

INTISARI

Reaksi α -pinene dengan asam asetat menghasilkan 2 macam golongan produk, yaitu produk asetat dan produk isomer. Produk asetat utama yang terbentuk adalah bornil asetat. Bornil asetat merupakan senyawa intermediat yang berguna pada sintesis borneol. Penelitian ini mempelajari sintesis senyawa bornil asetat melalui reaksi esterifikasi menggunakan katalis *cation exchange resin*.

Mula-mula dilakukan percobaan secara *batch* untuk mengetahui pengaruh berbagai variabel terhadap reaksi dan mempelajari kinetika reaksinya. Terpentin dan asam asetat direaksikan dalam reaktor *batch* menggunakan katalis *cation exchange resin*. Reaksi dijalankan pada variasi konsentrasi katalis 0,01 – 0,1 g/mL; rasio molar asam asetat/terpentin 1,08 – 9,72; dan suhu reaksi 50 – 100 °C. Reaksi dilakukan selama 6 jam dengan pengambilan sampel pada waktu tertentu.

Selanjutnya dilakukan percobaan secara kontinyu pada kolom distilasi reaktif yang dilengkapi dengan reboiler dan kondensor. Variabel proses meliputi konsentrasi katalis 1,44 – 5,76 g katalis/ mol umpan; rasio asam asetat/terpentin 1/3 – 3; dan kecepatan aliran umpan 2 – 6 mL/menit. Data kinetika dari proses *batch* digunakan untuk melakukan simulasi proses kontinyu pada kolom distilasi reaktif menggunakan *software* aplikasi Aspen Plus. Verifikasi hasil simulasi dengan data percobaan digunakan untuk menentukan model yang paling sesuai untuk menggambarkan peristiwa yang terjadi. Terakhir, dilakukan analisis termodinamika menggunakan *exergy loss* sebagai parameter efisiensi proses.

Dari penelitian diperoleh informasi bahwa penggunaan terpentin secara langsung sebagai reaktan pada pembuatan bornil asetat menghasilkan konversi dan selektivitas yang tidak jauh berbeda dengan pemakaian α -pinene sebagai reaktan. Amberlyst 15 wet memberikan unjuk kerja terbaik dengan konversi α -pinene mencapai 100% dan selektivitas bornil asetat sebesar 40,70% pada penggunaan konsentrasi katalis 0,04%, rasio molar reaktan 9,72 dan suhu reaksi 80°C. Dengan menggunakan bornil asetat sebagai reaktan dalam reaksi saponifikasi, dapat diperoleh selektivitas borneol yang tinggi.

Kinetika reaksi antara terpentin dan asam asetat menggunakan katalis Amberlyst 15 wet dapat didekati dengan cukup baik menggunakan model reaksi *pseudo homogeneous*. Model kinetika sederhana berupa *irreversible – lump model* dapat digunakan untuk menentukan jumlah produk asetat dan isomer yang terbentuk. Sedangkan model per komponen dapat menggambarkan reaksi dari setiap senyawa yang terbentuk.

Pembuatan bornil asetat menggunakan kolom distilasi reaktif dapat mengurangi penggunaan asam asetat dan memurnikan produk reaksi. Proses tersebut dapat didekati dengan model perhitungan non *equilibrium (rate based)* dan sifat bahan ditentukan menggunakan pendekatan *non random two liquid* (NRTL). Hasil analisis eksergi menunjukkan bahwa *exergy loss* terbesar terjadi di *stage 1* (kondenser) dan *stage* terakhir (reboiler), dan nilainya mencapai 10 kali lipat dari *exergy loss* yang terjadi di sepanjang kolom distilasi reaktif. *Exergy loss* karena reaksi memberikan kontribusi terkecil dibandingkan penyebab yang lainnya.

ABSTRACT

The reaction of α -pinene with acetic acid produces two kinds of product, namely acetate product and isomers product. The main acetate product is bornyl acetate. Bornyl acetate is useful intermediates in the synthesis of borneol. This research studied the synthesis of bornil acetate through esterification reactions using ion exchange resin catalyst.

Initially, batch experiments are conducted to determine the effect of various variables on the reaction and study the reaction kinetics. Turpentine and acetic acid are reacted in a batch reactor using various ion exchange resin catalysts. The reaction is run at a catalyst concentration variation of 0.01 – 0.1 g / mL, the molar ratio of acetic acid / turpentine from 1.08 to 9.72, and a reaction temperature of 50-100 °C. The reaction was performed for 6 hours with aliquots are withdrawn at a certain time. Continuous processes are conducted in a reactive distillation column equipped with a reboiler and condenser. Sampling is done when steady state condition is reached. Process variables were investigated are: catalyst concentration of 1.44 – 5.76 g/mole , the ratio of acetic acid / turpentine 1/3 – 3, and the feed flow rate 2 – 6 mL / min. Afterward, continuous trial was performed in a reactive distillation column.

Data from the batch process was used to simulate a continuous process in a reactive distillation column using Aspen Plus software. Verification of simulation results with experimental data was used to search for the most appropriate calculation models to describe the process. Lastly, an analysis of thermodynamics using exergy loss as parameters of process efficiency was performed.

It is observed that raw turpentine can be utilized as a reactant in the manufacture of bornyl acetate. Compare to α -pinene as a reactant, there is no significant differences in conversion and selectivity. From the experiments, Amberlyst 15 wet provides the best performance with α -pinene conversion reached 100% and the selectivity bornil acetate of 40.70%, in the use of a catalyst concentration of 0.04%, the ratio of reactants of 9.72 and reaction temperature of 80 °C. Saponification of bornil acetate can produce high selectivity of borneol.

The kinetics of the reaction between turpentine and acetic acid using a catalyst Amberlyst 15 wet can be approximated quite well using parallel reaction model - homogeneous pseudo - order 1. A simple irreversible-lump kinetics models can be used to determine the amount of acetate and isomers. Meanwhile, the per-component models can describe the reaction of each resulting compound.

The production of bornyl acetate by esterification of turpentine can be done continuously using a reactive distillation column. This method can reduce the use of acetic acid and purify the reaction product. The process can be approximated by a calculation model of non-equilibrium (rate based) and the material properties are determined using non-random approach of two liquid (NRTL).

Exergy analysis indicate that the largest exergy loss occurs in stage 1 (condenser) and the last stage (reboiler). Their exergy loss are up to 10 times the value of exergy loss that occurs along the reactive distillation column. Exergy loss due to reaction contributes the smallest compared to other causes.