengan karakteristik bahan bakar minyak mirip dengan bensin (Kurniawan & Nasrun, 2017). Pada penelitian Fanani dkk. (2018) dengan penambahan katalis ZnO, yield terbanyak yang dihasilkan adalah pada temperatur 500 °C dengan persentase 35,86%. Hasil analisa GC-MS menunjukkan jika bahan bakar yang dihasilkan terdiri dari fraksi gasoline dengan persentase 39,6% dan kerosine 27,52%. Adapun nilai kalor yang diperoleh adalah 10530,461 kal/g (Fanani et al., 2017). Lubis dkk. (2022), berdasarkan penelitiannya menyatakan sampah plastik jenis HDPE lebih layak dibandingkan sampah plastik jenis PET untuk diolah menjadi bahan bakar minyak. Karakteristik minyak hasil pirolisis sampah plastik HDPE mendekati bahan bakar konvensional premium dengan rata-rata volume yang dihasilkan dari 500 gram sampah plastik HDPE adalah 74 ml, dengan massa jenis 769 kg/m³ dan viskositas 0,77 cP (Lubis et al., 2022).

Karakteristik Fuel Pirolisis Sampah Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE)

Low density Polyethylene (LDPE) adalah salah satu jenis polimer *polyethylene* dengan densitas rendah yang diproduksi dalam skala komersial melalui proses polimerisasi bertekanan tinggi yang dipicu oleh radikal bebas pada suhu 200 °C dan dibuat dari minyak bumi. Plastik LDPE memiliki sifat mekanis yang kuat, sedikit tembus cahaya, fleksibel (Irianto, 2022). Penelitian pirolisis sampah plastik jenis LDPE dilakukan oleh banyak peneliti. Berdasarkan berbagai penelitian yang dilakukan, rata-rata hasil minyak pirolisis sampah plastik jenis LDPE mendekati

karakteristik fisik kerosin dan bahan bakar bensin. Analisis hasil yang diperoleh pada minyak pirolisis sampah plastik LDPE oleh Wisnujati dan Yudhanto (2020) menyimpulkan jika temperatur proses pirolisis terbaik adalah pada suhu 250 °C yang menghasilkan minyak pirolisis sebanyak 625 ml dengan nilai kalor 10.826,388 cal/gr, massa jenis 704,4 kg/m³, dan viskositas sebesar 1,95 cP (Wisnujati & Yudhanto, 2020). Pada penelitian Cantika dkk (2021) dengan penambahan katalis FCC 10% didapatkan hasil jika karakteristik bahan bakar yang dihasilkan dari pirolisis pada temperatur 400°C memiliki sifat mirip dengan bensin, dengan fraksi gasoline sebanyak 60%. Penambahan katalis juga dilakukan oleh Novarini dkk., (2021) dengan menggunakan 1% katalis zeolit alam. Dari hasil perbandingan dengan tanpa penggunaan katalis, diketahui jika penggunaan katalis memperbanyak produk bahan bakar yang dihasilkan. Adapun karakteristik produk bahan bakar minyak yang dihasilkan memiliki persamaan dengan standar karakteristik kerosin (Novarini et al., 2021).

Karakteristik Fuel Pirolisis Sampah Plastik Jenis Polypropylene/ Polypropene (PP)

Polypropylene (PP) adalah salah satu jenis termoplastik dengan label 5. PP memiliki sifat yang mirip dengan *polyethylene*, namun lebih kuat dan ringan, memiliki daya tembus uap yang rendah, mengkilap, dan stabil terhadap suhu yang tinggi. Monomer PP diperoleh dengan pemecahan secara thermal nafta etilen, propylene, dan homologues yang lebih tinggi dipisahkan dengan distilasi pada temperatur rendah (Trisunaryanti et al., 2018). Salah satu penelitian pirolisis sampah plastik jenis PP dilakukan oleh Jahiding dkk., (2020) dengan massa sampah 1000 gram. Dari percobaan yang dilakukan, hasil terbaik diperoleh pada pemanasan dengan suhu 450 °C sehingga menghasilkan bahan bakar yang memiliki nilai kalor 11,389 kcal/kg, densitas 0,7504 kg/L dan viskositas sebesar 0,756 cP. Jika ditinjau dari besarnya nilai kalor, maka hasil bahan bakar memiliki kesamaan dengan bahan bakar jenis bensin premium. Namun jika dilihat dari fraksi kimia yang terkandung, bahan bakar pirolisis yang masih mengandung campuran fraksi gasoline dan kerosin-diesel, dan perlu dilakukan pemurnian dengan destilasi bertingkat agar hasilnya murni bahan bakar bensin (Jahiding et al., 2020). Penelitian lain dilakukan oleh Azwan dkk., dengan

