

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terbatasnya ketersediaan sumber energi fosil (batubara, minyak bumi dan gas alam) yang tidak dapat diperbaharui dan konsumsi bahan bakar yang sangat besar saat ini menyebabkan perlunya pengembangan energi terbarukan yang berasal dari alam [1][2]. Hal ini menjadi masalah karena sumber energi tersebut menghasilkan gas rumah kaca dalam jumlah besar, terutama CO₂ dan dapat membahayakan lingkungan [3]. Dampak dari peningkatan emisi CO₂ adalah global warming yang menyebabkan suhu bumi yang semakin meningkat. Terjadinya global warming juga menyebabkan berbagai bencana dan perubahan iklim. Bahan bakar cair seperti *gasoline* adalah jenis bahan bakar yang paling banyak digunakan dalam bidang transportasi [4].

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir emisi CO₂ dari kendaraan serta mengurangi penggunaan bahan bakar fosil ialah dengan memanfaatkan energi terbarukan dan juga penambahan zat aditif yang memiliki kandungan oksigen tinggi (*oxygenated compound*) pada bahan bakar cair seperti gasoline [5]. DMC (*Dimethyl carbonate*) merupakan salah satu zat aditif yang dianggap mampu untuk menggantikan zat aditif lain sebagai reaktan yaitu karena karena DMC lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan zat aditif lainnya karena dapat mengurangi emisi hidrokarbon, CO, NO_x dan partikel lainnya. DMC juga memiliki kadar oksigen yang relatif tinggi (53,3 wt.%), tekanan uap rendah, nilai oktan campuran yang tinggi [6].

Dalam upaya pencegahan tersebut, biodiesel di yakini dapat menjadi alternatif dari permasalahan yang terjadi saat ini serta menjadi energi yang ekonomis dan ramah lingkungan [7]. Biodiesel adalah salah satu solusi dan sangat efektif untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi. Biodiesel merupakan bahan bakar terbarukan yang dapat diproduksi dari minyak nabati, lemak hewan, bahkan dari sisa minyak hasil penggorengan (jelantah) [8]. Biodiesel dapat digunakan baik dalam bentuk murninya maupun berupa campuran dengan bahan bakar diesel tanpa harus mengubah mesin bahan bakar secara signifikan [9]. Pembuatan biodiesel dari

minyak nabati dilakukan dengan mengkonversi trigliserida (komponen utama minyak nabati) menjadi metil ester asam lemak atau disebut juga FAME dengan menggunakan katalis [10].

Biodiesel memiliki kerapatan energi per volume yang lebih tinggi, dapat bersifat sebagai pelumas terhadap piston mesin karena termasuk kelompok minyak tidak mengering, mampu mengurangi emisi karbon dioksida dan efek gas rumah kaca, memiliki karakter pembakaran relatif bersih, lebih mudah ditransportasikan, biaya produksi rendah, dapat diperbarui (*renewable*), serta dapat terurai (*biodegradable*) [11]. Disamping itu, emisi gas buang dari biodiesel ini bebas dari sulfur, tidak beracun (*non-toxic*), dan terbakar sempurna dengan bilangan asap (*smoke number*) yang lebih tinggi yaitu 62 sehingga biodiesel memiliki sifat ramah lingkungan [12]. Di antara minyak nabati, minyak sawit (*Crude Palm Oil*) merupakan minyak yang paling banyak digunakan terutama di Indonesia. Minyak kelapa sawit terkandung trigliserida, suatu asam karboksilat dengan jumlah karbon dari 6 sampai 30. Trigliserida merupakan komponen terbesar dalam minyak sawit, selain monogliserida dan digliserida. Keunggulan lain dari minyak sawit adalah kandungan asam lemak jenuh, yang lebih tinggi dari minyak nabati lainnya. Asam palmitat, salah satu asam lemak jenuh, memiliki kandungan 47% dalam minyak sawit. Dan jika angka asam lemak jenuhnya tinggi maka akan berpengaruh pada angka *cetane* [13].

