

## INTISARI

Dalam upaya penurunan emisi karbon nasional, salah satu teknologi yang terus dikembangkan Indonesia adalah biodiesel, mengingat besarnya kebutuhan energi sektor transportasi dan resistensi moda angkutan berat/jarak jauh terhadap elektrifikasi. Salah satu kendala inherent biodiesel, yaitu titik keruh dan titik embun yang tinggi, dapat diatasi dengan pencampuran biodiesel dengan etil levulinat. Etil levulinat dapat diproduksi dari asam levulinat menggunakan katalis asam homogen seperti HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, tetapi katalis homogen memiliki beberapa kekurangan sehingga banyak peneliti mencoba mengembangkan katalis heterogen. Karbon tersulfonasi merupakan salah satu material yang dapat digunakan untuk sintesis etil levulinat dari asam levulinat.

Karbon tersulfonasi memiliki beberapa keunggulan seperti ketersediaan bahan baku yang berlimpah, kemudahan dalam mengatur karakteristik katalis dan proses pembuatan yang mudah. Namun hingga saat ini belum studi yang komprehensif membahas pengaruh karakteristik katalis karbon tersulfonasi terhadap performa esterifikasi asam levulinat. Oleh karena itu katalis karbon tersulfonasi akan dibuat dari dua jenis polimer yang berbeda sehingga akan memberikan karakteristik yang berbeda pula. Pengujian terhadap karbon tersulfonasi dengan karakteristik yang berbeda diharapkan dapat memberikan suatu pemahaman baru terkait hubungan karakteristik katalis dan konsentrasi asam sulfat saat sulfonasi terhadap performa katalis.

Katalis karbon tersulfonasi akan dibuat dari polimer berbasis biomassa dan polimer sintetis. Polimer sintesis akan dipirolisis pada suhu 1000 °C selama 2 jam dengan aliran CO<sub>2</sub>. Karbon berpori dari polimer biomassa maupun sintetis selanjutnya dibuat berukuran <0,150 mm, 0,300 – 0,355 mm, dan 1,00 – 1,125 mm. Proses sulfonasi dilakukan pada suhu 90 °C selama 2 jam dengan konsentrasi asam sulfat 10%, 30%, dan 50%. Setelah proses sulfonasi dan pencucian, varian karbon tersulfonasi digunakan dalam esterifikasi asam levulinat pada suhu 70 °C selama 120 jam. Data-data yang didapatkan dianalisis dan dibandingkan satu sama lain. Data konversi asam levulinat selanjutnya dibandingkan dengan model kinetika reaksi.

Katalis karbon tersulfonasi terbaik didapatkan oleh katalis K-RPFEG-30-S dengan luas permukaan dan volume pori spesifik sebesar, 1420 m<sup>2</sup>/g dan 0,67 cc/g. Katalis tersebut dapat mengkonversi asam levulinat menjadi etil levulinat sebesar 81,74% pada suhu 70 °C, rasio reaktan 5:1 mol/mol dalam waktu 120 jam. Katalis karbon tersulfonasi yang digunakan kembali tidak mengalami penurunan konversi yang signifikan. Meski demikian, luas permukaan dan volume spesifik yang tinggi tidak memiliki pengaruh yang berarti terhadap konversi reaktan. Jumlah asam karbon tersulfonasi secara optimal didapatkan dengan proses sulfonasi menggunakan asam sulfat 30% dan ukuran katalis 0,300 – 0,355 mm. Proses sulfonasi menggunakan asam sulfat 30% dan ukuran katalis <0,150 mm dapat mengembangkan porositas karbon dengan baik. Model kinetika reaksi yang diusulkan memiliki kesesuaian yang tinggi terhadap data eksperimen.

Kata kunci: Etil levulinat; esterifikasi; karbon tersulfonasi; porositas karbon; sulfonasi

## ABSTRACT

To reduce national carbon emissions, Indonesia continues to develop biodiesel, given the large energy demand in the transportation sector and the resistance of heavy/long-distance transport modes to electrification. One of the inherent problems of biodiesel, namely high turbidity and dew point, can be overcome by mixing biodiesel with ethyl levulinate. Ethyl levulinate can be produced from levulinic acid using homogeneous acid catalysts such as HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Still, homogeneous catalysts have several drawbacks, so many researchers try to develop heterogeneous catalysts. Sulfonated carbon is one of the materials used to synthesise ethyl levulinate from levulinic acid.

Sulfonated carbon has several advantages, such as the availability of abundant raw materials, the ease of adjusting the characteristics of the catalyst and the easy manufacturing process. However, until now, there has yet to be a comprehensive study discussing the effect of the characteristics of the sulfonated carbon catalyst on the esterification performance of levulinic acid. Therefore, the sulfonated carbon catalyst will be made from two different polymers to provide different characteristics. Tests on sulfonated carbon with diverse characteristics are expected to provide a new understanding regarding the relationship between catalyst characteristics and sulfuric acid concentration during sulfonation on catalyst performance.

The sulfonated carbon catalyst will be prepared from biomass-based polymers and synthetic polymers. The synthetic polymer will be pyrolyzed at 1000 °C for 2 hours with CO<sub>2</sub> flow. Porous carbon from biomass and synthetic polymers is then made, sized <0.150 mm, 0.300 – 0.355 mm, and 1.00 – 1.125 mm. The sulfonation process was carried out at 90 °C for 2 hours with 10%, 30% and 50% sulfuric acid concentrations. After sulfonation and washing processes, the sulfonated carbons were used in the esterification of levulinic acid at 70 °C for 120 hours. The data obtained were analyzed and compared to one another. The levulinic acid conversion data were then compared with the reaction kinetics model.

The best-performing sulfonated carbon catalyst was obtained using K-RPFEG-30-S catalyst with specific surface area and pore volume of 1420 m<sup>2</sup>/g and 0.67 cc/g. The catalyst can convert levulinic acid to ethyl levulinate by 81.74% at 70 °C, reactant ratio of 5:1 mol/mol within 120 hours. The sulfonated carbon catalyst reused did not experience a significant reduction in conversion. However, the high surface area and specific volume do not have a substantial effect on the conversion of reactants. The optimal amount of sulfonated carbonic acid is obtained by a sulfonation process using 30% sulfuric acid and a catalyst size of 0.300 – 0.355 mm. Sulfonation process using 30% sulfuric acid and catalyst size <0.150 mm can develop carbon porosity well. The proposed reaction kinetics model has a high suitability to the experimental data.

**Keywords:** Ethyl levulinate; esterification; sulfonated carbon; carbon porosity; sulfonation