

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang menempati posisi ketiga setelah Filipina dan India sebagai penghasil kelapa terbesar di dunia. Adapun di Provinsi Sumatera Selatan, komoditas kelapa (kopra) menjadi potensi unggulan. Limbah yang banyak dihasilkan dari komoditas ini salah satunya yaitu tempurung kelapa yang berkisar antara 360 ribu ton per tahun. Tempurung kelapa kebanyakan hanya dianggap sebagai limbah industri pengolahan kelapa, ketersediaannya yang melimpah dianggap masalah lingkungan, namun *renewable*, dan murah. Padahal arang tempurung kelapa ini masih dapat diolah lagi menjadi produk yang mempunyai nilai ekonomis tinggi yaitu sebagai karbon aktif atau arang aktif [1].

Industri pembuatan karbon aktif di Indonesia telah mengalami kemajuan yang cukup pesat. Hal ini disebabkan oleh semakin meningkatnya permintaan pasar, baik di dalam negeri maupun untuk diekspor ke luar negeri. Peningkatan kebutuhan akan karbon aktif ini diakibatkan oleh semakin banyaknya aplikasi karbon aktif untuk industri dan berbagai peralatan bantu manusia. Karbon aktif berbahan tempurung kelapa merupakan bahan terbaik yang dapat dibuat menjadi karbon aktif karena memiliki mikropori yang banyak, kadar abu yang rendah, kelarutan dalam air yang tinggi dan reaktivitas yang tinggi [2]. Karbon aktif dari tempurung kelapa juga memiliki luas permukaan yang besar yaitu 2219,484 m²/g sehingga baik digunakan sebagai pengemban katalis pada reaksi transesterifikasi. Katalis ini akan mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi biodiesel [3].

Biodiesel dihasilkan dari proses transesterifikasi (*transesterification*) minyak nabati dengan metanol melalui komposisi 80-90% minyak nabati, 10-20% metanol, dan 0,35-1,5% katalis [4]. Biodiesel memiliki keunggulan seperti ramah lingkungan, tidak beracun, secara esensial bebas sulfur dan benzena yang karsinogenik, hasil pembakarannya adalah CO₂ yang dapat dikonsumsi oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis (siklus karbon), dapat teroksidasi relatif sempurna atau terbakar habis dan terurai secara alami (*biodegradable*) [5]. Minyak biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang terbuat dari sumber daya

alam yang dapat diperbarui, meliputi minyak tumbuhan dan hewan. Pada sektor darat dan laut, total sumber penghasil minyak biodiesel lebih dari 50 jenis, meliputi kelapa sawit, jarak pagar, minyak jelantah, kelapa, kapuk/randu, nyamplung, alga, dan lain sebagainya [6].

Pembuatan katalis berpengemban karbon aktif ini dapat menggunakan metode impregnasi. Metode ini merupakan metode yang mudah dilakukan, yaitu dengan mengontakkan larutan yang mengandung logam yang berperan sebagai situs aktif dengan partikel penyangga berpori [7].

Dengan adanya karbon aktif sebagai pengemban maka dapat membantu katalis untuk bekerja lebih efektif. Karbon dari tempurung kelapa ini didapatkan dengan waktu pengarangan karbonisasi 2 jam memberikan hasil paling optimal apabila dilakukan suhu aktivasi 400°C dengan waktu aktivasi 3 jam [8]. Penelitian ini difokuskan dengan modifikasi proses impregnasi katalis dengan NaOH sebagai aktivator dimana karbon aktif digunakan sebagai katalis dalam proses transesterifikasi minyak jelantah. Karbon aktif diimpregnasi dalam larutan basa dengan konsentrasi 5 gram/150 ml aquades, 10 gram/150 ml aquades, 20 gram/150 ml aquades, 30 gram/150 ml aquades, 40 gram/150 ml aquades, 50 gram/150 ml aquades dan 60 gram/150 ml aquades selama 12 jam, 18 jam dan 24 jam [9]. Konsentrasi NaOH dan waktu impregnasi berlaku sebagai variabel bebas terhadap konsentrasi Natrium yang terserap oleh karbon sehingga dihasilkan katalis NaOH/karbon aktif heterogen yang mampu mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi biodiesel pada kondisi optimum.

