

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk, perkembangan sarana transportasi dan industri telah meningkatkan permintaan energi secara signifikan. Di sisi lain, menipisnya cadangan sumber energi fosil telah mendorong pemanfaatan sumber energi alternatif sebagai pengganti energi fosil. Salah satu jenis sumber daya alam yang berpotensi sebagai bahan baku produksi energi alternatif adalah minyak nabati yang dapat diolah menjadi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi.

Pembuatan biodiesel pada prinsipnya bertumpu pada reaksi transesterifikasi asam lemak yang terkandung dalam minyak nabati atau limbah yang kaya akan asam lemak. Produksi biodiesel secara global umumnya berasal dari minyak nabati pangan seperti minyak kelapa (Crabbe *et al.*, 2001; Pandiangan and Simanjuntak, 2013), kelapa sawit (Witoon *et al.*, 2014), jagung (Mohadesi *et al.*, 2014) dan minyak kedelai (Samart *et al.*, 2010; Serio *et al.*, 2008). Selain sumber bahan bakunya yang melimpah, minyak nabati pangan juga diketahui lebih mudah ditransesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel. Akan tetapi produksi biodiesel dari minyak nabati pangan memiliki kelemahan antara lain kestabilan penyimpanan dan ketahanan terhadap oksidasi rendah, biaya bahan baku tinggi, nilai kalor rendah (Ashraful *et al.*, 2014) dan terutama terjadinya persaingan antara kebutuhan pangan dan energi.

Untuk meminimalkan ketergantungan bahan baku produksi biodiesel pada minyak nabati yang berfungsi sebagai bahan pangan, diperlukan upaya untuk mengembangkan biodiesel dari bahan minyak nabati non pangan dan telah menjadi fokus penelitian di berbagai negara. Banyak tanaman yang memiliki kandungan minyak nabati non pangan yang cukup menjanjikan (Atabani *et al.*, 2013; Demirbas, 2009; Silitonga *et al.*, 2013) antara lain *Jatropha curcas* (jarak pagar), *Calophyllum inophyllum* (nyamplung), *Madhuca indica* (mahua), *Hevea brasiliensis* (biji karet), *Ricinus communis L.* (jarak kaliki), *Terminalia catappal* (ketapang). Tanaman penghasil minyak nabati non pangan dapat tumbuh di daerah beriklim tropis dan subtropis di seluruh dunia (Openshaw, 2000) dan biaya budidayanya jauh lebih rendah dibandingkan dengan tanaman minyak nabati

karena tidak memerlukan perawatan intensif untuk memperoleh hasil yang cukup tinggi (Banković-Ilić *et al.*, 2012).

Dari berbagai penelitian sebelumnya disimpulkan bahwa efektivitas reaksi transesterifikasi sangat ditentukan oleh jenis dan jumlah katalis, nisbah alkohol terhadap minyak nabati, suhu dan waktu reaksi (Serio *et al.*, 2008; Teo *et al.*, 2014). Penggunaan jenis katalis yang tidak berperan secara optimal merupakan salah satu kendala dalam pengembangan biodiesel yang kompetitif.

Penggunaan katalis homogen lebih mudah, kondisi operasi sederhana, katalis basa memiliki aktivitas yang tinggi dan waktunya lebih singkat sedangkan katalis asam dapat digunakan untuk esterifikasi dan transesterifikasi secara bersamaan. Di samping memiliki beberapa keuntungan, katalis homogen juga mempunyai kelemahan antara lain sulitnya pemisahan produk dan katalis, sering terjadi reaksi saponifikasi, katalis asam bersifat korosif, lajunya lebih lambat dan membutuhkan nisbah molar yang lebih tinggi (Atadashi *et al.*, 2011; Bondioli, 2004; Endalew *et al.*, 2011a). Selain itu katalis homogen tidak dapat digunakan secara berulang sehingga meningkatkan biaya dan kinerja produksi secara keseluruhan (Vicente *et al.*, 2004).

Oleh karena itu, dewasa ini penelitian untuk pengembangan katalis heterogen dengan unjuk kerja yang baik sedang giat dilakukan dan terus mendapat perhatian dari para peneliti. Salah satu jenis katalis heterogen yang banyak digunakan pada reaksi transesterifikasi untuk produksi biodiesel adalah katalis berbasis logam alkali tanah seperti CaO dan MgO. Berdasarkan literatur diketahui bahwa reaktivitas katalis CaO lebih tinggi dibandingkan dengan MgO (Kouzu *et al.*, 2008; Taufiq-yap *et al.*, 2011a), akan tetapi CaO mudah sekali mengalami *leaching* sehingga terjadi penyabunan (Endalew, *et al.*, 2011b; Kouzu *et al.*, 2009). Walaupun reaktivitas MgO relatif rendah dibandingkan CaO akan tetapi berdasarkan hasil penelitian Pandiangan dkk (2015) menunjukkan bahwa aktivitas katalis MgO berpenyangga SiO₂ sekam padi pada transesterifikasi minyak kelapa relatif tinggi dan minyak jarak pagar (Pandiangan *et al.*, 2016a).

