

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan energi khususnya bahan bakar mesin diesel terjadi sejak pertengahan tahun 80-an yang disebabkan oleh meningkatnya jumlah industri, transportasi dan pusat Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) (Putri dan Edy, 2020). Energi terbarukan ramah lingkungan seperti biodiesel dapat menjadi energi alternatif minyak diesel konvensional (Zhang, *et al.*, 2016). Biodiesel juga diperuntukkan sebagai bahan bakar dengan kadar emisi gas buang lebih rendah (Ristianingsih, *et al.*, 2015). Salah satu sumber daya alam potensial untuk pengembangan biodiesel di Indonesia adalah sawit (Usman, *et al.*, 2009).

Satu tandan buah segar (TBS) sawit terdiri dari buah sawit matang, muda, abnormal, lewat matang, dan busuk yang dapat mempengaruhi kualitas minyak yang dihasilkan yang dapat dilihat dari kadar asam lemak bebas (ALB). Minyak dengan ALB kurang dari 5% merupakan minyak berkualitas baik sesuai standar mutu minyak sawit mentah/*crude palm oil* (CPO) diatur melalui Badan Standar Nasional Indonesia yang dimuat dalam SNI-0102901-2006 yang dapat digunakan dalam pangan. Sedangkan sawit sisa sortiran akan menghasilkan minyak sawit mentah dengan kualitas rendah dengan ALB lebih dari 5% (Gemy, *et al.*, 2015; Alfiah dan Susanto, 2015).

Ada dua langkah reaksi yang digunakan untuk mensintesis metil ester (biodiesel) dari minyak sawit mentah berdasarkan perbedaan kadar ALB. Dua reaksi tersebut meliputi reaksi transesterifikasi untuk minyak dengan ALB kurang dari 5% menggunakan katalis basa dan reaksi esterifikasi untuk minyak dengan ALB lebih dari 5% menggunakan katalis asam. Katalis konvensional yang umum digunakan dalam produksi metil ester adalah katalis homogen (satu fasa dan larut dalam metanol). Katalis homogen memiliki beberapa keunggulan diantaranya bereaksi dengan cepat, tingginya nilai konversi dan penggunaan katalis yang sedikit (Manuale, *et al.*, 2015). Namun, metil ester yang dihasilkan sulit untuk dipisahkan dari katalis sehingga katalis tidak dapat digunakan kembali dan

menghasilkan limbah perairan dalam jumlah besar (Georgogianni, *et al.*, 2009). Oleh karena itu dibutuhkan katalis yang memiliki fasa berbeda dari produk.

Katalis heterogen mempunyai banyak kelebihan diantaranya pemisahan produk dan katalis lebih mudah, dapat digunakan kembali, adanya pengurangan jumlah air limbah yang dihasilkan dan kurang sensitif terhadap keberadaan air dalam bahan baku (Tang, *et al.*, 2018) Katalis heterogen dalam proses transesterifikasi metil ester yang sudah pernah digunakan adalah MgO, SrO, Zeolit, ZnO, TiO₂, CaO, CaCO₃, dan Al₂O₃. Logam alkali oksida seperti MgO, CaO, dan SrO memiliki aktivitas yang tinggi untuk digunakan dalam proses transesterifikasi (Wendi, 2015).

Logam Sn berpotensi dalam pengembangan katalis heterogen karena bersifat asam lewis yang lebih besar jika dibandingkan dengan logam transisi lain diantaranya seng (Zn), timbal (Pb), dan merkuri (Hg) (Alimuddin, *et al.*, 2017). Yustira, *et al.* (2015) melaporkan bahwa katalis Sn-zeolit dalam sintesis metil ester dengan bahan baku *sludge palm oil* didominasi oleh mordenit dan kuarsa dengan adanya situs asam Bronsted dan situs asam Lewis. Selain asam lemak bebas, di dalam CPO juga terdapat trigliserida yang dapat dikonversi menjadi metil ester dengan bantuan katalis basa secara transesterifikasi. *Red mud* memiliki rentang pH sekitar 11-13 dan merupakan residu atau bahan buangan yang berasal dari pengolahan bauksit untuk produksi alumina (Ramadhani dan Dian, 2018).

Liu, *et al.* (2013) melaporkan bahwa produksi biodiesel dari minyak sayur menggunakan katalis *red mud* dapat menghasilkan biodiesel melampaui 94% selama 3 jam. Kelebihan dari penggunaan katalis *red mud* diantaranya yaitu berbiaya rendah dan ramah lingkungan karena secara signifikan dapat mereduksi limbah di lingkungan (Bhatnagar, *et al.*, 2011). Dalam penelitian ini akan dibuat katalis Sn-zeolit dan *red mud* yang digunakan sebagai katalis dalam sintesis metil ester dari CPO dengan ALB < 5% dan ALB > 5% secara transesterifikasi, esterifikasi, dan transesterifikasi-esterifikasi (simultan). Parameter yang akan diteliti adalah perbandingan Sn-zeolit dan *red mud* (b/b), konsentrasi katalis (% b/b) dan perbandingan mol CPO:methanol untuk menghasilkan konversi metil ester terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

CPO mengandung trigliserida dan asam lemak bebas dengan kadar yang berbeda-beda sesuai dengan kualitasnya. Kedua komponen ini dapat disintesis menjadi metil ester dimana trigliserida akan melalui reaksi transesterifikasi dengan katalis basa *red mud* dan asam lemak bebas akan melalui reaksi esterifikasi dengan katalis Sn-zeolit. Secara komersial, penggunaan kedua katalis ini dalam reaksi simultan sintesis metil ester dapat meminimalisir biaya produksi. Namun, kondisi terbaik sintesis metil ester secara simultan dipengaruhi oleh karakter dari masing-masing katalis serta beberapa kondisi meliputi perbandingan Sn-zeolit:*red mud* (b/b), konsentrasi katalis (%b/b), perbandingan mol CPO:metanol, dan lama reaksi. Oleh karena itu, bagaimana kondisi terbaik sintesis metil ester dari minyak sawit mentah yang dipengaruhi perbandingan Sn-zeolit:*red mud* (b/b), konsentrasi katalis (%b/b), perbandingan mol CPO:metanol, dan lama reaksinya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengkarakterisasi katalis Sn-zeolit dan *red mud* berdasarkan analisis XRD dan FTIR.
2. Menentukan kondisi terbaik reaksi sintesis metil ester CPO yang meliputi perbandingan Sn-zeolit:*red mud* (b/b), persen katalis (% b/b), perbandingan mol CPO:metanol dan lama reaksi.
3. Mengkarakterisasi metil ester menggunakan GC-MS yang diperoleh.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat:

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai konversi metil ester pada esterifikasi dan transesterifikasi CPO menggunakan katalis Sn-zeolit dan *red mud*.
2. Meminimalisir biaya produksi metil ester karena menggunakan katalis dan bahan baku yang murah.