

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi global yang terus meningkat mendorong kenaikan kebutuhan energi secara signifikan. Ketergantungan yang masih tinggi terhadap energi fosil menimbulkan kekhawatiran terkait keberlanjutan pasokan energi di masa mendatang serta dampaknya terhadap lingkungan. Studi terbaru menunjukkan bahwa sektor energi berbasis bahan bakar fosil masih menjadi kontributor utama emisi gas pencemar, termasuk nitrogen oksida (NO_x), partikulat (PM), dan karbon monoksida (CO), yang berperan besar terhadap perubahan iklim dan degradasi kualitas udara (World Energy Outlook, 2023). Kondisi tersebut mendorong berbagai negara untuk mengembangkan sumber energi terbarukan sebagai alternatif pengganti bahan bakar konvensional. Negara-negara tropis, termasuk Indonesia, memiliki potensi besar dalam pengembangan energi terbarukan berbasis biomassa, khususnya biodiesel yang berasal dari bahan baku nabati seperti *jatropha*, kedelai, canola, dan minyak kelapa sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO) (A.E. Atabani, 2023); (Nithya et al., 2024)). Indonesia sebagai produsen kelapa sawit terbesar dunia memiliki peluang besar dalam pemanfaatan CPO sebagai bahan bakar alternatif karena ketersediaannya yang melimpah serta potensinya dalam mendukung pengurangan emisi dan ketahanan energi nasional.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa biodiesel berbasis CPO memiliki karakteristik energi yang relatif mendekati bahan bakar diesel konvensional, terutama dari sisi nilai kalor dan angka setana, sehingga dapat digunakan pada mesin diesel tanpa modifikasi signifikan (Ooi et al., 2024). Namun demikian, perbedaan sifat fisikokimia biodiesel seperti viskositas dan densitas yang lebih tinggi dapat menyebabkan volatilitas yang lebih rendah, atomisasi bahan bakar yang kurang optimal, serta keterlambatan proses dekomposisi termal selama pembakaran (Encinar et al., 2021). Kondisi tersebut berpotensi memicu pembentukan deposit karbon pada berbagai komponen mesin diesel. Pembentukan deposit karbon dapat menyebabkan penyempitan diameter lubang injektor, perubahan pola semprotan bahan bakar, serta gangguan aliran bahan bakar yang berpotensi menurunkan performa mesin dan meningkatkan konsumsi bahan bakar. Penelitian terkini menunjukkan bahwa penggunaan minyak nabati secara langsung atau dalam bentuk campuran dengan solar dapat meningkatkan pembentukan deposit akibat viskositas bahan bakar yang tinggi

dan proses pembakaran yang tidak sempurna (Agustina et al., 2022) . Beberapa studi juga melaporkan bahwa perlakuan preheating pada minyak nabati mampu menurunkan viskositas bahan bakar dan mengurangi pembentukan deposit dibandingkan bahan bakar tanpa pemanasan (Hoang et al., 2022).

Karakteristik bahan bakar CPO tidak hanya memengaruhi proses pembakaran dan emisi gas buang, tetapi juga berpengaruh terhadap mekanisme pertumbuhan deposit pada komponen penting mesin diesel seperti injektor, *piston crown*, *cylinder head*, serta *intake* dan *exhaust valve*. Viskositas yang tinggi menyebabkan droplet bahan bakar tidak mengatomisasi dengan baik ketika disemprotkan melalui injektor, sehingga peningkatan residu karbon yang tidak terbakar lebih besar. Akibatnya, pembakaran yang tidak optimal ini menyebabkan pembentukan deposit karbon pada permukaan injektor, *piston crown*, *intake* dan *exhaust valve*, dan *cylinder head* (Mansur, 2023). Deposit tersebut tersusun dari berbagai material residu yang terakumulasi secara bertahap selama pengoperasian mesin. Oleh karena itu, analisis sifat kimia dan morfologi deposit menggunakan metode karakterisasi material seperti FTIR menjadi penting untuk memahami mekanisme pembentukan deposit dan dampaknya terhadap kinerja mesin (Zhang et al., 2022). Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki laju pertumbuhan deposit, komposisi kimia serta karakteristik morfologi deposit, serta pengaruh pertumbuhan deposit terhadap performa dan emisi mesin diesel yang menggunakan bahan bakar preheated *Crude Palm Oil* (CPO).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbedaan karakteristik fisikokimia bahan bakar preheated *Crude Palm Oil* (CPO) dan B35 memengaruhi laju perkembangan deposit pada mesin diesel?
2. Bagaimana komposisi kimia dan ciri morfologi deposit yang terbentuk pada komponen mesin diesel akibat penggunaan bahan bakar *preheated Crude Palm Oil* (CPO) dan B35?
3. Bagaimana pengaruh penambahan deposit terhadap unjuk kerja mesin diesel, seperti *brake power*, *brake torque*, *brake thermal efficiency*, dan *brake specific fuel consumption*?
4. Bagaimana dampak laju pertumbuhan deposit terhadap karakteristik emisi gas buang mesin diesel yang dihasilkan selama pengoperasian jangka panjang?

1.3 Tujuan

1. Menyelidiki laju pertumbuhan deposit pada beberapa komponen mesin diesel mencakup massa deposit sebagai respon terhadap perbedaan karakteristik bahan bakar *preheated Crude Palm Oil* (CPO) dan B35.
2. Menganalisis komposisi dan ciri morfologi deposit yang terbentuk, dengan memperhatikan perbedaan karakteristik bahan bakar *preheated Crude Palm Oil* (CPO) dan B35.
3. Memahami hubungan anatara laju pertumbuhan deposit terhadap unjuk kerja mesin diesel dan emisi yang dihasilkan.

1.4 Batasan Masalah

1. Bahan bakar yang digunakan merupakan *preheated Crude Palm Oil* (CPO) dan B35.
2. *Crude Palm Oil* (CPO) yang digunakan diperoleh dari PT. Salim Ivomas Pratama Tbk, serta Dexlite yang digunakan diperoleh dari PT. Pertamina.
3. Pengujian dilakukan pada mesin diesel Kubota RD 65 DI-NB dengan sedikit tambahan modifikasi *heater* pada sistem suplai bahan bakar *Crude Palm Oil* (CPO).
4. Pengujian dilakukan selama 300 jam operasi, dimana kondisi beban dipertahankan, dengan total daya sebesar 4000 Watt.
5. Analisa deposit pada mesin diesel difokuskan pada komponen mesin yang berhubungan dengan sistem pembakaran, seperti injektor, *cylinder head*, *crown piston*, serta *intake* dan *exhaust valve*.
6. Pengujian emisi gas buang hanya mencakup CO, NO, SO₂, H₂.

1.5 Manfaat

1. Memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang mesin diesel dan bahan bakar alternatif.
2. Memberikan peluang bagi penelitian lanjutan dan pengembangan teknologi yang lebih baik dalam penggunaan bahan bakar alternatif pada mesin diesel.