

ABSTRACT

Biodiesel is an environmentally friendly alternative fuels that can replace the fossil fuels. The price of biodiesel is still relatively expensive due to the high price of raw materials. Thus, cheaper raw materials such as used cooking oils can be used. Used cooking oils can be used to produce biodiesel by transesterification reaction using short-chain alcohol and the help of catalyst.

This research will study the effect of reagent ratio, catalyst concentration and temperature on the conversion of biodiesel produced by reacting used cooking oil and bioethanol using $K_2CO_3/\gamma-Al_2O_3$ catalyst. The study was carried out in batches at the mole variation of used cooking oil: bioethanol (1:6, 1:9, 1:12), catalyst loading (2%, 3%, 4%), and temperature ((45°C, 50°C, 65°C) to obtain the kinetics data. The reaction was run at time periods of 5, 10, 15, 30, 60, and 120 minutes, then the biodiesel was separated from the catalyst and glycerol. Furthermore, the biodiesel samples were analyzed by GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) to determine the alkyl ester content.

The reactant ratio, catalyst concentration, and reaction temperature affect the production of biodiesel from used cooking oil and bioethanol with $K_2CO_3/\gamma-Al_2O_3$ catalyst. The highest conversion was achieved at 60 minutes, a mole ratio of used cooking oil to bioethanol of 1:9, a catalyst loading of 3% from used cooking oil, and a temperature of 65°C with a conversion of used cooking oil to biodiesel of 86.39%. The kinetics of transesterification reactions in the production of biodiesel from used cooking oil is approached by elementary reversible reactions involving mass transfer and chemical reactions. The proposed kinetic model approximates conformity with the experimental data. From the calculation results, the activation energy of the forward reaction is 39.54 kJ/mol and the activation energy of the backward reaction is 35.00 kJ/mol. The biodiesel product meets the standards of SNI 7182:2015, ASTM D6751, and EN 14124 on several parameters, namely the density of 871.7 kg/m³, the kinematic viscosity of 4.82 mm²/s, the flash point of 176°C, the cloud point of 9°C, the copper plate corrosion of number 1, the acid number of 0.39 mg-KOH/g, the total glycerol of 0.16%, and the ester content of 98.3%.

Keywords: *biodiesel, used cooking oil, bioethanol, $K_2CO_3/\gamma-Al_2O_3$, transesterification*

INTISARI

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan pengganti bahan bakar fosil. Harga biodiesel saat ini masih relatif mahal karena tingginya harga bahan baku. Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut dengan menggunakan bahan baku relatif murah, seperti minyak jelantah. Minyak jelantah dapat memproduksi biodiesel dengan reaksi transesterifikasi menggunakan alkohol rantai pendek serta bantuan katalis.

Pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh perbandingan pereaksi, konsentrasi katalis dan suhu terhadap konversi biodiesel yang dihasilkan dengan mereaksikan minyak jelantah dan bioetanol menggunakan katalis $K_2CO_3/\gamma-Al_2O_3$. Penelitian dilaksanakan secara *batch* pada variasi mol minyak jelantah : bioetanol (1:6, 1:9, 1:12), konsentrasi katalis (2%, 3%, 4% terhadap minyak jelantah), dan suhu (45°C, 55°C, 65°C) untuk mendapatkan data kinetika. Reaksi dijalankan pada periode waktu 5, 10, 15, 30, 10, dan 120 menit, kemudian biodiesel dipisahkan dari katalis dan gliserol. Selanjutnya sampel biodiesel dianalisis dengan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) untuk mengetahui kadar alkil esternya.

Perbandingan reaktan, konsentrasi katalis, serta suhu reaksi mempengaruhi produksi biodiesel dari minyak jelantah dan bioetanol dengan katalis $K_2CO_3/\gamma-Al_2O_3$. Konversi tertinggi dicapai pada waktu 60 menit, perbandingan mol minyak jelantah terhadap bioetanol 1:9, konsentrasi katalis (*loading catalyst*) 3% terhadap minyak jelantah, dan suhu 65°C dengan konversi minyak jelantah menjadi biodiesel 86,39%. Kinetika reaksi transesterifikasi pada produksi biodiesel dari minyak jelantah didekati dengan reaksi *reversible* elementer yang melibatkan perpindahan massa dan reaksi kimia. Model kinetika yang diusulkan mendekati kesesuaian dengan data eksperimen. Dari hasil perhitungan, diperoleh energi aktivasi reaksi ke kanan sebesar 39,54 kJ/mol dan energi aktivasi reaksi ke kiri sebesar 35,00 kJ/mol. Produk biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar SNI 7182:2015, ASTM D6751, dan EN 14124 pada beberapa parameter yaitu massa jenis 871,7 kg/m³, viskositas kinematik 4,82 mm²/s, titik nyala 176°C, titik kabut 9°C, korosi lempeng tembaga nomor 1, angka asam 0,39 mg-KOH/g, gliserol total 0,16%, dan kadar ester 98,3%.

Kata kunci : biodiesel, minyak jelantah, bioetanol, $K_2CO_3/\gamma-Al_2O_3$, transesterifikasi