

## PEMANFAATAN MINYAK BIJI KAPUK (*Ceiba Pentandra*) MENJADI METHIL ESTER DENGAN PROSES ESTERIFIKASI TRANSESTERIFIKASI

Shela Niken Wijayanti <sup>1\*</sup>, Tri Yuni Hendrawati <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510

\*[sheilanikend@rocketmail.com](mailto:sheilanikend@rocketmail.com)

### ABSTRAK

Kapuk randu atau kapuk (*Ceiba Pentandra*) adalah pohon tropis yang tergolong ordo Malvales dan famili Malvaceae (sebelumnya dikelompokkan ke dalam famili terpisah Bombacaceae), berasal dari bagian utara dari Amerika Selatan, Amerika Tengah dan Karibia. Kata "kapuk" atau "kapok" juga digunakan untuk menyebut serat yang dihasilkan dari bijinya. Pohon ini juga dikenal sebagai kapas Jawa atau kapok Jawa, atau pohon kapas-sutra. Daerah penghasil kapuk di Indonesia meliputi daerah DI.Aceh, Jambi, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Sumatera Utara. *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) sebagai salah satu bahan baku oleokimia dan bahan bakar alternatif yang dikenal sebagai biodiesel. Pemanfaatan minyak biji kapuk sebagai bahan baku untuk memproduksi methyl ester sebagai topik dari penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan karakteristik metil ester dari minyak biji kapuk dan mendapatkan proses terbaik. Metode yang digunakan adalah penelitian di Laboratorium Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UMJ. Penelitian ini meliputi dua tahapan dimana Tahapan satu yang dilakukan mereaksikan minyak biji kapuk dengan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (esterifikasi) kemudian tahapan kedua yang dilakukan untuk mendapatkan methyl ester yaitu dengan mereaksikan minyak biji kapuk dan metanol (transesterifikasi) dengan katalis KOH (1% dari volume methyl ester hasil esterifikasi) dengan variabel jumlah metanol sebesar 10%, 20%, dan 30% dari volume hasil esterifikasi dengan waktu reaksi 1 Jam, 1.5 jam, dan 2 jam pada suhu 70°C. Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut yaitu (1) Bahan baku minyak biji kapuk mengandung zat pengotor dan asam lemak bebas tinggi sebesar 8,63% maka diperlukan proses degumming dan esterifikasi. (2) Pengolahan minyak biji kapuk menjadi methyl ester sebagai salah satu bahan bakar alternatif biodiesel dan bahan oleochemical. (3) Kondisi proses terbaik adalah pada katalis 1% dan waktu 1.5 jam dengan jumlah metanol 30% yakni dengan rendemen 96,69 % ; angka asam 0,2998 ; bilangan penyabunan 203,93.

Kata Kunci : Methyl ester, Minyak Biji kapuk, Esterifikasi, Transesterifikasi

### ABSTRACT

*Kapok or cotton ( Ceiba pentandra ) is a tropical tree belonging to the order malvales and family Malvaceae ( previously grouped into separate family Bombacaceae ), comes from the northern part of South America , Central America and the Caribbean . The word " cotton " or " cured " is also used to refer to fibers produced from the seeds . The tree is also known as the Java cotton or Java kapok , or silk - cotton tree . Cotton producing areas in Indonesia covers an area DI.Aceh , Jambi , West Java , Central Java , East Java and North Sumatra. Fatty Acid Methyl Ester (FAME) as one of the oleochemical raw materials and alternative fuel known as biodiesel. Utilization of cotton seed oil as raw material to produce methyl ester as a topic of study. The purpose of this research is to get the methyl ester characteristics of kapuk seed oil and get the best process. The method used is research in the Laboratory of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, UMJ. This study includes two phases where Phase one conducted reacting kapuk seed oil with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> catalyst and then the second stage is done to obtain methyl esters is by reacting kapuk seed oil and methanol with KOH catalyst (1% of the volume of methyl ester result of esterification) with a variable number methanol at 10%, 20%, and 30% of the volume of esterification with a reaction time of 1 hour, 1.5 hours, and 2 hours at 70 ° C. Based on the results obtained from the research can be drawn some conclusions as follows: (1) raw material cotton seed oil contains impurities and high free fatty acid of 8.63% will require degumming process and esterification. (2) Processing of cotton seed oil into methyl ester as one of the alternative fuels biodiesel and oleochemical ingredients. (3) The best process conditions is the catalyst*

1% and 1.5 hour by 30% the amount of methanol to yield 96.69%; 0.2998 acid number; saponification 203.93.

