

ABSTRAK

KONVERSI LIMBAH PLASTIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* DAN *POLYPROPYLENE* MENJADI BAHAN BAKAR CAIR MENGGUNAKAN METODE PIROLISIS DENGAN KATALIS *ZEOLITE*

(Wahyudi Firmansyah, 2026: 46 Halaman, 9 Tabel, 12 Gambar, 3 Lampiran)

Meningkatnya kebutuhan energi serta semakin berkurangnya cadangan bahan bakar fosil mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang berkelanjutan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan limbah plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *Polypropylene* (PP) sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar cair melalui proses pirolisis yang dikombinasikan dengan *catalytic cracking* menggunakan zeolit alam teraktivasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi katalis zeolit alam teraktivasi terhadap rendemen dan karakteristik bahan bakar cair hasil pirolisis campuran plastik HDPE dan PP. Proses pirolisis dilakukan pada temperatur 400°C selama 60 menit dengan variasi konsentrasi katalis 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% (b/b). Produk cair dianalisis berdasarkan rendemen, densitas, viskositas, titik nyala, nilai kalor, serta komposisi senyawa menggunakan *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen meningkat dari 15,25% menjadi optimum sebesar 23,00% pada penggunaan katalis 6%, kemudian menurun menjadi 16,05% pada konsentrasi 8% akibat terjadinya *secondary cracking* yang meningkatkan pembentukan gas. Karakteristik bahan bakar cair juga mengalami perbaikan dengan penurunan densitas dari 748,05 menjadi 734,36 kg/m³, penurunan viskositas dari 5,6280 menjadi 4,1533 cP, penurunan titik nyala dari 35°C menjadi 33°C, serta peningkatan nilai kalor hingga 47,20 MJ/kg. Hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa produk cair didominasi oleh fraksi *gasoline* (C5–C12) sebesar 33,66% dan fraksi *kerosine* (C13–C16) sebesar 30,34%, sehingga total hidrokarbon ringan hingga menengah mencapai 64,00%, sedangkan fraksi *diesel* (C17–C20) dan hidrokarbon berat (C20+) masing-masing sebesar 16,65% dan 19,35%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan zeolit alam teraktivasi sebesar 6% merupakan kondisi optimum untuk menghasilkan bahan bakar cair dengan rendemen tertinggi dan karakteristik yang paling mendekati bahan bakar komersial.

Kata Kunci: Sampah Plastik, Pirolisis, *Catalytic Cracking*, *High Density Polyethylene*, *Polypropylene*, Katalis Zeolit, Bahan Bakar Cair

ABSTRACT

CONVERSION OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE AND POLYPROPYLENE PLASTIC WASTE INTO LIQUID FUEL USING THE PYROLYSIS METHOD WITH A ZEOLITE CATALYST

(Wahyudi Firmansyah, 2026: 46 Pages, 9 Tables, 12 Figures, 3 Attachments)

The increasing demand for energy and the depletion of fossil fuel reserves have encouraged the development of sustainable alternative energy sources. One potential approach is the utilization of High-Density Polyethylene (HDPE) and Polypropylene (PP) plastic waste as raw materials for producing liquid fuel through pyrolysis combined with catalytic cracking using activated natural zeolite. This study aims to investigate the effect of activated natural zeolite catalyst concentration variations on the yield and characteristics of liquid fuel produced from the pyrolysis of HDPE and PP plastic mixtures. The pyrolysis process was conducted at a temperature of 400°C for 60 minutes with catalyst concentration variations of 0%, 2%, 4%, 6%, and 8% (w/w). The resulting liquid fuel was analyzed based on yield, density, viscosity, flash point, calorific value, and hydrocarbon composition using Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS). The results showed that the liquid fuel yield increased from 15.25% to an optimum value of 23.00% at a catalyst concentration of 6%, followed by a decrease to 16.05% at 8% catalyst concentration due to secondary cracking reactions that promoted greater gas formation. The fuel characteristics improved with the addition of activated natural zeolite, indicated by a decrease in density from 748.05 to 734.36 kg/m³, a decrease in viscosity from 5.6280 to 4.1533 cP, a decrease in flash point from 35°C to 33°C, and an increase in calorific value reaching 47.20 MJ/kg. GC-MS analysis revealed that the liquid fuel consisted of various hydrocarbon compounds classified into fuel fractions, including *gasoline* (C₅–C₁₂) at 33.66%, kerosene (C₁₃–C₁₆) at 30.34%, *diesel* (C₁₇–C₂₀) at 16.65%, and heavy hydrocarbons (>C₂₀) at 19.35%. These results indicate that the liquid fuel produced through catalytic thermal cracking contains hydrocarbon compounds corresponding to *gasoline*, kerosene, and *diesel* fuel fractions. The use of 6% activated natural zeolite represents the optimum condition for producing liquid fuel with the highest yield and improved fuel characteristics.

Keywords: Plastic Waste, Pyrolysis, Catalytic Cracking, High Density Polyethylene, Polypropylene, Zeolite Catalyst, Liquid Fuel