

## INTISARI

Seiring dengan meningkatnya penggunaan biodiesel di Indonesia, hal ini menyebabkan meningkatnya produksi biodiesel serta gliserol sebagai hasil sampingnya. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya untuk mengolah gliserol guna menekan limbah industri biodiesel serta meningkatkan nilai jual dari gliserol yaitu dengan mengubah gliserol menjadi solketal yang berguna sebagai bahan aditif pada bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis tekno ekonomi pada proses produksi solketal secara kontinyu melalui perancangan proses produksi solketal yang ekonomis.

Proses pembuatan solketal dari gliserol dan aseton dilakukan dengan reaksi ketalisasi menggunakan konsentrasi katalis *Amberlyst-36* sebanyak 5 w.t.%, waktu reaksi 180 menit, kecepatan pengadukan 650 rpm, variasi rasio reaktan 1:3, 1:4, 1:5, dan 1:6 mol gliserol/mol aseton serta variasi suhu reaksi 40, 50 dan 55°C. Selanjutnya, analisis konversi gliserol dilakukan dengan menggunakan titrasi iodometri.

Perancangan proses serta evaluasi ekonomi proses produksi solketal dengan kapasitas 14.000-42.000 ton/tahun dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Aspen (HYSYS). Data kondisi operasi seperti suhu reaksi, rasio reaktan serta target konversi yang diperoleh dari data laboratorium digunakan sebagai dasar perancangan. Hasil simulasi selanjutnya digunakan untuk melakukan evaluasi ekonomi. Analisis sensitivitas ekonomi terhadap variasi kapasitas produksi solketal serta harga jual solketal juga telah dilakukan pada penelitian ini. Evaluasi kelayakan ekonomi ditentukan berdasarkan analisis *Internal Rate of Return (IRR)* dan *Net Present Value (NPV)*.

Hasil penelitian pada skala laboratorium menunjukkan bahwa konversi gliserol optimum diperoleh pada kondisi suhu reaksi 50°C dan rasio reaktan 1:4 mol gliserol/mol aseton dengan konversi sebesar 83,75%. Hasil simulasi proses produksi solketal menunjukkan bahwa proses pemurnian merupakan salah satu proses utama. Proses produksi dengan 1 reaktor dan 3 menara distilasi mampu menghasilkan produk solketal dengan kemurnian hingga 99,9%. Hasil penelitian menunjukkan pula bahwa proses distilasi vakum dengan menggunakan 14 *plate* dan tekanan 0,6-0,8 atm mampu memberikan efisiensi pemisahan solketal dan gliserol yang baik. Selanjutnya, hasil evaluasi kelayakan ekonomi menunjukkan sensitivitas yang besar terhadap harga jual dan kapasitas produksi. Penentuan harga minimal produk solketal dihitung dengan menghitung besaran pendapatan yang hanya dapat menutup *total cost*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa harga jual minimal adalah \$1.900/ton untuk kapasitas produksi di atas 28.000 ton/tahun. Sedangkan untuk kapasitas produksi 14.000 hingga 28.000 ton/tahun membutuhkan harga jual minimal sebesar \$2.100/ton.

**Kata Kunci:** Solketal, Gliserol, *Amberlyst-36*, Analisis Tekno Ekonomi, ASPEN HYSYS

## ABSTRACT

The increasing use of biodiesel in Indonesia has also caused an increase of biodiesel and glycerol production as a by-product. Therefore, there has been large interest to utilize glycerol as a way to reduce industrial waste as well as to increase the economic value of glycerol. For that purpose, glycerol can be converted to solketal which is useful as an additive in fuel. The objective of this research was to conduct a techno-economic analysis of solketal production by proposing a process design as well as economic evaluation of continuous solketal production process.

Initially, solketal production from glycerol and acetone was carried out in a lab-scale by using 5 wt.% of Amberlyst-36, reaction time of 180 minutes, stirring speed of 650 rpm, variation of reactant ratio 1: 3, 1: 4, 1: 5, and 1: 6 moles of glycerol/mole acetone and variations of reaction temperatures of 40, 50 and 55°C. Furthermore, glycerol conversion analysis was carried out using iodometric titration.

The process design and economic evaluation of solketal production were conducted in Aspen HYSYS software by varying the solketal capacity between 14,000-42,000 tons/year. Further, the operating parameters such as reaction temperature, reactant ratio and the targeted conversion were determined by using laboratory data as a basis design. Subsequently, the resulting flowsheet was used to conduct the economic evaluation. An economic sensitivity analysis was conducted by varying solketal production rate as well as solketal selling prices. The economic feasibility parameters were then determined by computing the internal rate of return (IRR) and the net present value (NPV).

The results from lab-scale experiments showed that the maximum glycerol conversion was obtained at a reaction temperature of 50 °C and a reactant ratio of 1: 4 moles of glycerol/mole acetone with a conversion of 83.75%. Our simulation results also showed that the purification process is crucial. We found that production process with 1 reactor and 3 distillation towers can produce solketal products with purity up to 99.9%. The results also showed that the process of vacuum distillation using 14 plates and a pressure of 0.6-0.8 atm was able to provide good separation of solketal and glycerol. Furthermore, the results of economic evaluation showed that the economic feasibility was largely affected by selling price and production capacity. Determination of the minimum price of solketal products was calculated by balancing the annual income and the annual total cost. The calculation results showed that the minimum selling price of \$ 1,900/ton was required for production capacity above 28,000 tons/year. In addition, for the production capacity between 14,000 to 28,000 tons/year required a minimum selling price of \$ 2,100/ton.

**Keywords:** Amberlyst-36; Glycerol; Simulation; Solketal; Techno-Economic Feasibility.