**Keywords :** *Fatty Acid Methyl Ester, kapuk seed oil, Esterification, Transesterification*

## PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir, Indonesia juga mulai mengalami adanya kelangkaan terhadap BBM (Bahan Bakar Minyak). Methyl ester merupakan peluang yang besar bagi Indonesia untuk mengembangkan penggunaan bioenergi sebagai energi alternatif, mengingat banyaknya sumber bahan bakar alternatif yang mudah ditemukan di Indonesia. Methyl ester menjadi penting di Indonesia karena sejak tahun 2005, Indonesia telah berubah statusnya dari eksportir menjadi net importer BBM yang pada tahun 2005 defisit sekitar 100 juta liter. Ketergantungan impor dan kapasitas produksi dalam negeri yang tidak mampu mengimbangi konsumsi dalam negeri, menuntut pemerintah dan masyarakat untuk melakukan penelitian guna mendapatkan bahan bakar alternatif dari sumber energi yang dapat diperbaharui, salah satunya adalah dengan memanfaatkan minyak nabati sebagai pengganti bahan bakar motor diesel dari bahan bakar minyak solar konvensional, dimana lebih ramah lingkungan, dan meningkatkan nilai guna serta ekonomis produk pertanian. Kapuk randu atau kapuk (*Ceiba Pentandra*) adalah pohon tropis yang tergolong pada ordo Malvales dan famili Malvaceae (sebelumnya dikelompokkan ke dalam famili terpisah Bombacaceae), berasal dari bagian utara dari Amerika Selatan, Amerika Tengah dan Karibia. Kapuk randu mudah sekali ditemui di Indonesia terutama di Pulau Jawa karena tumbuhan ini sangat cocok ditanam di daerah tropis seperti Indonesia .

Minyak biji kapuk mengandung asam lemak tidak jenuh sekitar 71,95%, lebih tinggi dibandingkan dengan minyak kelapa. Hal ini menyebabkan minyak biji kapuk mudah tengik. Sehingga kurang baik untuk dikembangkan sebagai minyak makanan. Namun minyak kapuk berpotensi untuk dijadikan substitusi methyl ester. (Kusdiana dalam Hidayat, 2010). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat methyl ester dari minyak biji kapuk dengan mereaksikan minyak biji kapuk dan metanol dengan bantuan katalis KOH dengan variabel metanol dan waktu yang

telah di tentukan. Proses produksi terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas methyl ester yang dihasilkan antara lain: rasio molar katalis dengan minyak, rasio molar metanol dengan minyak, kadar asam lemak bebas minyak, waktu, temperatur, dan kecepatan pengadukan.

Secara stoikiometri satu mol triasilgliserol (trigliserida) memerlukan tiga mol etanol (alkohol) dan dihasilkan 1 mol gliserol dan 3 mol ester asam lemak. Berdasarkan kajian mekanisme reaksi yang dilalui, reaksi transesterifikasi pembuatan methyl ester melalui pembentukan zat antara (intermediate) yaitu mono dan digliserida, dengan bentuk molekul tetrahedral (bentuk tidak stabil untuk gugus karbonil), setelah itu tahap selanjutnya adalah pembentukan methyl ester (Heyda dalam Hidayat,2010).

Methyl ester ialah sebuah kelas senyawa kimia yang dibentuk oleh ikatan alkohol dan satu atau lebih asam organik, dengan hilangnya sebuah molekul air untuk setiap kelompok ester terbentuk. Lemak adalah ester, yang dihasilkan oleh ikatan asam lemak dengan gliserol alkohol. Karena bahan bakunya berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, methyl ester digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui (Knothe 2005). Pada dasarnya semua minyak nabati atau lemak hewan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan methyl ester. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mendapatkan bahan baku alternatif yang dapat dikembangkan secara luas sebagai bahan baku pembuatan methyl ester. Methyl ester berasal minyak sawit, minyak jelantah, minyak jarak, dan minyak kedelai (Zuhdi, 2002). Namun terjadi perdebatan karena bahan bakar ini terutama minyak kedelai termasuk dalam pangan sehingga hal ini tidak wajar mengingat semakin meningkatnya populasi manusia. Fatty Acid Methyl Ester (FAME) sebagai salah satu bahan baku oleochemical dan alternatif bahan bakar, pada industri dihasilkan lewat reaksi metanolisis lemak atau minyak alami yang dikenal dengan nama Fatty Acid

