

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI KATALIS  
NIKEL/NANOZIRKONIA-TERSULFATASI SERTA APLIKASINYA  
UNTUK KONVERSI SAMPAH PLASTIK LDPE MENJADI BAHAN  
BAKAR CAIR FRAKSI BENSIN**

AMALIA KURNIA AMIN  
16/408187/SPA/00601

**INTISARI**

Katalis bifungsional Ni/ZrO<sub>2</sub>-SO<sub>4</sub> (NiZS) telah dipreparasi dalam beberapa kondisi parameter untuk hidrorengkah katalitik sampah plastik LDPE menjadi bahan bakar cair. NiZS dipreparasi dalam dua tahapan sintesis, sulfatasi ZrO<sub>2</sub> komersial secara impregnasi basah dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan penambahan Ni pada ZrO<sub>2</sub>-SO<sub>4</sub> (ZS) dengan impregnasi Ni secara refluks atau hidrotermal. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,2-0,8 M) sebagai agen sulfat dan suhu kalsinasi (400-900 °C) sebagai perlakuan termal pada sifat fisik dan kimia ZS, mempelajari pengaruh konsentrasi logam Ni yang diimpregnasikan (0,5-1,5% b/b), tipe prekursor Ni (Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, NiCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, dan NiSO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O), serta metode impregnasi Ni (refluks vs hidrotermal) pada karakter NiZS, dan membandingkan aktivitas katalitik dan selektivitas katalis ZrO<sub>2</sub> komersial, ZS, dan NiZS pada reaksi hidrorengkah. Sampel katalis dikarakterisasi dengan FTIR, XRD, GSA, AAS, ICP, TG/DTA, SEM-EDX, dan TEM-SAED, sedangkan fraksi cair yang diperoleh dari reaksi hidrorengkah dianalisis dengan menggunakan GC-MS.

Hadirnya sulfat dan logam Ni menambah kekuatan asam ZrO<sub>2</sub> termodifikasi, meskipun terjadi penurunan luas permukaan. Semakin banyak asam sulfat yang digunakan, semakin tinggi keasaman ZS. Gugus sulfat yang tertaut di ZS terdegradasi oleh perlakuan termal di atas 450 °C. Sifat fisik dan kimia ZS terbaik diperoleh dari modifikasi dengan 0,8 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan kalsinasi pada 400 °C (0,8ZS-400), yang menunjukkan keasaman total tertinggi (1,71 mmol/g). Impregnasi Ni meningkatkan keasaman total NiZS. Keasaman NiZS meningkat sebagai fungsi meningkatnya persentase konsentrasi Ni. Pada konsentrasi Ni yang sama, 1,5NiZS-H yang dipreparasi secara hidrotermal (2,61 mmol/g) memiliki kekuatan situs asam Lewis dan keasaman total yang lebih rendah dibandingkan 1,5NiZS-R (2,72 mmol/g) yang dipreparasi secara refluks. Jenis prekursor Ni berpengaruh signifikan terhadap dispersi Ni, ukuran kristalit, dan rerata diameter pori, meskipun tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah total Ni yang terdispersi. Semua material katalis hasil preparasi merupakan agregat nanokristal partikel berbentuk hampir bulat dan berkarakter mesopori tipe celah. Reaksi hidrorengkah sampah plastik LDPE optimal pada temperatur operasional 250 °C selama 60 menit, dengan 20 mL/menit aliran gas hidrogen dan dengan rasio umpan/katalis 100/1. Peningkatan kekuatan asam katalis menghasilkan konversi bahan bakar cair yang lebih tinggi. Kehadiran Ni mengarah untuk meningkatkan kualitas fraksi bensin dan menekan pembentukan kokas sebagai keberadaan fungsi asam dan logam. Hidrorengkah terkatalis 1,5NiZS-R menghasilkan bahan bakar cair tertinggi (67,32% b/b) yang mengandung fraksi bensin sebesar 56,03% b/b.

Kata kunci: Ni/ZrO<sub>2</sub>-SO<sub>4</sub>, hidrorengkah, LDPE, bahan bakar

## PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF NICKEL/SULFATED- NANOZIRCONIA CATALYST AND ITS APPLICATIONS FOR LDPE PLASTIC WASTE CONVERSION INTO GASOLINE FRACTION OF LIQUID FUELS

Amalia Kurnia Amin  
16/408187/SPA/00601

### ABSTRACT

Ni/ZrO<sub>2</sub>-SO<sub>4</sub> (NiZS) bifunctional catalysts were prepared in several parameter conditions for catalytic hydrocracking of LDPE plastic waste into liquid fuels, especially gasoline fraction. NiZS was prepared in two-step synthesis, the sulfation of commercial ZrO<sub>2</sub> by wet impregnation with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution and Ni-promoted on ZrO<sub>2</sub>-SO<sub>4</sub> (ZS) support by reflux or hydrothermal Ni impregnation routes. The aims of this research were to study the effect of several H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentration (0.2-0.8 M) as sulfating agent and calcination temperature (400-900 °C) as thermal treatment on the physical and chemical properties of ZS, to study the effect of impregnated Ni metal concentration (0.5-1.5% w/w), Ni precursor type (Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, NiCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, and NiSO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O), and Ni impregnation method (reflux vs hydrothermal) on the character of NiZS, and to compare the catalytic activity and selectivity of commercial ZrO<sub>2</sub>, ZS and NiZS in the hydrocracking application. The catalyst samples were characterized by FTIR, XRD, GSA, AAS, ICP, TG/DTA, SEM-EDX, and TEM-SAED, while the obtained liquid fraction from hydrocracking reaction were analyzed by using GC-MS.

The presence of sulfate and Ni metal has increased the acidic strength of the modified ZrO<sub>2</sub>, even though there is a decrease in surface area. The more sulfuric acid was used the stronger the acidic property of ZS. There has been degradation of sulfate groups that were adrift in ZS by thermal treatment above 450 °C. The best physical and chemical properties of ZS were modification with 0.8 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and on calcination at 400 °C (0.8ZS-400), which has exhibited the highest total acidity of 1.71 mmol/g. The impregnation of Ni enhanced the total acidity of NiZS. The acidic strength of NiZS was increased as increases in the percentage of Ni loading. In the same of Ni concentration, the hydrothermally prepared 1.5NiZS-H (2.61 mmol/g) has lower Lewis acidic strength and total acidity than the 1.5NiZS-R (2.72 mmol/g) which is refluxally prepared. The type of Ni precursor has a significant effect on Ni dispersion, crystallite size, and average pore diameter, although it has no significant effect on the total amount of Ni dispersed. All prepared catalyst materials consisted of nearly spherical shape of slit type mesoporous nanocrystal with mostly aggregated particles. The optimum hydrocracking reaction was carried out at 250 °C under 20 mL/min. of hydrogen gas flow for 1 h, with feed/catalyst ratio 100/1. The increase in acidic strength of catalyst results in the higher liquid fuel conversion. The presence of Ni leads to improve the quality of gasoline fraction and suppresses coke formation as existence of the acid and metal function. Hydrocracking over 1.5NiZS-R produced the highest liquid fuels (67.32% w/w) that composed by 56.03% w/w of gasoline fraction.

Keywords: Ni/ZrO<sub>2</sub>-SO<sub>4</sub>, hydrocracking, LDPE, liquid fuels