Sintesis biodiesel dengan metode *route* non-alkohol (Interesterifikasi) merupakan suatu metode untuk mengubah struktur dan komposisi minyak dan lemak melalui penukaran gugus radikal asil di antara trigliserida dan asam alkohol (alkoholisis), lemak (asidolisis), atau ester (transesterifikasi) [14]. Interesterifikasi tidak mempengaruhi derajat kejenuhan asam lemak atau menyebabkan terjadinya isomerisasi asam lemak yang memiliki ikatan ganda [15]. Jadi dapat dikatakan bahwa reaksi interesterifikasi tidak akan mengubah sifat dan profil asam lemak yang ada, tetapi mengubah profil lemak dan minyak karena memiliki susunan trigliserida yang berbeda dari trigliserida awalnya. Pada interesterifikasi trigliserida dapat digunakan aseptor asil seperti *dimethyl carbonate*. Reaksi interesterifikasi

trigliserida dengan *dimethyl carbonate* ini menghasilkan *glycerol carbonate* yang memiliki tampilan fisik yang sama seperti metil ester [15].

Sintesis biodiesel *route* non-alkohol juga diyakini mampu memperbaiki kelemahan katalis alkali pada proses transesterifikasi biodiesel, yaitu tidak bercampur homogen, sehingga pemisahannya mudah dan mampu mengarahkan reaksi secara spesifik tanpa adanya reaksi samping yang tidak diinginkan [16]. Namun penggunaan biokatalis di lingkungan beralkohol pada proses esterifikasi dan transesterifikasi pada pembuatan biodiesel akan menyebabkan biokatalis terdeaktivasi secara cepat dan stabilitasnya menjadi buruk [17]. *Methanol* dapat digantikan oleh *dimethyl carbonate* (DMC) didasari oleh alasan bahwa pada proses transesterifikasi (*methanolisis*) berada dalam kesetimbangan reaksi sedangkan dengan menggunakan DMC senyawa produk akan segera terurai menjadi karbon dioksida dan lebih *biodegradable* [18].

Eco-enzim sebagai biokatalis pengganti katalis alkali juga memiliki beberapa keunggulan diantaranya penggunaan energi yang rendah, memungkinkan esterifikasi gliserida dengan kadar asam lemak bebas yang tinggi (ALSD, 85-95% FFA), dapat membantu mempercepat reaksi dengan menguraikan asam lemak pada gliserida dengan bantuan lipase yang terdapat didalamnya, tidak ada kerugian aktivitas enzimatik dan juga sangat ramah lingkungan karena terbuat dari bahan-bahan limbah yang berasal dari lingkungan pula [19]. Kelebihan enzim sebagai katalis yaitu enzim merupakan katalis yang mempunyai selektifitas yang tinggi dan mempunyai aktifitas yang tinggi, dapat bekerja pada suhu reaksi yang rendah dan *biodegradable* [20]. Sebagai contoh enzim lipase dapat mengkatalisis reaksi hidrolisis, esterifikasi, interesterifikasi dan transesterifikasi, sehingga banyak sekali reaksi yang menggunakan bahan baku organik dapat dilakukan menggunakan katalis ini dengan sangat spesifik dan selektifitas yang tinggi. Pada tahun 2015 sudah dikenal hingga sekarang telah dikenal sekitar 4000 macam enzim, tetapi yang berhasil dikomersialisasi hanya 20 macam enzim dan penelitian dan pengembangan enzim masih diperlukan [20]. Inilah beberapa alasan yang sangat memungkinkan dilakukan penggunaan eco-enzim sebagai biokatalis pada sintesa biodiesel dengan

metode interesterifikasi dan menggunakan *dimethyl carbonate* (DMC) sebagai reagen dalam penelitian ini.

Dimethyl carbonate (DMC) yang dikategorikan sebagai salah satu senyawa kimia yang ramah lingkungan (*Green Chemistry*) kini mendapat banyak perhatian dan direkomendasikan sebagai pelarut yang lebih hijau dibandingkan dengan pelarut lainnya seperti metanol, metil etil keton, etilasetat, metil isobutil keton dan jenis senyawa keton yang lain [21]. *Dimethyl carbonate* juga merupakan bahan kimia hijau yang digunakan sebagai pengganti pelarut yang basisnya petroleum dan sangat membantu untuk mengurangi beban polusi udara atmosfer [22]. *Dimethyl carbonate* (DMC) adalah senyawa organik dan diklasifikasikan sebagai ester karbonat OC (OCH₃) yang sangat larut di dalam air dan *biodegradable* serta tidak beracun. DMC memiliki fase cair dan tidak berwarna. DMC dapat digunakan sebagai agen metilasi, dan bisa juga digunakan sebagai pelarut dalam produksi biofuel. Dalam produksi biodiesel dengan metode baik esterifikasi dan transesterifikasi akan terjadi pembentukan gliserol sebagai produk samping yang dihasilkan [23]. Gliserol adalah pengotor untuk biodiesel dan perlu dipisahkan dengan beberapa proses. Hal ini dapat dihilangkan dengan penggunaan DMC (*dimethyl carbonate*) sebagai pelarut. Meskipun memproduksi gliserol, Reaksi DMC dengan trigliserida akan membentuk suatu senyawa yang disebut gliserol dekarbonat. Gliserin dekarbonat adalah produk samping yang memiliki tampilan fisik yang sama seperti metil ester, dan biodiesel akan secara visual terlihat hanya sebagai produk satu fasa [6]. Penggunaan *dimethyl carbonate* (DMC) sangat memungkinkan pada penelitian ini untuk menggantikan metanol dan metil asetat, dikarenakan memiliki banyak keunggulan dan sangat ramah lingkungan (*Green Chemistry*) [24]. Produksi *glycerol carbonate* sebagai produk samping yang dihasilkan juga lebih menjamin proses produksi biodiesel yang menguntungkan [4][20][22].

