

**SINTESIS ZEOLIT A DARI *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH*  
(FABA) PLTU OMBILIN UNTUK DIJADIKAN KATALIS  
PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI BIODIESEL**

**TESIS**

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Strata-2 pada  
Program Studi Magister Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Universitas Andalas



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK LINGKUNGAN  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2022**

## ABSTRAK

*Fly ash dan bottom ash (FABA) merupakan limbah padat industri yang dihasilkan dari pembakaran batubara. Penelitian ini bertujuan untuk menyintesis zeolit A dari limbah FABA PLTU Ombilin untuk dijadikan katalis pada proses transesterifikasi biodiesel. Sintesis zeolit dilakukan menggunakan metode hidrotermal dengan variasi rasio mol  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (2,1; 2,3; dan 2,5), waktu kristalisasi (3, 6 dan, 10 jam), dan temperatur kristalisasi  $90^\circ\text{C}$ . Zeolit A tersebut diujikan dalam proses transesterifikasi biodiesel dari minyak sawit dengan temperatur operasi  $65^\circ\text{C}$ , rasio metanol:minyak 12:1, dan katalis 2% berat. Yield biodiesel terbaik adalah 97,16% menggunakan katalis dari fly ash yang diperoleh dari rasio mol  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2,5 dengan waktu kristalisasi 3 jam. Katalis dengan performa terbaik tersebut dianalisis karakteristiknya menggunakan XRD, SEM, dan BET. Hasil XRD dan SEM menunjukkan bahwa zeolit A telah terbentuk pada sampel zeolit dari fly ash dan bottom ash dengan kinerja terbaik pada proses pembuatan biodiesel dari minyak sawit. Surface area dari zeolit tersebut adalah  $2,75 \text{ m}^2/\text{g}$  dan  $20,12 \text{ m}^2/\text{g}$ . Selanjutnya, pembuatan biodiesel dari minyak jelantah menggunakan katalis dengan performa terbaik berdasarkan variasi temperatur ( $45$ ,  $55$ , dan  $65^\circ\text{C}$ ) variasi rasio metanol:minyak (8:1; 10:1; 12:1; dan 14:1), dan berat katalis (1, 2, 3, dan 4% berat). Yield biodiesel yang dihasilkan adalah 91,67% dengan temperatur operasi  $55^\circ\text{C}$ , rasio metanol:minyak 8:1, dan jumlah katalis 1% berat. Biodiesel dari Minyak jelantah dianalisis karakteristiknya berdasarkan SNI 7182:2015 Biodiesel (massa jenis  $40^\circ\text{C}$ , viskositas kinematika  $40^\circ\text{C}$ , warna, angka asam, gliserol bebas, gliserol total, kadar metil ester, dan kadar air). Karakteristik biodiesel dari minyak jelantah yang memenuhi standar SNI 7182:2015 adalah warna, angka asam, gliserol bebas, gliserol total, dan kadar ester alkil biodiesel. Karakteristik biodiesel yang tidak memenuhi standar adalah massa jenis  $40^\circ\text{C}$ , viskositas kinematik  $40^\circ\text{C}$ , dan kadar air.*

**Kata kunci:** Fly ash, bottom ash, zeolit A, katalis, biodiesel, dan minyak jelantah



## ABSTRACT

Fly ash and bottom ash (FABA) are industrial solid wastes produced from coal combustion. This study aims to synthesize zeolite A from FABA PLTU Ombilin to be used as a catalyst in the biodiesel transesterification process. The synthesis of zeolite was carried out using the hydrothermal method with variations in the  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  molar ratio (2.1; 2.3; and 2.5), crystallization time (3, 6 and, 10 hours), and crystallization temperature  $90^\circ\text{C}$ . Zeolite A was tested in the transesterification of biodiesel from palm oil with an operating temperature of  $65^\circ\text{C}$ , a methanol:oil ratio of 12:1, and a catalyst of 2% by weight. The best biodiesel yield is 97.16% using a catalyst from fly ash obtained from a  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  mole ratio of 2.5 with a crystallization time of 3 hours. The characteristics of the catalyst with the best performance were analyzed using XRD, SEM, and BET. XRD and SEM results show that zeolite A has been formed in zeolite samples from fly ash and bottom ash with the best performance in transesterification process of biodiesel from palm oil. The surface area of the zeolite is  $2.75 \text{ m}^2/\text{g}$  and  $20.12 \text{ m}^2/\text{g}$ . Furthermore, biodiesel was made from waste cooking oil using a catalyst with the best performance based on variations in temperature ( $45$ ,  $55$ , and  $65^\circ\text{C}$ ), variations in the methanol:oil ratio (8:1; 10:1; 12:1; and 14:1), and catalyst (1, 2, 3, and 4% by weight). The yield of biodiesel produced is 91.67% with an operating temperature of  $55^\circ\text{C}$ , methanol:oil 8:1, and the amount of catalyst is 1% by weight. The characteristics of biodiesel from waste cooking oil were analyzed based on SNI 7182:2015 Biodiesel (density  $40^\circ\text{C}$ , kinematic viscosity  $40^\circ\text{C}$ , color, acid number, free glycerol, total glycerol, methyl ester content and water content). The characteristics of biodiesel from used cooking oil that meet the standards of SNI 7182:2015 are color, acid number, free glycerol, total glycerol, and alkyl ester content of biodiesel. The characteristics of biodiesel that do not meet the standards are density of  $40^\circ\text{C}$ , kinematic viscosity of  $40^\circ\text{C}$ , and water content.

**Keywords:** Fly ash, bottom ash, zeolite A, catalyst, biodiesel, and waste cooking oil.

