

Konversi Biomassa Batang Sorgum menjadi Asam Levulinat dengan Katalis Berbasis Mangan: Mn^{2+} , Mn_3O_4 , Mn_3O_4 /ZSM-5 berpori Hirarki = Conversion of Stem Sorghum Biomass to Levulinic Acid with Manganese Base Catalysts: Mn^{2+} , Mn_3O_4 , hierarchical Mn_3O_4 /ZSM-5

Siregar, Yusraini Dian Inayati, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920554560&lokasi=lokal>

Abstrak

Asam levulinat ($C_5H_8O_3$) merupakan salah satu bahan baku industri kimia (platform chemicals) yang saat ini banyak dibutuhkan dan diisolasi karena kemudahannya untuk diubah menjadi berbagai macam senyawa kimia yang bernilai ekonomi tinggi. Asam levulinat dapat diperoleh dengan mengkonversi biomassa yang banyak mengandung selulosa sebagai sumber karbon seperti batang sorgum manis (*Sorghum bicolor*). Batang sorgum terlebih dahulu dilakukan pretreatment kimia (delignifikasi) dan pretreatment mekanik (ball-milling dan ultrasonikasi) untuk mendapatkan selulosa yang lebih besar sehingga dihasilkan asam levulinat dengan rendemen yang tinggi. Tujuan penelitian disertasi ini adalah merekonstruksi kondisi optimum (pretreatment biomassa dan jenis katalis) dalam reaksi konversi limbah biomassa (batang sorgum) menjadi asam levulinat menggunakan katalis Mn_3O_4 /ZSM-5 berpori hirarki yang dibandingkan juga dengan katalis lainnya berbasis zeolit yaitu ZSM-5 berpori hirarki, ZSM-5 berpori mikro dan Mn_3O_4 /ZSM-5 berpori mikro. Hasil reaksi juga dilakukan ekstraksi asam levulinat menggunakan dua pelarut yang tidak bercampur dengan kriteria yang terpilih. Reaksi konversi batang sorgum dilakukan dengan kondisi 0,1 g batang sorgum; 0,01 g katalis; 2 mL H_3PO_4 40%; 0,5 mL H_2O_2 3%; temperatur 130 °C selama 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 jam. Batang sorgum hasil pretreatment dianalisis dengan Fourier Transform Infrared (FTIR) dan X-Ray Diffraction (XRD). Katalis hasil sintesis dianalisis dengan FTIR, XRD, Brunauer Emmet Teller (BET), Transmission Electron Microscope (TEM) dan Scanning Electron Microscope-Energi Dispersive X-Ray (SEM-EDX). Hasil reaksi konversi dianalisis dengan menggunakan High Performance High Liquid Chromatography (HPLC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pretreatment kimia (delignifikasi) menghasilkan kadar selulosa yang lebih tinggi sehingga mudah terkonversi menjadi asam levulinat. Pretreatment ball milling yang merupakan pretreatment mekanik memberikan yield asam levulinat yang cukup kompetitif terhadap pretreatment delignifikasi. Pretreatment ultrasonikasi belum memberikan yield asam levulinat yang signifikan. Yield asam levulinat yang cukup besar dengan penggunaan katalis yang melibatkan katalis berbasis logam Mn yaitu Mn_3O_4 sebesar 27,25%, Mn^{2+} sebesar 26,2% dan Mn_3O_4 /ZSM-5 sebesar 7,02%. Katalis berbasis logam Mn berfungsi untuk mengaktifkan pembentukan hidroksil radikal seperti reaksi yang dihasilkan pada reaksi mirip Fenton. Reaksi konversi dilakukan scale-up dilakukan sebesar 15 kali menggunakan katalis yang melibatkan Mn dan ZSM-5 yaitu Mn_3O_4 /ZSM-5 berpori hirarki, kemudian hasil konversi diekstraksi. Metode ekstraksi asam levulinat hasil dari reaksi konversi limbah biomassa (batang sorgum) menjadi menggunakan katalis Mn_3O_4 /ZSM-5 berpori hirarki adalah menggunakan ekstraksi cair-cair dengan pelarut campuran diklorometana dan 2-propanol (v/v; 1:1). Kedua pelarut ini ramah lingkungan dan memiliki titik didih <100 °C, sehingga asam levulinat mudah dipisahkan dari pelarut.

.....Levulinic acid ($C_5H_8O_3$) is one of the raw materials for the chemical industry (platform chemicals),

which is currently widely needed and isolated because of its ease of conversion into various chemical compounds of high economic value. Levulinic acid can be obtained by converting biomass that contains a lot of cellulose as a carbon source, one example of which is sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) stems. Sorghum stalks must first be subjected to chemical pretreatment (delignification) and mechanical pretreatment (ball-milling and ultrasonication) to obtain larger cellulose so that high yields of levulinic acid are produced. The purpose of this dissertation research is to reconstruct the optimum conditions (biomass pretreatment and type of catalyst) in the conversion reaction of biomass waste (sorghum stalks) to levulinic acid using manganese base catalysts: Mn^{2+} , Mn_3O_4 and hierarchical Mn_3O_4 /ZSM-5 hierarchical catalyst compared to other zeolite-based catalysts, which are hierarchical ZSM-5, microporous ZSM-5 and microporous Mn_3O_4 /ZSM-5. The results of the reaction were also extracted using levulinic acid using two immiscible solvents with selected criteria. The conversion reaction of sorghum stalks was carried out under conditions of 0.1 g of sorghum sticks; 0.01 g catalyst; 2 mL H_3PO_4 40%; 0.5 mL H_2O_2 30%; a temperature of 130 °C for 0, 2, 4, 6, 8 and 10 hours. The pretreated sorghum stalks were analyzed by Fourier Transform Infrared (FTIR) and X-Ray Diffraction (XRD). The synthesized catalyst was analyzed by FTIR, XRD, Brunauer Emmet Teller (BET), Transmission Electron Microscope (TEM) and Scanning Electron Microscope-Energi Dispersive X-Ray (SEM-EDX). The results of the conversion reaction were analyzed using High-Performance High Liquid Chromatography (HPLC). The results showed that chemical pretreatment (delignification) resulted in higher cellulose content so that it was easily converted to levulinic acid. Ball milling pretreatment which is a mechanical pretreatment, gives levulinic acid yield which is quite competitive against delignification pretreatment. The ultrasonication pretreatment has not yet given a significant yield of levulinic acid. The yield of levulinic acid is quite large with the use of catalysts involving Mn metal-based catalysts, Mn_3O_4 27.25%, Mn^{2+} 26.2% and Mn_3O_4 /ZSM-5 hierarchical 7.02%. Mn metal-based catalyst serves to streamline the formation of hydroxyl radicals, such as the reaction produced in a Fenton-like reaction. The conversion reaction was scaled up 15 times using a catalyst involving Mn and ZSM-5, Mn_3O_4 /ZSM-5 hierarchical, then the conversion results were extracted. The extraction method of levulinic acid resulting from the conversion reaction of biomass waste (sorghum stalks) into using Mn_3O_4 /ZSM-5 hierarchical catalyst is to use liquid-liquid extraction with a mixed solvent of dichloromethane and 2-propanol (v/v; 1:1). Both of these solvents are environmentally friendly and have a boiling point of <100 °C, so levulinic acid is easily separated from the solvent.