

INTISARI

5-Hydroxymethylfurfural (HMF) dianggap sebagai salah satu dari 10 bahan kimia terpenting yang merupakan prekursor bahan bakar diesel dan plastik. HMF memiliki banyak keunggulan karena dapat dikonversi lebih lanjut menjadi berbagai bahan kimia bernilai tinggi seperti aldehida aromatik dan aromatik furan alkohol. Laporan menunjukkan bahwa kebutuhan nasional HMF adalah sebesar 1.300 ton/tahun pada tahun 2012 dan diperkirakan akan mencapai 5.100 ton/tahun pada tahun 2050.

Eceng gondok digunakan sebagai sumber biomassa lignoselulosa dalam perancangan pabrik HMF ini. Eceng gondok telah lama menjadi masalah lingkungan karena reproduksinya yang sangat cepat dan pengaruh negatifnya terhadap lingkungan perairan. Pertumbuhan eceng gondok dalam waktu 6 bulan mencapai 125 ton berat basah dengan luas 1 ha. Pendirian pabrik HMF ini mungkin bisa menjadi solusi dari permasalahan eceng gondok tersebut. Sumber bahan baku diperoleh dari Danau Jempang, Semayang, dan Melintang yang terletak di Kalimantan Timur.

HMF akan diproduksi dalam tiga langkah utama: (1) *pretreatment* biomassa (2) konversi selulosa menjadi glukosa dan (3) sintesis HMF. *Recovery* tinggi selulosa dicapai pada *pretreatment* dengan dua tahapan utama, tahap pertama adalah *steam explosion* untuk menghilangkan hemiselulosa dari biomassa lignoselulosa dan tahap kedua adalah delignifikasi dengan asam perasetik dan natrium klorit 3%. Selulosa yang dihasilkan memiliki kemurnian ~99%. *Pretreatment* menggunakan natrium klorit diketahui meningkatkan hasil glukosa sekitar ~90% selama 24 jam hidrolisis enzimatis. Konversi katalitik glukosa menjadi HMF dilakukan pada suhu 150°C dan *weight hourly space velocity* (WHSV) 0,214/jam, menghasilkan konversi HMF sebesar 96,9% dengan selektivitas 38,8% dan *yield* 45%. Produk HMF kemudian dimurnikan dengan dua langkah: (1) Ekstraksi HMF dalam *extraction column* menggunakan MIBK (2) Pemisahan dengan evaporator. Kemurnian HMF terambil mencapai 99%. Selain itu, MIBK sebagai pelarut relatif murah, tidak beracun, dan memiliki titik didih rendah yang memudahkan pemisahan HMF serta memberikan dampak lingkungan yang rendah.

Pabrik HMF akan didirikan di Kecamatan Guntung, Bontang Utara, Kota Bontang, Kalimantan Timur. Kota Bontang merupakan salah satu kawasan di Provinsi Kalimantan Timur yang diproyeksikan menjadi Kawasan Industri dimana pemerintah menyediakan 4.000 hektar untuk kawasan industri. Pabrik HMF akan membutuhkan 312 karyawan, listrik sebesar 61,2 MW yang akan didukung oleh PLN Kawasan Kalimantan Timur berkapasitas 693,58 MW, air proses 498.584,3 kg/jam, dan udara 89.374,30 m³/jam.

Kebutuhan modal tetap pabrik ini adalah sebesar \$155.451.976,31 + Rp 260.552.672,56 dan modal kerja sebesar \$222.281.128,71 + Rp 6.236.614.198,28

Berdasarkan evaluasi ekonomi, diperoleh Return of Investment (ROI) sebelum pajak adalah 56,59% dan setelah pajak 42,44%, Pay Out Time (POT) sebelum pajak adalah 1,50 tahun dan 1,91 tahun setelah pajak, break event point (BEP) 42,49%, Shut Down Point (SDP) 30,50%, dan DCFRR 28,78%. Berdasarkan analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa tanaman HMF dari eceng gondok layak dan menarik untuk dianalisis lebih lanjut.

Kata kunci: 5-Hydroxymethylfurfural (HMF), eceng gondok, *steam explosion*, hidrolisis enzimatik, reaktor tubular bifasik

ABSTRACT

5-Hydroxymethylfurfural (HMF) is considered as one of the 10 most important chemicals that are precursor to diesel fuels and plastics. HMF has many advantages because it can be further converted into various high-value chemicals such as aromatic aldehydes and aromatic alcohol furans. The report showed the national demand for HMF was 1,300 tons/year in 2012 and is expected to reach 5,100 tons/year in 2050.

Water hyacinth is used as the source of lignocellulose biomass in this HMF plant design. Water hyacinth has long become an unsolved environmental problem due to its rapid production and its negative influence on the surrounding waters. The growth of water hyacinth within 6 months reaches 125 tons of wet weight with an area of 1 ha. The establishment of this HMF plant might be the solution for the ever water hyacinth problems. Raw material supplier is obtained from Jempang, Semayang, and Melintang Lakes which are located in East Kalimantan.

HMF will be produced in three major steps: (1) biomass pre-treatment (2) cellulose conversion to glucose and (3) synthesis of the HMF. High recovery of cellulose was achieved in the pre-treatment with a two staged major pretreatment, first stage is steam explosion to remove hemicellulose from lignocellulosic biomass and second stage is delignification with peracetic acid and sodium chlorite 3%. The resulting cellulose has purity ~99%. Pretreatment using sodium chlorite increases glucose yield about ~90% for 24 hours enzymatic hydrolysis. Catalytic conversion of the glucose to HMF was done under conditions of 150 °C and weight hourly space velocity (WHSV) 0,214/hours, resulting in HMF conversion of 96.9% selectivity of 38.8% and yield of 45%. The product will be purified with two steps: (1) Extraction HMF in rotary evaporation using MIBK (2) Separation with vacuum evaporation. The purity of HMF reached 99%. Additionally, MIBK is relatively cheap, non-toxic, and low boiling solvent which make the separation of HMF easier and gives low environmental impact.

The HMF plant will be establish in Guntung District, North Bontang, Bontang City, East Kalimantan. Bontang City is an area in East Kalimantan Province which is projected to become an Industrial Estate where the government provides 4,000 hectares for the industrial estate. The HMF plant will require 312 employees, 61.2 MW of electricity that will be supported by PLN Kawasan Kalimantan Timur with capacity of 693.58 MW, 498,584.3 kg/hour process wáter, and 89,374.30 m³/hour of air.

The fixed capital requirement of this plant is \$155,451,976.31 + Rp 260,552,672.56 and the working capital is \$222,281,128.71 + Rp 6,236,614,198.28. Based on economic evaluation, it can be obtained that the Return of Investment (ROI) before tax is 56.59% and 42.44% after tax, Pay Out Time (POT) before tax is 1.50 years and 1.91 years after tax, break event point (BEP)

42.49%, Shut Down Point (SDP) 30.50%, and DCFRR 28.78%. Based on the analysis, it can be concluded that the HMF plant from water hyacinth is feasible and interesting to be analyzed further.

Keywords: 5-Hydroxymethylfurfural (HMF), water hyacinth, steam explosion, enzymatic hydrolysis, biphasic tubular reactor