

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang meningkat disertai dengan laju pertumbuhan industri dan transportasi juga menyebabkan peningkatan kebutuhan energi¹. Tingginya permintaan tersebut dapat menyebabkan menurunnya ketersediaan sumber energi, sementara sumber yang ada tidak mampu memenuhi kebutuhan jangka panjang². Diperlukan sumber alternatif yang dapat mengatasi kelangkaan sumber energi. Biodiesel, tenaga surya, dan angin merupakan energi terbarukan yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti sumber energi minyak bumi³.

Biodiesel atau *Fatty Acid Methyl Ester (FAME)* adalah bahan bakar yang tidak berbahaya, ramah lingkungan, tidak beracun, dan dapat diperbaharui. Biodiesel merupakan *biofuel* yang memiliki sifat mirip dengan minyak bumi, tetapi lebih sedikit mengandung senyawa aromatik dan sulfur⁴. Bahan baku (*feedstock*) yang digunakan untuk memproduksi biodiesel adalah *edible oli*, *non edible oil*, *waste*, mikroalga, dan lemak hewan³. Minyak *edible* kurang efektif jika digunakan dalam produksi biodiesel karena dapat menyebabkan masalah pangan vs energi, oleh karena itu banyak peneliti menggunakan minyak jelantah sebagai *feedstock* karena mampu meminimalisir masalah lingkungan terkait pembuangan minyak jelantah, harga yang murah, dan juga mudah didapatkan⁵. Minyak Jelantah atau *Waste Cooking Oil (WCO)* adalah produk limbah yang dihasilkan dari penggunaan *edible oil* yang berulang kali dan dapat dihasilkan setiap hari dari proses rumah tangga maupun di berbagai rumah makan⁶. Produksi biodiesel dapat dilakukan melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang umum dalam pembuatan biodiesel dimana trigliserida yang direaksikan dengan suatu alkohol rantai pendek akan dikonversi menjadi metil ester dan gliserol dengan bantuan katalis⁷.

Katalis yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi dibagi menjadi dua, yaitu katalis homogen dan heterogen. Katalis homogen sering digunakan dalam reaksi transesterifikasi karena aktivitas katalitiknya yang tinggi, namun memiliki beberapa kekurangan seperti proses pemisahan dan pemurnian yang sulit, serta rentan terhadap reaksi saponifikasi⁸. Oleh karena itu, banyak peneliti yang merekomendasikan penggunaan katalis heterogen karena memiliki beberapa keunggulan seperti proses pemisahan yang lebih mudah, dan dapat didaur ulang⁹.

Terdapat berbagai metode dalam mensintesis katalis heterogen, seperti metode pertukaran ion, *impregnasi*, kopresipitasi, dan hidrotermal, sehingga setiap

katalis dapat diproduksi dengan cara yang berbeda¹⁰. Sintesis katalis heterogen secara hidrotermal memiliki beberapa keuntungan, seperti mengurangi aglomerasi partikel dan menghasilkan kristal yang homogen dengan ukuran yang relatif sama¹¹. Prinsip sintesis katalis heterogen dilakukan dengan cara mendispersikan logam aktif pada bahan pendukung yang memiliki luas permukaan besar, hal ini diharapkan akan menghasilkan katalis dengan luas permukaan yang maksimal, mempunyai stabilitas dan efisiensi termal yang tinggi, dan dalam beberapa reaksi katalitik diharapkan *support* juga memiliki aktivitas katalitik sehingga dapat mempercepat laju reaksi¹².