penambahan katalis Gamma Alumina 10% dan Zeolit teraktivasi. Minyak pirolisis dengan penambahan katalis Gamma Alumina 10% memiliki nilai kalor sebesar 7411, 1793 cal/gr, densitas 779,7 kg/m³, dan viskositas kinematik 1,93 mm²/s. Sedangkan karakteristik minyak pirolisis dengan penambahan katalis Zeolit teraktivasi memiliki nilai kalor 6395,2803 cal/gr, densitas 767 kg/m³, dan viskositas kinematik sebesar 1,84 mm²/s. Karakteristik minyak pirolisis yang dihasilkan berdasarkan uji GC-MS Dari hasil percobaan diketahui jika penambahan katalis Gamma Alumina 10% membantu meningkatkan kualitas produk pirolisis, sedangkan penambahan katalis Zeolit teraktivasi membuat produk minyak pirolisis yang dihasilkan meningkat (Aswan et al., 2021). Dari pengujian yang dilakukan dengan Yulianto dkk., (2018) Minyak hasil pirolisis campuran PP dan PET diketahui memiliki konsumsi bahan bakar yang lebih irit jika dibandingkan dengan bahan bakar premium (Yulianto et al., 2018).

Karakteristik *Fuel* Pirolisis Sampah Plastik Jenis *Polystyrene* (PS)

Polistirene (PS) adalah termoplastik berlogo 6 dan merupakan polimer aromatik serta memerlukan proses yang sangat panjang untuk didaur ulang. PS mengandung benzene, ketika dibakar, plastik PS akan mengeluarkan api berwarna kuning - jingga, dan meninggalkan jelaga (Trisunaryanti et al., 2018). Analisis karakteristik minyak hasil pirolisis telah dikaji oleh banyak peneliti. Hasil produksi minyak pirolisis yang dilakukan oleh Dewi (2017) dinyatakan cenderung mendekati karakteristik bahan bakar bensin jika ditinjau dari viskositas kinematik, gross heating value, flash point, dan jumlah atom karbonnya. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Eldwita dkk., (2020) pada jenis plastik yang sama dengan penambahan katalis Gamma Alumina 10% pada temperatur reaktor 400 °C dan Zeolit alam 10% pada temperatur reaktor 450 °C menghasilkan produk yang karakteristiknya lebih cenderung mendekati solar 48 dengan persentase fraksi kerosin-diesel 38,47% dan Gasoline 24,84% untuk produk dengan penambahan katalis Gamma Alumina 10% dan mengandung fraksi kerosin-diesel sebesar 41,02% dan gasoline 29,67% pada produk minyak pirolisis dengan penambahan katalis zeolit alam 10%. Volume minyak yang dihasilkan dengan penambahan katalis Gamma

Alumina pun diketahui lebih banyak dibandingkan dengan penambahan katalis zeolit alam (Eldwita et al., 2020). Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Aswan dkk., (2021) pada sampah plastik jenis PS dengan penambahan katalis Gamma alumina 10% dan suhu reaktor 400 °C menghasilkan produk utama yang mengandung fraksi Gasoline 49.87% dan kerosene 25,61% sehingga karakteristik minyak pirolisis sampah plastik PS dapat dikatakan lebih cenderung mendekati bensin (Aswan et al., 2021).

