

INTISARI

Esterifikasi rosin dengan pentaeritritol menghasilkan rosin pentaeritritol ester (RPE). Produk ini banyak digunakan di industri cat, *coating*, *pressure-sensitive adhesive*, dan *hot-melt adhesive* dan sudah diproduksi dalam skala industri. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kinetika reaksi esterifikasi rosin dan pentaeritritol. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengamati perubahan rasio mol awal pentaeritritol terhadap rosin (dinyatakan dalam mol OH/COOH) dan suhu reaksi terhadap titik lunaknya.

Penelitian awal dilakukan dengan mereaksikan rosin dan pentaeritritol selama 4 jam pada suhu 270°C dan variasi rasio molar pentaeritritol terhadap rosin (dinyatakan dalam mol OH/COOH) antara 0,8 – 1,2. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan memvariasikan suhu reaksi antara 260°C – 290°C dengan rasio tetap yaitu 0,8. Cuplikan sampel secara berkala diambil untuk dianalisis bilangan asam dan bilangan saponifikasinya. Kemudian, data eksperimen tersebut digunakan untuk menyusun model kinetika yang diajukan. Disamping pengajuan model kinetika, penelitian ini juga melakukan karakterisasi sampel dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) serta uji *softening point* pada produk hasil reaksi.

Analisis FTIR menunjukkan adanya perubahan gugus karboksilat menjadi gugus ester. Hal ini mengindikasikan rosin bereaksi dengan pentaeritritol menghasilkan ester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan rasio molar pentaeritritol terhadap rosin dari 0,8 menjadi 1,2 menyebabkan perubahan yang kecil terhadap titik lunak. Peningkatan suhu dari 260°C menjadi 290°C memberikan peningkatan yang signifikan pada titik lunak. Namun, kenaikan suhu dari 280°C menjadi 290°C, menyebabkan efek yang kecil pada titik lunak. Peningkatan kecil ini disinyalir disebabkan oleh peningkatan kecepatan reaksi dekarboksilasi rosin sebagai reaksi samping yang berlangsung pada suhu tinggi.

Model kinetika yang diusulkan adalah reaksi seri pembentukan mono-, di-, tri-, dan tetraester dengan reaksi dekarboksilasi sebagai reaksi sampingnya. Untuk esterifikasi, model yang diajukan menggunakan reaksi order dua untuk esterifikasi dan reaksi order satu untuk dekarboksilasi. Hasil pemodelan memperoleh parameter kinetika masing-masing tahap reaksi yang memberikan energi aktivasi antara 65,81 hingga 233 kJ mol⁻¹. Secara umum, model yang diusulkan dapat mewakili data eksperimen baik dari variasi rasio mol maupun suhu. Selanjutnya, model tersebut juga memprediksi dengan baik korelasi antara konsentrasi tetraester dan titik lunak di mana konsentrasi tetraester yang lebih tinggi umumnya menyebabkan titik lunak yang lebih tinggi.

Kata kunci: gondorukem, pentaeritritol, esterifikasi, model kinetika

ABSTRACT

Esterification of rosin with pentaerythritol produces rosin pentaerythritol ester (RPE). It is widely used in paint, coating, pressure-sensitive adhesive, and hot-melt adhesive industries and has been industrially produced. This work aimed to study the kinetics of the esterification reaction of rosin and pentaerythritol. In addition, this work also aimed to investigate the effect of varying the initial molar ratio of pentaerythritol to rosin (in the mole of OH/COOH) and reaction temperature to the softening point.

The first set of experimental runs was conducted by reacting rosin and pentaerythritol at 270°C for 4 hours by varying the molar ratio of pentaerythritol to rosin between 0.8 – 1.2. The second set of experimental runs was carried out by varying the temperature between 260° - 290°C with a ratio of 0.8. A small amount of samples were withdrawn from reactor in certain time interval. The sample was analyzed to evaluate their acid and saponification number. Those experimental data were then used to propose and validate kinetic model of rosin esterification. Furthermore, Fourier Transform Infrared (FTIR) analysis was also used to characterize the samples. Softening point test were also performed to evaluate the quality of product after reaction.

FTIR results showed that there was a change in the carboxylate groups to an ester group. The experimental results showed that changing the initial molar ratio of pentaerythritol to rosin (in the mole of OH/COOH) from 0.8 to 1.2 had minor effect on the softening point. Increasing the temperature from 260°C to 290°C gave notable increase on softening point. However, temperature increase from 280°C to 290°C, caused a minor effect to the softening point. Apparently, this minor increase is due to an increase reaction rate of rosin decarboxylation as a side reaction.

The proposed kinetic model consists of a series of reaction that includes formation of mono-, di-, tri-, and tetraester as well as decarboxylation reaction as a side reaction. For the proposed kinetic model, second order reaction for esterification and first order reaction for decarboxylation have been proposed. The kinetics parameter of each reaction step was obtained which gave activation energy ranging from 65.81 to 233 kJ mol⁻¹. In general, the proposed model could capture the experimental data well both from mole ratio and temperatures variations. Further, the model also predicts well the correlation between tetra-ester concentration and softening point where higher tetra-ester concentration generally led to higher softening point.

Keywords: *rosin; pentaerythritol; esterification; kinetics model*