

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbarui dan keberadaannya di alam semakin menipis [1]. Sementara kebutuhan terhadap energi berbanding terbalik dengan ketersediaan energi [2]. Menurut data Kominfo tahun 2018, kebutuhan bahan bakar minyak mencapai 1,6 juta barrel per hari, sehingga antara kebutuhan bahan bakar dengan produksi tidak seimbang. Oleh

karena itu diperlukan pengembangan sumber energi baru terbarukan sebagai alternatif yang murah dan mudah guna mengurangi ketergantungan akan bahan bakar minyak [3]. Sesuai dengan Peraturan Presiden Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti BBM [4]. Serta Instruksi Presiden nomor 1 tahun 2006 tanggal 25 Januari 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati atau hewani (biofuel) sebagai pengganti bahan bakar lain.

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang berasal dari sumber daya terbarukan, terdiri dari ester asam lemak yang dihasilkan dari minyak nabati seperti minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak jarak pagar, minyak biji kapuk, dan lebih dari 30 jenis tumbuhan lain di Indonesia yang memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

Biodiesel

dapat dibuat dari bermacam sumber, seperti minyak nabati, lemak hewan dan sisir dari minyak katale [5]. Biodiesel merupakan senyawa metil ester dengan asam lemak rantai panjang seperti laurat, palmitat, stearat, oleat, dan lain-lain. Ekspor biodiesel Indonesia mengalami peningkatan dari 28.000 kilo liter pada tahun 2020 menjadi 100.000 kilo liter pada tahun 2021 [6]. Secara global penggunaan bahan bakar nabati (biofuel) didominasi oleh penggunaan biodiesel dengan menyedikan sekitar 3,5% energi transportasi pada tahun 2020, dengan peningkatan

an penggunaan biodiesel secara global meningkat dua kali lipat antara tahun 2011 dan tahun 2021 [7].

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 diperbaharui (*renewable*), serta dapat terurai (biodegradable) [8]. Di antara minyak nabati, minyak sawit (Crude Palm Oil) merupakan minyak yang paling banyak digunakan terutama di Indonesia. Minyak kelapa sawit mengandung trigliserida, suatu asam karbonat 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 [9].

Produksi biodiesel banyak menggunakan katalis homogen berupa katalis asam seperti HCl dan H_2SO_4 atau katalis basa seperti NaOH dan KOH. Katalis homogeny asam memiliki kelemahan yaitu pemisahan katalis dari produk sangat sulit sehingga meningkatkan biaya pemisahan dan meningkatkan korosi. Penggunaan katalis basa akan menghasilkan sejumlah air yang terbentuk karena reaksi antara hidroksida dan alkohol, adanya air ini akan menyebabkan terjadinya hidrolisis ester yang menghasilkan sabun dari reaksi saponifikasi. Sabun yang dihasilkan akan menurunkan perolehan biodiesel, sehingga membutuhkan proses pemisahan lebih lanjut. Selain itu, katalis homogen tidak dapat didaur ulang dan tidak ekonomis [10].

Di Indonesia terdapat berbagai tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi biomassa, salah satunya adalah kelapa sawit. Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan,

hasil statistik pekebunan menunjukkan bahwa luas perkebunan kelapa sawit pada tahun 2023 mencapai 16.83 juta Ha dengan hasil produksi mencapai 48.23 juta ton. Buah kelapa sawit memiliki potensi tinggi dalam menghasilkan Biodiesel, memiliki laju produksi dan nutrisi yang baik serta kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan.

Pada tahun 2020, tercatat Indonesia merupakan produsen biodiesel terbesar ketiga dunia setelah Uni Eropa dan Amerika Serikat, dengan total produksi mencapai 8,6 miliar liter dan baru sekitar 16% dari total tersebut diekspor [11]. Hal ini menjadi tantangan bagi Indonesia, sebagai produsen CPO terbesar untuk meningkatkan kapasitas produksi biodiesel sehingga dapat menjadikan Indonesia sebagai produsen terbesar biodiesel dunia. Biodiesel di Indonesia menghadapi permasalahan besar dalam politik dagang internasional, terutama dalam ketelusuran legalitas yang sering kali dihadapkan dengan isu deforestasi dan permasalahan hak asasi manusia dalam proses industrinya [12]. CPO yang dihasilkan dari minyak kelapa sawit dapat diubah menjadi biodiesel melalui metode *transesterifikasi*.

Kalsium Oksida (CaO) adalah salah satu jenis katalis heterogen dengan kebasaaan yang tinggi. Tingginya kebasaaan CaO membuat nyaser sering digunakan sebagai katalis dalam proses transesterifikasi minyak menjadi biodiesel. Salah satu keunggulan CaO adalah bentuknya yang padat, sehingga mudah dipisahkan dari campuran reaksi setelah proses pembuatan biodiesel selesai [13]. Kalsium oksida (CaO) merupakan katalis heterogen yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk reaksi transesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel. Sebagai katalis heterogen, CaO berada dalam fase padat sementara reaktannya biasanya dalam fase cair. CaO memiliki sifat basakuat yang mampu meningkatkan reaktivitas antara trigliserida (minyak) dan metanol, sehingga memfasilitasi pembentukan metil ester (biodiesel) dan gliserol sebagai produk samping [14]. Keunggulan utama CaO sebagai katalis meliputi selektivitas tinggi terhadap reaksi pembentukan biodiesel, kemampuan untuk digunakan kembali melalui proses regenerasi, serta sifatnya yang

ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah berbahaya. Selain itu, CaO mudah diperoleh dari bahan alam seperti kulit telur, tulang sotong, dan batu kapur, yang membuatnya ekonomis dan berkelanjutan. CaO sering digunakan dalam bentuk aktivasi, misalnya melalui pemanasan pada suhu tinggi atau perlakuan dengan larutan basa seperti NaOH [15], untuk meningkatkan luas permukaan spesifik dan jumlah situs aktif basa. Aktivasi ini meningkatkan kinerjanya dalam menghasilkan biodiesel dengan efisiensi yang tinggi.

