



LAPORAN HASIL PENELITIAN

FAST CO-PYROLYSIS DARI CAMPURAN MINYAK JELANTAH (WCO) DAN HIGH-DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) MENJADI BAHAN BAKAR BIOSOLAR (B30)

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia mengalami permasalahan dalam memenuhi kebutuhan di bidang energi, salah satunya yaitu Bahan Bakar Minyak (BBM). Kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor dan aktivitas industri. Pada tahun 2023, Indonesia mencatat konsumsi bahan bakar minyak (BBM) domestik sebesar 80,29 juta Kiloliter. Sementara itu, kapasitas produksi BBM dalam negeri hanya mampu memenuhi sekitar 43,87 juta Kiloliter atau sebesar 54,63% dari total kebutuhan nasional. Untuk memenuhi kekurangan tersebut, pemerintah melakukan impor BBM sebesar 36,43 juta Kiloliter (ESDM, 2023). Hal ini menunjukkan tingkat ketergantungan terhadap pasokan luar negeri yang cukup tinggi. Nilai impor yang tinggi tersebut tidak hanya membebani anggaran negara, tetapi juga menyebabkan resiko ketahanan energi nasional terhadap fluktuasi harga minyak semakin besar (Susanto, 2025). Data ini menunjukkan bahwa produksi domestik BBM masih belum mencukupi, sehingga diperlukan alternatif bahan bakar yang dapat dikembangkan dari bahan lokal atau limbah domestik, seperti minyak jelantah dan plastik, melalui pendekatan teknologi seperti pirolisis.

Salah satu teknologi yang dapat dilakukan untuk menghasilkan bahan bakar alternatif adalah pirolisis, yaitu proses termokimia yang menguraikan senyawa organik dalam kondisi bebas oksigen. Pirolisis mampu mengubah limbah organik maupun plastik menjadi produk utama berupa bio-oil, gas, dan char (Novendri, 2021). Untuk meningkatkan kualitas produk pirolisis, dilakukan pendekatan *co-pyrolysis*, yaitu pirolisis dua bahan secara bersamaan. *Co-pyrolysis* terbukti dapat meningkatkan yield dan mutu bio-oil (Seah, 2023). *Co-pyrolysis* limbah biomassa dengan plastik seperti *High-Density Polyethylene* (HDPE) mampu meningkatkan kandungan hidrokarbon dalam bio-oil dan menurunkan kandungan oksigen, sehingga menghasilkan bahan bakar yang lebih stabil (Lv, 2020). Oleh karena itu,



LAPORAN HASIL PENELITIAN

FAST CO-PYROLYSIS DARI CAMPURAN MINYAK JELANTAH (WCO) DAN HIGH-DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) MENJADI BAHAN BAKAR BIOSOLAR (B30)

pirolisis dan khususnya *co-pyrolysis* dapat menjadi solusi yang strategis dalam menghasilkan bahan bakar cair dari limbah.

Minyak jelantah merupakan limbah minyak nabati bekas yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku energi terbarukan karena kandungan karbon organik yang tinggi dan sifatnya yang mudah diolah (Tamim, 2024). Penggunaan minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif dapat mengurangi limbah yang dapat mencemari lingkungan serta mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Shitao, 2020). Minyak jelantah dalam proses pirolisis menghasilkan biofuel dengan densitas 899 kg/m^3 atau $0,889 \text{ g/mL}$ dan berada pada rentang $1,6 - 5,0 \text{ cSt}$ (Banchapattanasakda, 2023a). Selain itu, pirolisis minyak jelantah juga menghasilkan hidrokarbon dengan jumlah karbon $C_5 - C_{20}$ yang menyerupai biosolar (Ferreira, 2024; Jiang, 2022). Namun, pirolisis minyak jelantah murni menghasilkan bio-oil dengan densitas dan viskositas yang tinggi (Fardhyanti, 2020). Minyak jelantah juga masih mengandung trigliserida yang menyebabkan kandungan asam semakin tinggi. Pirolisis minyak jelantah yang dilakukan dengan karbon aktif menghasilkan nilai kalor yang cukup rendah dibandingkan spesifikasi bahan bakar, yaitu sebesar $40,20 \text{ kJ/g}$ (P. P. Singh, 2024). *Co-pyrolysis* minyak jelantah dengan ironbark dengan katalis Y-Zeolit menghasilkan bio-oil dengan yield optimal sebesar 55,3% (D. Singh, 2024). Hal ini membuat bio-oil dari minyak jelantah kurang optimal sebagai bahan bakar cair. Selain itu, proses pirolisis minyak jelantah menghasilkan residu padat dan gas yang lebih banyak sehingga efisiensi konversi energi menjadi bio-oil menurun (Feria, 2021). Oleh karena itu, diperlukan metode untuk meningkatkan kualitas produk pirolisis minyak jelantah, seperti dengan menambahkan bahan baku lain yang dapat memberikan efek sinergis dalam proses pirolisis.