4. KESIMPULAN

Metode pirolisis merupakan metode yang paling potensial digunakan untuk mengolah sampah plastik jenis termoplastik menjadi bahan bakar minyak. Jika ditinjau dari karakteristiknya yaitu berdasarkan besarnya nilai kalor, viskositas, densitas, dan fraksi senyawa kimia yang terkandung dalam bahan bakar minyak pirolisis sampah plastik, seluruh jenis sampah plastik diketahui berpotensi untuk diolah menjadi bahan bakar, dengan karakteristik bahan bakar cenderung mirip kerosin (minyak tanah), gasoline (bensin), dan *diesel* (solar). Namun, beberapa hasil penelitian menyatakan jika plastik PET kurang memberikan hasil yang maksimum baik pada kuantitas maupun kualitas terhadap produk bahan bakar jika dibandingkan dengan jenis plastik lainnya. Dari hasil kajian ini dapat diketahui, jika jenis plastik yang digunakan dapat memberikan hasil yang berbeda terhadap *fuel* yang dihasilkan, akan tetapi karakteristik bahan bakar minyak pirolisis tidak hanya dipengaruhi oleh jenis plastik yang digunakan saja, melainkan juga dipengaruhi oleh variabel suhu, lama waktu pemanasan, serta penambahan katalis pada proses pemanasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Atmadja, S. T., & Arijanto. (2017). Pengujian Alat Pengolah Limbah Plastik Jenis Ps (Polystyrene) Menjadi Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 5(2), 100–105.
- Adoe, D. G. H., Bunganaen, W., Krisnawi, I. F., & Soekwanto, F. A. (2016). Pirolisis Sampah Plastik PP (Polypropylene) menjadi Minyak Pirolisis sebagai Bahan Bakar Primer. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, 3(1), 17–26.
- Agustin, E. W. (2022). *Minyak Bumi dan Pengolahannya*. CV MEDIA EDUKASI

- CREATIVE.
- Alwathan, H. (2022). *Mengatasi Sulfur pada Oli Limbah Mesin Menggunakan Batu Bara*. CV Literasi Nusantara Abadi.
- Amalia Ardianti, D. (2019). Rancang Bangun Alat Pengkonversi Sampah Plastik Menggunakan Metode Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak dalam Upaya Penanganan Masalah Lingkungan. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 3(2), 91–96.
- Aswan, A., Pujiastuti L, S., Ridwan, K. ., Fatria, F., Trijayanti, B., Pratiwi L, B., & Sari, R. H. H. (2021). Pengolahan Plastik Polystyrene dan Polypropylene Menjadi Liquid Fuel Menggunakan Katalis Gamma Alumina dan Zeolit Teraktivasi Dalam A Single Stage Separator. *Publikasi Penelitian Terapan dan Kebijakan*, 4(2), 65–73.
- Bajus, M., & Hájeková, E. (2010). Thermal Cracking of the Model Seven Components Mixed Plastics Into Oils / Waxes. *Petroleum & Coal*, 52(3), 164–172.
- Cantika, R., Akbar, H. A., Aswan, A., Ridwan, K. A., Syakdani, A., & Taufik, M. (2022). Pengolahan Limbah Plastik Jenis Polypropylene (PP) dan Low Density Polyethylene (LDPE) Menjadi Bahan Bakar Cair Melalui Proses Catalytic Thermal Cracking Menggunakan Katalis FCC. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, 2(10), 437–445.
- Dewi, I. N. D. K. (2017). Karakteristik Minyak Hasil Pirolisis Batch Sampah Plastik Polyethylene dan Polystyrene pada Berbagai Suhu. *Jurnal ENERGY*, 7(1), 52–55.
- Dhaniswara, T. K., & Fahriani, D. (2021). Produksi Bahan Bakar Minyak (BBM) dari Sampah Botol Plastik Bekas Air Minum dengan Metode Pirolisis. *Journal of Research and Technology*, 7(1), 83–92.
- 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.
- Fanani, N., Novianarenti, E., Ningsih, E., Udyani, K., Saputra, A., Surabaya, U. T., Perkapalan, P., Surabaya, N., Teknologi, I., & Tama, A. (2017). Konversi plastik hdpe menjadi fuel melalui proses pirolisis. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur II FTSP ITATS*, 452–456.
- Ghodke, P. K. (2021). High-quality hydrocarbon fuel production from municipal mixed plastic waste using a locally available low-cost catalyst. *Fuel Communications*, 8, 100022.
- Grumezescu, V., & Grumezescu, A. (2019). *Materials for Biomedical Engineering: Thermoset and Thermoplastic Polymers - 1st Edition*. Elsevier Science.
- Irianto. (2022). *Campuran Aspal Plastik "Kekuatan dan Ketahanan Campuran AC-Wc"*. TOHAR MEDIA.
- 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.
- Jahiding, M., Nurfiandi, E., Hasan, E. S., Rizki, R. S., & Mashuni. (2020). Analisis Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Kualitas Bahan Bakar Minyak dari Limbah Plastik Polipropilena. *Gravitasi*, 19(1), 6–10.
- Kamal, D. M. (2022). Penambahan Katalis Karbon Aktif dan Tanah Liat Bentonit Pada Pirolisis Sampah Plastik Polyethylene Terephthalate (PETE). *Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur*, 05(01), 23–28.
- Kurniawan, E., & Nasrun. (2017). Karakterisasi Bahan Bakar dari Sampah Plastik Jenis High Density Polyethelene (HDPE) Dan Low Density Polyethelene (LDPE). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 3(2), 41–52.
- 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.
- Lubis, D. A., Arifin, Fitrianiingsih, Y., Pramadita, S., & Asbanu, G. C. (2022). *Pengolahan Sampah Plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan PET (Polyethylene Terephthalate) Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Pirolisis*. 20(4), 735–742.
- Miandad, R., Barakat, M. A., Aburiazaiza, A. S., Rehan, M., Ismail, I. M. I., & Nizami, A. S. (2017). Effect of plastic waste types on pyrolysis liquid oil. *International Biodeterioration and Biodegradation*,