Sotong (*Sepia sp*) mengandung gizinya baik untuk kandungan asam lemak tak jenuh sehingga sotong berpotensi penting bagi dunia perdagangan domestik maupun mancanegara. Berdasarkan rekapitulasi data ekspor dari kementerian kelautan dan perikanan yang dilakukan oleh Badan Pusat hingga mencapai USD 131,94 juta atau 10,63% dari total nilai ekspor perikanan Indonesia [16]. Secara komposisi, tulang sotong tersusun terutama dari kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk aragonit, dengan kandungan protein organik yang bertindak sebagai matriks perekat. Struktur tulang ini berbentuk berlapis-lapis, memberikan kombinasi kekuatan dan kelenturan yang tinggi meskipun sangat ringan. Pori-porinya yang besar membuat tulang sotong menjadi material alami yang unik dan banyak diminati dalam berbagai aplikasi [17].

Tulang sotong memiliki potensi dalam bidang teknologi sebagai katalis dalam reaksi kimia, terutama setelah aktivasi kimia atau termal. Misalnya, aktivasi dengan suhu tinggi dan basa kuat seperti NaOH dapat mengubah kalsium karbonat menjadi kalsium oksida (CaO) [18], yang berperan penting dalam berbagai reaksi sintesis, seperti pembuatan biodiesel. Potensi ini membuat tulang sotong menjadi bahan alami yang berkelanjutan untuk aplikasi industri modern.

Proses konversi CPO menjadi biodiesel dilakukan dengan penambahan katalis CaO dari tulang sotong. Sotong dengan jenis *sepia sp* yang berlimpah dan populer di Indonesia, dengan jumlah produksi mencapai 5.298 ton per tahun [19]. Tulang sotong dengan komposisi utama kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 75–

93%, protein 5–10%, kalsiumfosfat ($\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$) 1–2%, magnesium oksida (MgO) 0,1–1%, dan air ($\text{H}_2 \text{O}$) 1–5%[20][18] menunjukkan bahwa tulang sotong kaya akan kandungan mineral, terutama CaCO_3 yang dapat diolah melalui proses kalsinasi menjadi kalsium oksida (CaO) sebagai katalis heterogen. Tulang sotong telah diteliti memiliki kristalinitas yang lebih tinggi dan ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan dengan CaO komersial. Proses kalsinasi tulang sotong dengan kandungan CaO yang dihasilkan sebanyak 93%[9]. Dalam penelitian ini, limbah tulang sotong dikalsinasi dengan temperatur tinggi sehingga menghasilkan katalis CaO .

Para

peneliti terdahulu telah banyak melakukan penelitian tentang pembuatan katalis CaO dari cangkang kerang, cangkang telur, tetapi penelitian tentang katalis CaO dari tulang sotong belum banyak diteliti.

Berdasarkan uraian di atas bahwa ketersediaan limbah tulang sotong sangat melimpah, maka dalam penelitian ini akan menggunakan bahan baku tulang sotong sebagai katalis CaO untuk pembuatan biodiesel.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah proses kalsinasi pada suhu tinggi mempengaruhi terbentuknya katalis CaO ?
2. Bagaimana pengaruh variasi ukuran partikel terhadap karakteristik katalis CaO yang terbentuk?
3. Apakah dengan variasi partikel pada katalis CaO bisa mempengaruhi yield biodiesel?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh suhu kalsinasi terhadap terbentuknya katalis CaO
2. Mengevaluasi pengaruh variasi ukuran partikel terhadap karakteristik katalis CaO yang terbentuk.
3. Mempelajari pengaruh variasi partikel pada katalis CaO terhadap yield biodiesel yang terbentuk.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup pada penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Mempersiapkan limbah tulang sotong (*Sepia sp*) sebagai bahan baku katalis CaO.
2. Karakterisasi katalis CaO dengan melihat *surface area*, morfologi, gugus fungsi dan ukuran kristal.
3. Modifikasi katalis CaO dengan CPO (*crude palm oil*) menggunakan metode transesterifikasi menjadi produk biodiesel.
4. Karakterisasi produk biodiesel dengan melihat *yield*, densitas, viskositas dan *flash point*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi ilmiah tentang pemanfaatan limbah tulang sotong sebagai bahan dasar katalis heterogen berbasis CaO.
2. Membantu mengembangkan alternatif katalis ramah lingkungan dan ekonomis untuk konversi CPO menjadi biodiesel.
3. Memberikan kontribusi dalam upaya meningkatkan efisiensi produksi biodiesel melalui optimasi suhu kalsinasi katalis.
4. Mendukung penelitian lanjutan terkait pengembangan bahan katalis berbasis biomaterial untuk aplikasi energi terbarukan.