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan sebelumnya, maka pada penelitian ini dikembangkan desain katalis heterogen menggunakan penyangga berupa silika hasil ekstraksi dari sekam padi yang ketersediaannya sangat

melimpah di Indonesia. Silika mudah diekstraksi menggunakan larutan alkalis (Pandiangan dkk, 2009; Daifullah *et al.*, 2003; Le *et al.*, 2013; Shamle *et al.*, 2014) dan silika yang diperoleh diketahui mempunyai fasa amorf (Patil *et al.*, 2014; Yalçın and Sevin., 2001) dengan struktur orto silikat (Kalapathy, *et al.*, 2000) yang memiliki kesamaan dengan silikat yang terdapat dalam tetra etil ortho silikat (TEOS) dan tetra metil ortho silikat (TMOS). Sintesis katalis dilakukan dengan metode sol-gel (Korošec and Bukovec, 2006; Pandiangan and Simanjuntak, 2013). Pemilihan CaO dan MgO sebagai situs aktif (dopan) didasarkan pada penggunaannya yang sangat luas dalam reaksi transesterifikasi (Kouzu and Hidaka 2012; Taufiq-yap *et al.*, 2011a). CaO dan MgO dapat dipreparasi dari batu kapur (Ketcong *et al.*, 2014), dolomit rock (Jaiyen *et al.*, 2015) atau sumber alami lainnya. Selanjutnya aktivitas katalis hasil sintesis diujicobakan pada transesterifikasi minyak nabati non pangan yakni minyak biji karet.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah pengaruh komposisi terhadap aktivitas katalis CaO/SiO₂, MgO/SiO₂ dan CaO-MgO/SiO₂ dalam reaksi transesterifikasi minyak biji karet.
2. Bagaimanakah pengaruh suhu kalsinasi terhadap aktivitas katalis CaO/SiO₂, MgO/SiO₂ dan CaO-MgO/SiO₂ dalam reaksi transesterifikasi minyak biji karet.
3. Bagaimana pengaruh variabel kinetis reaksi yang meliputi jumlah katalis, waktu reaksi, jumlah metanol dan penggunaan ko-reaktan terhadap efektivitas transesterifikasi minyak biji karet?
4. Bagaimanakah karakter katalis CaO/SiO₂, MgO/SiO₂ dan CaO-MgO/SiO₂ yang memiliki aktivitas terbaik meliputi kristalinitas, morfologi permukaan, jenis unsur, gugus fungsi, dan karakter permukaan.
5. Bagaimanakah karakter produk olahan dari reaksi transesterifikasi minyak biji karet menggunakan katalis CaO/SiO₂, MgO/SiO₂ dan CaO-MgO/SiO₂.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mensintesis katalis CaO, MgO, CaO-MgO berbasis silika sekam padi.
2. Mempelajari pengaruh komposisi terhadap aktivitas katalis CaO/SiO₂, MgO/SiO₂ dan CaO-MgO/SiO₂ dalam reaksi transesterifikasi minyak biji karet.
3. Mempelajari pengaruh suhu kalsinasi terhadap aktivitas katalis CaO/SiO₂, MgO/SiO₂ dan CaO-MgO/SiO₂ dalam reaksi transesterifikasi minyak biji karet.
4. Mengkaji pengaruh variabel kinetis meliputi nisbah minyak nabati/metanol, jenis, komposisi katalis, waktu reaksi dan penggunaan ko-reaktan terhadap efektivitas transesterifikasi.
5. Mengkarakterisasi katalis CaO/SiO₂, MgO/SiO₂ dan CaO-MgO/SiO₂ yang memiliki aktivitas terbaik dengan analisis XRD, SEM-EDS, FTIR, dan BET.
6. Mengkarakterisasi produk olahan dari reaksi transesterifikasi minyak biji karet menggunakan katalis CaO/SiO₂, MgO/SiO₂ dan CaO-MgO/SiO₂.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan pemanfaatan minyak nabati non pangan yang ada di Indonesia yang potensinya belum tergali secara optimal.
2. Meningkatkan potensi limbah sekam padi sebagai sumber silika untuk pendukung katalis.
3. Meningkatkan nilai tambah batu kapur sebagai sumber CaO.