- 119, 239–252.
- Muchammad. (2018). Analisis Pemanfaatan Limbah Sampah Plastik Jenis Polypropylene Menjadi Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 14(1), 69–74.
- Novarini, N., Kurniawan, S., Rusdianasari, R., & Bow, Y. (2021). Kajian Karakteristik dan Energi pada Pirolisis Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE). *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 5(1), 61.
- 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), 91–100.
- Obeid, F., Zeaiter, J., Al-Muhtaseb, A. H., & Bouhadir, K. (2014). Thermo-catalytic pyrolysis of waste polyethylene bottles in a packed bed reactor with different bed materials and catalysts. *Energy Conversion and Management*, 85, 1–6.
- Sari, G. L. (2017). Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 6–13.
- SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional). (2022). 2022. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Sukadi, & Novarini. (2019). Rancang Bangun Alat Pirolisis untuk Daur Ulang Sampah Kantong Plastik. *Jurnal Ilmiah TEKNIKA*, 5(2), 96–102.
- Sumartono, Ibrahim, H., & Sarjianto. (2018). Uji Karakteristik Bahan Bakar Minyak (BBM) Dari Limbah Plastik. *9th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 23(1), 380–385.
- Surono Untoro Budi, & Ismanto. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Mekanika dan Sistem Termal*, 1(1), 32–37.
- Trisunaryanti, W., Press, U. G. M., & Press, G. M. U. (2018). *Dari Sampah Plastik Menjadi Bensin Solar*. UGM PRESS.
- Vijayakumar, A., & Sebastian, J. (2018). Pyrolysis process to produce fuel from different types of plastic - A review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 396(1).
- Wisnujati, A., & Yudhanto, F. (2020). Analisis karakteristik pirolisis limbah plastik low density polyethylene (LDPE) sebagai bahan bakar alternatif. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(1).
- Xavier, S. F. (2022). *Thermoplastic Polymer Composites: Processing, Properties, Performance, Applications and Recyclability*. Wiley.
- Yona, D., Zahran, M. F., Fuad, M. A. Z., Pranoto, Y. P., & Harlyan, L. I. (2021). *Mikroplastik di Perairan: Jenis, Metode Sampling, dan Analisis Laboratorium*. Universitas Brawijaya Press.
- Yulianto, W., Nuryosuwito, N., & Rhozman, F. (2018). Perbandingan Bahan Bakar Premium Dengan Produk Cair Hasil Pyrolisis Plastik PET dan PP. *Jurnal Mesin Nusantara*, 1(2), 114–121.