Lempung memiliki potensi sebagai katalis maupun sebagai *support* katalis dalam reaksi transesterifikasi trigliserida. Lempung memiliki beberapa sifat seperti mudah diperoleh, tidak beracun, stabil secara termal, dan struktur berlapisnya yang mudah dimodifikasi. Mineral lempung yang banyak digunakan sebagai katalis heterogen adalah illit, kaolinit, dan montmorillonit¹³. Montmorillonit K-10 (MMT K-10) merupakan salah satu jenis mineral lempung komersial yang telah diaktivasi secara asam, banyak peneliti yang telah memanfaatkan mineral-mineral lempung khususnya montmorillonit sebagai *support* katalis heterogen, seperti transesterifikasi biodiesel *non-edible oil Prunus cerasoides* menggunakan katalis Cd-Mn-Mmt dengan rendemen 85%, transesterifikasi WCO menggunakan katalis Ba yang dimodifikasi montmorillonit K-10 dengan rendemen 83,38%, dan katalis *sulfonated phenyl silane montmorillonite* pada transesterifikasi *castor oil* dengan rendemen 89.8% dan *Jatropha oil* dengan rendemen 98,5%^{3,7,14}.

Peningkatan sifat katalitik lempung dapat dilakukan melalui modifikasi fisika dan kimia. Penelitian sebelumnya telah melakukan modifikasi secara fisika dengan mengkalsinasi lempung pada suhu 450°C dan 850°C, dan modifikasi kimia lempung dengan spesies aktif seperti logam, non-logam, dan oksida logam. Logam nikel umumnya digunakan sebagai katalis dalam beberapa reaksi organik karena ketersediaannya yang melimpah, harga yang lebih murah, dan kemampuannya yang baik dalam memutus ikatan C-C dan C-H, seperti penggunaan katalis Ni/MMT dapat mempercepat reaksi oligomerisasi etilen dengan hasil rendemennya hingga 88%¹⁵. Penggunaan lempung kombinasi kaolinit-illit yang menjadi *support* katalis nikel menghasilkan produk metil ester dengan hasil rendemen sebesar 22%¹⁶.

Berdasarkan penjelasan diatas maka pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan mineral lempung montmorillonit K-10 yang dimodifikasi secara termal dan *diimpregnasi* logam nikel sebagai katalis heterogen untuk konversi

minyak jelantah menjadi *FAME* (biodiesel). Katalis heterogen berbasis lempung montmorillonit K-10 ini adalah salah satu upaya proses katalitik *green chemistry* yang ramah lingkungan, hal ini diharapkan dapat memberikan konversi biodiesel yang tinggi serta berkontribusi dalam upaya ketahanan energi dan meminimalkan isu lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimana pengaruh aktivasi termal 110°C dan 300°C pada *support* MMT K-10 dalam *mengimpregnasi* ion Ni²⁺ melalui metode hidrotermal?
2. Bagaimana komposisi unsur dan struktur kristal dari katalis heterogen MMT K-10, Ni²⁺/MMT K-10, Ni²⁺/MMT K-10 (110°C), dan Ni²⁺/MMT K-10 (300°C)?
3. Bagaimana aktivitas katalitik katalis MMT K-10, Ni²⁺/MMT K-10, Ni²⁺/MMT K-10 (110°C), dan Ni²⁺/MMT K-10 (300°C) pada reaksi transesterifikasi minyak jelantah untuk memproduksi *FAME* ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh aktivasi termal 110°C dan 300°C pada *support* MMT K-10 dalam *mengimpregnasi* ion Ni²⁺ melalui metode hidrotermal?
2. Menganalisis komposisi unsur dan struktur kristal dari katalis heterogen MMT K-10, Ni²⁺/MMT K-10, Ni²⁺/MMT K-10 (110°C), dan Ni²⁺/MMT K-10 (300°C)?
3. Menguji aktivitas katalitik katalis MMT K-10, Ni²⁺/MMT K-10, Ni²⁺/MMT K-10 (110°C), dan Ni²⁺/MMT K-10 (300°C) pada reaksi transesterifikasi minyak jelantah untuk memproduksi *FAME*?

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat untuk mendapatkan informasi terkait pemanfaatan lempung MMT K-10 sebagai *support* katalis heterogen berbasis logam nikel dalam mengonversi minyak jelantah menjadi *FAME*(*Fatty Acid Methyl Ester*).