

NANOKATALIS NIKEL TERIMPREGNASI PADA ZIRKONIA TERFOSFATASI: SINTESIS DAN APLIKASI UNTUK HIDROKONVERSI ATMOSFERIK MINYAK GORENG SAWIT BEKAS MENJADI BIOAVTUR

Aldino Javier Saviola
23/526466/PPA/06654

INTISARI

Emisi gas karbon dioksida yang terus meningkat akibat tingginya permintaan terhadap industri aviasi serta menipisnya sumber bahan bakar fosil merupakan isu serius yang mengharuskan para peneliti untuk mengembangkan bioavtur dari minyak nabati demi tercapainya netralitas karbon. Pada penelitian ini, nanokatalis nikel terimpregnasi pada zirkonia terfosfatasi ($\text{Ni}/\text{PO}_4\text{-ZrO}_2$) telah berhasil disintesis dan diuji performanya untuk mengonversi minyak goreng sawit bekas menjadi bioavtur. Impregnasi logam nikel dilakukan secara *spray impregnation* dengan variasi konsentrasi logam nikel sebesar 0,5; 1; dan 1,5% (b/b). Nanokatalis dikarakterisasi dengan instrumen XRD, FTIR, NH_3 -TPD, SAA, FESEM-EDX *mapping*, TEM-SAED, dan XPS. Proses *hydrotreatment* dilakukan pada temperatur 350–450 °C (fraksi I) dan 450–550 °C (fraksi II) dengan rasio katalis:umpan sebesar 1:100 (b/b) serta laju alir gas H_2 sebesar 20 mL/menit pada tekanan atmosferik selama 2 jam. Produk cair hasil *hydrotreatment* dianalisis dengan instrumen GC-MS untuk menentukan selektivitas dan *yield* bioavtur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam nikel sebesar 1% (b/b) berhasil menghasilkan nanokatalis $\text{Ni}/\text{PO}_4\text{-ZrO}_2$ dengan nilai keasaman total tertinggi dibandingkan dengan variasi konsentrasi lainnya yaitu sebesar 0,95 mmol/g NH_3 . Nanokatalis $\text{Ni}/\text{PO}_4\text{-ZrO}_2$ memiliki nilai keasaman total, luas area spesifik, volume pori total, dan kandungan logam $\text{Ni}(0)$ yang lebih besar daripada $\text{Ni}/\text{PO}_4\text{-ZrO}_2$ *stir*. Selaras dengan karakternya tersebut, nanokatalis ini mampu memberikan performa yang paling baik dalam memproduksi bioavtur dari minyak goreng sawit bekas dengan persentase produk cair dan *yield* bioavtur yang dihasilkan berturut-turut sebesar 60,60% (b/b) dan 54,71% (b/b) dengan selektivitas bioavtur fraksi I sebesar 92,59% pada rasio katalis:umpan optimum sebesar 1:100 (b/b). Nanokatalis $\text{Ni}/\text{PO}_4\text{-ZrO}_2$ memiliki kemampuan *reusability* yang cukup baik dan setelah regenerasi, nanokatalis ini mampu menghasilkan produk cair dan *yield* bioavtur yang lebih baik daripada penggunaan keempat. Titik beku dari produk cair hasil *hydrotreatment* fraksi I dan fraksi II berturut-turut sebesar –28,0 °C dan –21,7 °C. Campuran 2,4% (v/v) masing-masing produk cair tersebut dengan avtur komersial menghasilkan titik beku bahan bakar berturut-turut sebesar –53,2 °C dan –52,9 °C yang telah memenuhi spesifikasi ASTM.

Kata kunci: bioavtur, hidrokonversi atmosferik, minyak goreng sawit bekas, nikel, zirkonia terfosfatasi.

NICKEL-IMPREGNATED PHOSPHATED ZIRCONIA NANO-CATALYSTS: SYNTHESIS AND APPLICATION FOR ATMOSPHERIC HYDROCONVERSION OF USED PALM COOKING OIL INTO BIO-JET FUEL

Aldino Javier Saviola
23/526466/PPA/06654

ABSTRACT

Increasing carbon dioxide gas emissions due to the high demand for the aviation industry and the depletion of fossil fuel sources are serious issues that require researchers to develop bio-jet fuel from vegetable oils to achieve carbon neutrality. In this study, nickel-impregnated phosphated zirconia ($\text{Ni}/\text{PO}_4\text{-ZrO}_2$) nano-catalysts were successfully synthesized and applied for their performance in converting used palm cooking oil into bio-jet fuel. Nickel metal impregnation was carried out by spray impregnation with varying concentrations of 0.5, 1, and 1.5% (wt%). The nano-catalysts were characterized by XRD, FTIR, NH_3 -TPD, SAA, FESEM-EDX mapping, TEM-SAED, and XPS instruments. The hydrotreatment process was carried out at 350–450 °C (fraction I) and 450–550 °C (fraction II) with a catalyst-to-feed ratio of 1:100 (w/w) and H_2 gas flow rate of 20 mL/min at atmospheric pressure for 2 h. The hydrotreatment liquid products were analyzed using a GC-MS instrument to determine the selectivity and yield of bio-jet fuel.

The results showed that the nickel metal concentration of 1% (wt%) successfully produced $\text{Ni } 1/\text{PO}_4\text{-ZrO}_2$ nano-catalyst with the highest total acidity value of 0.95 mmol/g NH_3 compared to other concentration variations. The $\text{Ni } 1/\text{PO}_4\text{-ZrO}_2$ nano-catalyst has more excellent total acidity, specific area, total pore volume, and Ni(0) metal content than the $\text{Ni}/\text{PO}_4\text{-ZrO}_2$ stir. In line with its character, this nano-catalyst can provide the best performance in producing bio-jet fuel from used palm cooking oil with the percentage of liquid product and bio-jet fuel yield of 60.60% (wt%) and 54.71% (wt%), respectively, with bio-jet fuel selectivity of fraction I of 92.59% at an optimum catalyst-to-feed ratio of 1:100 (w/w). The $\text{Ni}/\text{PO}_4\text{-ZrO}_2$ nano-catalyst has relatively good reusability, and after regeneration, it can produce a better liquid product and bio-jet fuel yield than the fourth use. The freezing point of fraction I and II hydrotreatment liquid products were –28.0 °C and –21.7 °C, respectively. A mixture of 2.4% (v/v) of these liquid products with commercial jet fuel resulted in fuel freezing points of –53.2 °C and –52.9 °C, respectively, which met ASTM specifications.

Keywords: atmospheric hydroconversion, bio-jet fuel, nickel, phosphated zirconia, used palm cooking oil.