

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi memegang peranan penting dalam kehidupan masyarakat karena merupakan parameter yang penting bagi pembangunan dan pertumbuhan ekonomi. Energi konvensional menggunakan bahan bakar minyak (BBM) yang berasal dari fosil yang bersifat tidak terbarukan (*unrenewable*)¹. Produksi energi dunia sangat bergantung pada cadangan bahan bakar fosil yang semakin lama semakin menurun dikarenakan terjadinya penipisan yang cepat dan tidak dapat diperbarui. Selain itu, juga dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan yang mengakibatkan terjadinya emisi gas rumah kaca yang menghasilkan senyawa berbahaya seperti sulfur dioksida, karbon dioksida, karbon monoksida, nitrogen oksida, dan partikel lainnya². Penggunaan energi yang semakin lama semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya aktivitas penduduk dalam berbagai sektor seperti rumah tangga, pabrik, dan industri, sementara cadangan energi konvensional semakin lama semakin menipis. Hal ini memicu timbulnya krisis energi. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut dan mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan para peneliti berusaha mencari dan meneliti sumber energi alternatif yang terbarukan, salah satunya yaitu biodisel^{2,1}.

Biodisel merupakan sumber energi yang terbarukan, dapat terurai secara hayati, dan tidak beracun². Biodisel atau *fatty acid methyl ester* (FAME) dapat diperoleh melalui reaksi transesterifikasi trigliserida dengan bantuan katalis. Keunggulan biodisel dibandingkan bahan bakar konvensional yaitu bersifat terbarukan, tidak beracun, mudah terurai (*biodegradable*), rendah emisi karbon dan tidak mengandung bahan kimia aromatik dan sulfur³. Bahan baku untuk produksi biodisel dapat diperoleh dari *edible oil*, *non-edible oil*, alga, minyak jelantah atau *waste cooking oil* (WCO). WCO merupakan bahan baku alternatif yang dapat digunakan untuk produksi biodisel karena harganya yang murah dan bisa menanggulangi masalah lingkungan⁴.

Katalis yang digunakan dalam produksi biodisel melalui reaksi transesterifikasi dapat berupa katalis homogen maupun heterogen. Penggunaan katalis homogen memiliki keterbatasan yaitu sulitnya dalam proses pemisahan dan pemurnian serta tidak dapat digunakan kembali. Oleh karena itu, penggunaan katalis heterogen lebih disukai daripada katalis homogen karena memiliki keuntungan yaitu pemisahan dan pemurniannya lebih mudah, dapat digunakan berulang kali, tidak mudah terkorosi, serta aktivitas dan stabilitas katalitiknya yang lebih baik².

Lempung adalah mineral yang ketersediaannya melimpah di alam. Beberapa jenis lempung yaitu kaolinit, illit, dan montmorillonit. Lempung berpotensi digunakan sebagai katalis atau *support* (pendukung) katalis dalam produksi biodisel. Lempung memiliki sifat *non-toxic*, ramah lingkungan, dan berbiaya rendah².

Penelitian ini menggunakan *support* katalis berbasis lempung montmorillonit K-10 (MMT K-10) yang dimodifikasi menggunakan logam Cu untuk menghasilkan katalis heterogen MMT K-10/Cu²⁺. MMT K-10 dianggap sebagai katalis lempung yang sangat menarik dikarenakan memiliki keuntungan dibandingkan *solid support* lainnya. MMT K-10 sebagai *green catalyst* yang murah karena mencegah pemborosan dan dapat digunakan kembali serta ramah lingkungan⁵. MMT K-10 adalah mineral lempung komersial yang sudah diaktivasi asam dan dapat digunakan sebagai katalis heterogen, absorben, dan lainnya. Penggunaan MMT K-10 memberikan keuntungan yaitu memiliki luas permukaan yang besar, selektivitas yang tinggi, stabilitas termal yang baik, dan juga dapat digunakan kembali⁶. Modifikasi lempung dengan logam diperlukan karena lempung yang tidak dimodifikasi memiliki aktivitas katalitik yang rendah⁷. Modifikasi katalis dapat dilakukan dengan metode hidrotermal untuk mempermudah terjadinya pembentukan material dengan kristalinitas dan kemurnian yang tinggi, ukuran yang kecil, dan agregasi yang rendah⁸.