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk menyelidiki pembuatan biodiesel menggunakan katalis berbasis karbon aktif yang diimpregnasi menggunakan larutan basa. **Rosa Devitria, (2013)** dengan penelitian sintesis biodiesel dengan katalis heterogen lempung cengar yang diaktivasi dengan NaOH: Pengaruh NaOH *Loading*. Lempung cengar dipreparasi dengan metode impregnasi basah. Lempung diimpregnasi dengan NaOH dengan konsentrasi bervariasi, yaitu 5 - 25% (b/b), dikalsinasi dan dilakukan proses transesterifikasi. Reaksi berlangsung menggunakan berat katalis 3 gr (katalis dengan NaOH *loading*: 5 - 25%), waktu reaksi 8 jam, rasio minyak metanol 1:6 dan suhu reaksi adalah 60°C. Berdasarkan penelitian dari hasil analisis BET menunjukkan bahwa luas permukaan katalis 5%

- 20% tidak berbeda jauh, sementara untuk katalis 25% mengalami penurunan luas permukaan yaitu sebesar $3 \text{ m}^2/\text{g}$. Sedangkan dalam pengaplikasiannya dalam sintesis biodiesel, hasil penelitian menunjukkan bahwa pada NaOH *loading* 5% - 20%, semakin besar NaOH *loading* maka produk yang terbentuk semakin banyak sehingga yield metil ester semakin besar. Namun pada NaOH *loading* 25% produk yang terbentuk menurun [10]. **Hery Fiza, (2016)** melakukan penelitian konversi *Waste Cooking Oil* (WCO) menjadi biodiesel menggunakan katalis basa heterogen $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$, temperatur reaksi transesterifikasi 60°C , waktu reaksi 100 menit dan kecepatan pengadukan 400 rpm. Variasi rasio mol WCO:metanol adalah 1:6, sd 1:10. Variasi jumlah katalis $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ pada transesterifikasi adalah 3-5% (b/b) WCO. Sintesis katalis $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ dilakukan dengan cara metode impregnasi basah. Perlakuan variasi jumlah katalis dan rasio mol minyak:metanol berpengaruh terhadap *yield crude biodiesel*. *Yield biodiesel* tertinggi diperoleh adalah 95,45% dengan rasio molar WCO dan metanol 1:10 dan *loading* katalis $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ sebesar 3%-b WCO [11]. **Eka Kurniasih, (2017)** juga melakukan penelitian performa katalis basa NaOH dan zeolit/NaOH, Katalis Zeolit/NaOH diperoleh pada impregnasi NaOH 0,00125 M dengan rasio 0,5%-2,5% (b/v). Reaksi transesterifikasi berlangsung selama 2 jam, kecepatan putaran pengadukan 600 rpm dan temperatur 65°C . Berdasarkan hasil penelitian ini performa katalis Zeolit/NaOH menurun. Hal ini disebabkan oleh kereaktifan NaOH berkurang karena hanya berada pada konsentrasi yang kecil [12]. Selain itu **Survina Osalia, (2017)** melakukan penelitian impregnasi NaOH pada karbon aktif dari cangkang jengkol sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel secara transesterifikasi. Sampel cangkang jengkol dipirolisis. Setelah impregnasi, katalis di oven dan dikalsinasi pada suhu 300°C selama 1 jam. Minyak dan metanol dengan rasio molar 12:1 dan katalis 5% (b/b) direfluks pada temperatur 60°C selama 180 menit. Campuran di sentrifugasi karena katalis dapat mudah dipisahkan dengan metode ini. Dari penelitian disimpulkan bahwa pembuatan katalis basa heterogen dapat dilakukan dengan metode impregnasi dimana NaOH 50% (b/b) diimpregnasi pada karbon aktif. Katalis NaOH/karbon aktif ini mampu mengkonversikan minyak kelapa sawit menjadi biodiesel dengan kondisi reaksi transesterifikasi yaitu jumlah katalis 5%, rasio molar minyak dengan methanol

1:12, temperatur 60°C selama 180 menit diperoleh kadar metil ester yang tinggi yaitu sebesar 97%. Katalis juga mudah dipisahkan dari produk [13]. **Rahmat Fajar Riyanto, (2017)** melakukan penelitian pemanfaatan karbon aktif dari arang tempurung kelapa sebagai katalis pada sintesis n-butyl ester dari minyak jelantah. Tempurung kelapa dipreparasi dan dipirolisis di dalam furnace untuk dijadikan arang. Material karbon yang dihasilkan dari proses pirolisis kemudian disulfonasi selama 6 jam dengan asam sulfat 10 N pada suhu 40-50°C. Dan disaring untuk memisahkan katalis.

Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil uji SEM bahwa arang tempurung kelapa yang belum disulfonasi mempunyai permukaan pori dengan rongga yang kecil dan rapat. Sedangkan tempurung kelapa yang telah disulfonasi menyebabkan perluasan pori pada permukaannya. Luas permukaan arang tempurung kelapa yang sudah disulfonasi ini diharapkan berperan dalam interaksi pusat aktif dengan selulosa pada permukaan katalis [14]. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut ini.

Tabel 1.1 Penelitian Yang Telah Dilakukan Tentang Penggunaan Katalis Heterogen NaOH

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Katalis	Variabel
1.	Survina Osalia Br Ginting, dkk. 2017	Impregnasi Natrium Hidroksida pada Karbon Aktif Cangkang Jengkol Sebagai Katalis dalam Pembuatan Biodiesel	Katalis Heterogen Cangkang Jengkol diimpregnasi NaOH	Variabel Tetap : Jumlah katalis 5%, rasio molar minyak dengan metanol 12:1, temperatur 60°C, waktu 180 menit.
2.	Eka Kurniasih, dkk. 2017	Performa Katalis Basa NaOH Dan Zeolit/NaOH Pada Sintesa Biodiesel Sebagai Sumber Energi Alternatif	Katalis Zeolit/NaOH diperoleh dari impregnasi NaOH 0,00125 M	Variabel tetap : Temperatur 60°C, waktu reaksi transesterifikasi selama 2 jam, kecepatan pengadukan 600 rpm. Variabel berubah : Katalis NaOH (%b/b) yaitu 0,5; 1; 1.5; 2; 2.5.

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Katalis	Variabel
3.	Hery Fiza, Simarmata dkk. 2016	Konversi <i>Waste Cooking Oil</i> (WCO) Menjadi Biodiesel menggunakan Katalis Basa Heterogen $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$	Katalis basa heterogen NaOH sebagai sumber Na_2O atau Fe_3O_4	Variabel tetap : Massa NaOH 28 gr dilarutkan dengan 50 ml dan serbuk besi 56 gram. Variabel berubah : Rasio mol WCO : metanol adalah 1:6, 1:8, 1:10.
4.	Rosa Devitria, dkk. 2013	Sintesis Biodiesel Dengan Katalis Heterogen Lempung Cengar yang Diaktivasi dengan NaOH : Pengaruh NaOH <i>Loading</i>	Katalis Heterogen Lempung Cengar diimpregnasi NaOH	Variabel tetap : Berat katalis 3 gr, waktu reaksi 8 jam, rasio minyak metanol 1:6 dan suhu reaksi 60°C. Variabel berubah : Katalis dengan NaOH <i>Loading</i> : 5,10,15,20 dan 25 %.
5.	Rahmat Fajar Riyanto, dkk. 2017	Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Sebagai Katalis Pada Sintesis n-Butil Ester Dari Minyak Jelantah	Katalis Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa	Variabel tetap : Pirolisis Temperatur 350°C, waktu selama 2 jam. Sulfonasi selama 6 jam dengan Asam Sulfat 10 N Temperatur 40-50°C. Oven temperatur 105°C.

Dari penelitian di atas dan Tabel 1,1 terlihat bahwa penggunaan karbon aktif yang terimpregnasi NaOH sebagai katalis masih belum optimal. Dimana kinerja dari katalis ini masih perlu ditingkatkan, dilihat dari penelitian sebelumnya bahwa pada saat preparasi katalis berlangsung masih mengalami permasalahan yaitu dalam penambahan katalis 25% terjadi penurunan luas permukaan karena pada pori-pori katalis masih terdapat kandungan air. Hal ini juga mempengaruhi kinerja katalis pada aplikasi sintesis biodiesel dimana loading 25% produk yang terbentuk menurun karena mengandung asam lemak bebas sisa yang tidak bereaksi sehingga membentuk reaksi penyabunan.

Pada hasil penelitian lain menunjukkan bahwa kereaktifan NaOH berkurang apabila dalam konsentrasi yang kecil sehingga adanya kemungkinan kenaikan kandungan ester bila dilakukan peningkatan konsentrasi NaOH pengimpreg diatas 0,00125 M dan diharapkan dapat menghasilkan biodiesel dengan penurunan viskositas yang signifikan.

