

INTISARI

Hingga saat ini, apapun metode yang ditempuh dan apapun bahan bakunya, permasalahan masih ada diseputar biodiesel. Salah satu permasalahan dalam alur produksi biodiesel adalah bahwa biodiesel mudah terdekomposisi selama penyimpanan. Dekomposisi biodiesel dapat terjadi oleh proses biologi, proses kimia, proses fisik maupun gabungan proses-proses tersebut. Sebagai akibat dari dekomposisi ini, maka biodiesel akan rusak dan tidak memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan bakar.

Salah satu faktor yang berperan dalam proses dekomposisi biodiesel adalah adanya oksidasi. Kerusakan secara kimia pada biodiesel yang disebabkan adanya proses oksidasi dapat terjadi pada semua jenis biodiesel, tanpa memandang proses pembuatan maupun jenis bahan baku biodiesel tersebut. Oleh karena itu, dipandang penting untuk mengetahui bagaimana langkah-langkah pencegahan yang dapat diupayakan untuk memperlambat proses oksidasi tersebut.

Penelitian ini menggunakan bahan baku minyak jarak pagar yang belum mengalami pengolahan lanjutan (*raw jatropha curcas oil*). Minyak jarak pagar dipilih dengan dasar pertimbangan minyak ini bersifat tidak dapat dimakan (*non edible oil*), mudah dibudidayakan dan memiliki kandungan minyak yang tinggi.

Langkah pertama yang ditempuh adalah persiapan bahan baku. Karena kandungan asam lemak bebas pada minyak jarak pagar cukup tinggi, yaitu sekitar 17%, maka perlu dilakukan pengolahan awal (*pretreatment*). Hasil analisis *induction period* pada minyak jarak pagar menunjukkan nilai sebesar 0,06 jam. Cara yang ditempuh dalam *pretreatment* adalah dengan mereaksikan asam lemak bebas yang dengan metanol dengan katalisator asam sulfat pekat. Kondisi reaksi optimum pada suhu 65^oC, selama 120 menit. Reaksi akan menghasilkan *fatty acid methyl ester* (FAME) sebesar 32,5% dan air. Setelah melalui proses pemisahan maka didapat minyak yang bercampur dengan kadar asam lemak bebas sebesar 0,75%. Langkah kedua berupa transesterifikasi minyak jarak pagar. Minyak jarak pagar direaksikan dengan metanol dengan katalisator NaOH. Kondisi operasi optimum adalah suhu 60^oC, waktu reaksi 90 menit. Hasil reaksi akan terpisah menjadi dua fasa, yaitu fasa FAME dan fasa gliserol. Langkah ketiga adalah

pemurnian biodiesel Metanol dipisahkan dengan distilasi vakum, NaOH di netralisasi dengan larutan HCl 0,5% yang diikuti dengan pencucian menggunakan *aquadest*. Fasa biodiesel dan fasa air dipisahkan dengan pengendapan, sisa air yang terdispersi di dalam biodiesel diserap dengan natrium sulfat. Setelah melewati serangkaian proses ini, biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar kualitas EN 14214-2003 untuk parameter kandungan FAME, densitas, kadar air, *flash point*, bilangan asam dan bilangan iodida. Sedangkan hasil pengujian stabilitas terhadap oksidasi memberikan hasil sebesar 1,37 jam. Nilai *induction period* sebesar ini belum memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu minimal sebesar 6 jam, akan tetapi menunjukkan kenaikan yang sangat signifikan dari semula sebesar 0,06 jam pada minyak jarak pagar bahan baku. Hal ini berkaitan erat dengan kadar asam lemak bebas pada bahan yang diuji. Dari semula 17% setelah melalui ketiga proses menjadi 0,5%. Dapat disimpulkan bahwa proses *pretreatment* dan pemurnian berpengaruh besar terhadap ketahanan terhadap oksidasi. Biodiesel selanjutnya digunakan untuk penelitian menyangkut proses oksidasi.

