

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Implementasi biodiesel di Indonesia merupakan bagian dari upaya transisi menuju energi terbarukan dan mendukung *Net Zero Emission* (NZE) pada 2060. Program mandatori biodiesel, yang dimulai dengan campuran B20 (20% biodiesel dalam solar) hingga kini mencapai B40, telah berhasil mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil serta menurunkan emisi gas rumah kaca. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2022 penggunaan biodiesel berhasil menghemat devisa hingga USD 4,54 miliar dan menurunkan emisi CO₂ sebesar 34,9 juta ton (Hendraloka *et al.*, 2022).

Biodiesel merupakan salah satu energi terbarukan yang diproduksi dari minyak tumbuhan atau lemak hewani melalui proses transesterifikasi. Biodiesel generasi pertama menggunakan bahan baku dari tanaman pangan, seperti minyak kelapa sawit, minyak kedelai dan lainnya. Kelebihan teknologi produksi biodiesel generasi pertama relatif sederhana dan sudah banyak digunakan, namun berpotensi bersaing dengan kebutuhan pangan manusia (Arita *et al.*, 2022). Biodiesel generasi kedua menggunakan limbah pertanian atau minyak non-pangan, sehingga tidak mengganggu suplai pangan, namun proses produksinya lebih kompleks dan memerlukan biaya lebih tinggi. Biodiesel generasi ketiga memanfaatkan mikroalga yang memiliki tingkat produksi biomassa yang tinggi dan tidak memerlukan lahan subur, tetapi teknologi ini masih dalam tahap pengembangan dan belum ekonomis untuk diproduksi secara masal.

Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum L.*) merupakan salah satu jenis tanaman yang hidup dan tumbuh di daerah berpasir seperti tepian sungai dan pesisir pantai. Selain itu nyamplung merupakan salah satu sumber bahan baku biodiesel generasi kedua yang menarik perhatian dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Nyamplung memiliki kandungan minyak dengan kadar tinggi sekitar 40 – 73% sehingga pemanfaatannya tidak bersaing dengan kebutuhan pangan seperti pada generasi pertama (Lestari, 2024). Belum

banyak penelitian dan pengembangan skala besar mengenai nyamplung. Oleh karena itu, pemanfaatan komersialnya masih terbatas dibandingkan dengan biodiesel lainnya seperti kelapa sawit.

Penelitian yang dilakukan oleh (Hamidi *et al.*, 2023) memfokuskan pada pengaruh penambahan senyawa alkohol terhadap karakteristik pembakaran asam lemak linoleat. Penambahan alkohol mampu menurunkan waktu tunda penyalaan dari 2,1 detik menjadi 0,65 detik (metanol), 0,89 detik (etanol), 1,07 detik (propanol), dan 1,56 detik (butanol). Senyawa methanol mempunyai pengaruh paling nyata dalam mempercepat kenaikan suhu namun menghasilkan suhu maksimum yang lebih rendah. Penelitian yang dilakukan oleh (Yulianti, Hamidi and Lazuardi, 2023) memfokuskan pada peningkatan kandungan metil oleat pada campuran bahan bakar akan meningkatkan *ignition delay*, *burning time* waktu, ekspansi termal *droplet* serta fluktuasi diameter *droplet*, dan suhu pembakaran. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada campuran bahan bakar secara umum. Karakteristik pembakaran asam lemak tunggal seperti asam oleat dan asam linoleat pada minyak nyamplung belum banyak dikaji.

Minyak nyamplung melalui proses transesterifikasi untuk diubah menjadi *metil ester* (biodiesel) yang memiliki sifat seperti bahan bakar diesel. Pembakaran dari biodiesel cenderung menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan diesel fosil, terutama dalam hal karbon monoksida (CO) dan sulfur oksida (SOx). Minyak nyamplung memiliki viskositas yang lebih tinggi dan menyebabkan pembakaran yang kurang merata. Untuk mengatasi hal ini, penggunaan aditif atau campuran dengan alkohol seperti butanol digunakan untuk meningkatkan sifat pembakaran seperti mengurangi viskositas, dan memperbaiki distribusi bahan bakar selama pembakaran (Syarifudin, Supriyadi and Dairoh, 2019).

Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya, asam lemak tunggal minyak nyamplung dan butanol dipilih karena penelitian ini masih terbatas. Penelitian ini akan difokuskan untuk mengkaji lebih lanjut mengenai asam lemak tunggal dari minyak nyamplung yaitu asam oleat dan asam linoleat dengan campuran butanol sebagai bahan bakar alternatif. Campuran yang akan digunakan

menggunakan beberapa konsentrasi butanol sebesar 0%, 20%, 30%, dan 40% yang akan dicampurkan dengan asam oleat dan asam linoleat murni. Dengan pendekatan yang dilakukan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan data yang komprehensif mengenai karakteristik pembakaran seperti *ignition delay time* dan durasi nyala api, evolusi diameter *droplet*, temperatur pembakaran dan visualisasi api saat pembakaran.

Tujuan dari penelitian ini untuk mendukung transisi energi menuju *Net Zero Emission* (NZE) pada tahun 2060 dengan memberikan solusi bahan bakar alternatif ini. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam pengembangan bahan bakar alternatif sekaligus mendukung kebijakan pemerintah dalam mewujudkan energi yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi kandungan butanol pada asam lemak tunggal minyak nyamplung terhadap *ignition delay time* dan durasi nyala api, evolusi diameter *droplet*, dan temperatur pembakaran?
2. Bagaimana pengaruh variasi kandungan butanol pada asam lemak tunggal minyak nyamplung terhadap visualisasi api saat pembakaran?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas didapatkan tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi kandungan butanol pada asam lemak tunggal minyak nyamplung terhadap *ignition delay time* dan durasi nyala api, evolusi diameter *droplet*, dan temperatur pembakaran?
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi kandungan butanol pada asam lemak tunggal minyak nyamplung terhadap visualisasi api saat pembakaran.

1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan – batasan masalah pada penelitian ini, antara lain :

1. Penelitian ini menggunakan asam lemak tunggal berupa asam oleat dan asam linoleat sebagai bahan bakar utama.
2. Karakteristik pembakaran yang dianalisis terbatas pada kondisi *droplet* (tetesan).
3. Tekanan udara sebesar 1 atm.
4. Temperatur ruangan yaitu 28,1 – 28, 9°C.
5. Udara dan bahan bakar dianggap tercampur dengan sempurna.
6. Pengujian pembakaran dilakukan dalam lingkungan laboratorium yang terkontrol, tanpa memperhitungkan kondisi eksternal seperti tekanan dan suhu.
7. Parameter pembakaran yang diukur dibatasi pada distribusi temperatur, *ignition delay*, dan *burning rate* saat pembakaran.
8. Teknik pengukuran dibatasi pada metode eksperimental berbasis laboratorium.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memahami pengaruh variasi kandungan butanol pada asam lemak tunggal minyak nyamplung terhadap *ignition delay time* dan durasi nyala api, evolusi diameter *droplet*, dan temperatur pembakaran.
2. Memahami pengaruh variasi kandungan butanol pada asam lemak tunggal minyak nyamplung terhadap visualisasi api saat pembakaran.