Adapun dari penelitian tentang pemanfaatan karbon aktif dari tempurung kelapa sebagai katalis, menunjukkan bahwa katalis ini memiliki kristalinitas yang

tinggi sehingga katalis dapat menahan spesies sulfat serta bentuk morfologi permukaan katalis bersifat amorf sehingga peluang terjadinya reaksi semakin besar. Oleh karenanya perlu dilakukan penelitian lanjutan.

Pada penelitian ini akan digunakan variasi konsentrasi katalis karbon aktif dari tempurung kelapa yang dikarbonisasi pada suhu 500°C selama 4 jam dan diimpregnasi NaOH 5 N untuk memperoleh kandungan Natrium tertinggi yang dapat diserap oleh karbon aktif dan melihat pengaruh waktu impregnasi NaOH pada penyerapan Natrium dalam karbon aktif selama 21 jam untuk melihat waktu impregnasi yang paling tepat untuk menghasilkan kandungan logam Natrium terbesar yang dapat diserap oleh karbon aktif dari tempurung kelapa untuk diuji kelayakan katalis basa yang nantinya dapat diaplikasikan pada transesterifikasi pembuatan biodiesel.

Perbandingan NaOH yang diimpregnasi merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi kandungan Natrium pada karbon aktif setelah proses impregnasi. Kenaikan konsentrasi NaOH mengakibatkan kenaikan sisi aktif pada penyangga katalis. Adapun waktu impregnasi yang lebih lama memberikan kesempatan bagi karbon aktif untuk menyerap sebanyak-banyaknya logam Natrium yang terdapat pada larutan NaOH. Namun, ketika telah mencapai kesetimbangan dan kejenuhan, waktu impregnasi tidak akan memberi kenaikan yang signifikan pada penyerapan logam Natrium.

Dari penelitian ini diharapkan karbon aktif dari tempurung kelapa dapat digunakan sebagai penyangga katalis dengan nilai adsorpsi yang lebih tinggi serta memiliki sifat katalitik yang baik setelah diimpregnasi NaOH juga dapat memperoleh kandungan Natrium yang tertinggi yang dapat diserap oleh karbon aktif pada konsentrasi dan waktu impregnasi yang tepat. Guna dapat diaplikasikan pada pembuatan biodiesel nantinya.

1.2 Perumusan Masalah

Karbon aktif merupakan adsorben yang paling populer digunakan dalam proses adsorpsi. Karbon aktif dengan bahan baku tempurung kelapa dipilih pada penelitian ini, karena memiliki potensi untuk pembuatan masal dan memiliki luas permukaan yang juga cukup besar yaitu berkisar antara $524\text{-}704\text{ m}^2/\text{gr}$. Luas

permukaan menjadi parameter pemilihan bahan karena pada aplikasi adsorpsi logam Natrium, semakin besar luas permukaan maka kapasitas adsorpsi dari karbon aktif akan semakin besar pula. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi pada karbon aktif, salah satunya dengan impregnasi dengan larutan basa NaOH. Permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu impregnasi terhadap pembuatan katalis serta bagaimana kondisi terbaik dari proses impregnasi untuk memperoleh katalis berbasis karbon aktif dari tempurung kelapa.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk :

- a. Menentukan pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu impregnasi pada katalis NaOH/karbon aktif.
- b. Mengetahui kondisi optimum variasi konsentrasi NaOH dan waktu impregnasi terhadap kandungan Natrium yang terserap katalis NaOH/karbon aktif.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat dalam hal pengembangan ilmu pengetahuan dalam pengembangan katalis berpengemban karbon aktif juga diharapkan dapat memberikan optimasi terhadap limbah tempurung kelapa dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan katalis berpengemban karbon aktif yang digunakan untuk pembuatan biodiesel, sehingga limbah tempurung kelapa yang tidak terpakai dapat digunakan dengan lebih optimal. Selain itu, juga dapat memberikan informasi mengenai kondisi optimal dari proses impregnasi menggunakan larutan NaOH pada proses pembuatan katalis basa NaOH/Karbon aktif dari limbah tempurung kelapa.

1.5 Relevansi

Penelitian ini merupakan salah satu penerapan program studi dari Teknologi Kimia Industri yang berhubungan dengan Operasi Teknik Kimia, Satuan Proses,

Kimia Analitik Instrumen dan Reaksi Kimia dan Katalisis yang menghasilkan berupa material maju dan energi ramah lingkungan.