High-Density Polyethylene (HDPE) merupakan salah satu jenis plastik yang banyak digunakan dan memiliki kandungan karbon yang tinggi serta struktur hidrokarbon yang stabil. HDPE menghasilkan biooil yang memiliki densitas sebesar $0,8006 \text{ g/mL}$ dan viskositas $3,3 \text{ cSt}$. Selain itu, hasil pirolisis hdpe mengandung banyak hidrokarbon dan meningkatkan kualitas bio-oil, sehingga



LAPORAN HASIL PENELITIAN

FAST CO-PYROLYSIS DARI CAMPURAN MINYAK JELANTAH (WCO) DAN HIGH-DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) MENJADI BAHAN BAKAR BIOSOLAR (B30)

dapat membantu meningkatkan kualitas bio-oil jika dicampurkan dengan minyak jelantah (Kurniawan, 2024). HDPE terdegradasi melalui pemutusan ikatan karbon menjadi fragmen yang luas $C_5 - C_{30}$ namun sebagian besar pada rentang $C_{10} - C_{30}$ yang menyerupai jumlah karbon biosolar (Raveh-Amit, 2022). Penambahan HDPE dapat meningkatkan nilai kalor pada produk biofuel. Selain itu, HDPE juga menurunkan densitas dan viskositas bio-oil, sehingga bahan bakar mudah mengalir dan dapat diaplikasikan pada mesin pembakaran (Rahman, 2021a). Oleh karena itu, HDPE dapat digunakan sebagai bahan baku tambahan untuk meningkatkan kualitas dari biofuel yang dihasilkan.

Penelitian mengenai proses pirolisis minyak jelantah dan penambahan HDPE sangat penting dilakukan untuk mengatasi berbagai permasalahan yang muncul dari pirolisis minyak jelantah murni, seperti tingginya densitas, viskositas, dan kandungan asam. Penambahan HDPE diharapkan bisa menurunkan densitas, viskositas, dan menaikkan kadar hidrokarbon sehingga bahan bakar lebih stabil dan layak digunakan. Penelitian ini digunakan biji plastik HDPE, namun dalam penerapannya diharapkan menggunakan limbah plastik HDPE dari sampah rumah tangga atau industri. Penelitian ini tidak hanya untuk pengembangan bahan bakar alternatif, tetapi juga untuk membantu mengurangi limbah plastik dan mendukung energi yang berkelanjutan. Seiring dengan meningkatnya limbah plastik HDPE yang sulit terurai di lingkungan, pemanfaatannya dalam proses *co-pyrolysis* menjadi solusi yang potensial untuk mengurangi pencemaran sekaligus menghasilkan bahan bakar alternatif. *Co-pyrolysis* minyak jelantah dan HDPE pada penelitian ini diharapkan menghasilkan *biofuel* dengan densitas sekitar 0,820 – 0,870 g/mL dan viskositas 2,0 – 5,0 cSt sehingga *biofuel* yang diperoleh dapat mendekati karakteristik bahan bakar jenis biosolar (B30).

I.2 Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan massa minyak jelantah dan plastik HDPE sebagai rasio campuran bahan baku terhadap minyak (*biofuel*) hasil pirolisis. Penelitian ini difokuskan pada penentuan rasio



LAPORAN HASIL PENELITIAN

FAST CO-PYROLYSIS DARI CAMPURAN MINYAK JELANTAH (WCO) DAN HIGH-DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) MENJADI BAHAN BAKAR BIOSOLAR (B30)

campuran terbaik dan yield *biofuel* hasil pirolisis dengan karakteristik yang mendekati bahan bakar jenis biosolar (B30).

I.3 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam menentukan rasio optimal minyak jelantah dan HDPE. Selain itu, pengembangan teknologi pengolahan limbah minyak jelantah dan plastik HDPE menjadi bahan bakar alternatif yang mendekati bahan bakar jenis biosolar (B30).



LAPORAN HASIL PENELITIAN

FAST CO-PYROLYSIS DARI CAMPURAN MINYAK JELANTAH (WCO) DAN HIGH-DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) MENJADI BAHAN BAKAR BIODIESEL (B30)

injeksi bahan bakar ke ruang bakar mesin. *Biofuel* yang dilakukan analisis merupakan hasil kondensasi pirolisis dengan fase cair (produk). Penentuan nilai viskositas dilakukan dengan dua metode yakni secara dinamis dan kinematik. Perhitungan viskositas dinamis dilakukan menggunakan persamaan 3.3 sedangkan viskositas kinematik dilakukan menggunakan persamaan 3.4. Hasil analisis viskositas secara dinamis (satuan cP) dan kinematik (satuan cSt) tersaji pada Tabel IV.6.

Tabel IV.5 Pengaruh Penambahan Massa Plastik HDPE terhadap Viskositas (μ) *Biofuel* pada Variasi Massa Minyak Jelantah (WCO)

Minyak Jelantah (gram)	HDPE (gram)	Viskositas	
		cP	cSt
0	25	0,7289	0,9127
	50	0,7597	0,9527
	75	0,7253	0,9200
	100	0,7562	0,9624
25	0	4,8844	5,5016
	25	2,3807	2,8327
	50	2,0032	2,4091
	75	1,7464	2,1288
	100	1,5638	1,9188
50	0	4,9148	5,4870
	25	3,5603	4,1969
	50	2,8582	3,4165
	75	2,4904	2,9893
	100	2,1307	2,5912
75	0	4,9538	5,5234
	25	3,8076	4,4238
	50	3,4442	4,0391
	75	2,8352	3,3886
	100	2,1909	2,6276
100	0	5,0236	5,5962
	25	4,2706	4,8935
	50	3,7910	4,3983
	75	3,1511	3,7078
	100	2,8389	3,3679