Glycerol carbonate merupakan salah satu produk turunan gliserol yang memiliki nilai tambah yang cukup tinggi. Harga 25 gram *glycerol carbonate* dengan kemurnian 90% mencapai 58 Dolar Amerika atau berdasarkan kurs tahun 2023 nilai tersebut setara dengan Rp. 876.000 [25]. Jika dibandingkan dengan gliserol teknis dengan kemurnian 98% yang harga satu liternya sekitar Rp. 215.000 [26]. Hal ini

menjadikan *glycerol carbonate* sangat menjanjikan untuk diteliti dan dikembangkan lebih lanjut pula dikarenakan perbandingan harga jual *glycerol carbonate* dengan jumlah yang sama jauh lebih tinggi sekitar dua ratus kali lipat dari harga gliserol.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah yang akan diselesaikan pada penelitian adalah:

1. Bagaimana sintesa biodiesel menggunakan metode *route* non-alkohol dengan *dimethyl carbonate* (DMC) dan biokatalis eco-enzim terimobilisasi sebagai pengganti katalis dalam pembentukan biodiesel dari CPO (*Crude Palm Oil*)?
2. Bagaimana karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari proses sintesa biodiesel dengan metode *route* non-alkohol menggunakan *dimethyl carbonate* (DMC) dan eco-enzim terimobilisasi?
3. Bagaimana pengembangan dan optimalisasi konversi minyak nabati menjadi biodiesel yang lebih efektif dan ramah lingkungan dengan menggantikan pelarut dengan senyawa *green chemistry*?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup pada penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Mempersiapkan CPO (*Crude Palm Oil*) sebagai bahan baku proses sintesa biodiesel dengan metode *route* non-alkohol.
2. Mereaksikan CPO (*Crude Palm Oil*) dengan metode *route* non-alkohol menggunakan *dimethyl carbonate* (DMC) dan ecoenzim terimobilisasi.
3. Karakterisasi biodiesel yang di hasilkan dari proses.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengembangkan metode yang lebih efektif dan ramah lingkungan agar dapat di aplikasikan pada proses produksi biodiesel (*Clean Production*).

Tujuan khusus yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh sintesa biodiesel dengan metode *route* non-alkohol menggunakan *dimethyl carbonate* dan eco-enzim terimobilisasi dalam pembentukan biodiesel berbahan baku CPO (*Crude Palm Oil*).
2. Melakukan karakterisasi biodiesel yang dihasilkan dari proses sintesa biodiesel dengan metode *route* non-alkohol menggunakan *dimethyl carbonate* (DMC) dan ecoenzim terimobilisasi.
3. Melakukan pengembangan dan optimalisasi proses konversi minyak nabati menjadi biodiesel menjadi lebih efektif dan ramah lingkungan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh informasi mengenai teknologi produksi biodiesel yang lebih efisien dan ramah lingkungan.
2. Perkembangan Iptek dibidang *bioenergy* dan *biofuel*.
3. Memperoleh solusi alternatif dari permasalahan energi dengan memanfaatkan bahan baku yang sesuai dengan 12 prinsip kimia hijau (*Green Chemistry*)
4. Menekan Biaya produksi dibandingkan dengan proses konvensional yang menggunakan katalis kimia (Alkali)
5. Pemanfaatan limbah rumah tangga dan pasar yang cenderung terbuang.
6. Membantu pemerintah dalam pencapaian kebijakan *Green Technology* dan membantu memberikan solusi terhadap berbagai permasalahan lingkungan.