

OPTIMASI VARIASI WAKTU SERTA RASIO MOLAR METANOL PADA PROSES ESTERIFIKASI TERHADAP KUALITAS MINYAK NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L.)

Khalifa Amra Andanti Caraka¹, Sigit Sunarta²

INTISARI

Meningkatnya kebutuhan energi dan dampak negatif bahan bakar fosil mendorong pengembangan energi terbarukan seperti biodiesel dari minyak nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.). Minyak nyamplung memiliki potensi rendemen tinggi, namun kadar asam lemak bebas (ALB) yang tinggi menjadi kendala, sehingga diperlukan proses esterifikasi untuk menurunkannya sebelum tahap transesterifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum dari variasi waktu (38,7868; 45; 60; 75; dan 81,2132 menit) dan rasio molar minyak:metanol (1:1,75736; 1:3; 1:6; 1:9; dan 1:10,2426) pada proses esterifikasi minyak nyamplung untuk menghasilkan kualitas minyak terbaik sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM) dan model *Central Composite Design* (CCD) untuk menganalisis dan mengoptimalkan pengaruh kedua variabel terhadap lima parameter kualitas: rendemen, angka asam, angka penyabunan, viskositas kinematik, dan massa jenis. Proses penelitian meliputi preparasi bahan baku, ekstraksi minyak, *degumming*, esterifikasi dengan variasi perlakuan, dan pengujian kualitas produk akhir menggunakan *software Design Expert 13* untuk analisis statistik.

Hasil optimasi menunjukkan bahwa kondisi terbaik untuk proses esterifikasi dicapai pada waktu reaksi 75 menit dan rasio molar minyak:metanol pada 1:5,83. Pada kondisi optimum ini, diperoleh prediksi nilai rendemen sebesar 78,52%, angka asam 10,71 mg-KOH/g, angka penyabunan 207,98 mg-KOH/g, viskositas kinematik 30,64 cSt, dan massa jenis 844,99 kg/m³. Meskipun belum semua parameter memenuhi standar akhir biodiesel, hasil ini menunjukkan bahwa proses esterifikasi berhasil menurunkan angka asam dan viskositas secara signifikan, sehingga menghasilkan minyak yang lebih layak untuk diproses lebih lanjut menjadi biodiesel.

Kata Kunci: Biodiesel, Esterifikasi, Minyak Nyamplung, Optimasi, *Response Surface Method*

¹ Mahasiswa Fakultas Kehutanan UGM

² Staff Pengajar Fakultas Kehutanan UGM

OPTIMIZATION OF REACTION TIME AND METHANOL MOLAR RATIO IN THE ESTERIFICATION PROCESS ON THE QUALITY OF NYAMPLUNG OIL (*Calophyllum inophyllum* L.)

Khalifa Amra Andanti Caraka¹, Sigit Sunarta²

ABSTRACT

*The increasing demand for energy and the negative impacts of fossil fuels have encouraged the development of renewable energy sources such as biodiesel from nyamplung oil (*Calophyllum inophyllum* L.). Nyamplung oil has a high potential yield, but its high free fatty acid (FFA) content is a major obstacle, necessitating an esterification process to reduce it before the transesterification stage. This research aims to determine the optimum conditions of time variation (38,7868; 45; 60; 75; and 81,2132 minutes) and methanol molar ratio (1:1,75736; 1:3; 1:6; 1:9; and 1:10,2426) in the esterification process of nyamplung oil to produce the best quality oil according to the Indonesian National Standard (SNI).*

This study employed an experimental method using Response Surface Methodology (RSM) with a Central Composite Design (CCD) model to analyze and optimize the influence of both variables on five quality parameters: yield, acid value, saponification value, kinematic viscosity, and density. The research procedure included raw material preparation, oil extraction, degumming, esterification with varied treatments, and quality testing of the final product using Design Expert 13 software for statistical analysis.

The optimization results indicated that the best conditions for the esterification process were achieved at a reaction time of 75 minutes and a methanol molar ratio of 1:5,83. Under these optimum conditions, the predicted values were a yield of 78,52%, an acid value of 10,71 mg-KOH/g, a saponification value of 207,98 mg-KOH/g, a kinematic viscosity of 30,64 cSt, and a density of 844,99 kg/m³. Although not all parameters met the final biodiesel standards, these results demonstrate that the esterification process successfully reduced the acid value and viscosity significantly, producing a more suitable oil for further processing into biodiesel.

Keywords: Biodiesel, Esterification, Nyamplung Oil, Optimization, Response Surface Methodology

¹ Student of Faculty of Forestry UGM

² Lecturer of Faculty of Forestry UGM