

Analisis Rasio Energi Daur Ulang Panas pada Produksi Biodiesel Secara Non-Katalitik

(Energy Ratio Analysis on Heat Recirculation in Non-Catalytic Biodiesel Production)

Armansyah Halomoan Tambunan^{1*}, Furqon¹, Joelianingsih², Tetsuya Araki³, Hiroshi Nabetani⁴

ABSTRAK

Konsumsi energi pada produksi biodiesel non-katalitik masih tinggi sehingga perlu dilakukan pengurangan sampai tingkat yang optimum. Hal ini dapat dilakukan dengan mensirkulasi panas yang digunakan dalam proses dengan menggunakan alat penukar panas. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis rasio energi dalam sistem sebagai akibat dari resirkulasi panas melalui alat penukar panas. Penelitian ini menggunakan metode uap metanol super-panas (super-heated methanol vapor; SMV) untuk produksi biodiesel secara non-katalitik. Kajian diawali dengan penentuan dan perhitungan sifat termal dan fisik bahan yang digunakan (palm olein, metanol, dan methyl ester), dilanjutkan dengan perancangan penukar panas, pengambilan data, dan analisis rasio energi. Proses berlangsung secara *semi-batch* dengan tiga tingkat laju aliran metanol, 1,5, 3,0, dan 4,5 mL/menit, dan suhu reaksi 290 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa resirkulasi panas melalui alat penukar panas dapat meningkatkan rasio energi dari 0,84 menjadi 1,03, sesuai dengan definisi bahwa rasio energi adalah perbandingan antara kandungan energi biodiesel terhadap jumlah kandungan energi minyak umpan dan energi yang diperlukan untuk proses. Jika rasio energi didefinisikan sebagai perbandingan antara peningkatan kandungan energi dari minyak umpan menjadi biodiesel terhadap energi proses, maka diperoleh rasio energi 7,85, 2,98, dan 2,97 untuk masing-masing laju aliran metanol 1,5, 3,0, dan 4,5 mL/menit.

Kata kunci: alat penukar panas, biodiesel, non-katalitik, rasio energi, *superheated methanol vapor*

ABSTRACT

Energy consumption in non-catalytic biodiesel production is still high, and needs to be reduced to the optimum level. It can be accomplished by recirculating the heat being used in the process by using heat exchanger. The objective of this study is to analyze the energy ratio of the system as influenced by the heat recirculation through a heat exchanger. This experiment used a superheated methanol vapor method for non-catalytic biodiesel production. The study was started with the determination and calculation of physical and thermal properties of materials to be used (palm olein, methanol, and methyl ester), continued with the designing of the heat exchanger, the experiment itself, and the energy ratio analysis. The process was occurred in semi-batch mode with 3 levels of methanol flow rate, i.e., 1.5, 3.0, and 4.5 mL/minute, at reaction temperature of 290 °C. The results show that heat recirculation by using heat exchanger can increase the energy ratio from 0.84 to 1.03, according to the definition that energy ratio is the ratio between energy content of the biodiesel to the total energy of the feedstock and the process energy. If the energy ratio is defined as the ratio between the increase in energy content of the biodiesel from its feedstock to the process energy, the energy ratio was found to be 7.85, 2.98, and 2.87 for the respective methanol flow rate of 1.5, 3.0, and 4.5 mL/min.

Keywords: biodiesel, energy ratio, heat exchanger, non-catalytic, superheated methanol vapor

PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar minyak nabati yang diharapkan mampu mensubstitusikan kebutuhan bahan bakar solar yang semakin

meningkat (Demirbas 2005; Lee *et al.* 2007). Produksi biodiesel umumnya dilakukan secara katalitik pada suhu sekitar 60 °C menggunakan katalis asam, basa atau enzim. Alur produksi pada metode ini cukup panjang karena setelah dihasilkan produk harus dicuci untuk menghilangkan kotoran, metanol yang tidak bereaksi, dan katalis (Diasakou *et al.* 1997; Saka & Kusdiana 2001; Demirbas 2005), sementara metode non-katalitik tidak membutuhkan katalis sehingga alur produksi lebih pendek, lebih ramah lingkungan, dan lebih sederhana (Yamazaki *et al.* 2007; Joelianingsih *et al.* 2008; Tambunan 2010). Namun, kekurangan metode non-katalitik adalah membutuhkan eksemplar metanol yang lebih tinggi (umumnya menggunakan rasio molar antara metanol dan minyak sekitar 24–42), serta suhu reaksi yang sangat tinggi (240–350 °C).

¹ Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

² Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia, Jl. Raya Puspitpek Serpong Tangerang Selatan-Indonesia 15320.

³ Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Yayoi 1-1-1, Bunkyo Ward, Tokyo, 113-8657, JAPAN.

⁴ National Food Research Institute, NARO, Tsukuba, Japan.

* Penulis korespondensi: E-mail: ahtambunan@ipb.ac.id