

Preparasi dan Karakterisasi Katalis Ni-NiO/ZrO₂ untuk Sintesis Siklopentanon sebagai Prekursor Komponen Jet Fuel dari Furfural = Preparation and Characterization of Ni-NiO/ZrO₂ Catalysts for The Synthesis of Cyclopentanone as Precursor of Jet Fuel Component from Furfural

Triyantoko, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920525103&lokasi=lokal>

Abstrak

Furfural dikenal baik sebagai senyawa turunan biomassa yang menjadi building block berbagai senyawa kimia berharga. Salah satunya adalah siklopentanon, prekursor siklopentana (senyawa yang dapat digunakan sebagai campuran jet fuel). Akan tetapi, terdapat beberapa kendala untuk mencapai konversi furfural menjadi siklopentanon yang efisien, antara lain menghasilkan banyak produk samping, harga katalis logam yang mahal, serta suhu reaksi dan tekanan H₂ yang tinggi. Dalam penelitian ini, 3 katalis Ni-NiO/ZrO₂ disiapkan dengan metode impregnasi untuk hidrogenasi katalitik furfural menjadi siklopentanon. Reduksi katalis dilakukan secara parsial pada suhu 350, 450, dan 550 °C untuk mengamati pengaruhnya terhadap karakteristik katalis. Peningkatan suhu reduksi katalis dari suhu 350 °C menjadi 550 °C menurunkan jumlah NiO dari 46,5% menjadi 18,9% yang juga berkontribusi terhadap peningkatan fase m-ZrO₂ dari 7,5% menjadi 25,8% yang kurang disukai. Sementara itu, luas permukaan katalis cenderung menurun seiring dengan meningkatnya suhu reduksi dari 25,12 menjadi 18,13 m²/g, karena aglomerasi dan perubahan secara bertahap fase penyangga t-ZrO₂ menjadi m-ZrO₂. Luas permukaan yang lebih besar dan interaksi kuat antara NiO dan penyangga ZrO₂ untuk katalis yang direduksi pada suhu 350 °C menyebabkannya memiliki dispersi yang lebih tinggi yang mengarah pada desorpsi H yang lebih banyak (3,277 mmol/g). Dengan demikian, katalis ini menunjukkan aktivitas katalitik tinggi dalam reaksi hidrogenasi. Akan tetapi, karena jumlah NiO lebih banyak, katalis ini memiliki kebasaaan permukaan yang lebih tinggi (1,282 mmol/g) yang diperkirakan mengarahkan reaksi ke pembentukan produk samping furfural alkohol. Di sisi lain, katalis Ni-NiO/ZrO₂-Re550 memiliki tingkat kebasaaan terendah (0,317 mmol/g) dan diperkirakan lebih selektif dalam pembentukan siklopentanon sebagai produk utama dibandingkan katalis lainnya. Untuk mengonfirmasi bahwa katalis dapat digunakan kembali, katalis yang mengalami kondisi paling ekstrem, yaitu katalis yang direduksi pada suhu 550 °C dan menjalani reaksi hidrogenasi pada suhu 140 °C dan tekanan 14 bar diuji. Hasilnya, hanya 1,05% w/w deposit karbon yang menempel pada katalis, memungkinkannya dapat digunakan kembali.

.....Furfural is a well recognized biomass-derived chemical building block for various valuable chemical compounds. One of them is cyclopentanone, a cyclopentane precursor (a compound that can be used as a mixture of jet fuel). However, there are several obstacles to efficiently converting furfural to cyclopentanone, including the production of many by-products, the high cost of metal catalysts, and the high reaction temperature and H₂ pressure. In this study, 3 variations Ni-NiO/ZrO₂ catalysts were prepared by impregnation method for the catalytic hydrogenation of furfural to cyclopentanone. Catalyst reduction was carried out partially at temperatures of 350, 450, and 550 °C to observe the effect on the characteristics of the catalyst. Increasing the catalyst reduction temperature from 350 °C to 550 °C decreased the amount of NiO from 46,5% to 18,9% which also contributed to an increase in the m-ZrO₂ phase from 7,5% to 25,8%

which was less favorable. Meanwhile, the surface area of the catalyst tended to decrease with increasing reduction temperature from 25,12 to 18,13 m²/g, due to agglomeration and the gradual change of the t-ZrO₂ support phase to m-ZrO₂. The larger surface area and strong interaction between NiO and the ZrO₂ support for the catalyst is reduced at 350 °C causing it to have a higher dispersion which leads to more desorption of H (3.277 mmol/g). Thus, this catalyst shows high catalytic activity in hydrogenation reactions. However, due to the greater amount of NiO, this catalyst has a higher surface basicity (1.282 mmol/g) which is expected to lead the reaction to the formation of furfuryl alcohol byproducts. On the other hand, the Ni-NiO/ZrO₂-Re550 catalyst has the lowest basicity level (0.317 mmol/g) and is estimated to be more selective in forming cyclopentanone as the main product than other catalysts. To confirm the reusability of the catalyst, catalysts that undergo the most extreme conditions, i.e., catalysts that were reduced at 550 °C and underwent a hydrogenation reaction at 140 °C and 14 bar pressure were tested. As a result, only 1.05% w/w carbon deposit stuck to the catalyst, allowing it to be reused.