Penelitian terdahulu yang menggunakan katalis MMT K-10 sebagai *support* katalis heterogen yaitu Munir (2021), dimana produksi biodisel dilakukan dari minyak biji *Raphanus raphanistrum* L. menggunakan katalis lempung montmorillonit yang dimodifikasi dengan Cu menghasilkan rendemen sebesar 83 %⁹. Penelitian lainnya oleh Almadani (2018), dimana produksi metil ester asam stearat menggunakan katalis lempung MMT K-10/Cu²⁺ menghasilkan rendemen sebesar 87,05 %⁶. Katalis lempung MMT K-10 perlu dilakukan aktivasi termal untuk memperoleh luas permukaan spesifik yang lebih besar dan juga dapat meningkatkan kinerja adsorpsi dan katalitik dari katalis¹⁰. Admi (2024) telah melakukan penelitian dengan mengaktivasi lempung MMT K-10 dan aktivitas katalitik yang paling baik memberikan rendemen FAME (biodisel) paling tinggi pada temperatur 300 °C¹¹. Oleh karena itu, aktivasi termal pada penelitian ini perlu dilakukan juga agar aktivitas katalitik katalisnya meningkat dan diharapkan dapat menghasilkan rendemen FAME yang tinggi.

Peningkatan aktivitas katalitik katalis lainnya dapat dilakukan juga dengan mengkalsinasi katalis¹². Penelitian terdahulu oleh Olutoye (2016) telah melakukan variasi temperatur kalsinasi katalis MMT K-10 yang dimodifikasi dengan barium yaitu pada temperatur 400 °C hingga 700 °C untuk melihat pengaruh aktivitas katalitik katalis dalam mengkonversi trigliserida menjadi FAME (biodisel). Aktivitas katalitik paling tinggi pada penelitian Olutoye (2016) ini diberikan oleh katalis MMT K-10 yang dimodifikasi barium dengan temperatur kalsinasi 500°C memberikan % rendemen paling tinggi yaitu 83,38 %⁷. Penelitian lainnya oleh Munir (2021) juga melakukan variasi temperatur kalsinasi untuk melihat aktivitas katalitiknya yaitu pada temperatur 300 °C hingga 700 °C dan menghasilkan aktivitas katalitik paling tinggi pada katalis kalsinasi 500 °C dengan memberikan % redemen sebesar 83 %. Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, maka pada penelitian ini variasi temperatur kalsinasi katalis dilakukan pada rentang 400 °C hingga 700 °C untuk

meningkatkan sifat aktivitas katalitik katalis untuk mendapatkan rendemen FAME yang maksimal.

Berdasarkan penelitian terdahulu, maka pada penelitian ini dilakukan sintesis katalis MMT K-10 yang diaktivasi termal dan dimodifikasi logam Cu dengan metode hidrotermal, serta diuji aktivitas katalitiknya melalui reaksi transesterifikasi minyak jelantah menjadi biodisel dengan parameter uji variasi rasio molar minyak dan metanol. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya mengatasi masalah krisis energi dan menghasilkan bahan bakar yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu, bagaimana kinerja katalitik katalis heterogen MMT K-10 yang dimodifikasi dengan spesies Cu^{2+} dan disintesis melalui metode hidrotermal dengan variasi temperatur kalsinasi yaitu tanpa kalsinasi, kalsinasi 400 °C, 500 °C, 600 °C, dan 700 °C. Selanjutnya, bagaimana parameter kondisi reaksi transesterifikasi yang optimal untuk rasio molar minyak : metanol dan bagaimana kualitas biodisel yang dihasilkan dengan parameter uji densitas dan viskositas yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 7182 : 2015).

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja katalitik katalis heterogen MMT K-10 yang dimodifikasi spesies Cu^{2+} dan disintesis melalui metode hidrotermal dengan variasi temperatur kalsinasi yaitu tanpa kalsinasi, kalsinasi 400 °C, 500 °C, 600 °C, dan 700 °C.
2. Menguji parameter kondisi reaksi transesterifikasi yaitu variasi rasio molar minyak : metanol = 1:6, 1:9, 1:12, 1:15, dan 1:18.
3. Menguji kualitas biodisel dengan parameter densitas dan viskositas yang sesuai dengan standar Standar Nasional Indonesia (SNI 7182 : 2015).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai pemanfaatan dan kemampuan mineral lempung MMT K-10 sebagai *support* katalis dalam sintesis katalis heterogen MMT K-10/ Cu^{2+} untuk memproduksi biodisel dari minyak jelantah (WCO).