

INTISARI

Dalam beberapa dekade terakhir ini ketersediaan bahan bakar fosil semakin menipis akibat dari pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi di Indonesia. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengganti bahan bakar fosil dengan biodiesel berbasis mikroalga melalui proses *direct transesterification* dengan bantuan *microwave assisted extraction* (MAE). Hal ini dikarenakan mikroalga memiliki laju pertumbuhan dan kandungan lemak yang tinggi serta proses pemanasan dengan gelombang mikro bersifat efektif dan ekonomis melalui perpindahan panas secara intermolekuler. Selain itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari suhu, waktu reaksi dan perbandingan reaktan serta membandingkan proses *direct* dan *indirect transesterification*. Pemodelan matematis juga telah disusun untuk mendapatkan konstanta kecepatan reaksi dan kecepatan transfer massa.

Penelitian ini dilakukan dengan mereaksikan *Spirulina sp.* dan metanol menggunakan katalis KOH (2% berat) melalui proses *direct* di dalam *microwave* yang dilengkapi dengan pendingin bola dan pengaduk magnetik. Proses *direct* dilakukan pada berbagai suhu, waktu reaksi dan rasio reaktan. Sebagai pembanding dilakukan juga proses *indirect process* dimana mikroalga diekstrak terlebih dahulu lalu direaksikan dengan metanol pada kondisi optimum proses *direct*. Hasil biodiesel kedua proses ini kemudian dianalisis menggunakan analisis gliserol dan GC-MS untuk mengetahui konversi trigliserida dan komposisi metil ester di dalam biodiesel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *direct* memberikan konversi yang lebih tinggi daripada proses *indirect*, yaitu sebesar 89,04% pada kondisi optimum 60 °C, rasio 1:12 (m:v) selama 20 menit. Hal ini menunjukkan bahwa efek gelombang mikro pada proses pembuatan biodiesel dapat memfasilitasi kebutuhan panas, meningkatkan nilai konversi dan mempercepat reaksi melalui konduksi ionik dan rotasi dipol. Selain itu, berdasarkan simulasi program, dapat disimpulkan bahwa model matematika yang memberikan hasil yang lebih cocok pada penelitian ini adalah model reaksi *reversible* dengan nilai konstanta kecepatan reaksi dan koefisien transfer massa *overall* sebesar 0,5064 L/mol.menit dan 4,5242 1/menit. Dari hasil hitungan bilangan Hatta, didapatkan hasil bahwa reaksi terjadi pada badan utama fasa 2. Sedangkan hubungan pengaruh suhu terhadap konstanta kecepatan reaksi dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$k_{r1} = k_{r0} \cdot \exp\left(\frac{2.932,4309}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right)$$

Kata kunci: biodiesel, *Spirulina sp.*, *microwave assisted extraction*, *direct process*, konstanta kecepatan reaksi

ABSTRACT

In last few decades the availability of fossil fuels has diminished due to population growth and technological developments in Indonesia. One of the solutions that can be done is to replace fossil fuels with microalgae-based biodiesel through a direct transesterification process with the help of microwave assisted extraction (MAE). This is because microalgae have a high growth rate and lipid content. Likewise, microwave heating process is effective and economical since the heat transfer is generated intermolecularly. In addition, the aim of this research is to study temperature, reaction time and reactant molar ratios under direct and indirect transesterification processes. Mathematical modeling has also been arranged to obtain the kinetic reaction constant and the mass transfer coefficient.

This experiment was performed by reacting *Spirulina* sp. and methanol in the presence of KOH (2% w) as the catalyst under direct process in microwave which consists of a reflux condenser, and a magnetic stirrer. The direct process was carried out at various temperatures, reaction times, and molar ratios. As the comparison, indirect process was also conducted where the microalgae was extracted first and then reacted with methanol under the optimal condition of direct process. Biodiesel from both of processes eventually were analyzed using glycerol and GC-MS analyzes to obtain the reaction conversion, and methyl ester compounds.

The result revealed that the direct process gave a higher conversion of trygliceride compared to indirect process, 89.04% at 60 °C, 1:12 (m:v) for 20 minutes. This clearly shows that the microwave effect can facilitate the heat need in transesterification process, increase the conversion, and accelerate the reactions through ionic conduction and dipole rotation. Other than that, the mathematical model which provides the most suitable results in this study was the reversible reaction model with the kinetic reaction constant and overall mass transfer coefficient were 0.5064 L/mol.minute and 4.5242 1/minute consecutively. Thereafter, according to Hatta number, the reaction occurred in the second film. Meanwhile, the relationship of the effect of temperature on the kinetic reaction constant can be expressed by the following equation:

$$k_{r1} = k_{r0} \cdot \exp \left(\frac{2,932.4309}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right)$$

Keywords: biodiesel, *Spirulina* sp., microwave assisted extraction, direct process, kinetic reaction constant.