

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa katalis MgSiO_3 dan Na_2SiO_3 yang disintesis dari silika abu cangkang sawit menunjukkan kinerja yang menjanjikan sebagai katalis heterogen dalam reaksi transesterifikasi minyak jelantah menghasilkan biodiesel. Katalis MgSiO_3 menghasilkan rendemen optimum sebesar 90,43% pada konsentrasi katalis 8%, rasio metanol/minyak 15:1, suhu 60 °C, dan waktu reaksi 150 menit, sedangkan Na_2SiO_3 mampu mencapai rendemen hingga 99,01% pada konsentrasi 6%, suhu lebih rendah (50 °C), dan waktu reaksi lebih singkat (90 menit). Karakterisasi menunjukkan bahwa kedua katalis memiliki struktur kristal yang stabil (XRD), serta pita serapan khas pada FTIR yang tetap muncul pada rentang yang sama sebelum dan sesudah reaksi, mengindikasikan bahwa struktur kimia utama katalis tidak mengalami perubahan. Selain itu, morfologi dan tekstur permukaan keduanya mendukung aktivitas katalitik, dengan Na_2SiO_3 memiliki luas permukaan dan porositas yang lebih tinggi. Melalui optimasi menggunakan RSM, diperoleh model kuadratik dengan nilai R^2 sebesar 0,976 untuk katalis MgSiO_3 dan 0,986 untuk katalis Na_2SiO_3 , yang mencerminkan kemampuan prediksi yang sangat baik. Nilai $p\text{-value}$ model $< 0,05$ menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara faktor-faktor input dan rendemen biodiesel, sementara $p\text{-value lack of fit} > 0,05$ mengindikasikan tidak adanya penyimpangan yang signifikan dalam model. Seluruh faktor input memberikan pengaruh signifikan terhadap rendemen ($p\text{-value} < 0,05$), dengan konsentrasi katalis sebagai faktor dominan pada MgSiO_3 dan suhu reaksi pada Na_2SiO_3 , sebagaimana ditunjukkan oleh $F\text{-value}$ tertinggi dalam masing-masing model. Dari aspek reusabilitas, Na_2SiO_3 menunjukkan stabilitas yang lebih baik dengan rendemen sebesar 74,44% setelah tujuh kali penggunaan, dibandingkan MgSiO_3 yang hanya mencapai 60,47%. Selain itu, biodiesel dengan katalis Na_2SiO_3 telah memenuhi seluruh parameter mutu SNI, sedangkan dengan MgSiO_3 belum memenuhi pada kandungan FAME. Studi kinetika dan

termodinamika menunjukkan bahwa kedua reaksi mengikuti model pseudo-orde pertama dan bersifat endotermik.

5.2. Saran

1. Untuk mendukung kesiapan teknologi menuju tahap hilirisasi, pelaksanaan studi lanjutan dalam bentuk pilot project guna mengonversi kondisi optimum yang diperoleh pada penelitian ini ke dalam skala industri. Pilot project tersebut diharapkan mampu memberikan evaluasi komprehensif terhadap kestabilan proses, efisiensi operasional, serta kinerja katalis dalam kondisi mendekati aplikasi industri. Sehingga bisa menjadi dasar teknis yang penting bagi perancangan sistem produksi biodiesel berkelanjutan berbasis katalis silikat dari limbah biomassa pada skala komersial.
2. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan terhadap fraksi gliserol sebagai hasil samping dari reaksi transesterifikasi. Kajian dapat dimulai dari tahap pemisahan dan pemurnian gliserol menggunakan metode yang efisien dan ramah lingkungan, seperti destilasi atau adsorpsi. Setelah diperoleh gliserol dengan tingkat kemurnian tinggi, penelitian dapat diarahkan pada evaluasi potensi pemanfaatannya dalam industri farmasi. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan nilai tambah dari keseluruhan proses, tetapi juga mendorong efisiensi ekonomi dan prinsip *zero waste* dalam produksi biodiesel berbasis katalis heterogen.