Untuk meningkatkan ketahanan terhadap oksidasi, biodiesel ditambah dengan antioksidan. Ada 4 antioksidan yang diuji dengan metode reaksi dipercepat, dan hasil menunjukkan efektifitas *pyrogallol* adalah yang terkuat disusul berturut turut *propyl gallate*, baynox plus dan TBHQ. Perbandingan dengan hasil penelitian lain membuka kemungkinan adanya perbedaan efektifitas apabila pengujian stabilitas dilakukan pada suhu yang berbeda.

Melalui pendekatan *quasy steady state*, kecepatan reaksi oksidasi pada biodiesel ditentukan oleh reaksi kimia. Nilai frekuensi tumbukan (A) dan energi aktivasi (E) pada konstanta Arrhenius untuk reaksi ini masing-masing adalah sebesar $1,025 \times 10^{11}$ / jam dan $= 97315,37$ J/mol. Biodiesel dengan kadar *pyrogallol* 120 ppm akan mampu bertahan selama 2,3 tahun pada suhu penyimpanan 30°C.

Kata kunci : antioksidan, biodiesel, kecepatan reaksi, minyak jarak, oksidasi

ABSTRACT

Biodiesel could produce by many kind of processes and using many kind of feedstocks, however there are still some problems on the development of biodiesel. One of the problems in the production of biodiesel is that biodiesel tend to decompose during storage. Decomposition biodiesel could occur by biological processes, chemical processes, physical processes or a combination of these processes. As a result of this decomposition, biodiesel then will be damaged and is not suitable to be used as fuel.

Chemically decomposition on biodiesel due to oxidation process could occur in all types of biodiesel, regardless of the production process and the type of the raw material. Therefore, it is important to know how the oxidation occurs in biodiesel, and also important is how to prevent or inhibit the oxidation process.

The research was use raw jatropha curcas as feedstocks. Consideration on using jatropha curcas oil that the oil are non edible oil, easily cultivated and has a high oil content.

The first step on biodiesel production is preparation of raw materials. Free fatty acids content in jatropha curcas oil is around 17%. For this reason the oil should be pretreated. Free fatty acids was reacted with methanol in the presence of concentrated sulfuric acid as catalyst. The optimum reaction conditions as follows: temperature 65^oC and reaction time 120 minutes. The reaction will produce 32.5% of fatty acid methyl ester (FAME) and water. After separation process the oil obtained has free fatty acid content 0.75%. This oil is ready to be used as a raw material for biodiesel production by transesterification in a presence of alkaline catalysts. The second step is transesterification process in which Jatropha curcas oil is reacted with methanol in the presence of NaOH catalyst. The optimum operating conditions are a temperature of 60^oC and reaction time 90 minutes. Reaction products will be separated into two phases, namely FAME phase and glycerol phase. Residual reactants and catalyst will distribute on both of these phases. The third step is the purification of biodiesel by separating or neutralizing compounds entrained biodiesel phase. Methanol is separated by vacuum distillation, NaOH was neutralized by using 0.5% HCl solution, followed

by washing using distilled water. Biodiesel phase and the water phase were separated by settling, the remaining water dispersed in biodiesel is absorbed by sodium sulfate. After passing a series of these processes, biodiesel has met the quality standards EN 14214-2003 for the parameters of FAME content, density, water content, flash point, acid number and the iodide number. While the oxidation stability test resulted on 1.37 hours so it does not meet the specification requirements of minimum of 6 hours on the rancimat test. This biodiesel is then used for further research about oxidation process.

To improve oxidation stability, antioxidant was introduced into biodiesel. There are 4 antioxidants tested in the accelerated reaction method, and the results show the effectiveness of pyrogallol is the highest followed by propyl gallate, baynox plus and TBHQ.

Through the quasy steady state approach, the rate of the oxidation reaction on biodiesel is determined by a chemical reaction. Collision frequency value (A) and the activation energy (E) in the Arrhenius constants for this reaction is $1.025 \times 10^{11} / \text{hour}$ and $= 97315.37 \text{ J / mol}$. Biodiesel preserved by pyrogallol 120 ppm still fulfill the requirement of the standard to 2,3 years under 30°C storage.

Key word : antioxidant, biodiesel, rate of reaction, jatropha curcas oil, oxidation