Trigliserida (FAT) . FAME ini sendiri dihasilkan lewat substitusi molekul gliserol yang ada di fatty acid trigliserida dengan tiga molekul methanol dengan bantuan katalis. FAME yang dihasilkan dari lemak atau minyak alami telah menjadi bagian yang penting di dalam industri oleokimia. Industri fatty alkohol yang ada dewasa ini banyak menggunakan fatty acid methyl ester sebagai bahan baku utamanya untuk menggantikan fatty acid murni, dimana kelebihan FAME dari pada fatty acid murni yaitu dalam hal kestabilan Methyl Ester terhadap pembentukan warna dan degradasi oksidatif jika dipanaskan. Pemerintah dalam hal ini bertindak sebagai fasilitator yang menjembatani perkembangan sektor industri dalam negeri. Bidang industri yang banyak menarik perhatian adalah pengembangan dan pembangunan industri oleochemical .

Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol dengan bantuan katalis  $H_2SO_4$ . Katalis-katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat, dan karena ini, asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis-katalis yang biasa terpilih dalam praktek industrial (Soerawidjaja, 2006). Untuk mendorong agar reaksi bisa berlangsung ke konversi yang sempurna pada temperatur rendah (misalnya paling tinggi  $120^\circ C$ ), reaktan metanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih (biasanya lebih besar dari 10 kali nisbah stoikhiometrik) dan air produk ikutan reaksi harus disingkirkan dari fasa reaksi, yaitu fasa minyak. Melalui kombinasi-kombinasi yang tepat dari kondisi-kondisi reaksi dan metode penyingkiran air, konversi sempurna asam-asam lemak ke ester metilnya dapat dituntaskan dalam waktu 1 sampai beberapa jam. Transesterifikasi adalah suatu reaksi antara ester dengan alkohol membentuk ester baru dan alkohol baru, dalam hal ini terjadi pertukaran bagian alkohol suatu ester (Santoso dalam Hidayat, 2010). Lebih lanjut Shantha dalam Hidayat (2010) menyebutkan bahwa pereaksi-pereaksi transesterifikasi secara umum dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu pereaksi katalis asam dan basa. Untuk pembuatan methyl ester dari minyak biji kapuk randu ialah menggunakan katalis basa / alkali yang biasa digunakan dengan natrium etoksida dalam

etanol dan Natrium hidroksida atau Kalium Hidroksida dalam metanol. Transesterifikasi secara kimia menggunakan proses katalis alkali cukup sukses dalam mengkonversi trigleserida ke minyak methyl ester (metylester). Meskipun reaksi transesterifikasi dengan katalis alkali menghasilkan tingkat konversi yang tinggi dan waktu reaksi yang cepat namun reaksi tersebut mempunyai kekurangan yakni energy besar (intensive), gliserin sulit dipulihkan (recovery), katalis dibuang dan perlu pengolahan, asam lemak bebas dan air bercampur dengan reaksi. Gliserin ialah suatu senyawa kimia yang dibuat melalui proses transesterifikasi dari triglyseride menggunakan methanol yang dicampur dengan fatty ester (Hidayat, 2010).

## METODE

Penelitian di Laboratorium Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Labu bundar leher empat, Water batch, Motor pengaduk, Condenser, Magnetic stirrer. Bahan baku yang di pergunakan pada penelitian ini adalah minyak biji kapuk, Metanol, Asam Fosfat, Aquades, Air panas.

Bahan baku utama pembuatan metil ester adalah minyak biji kapuk yang mempunyai kadar FFA sangat tinggi sekitar 8,63 mg KOH/mg sampel, maka pada pembuatan metil ester dilakukan melalui dua tahap yaitu reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Sebelum ditransesterifikasi minyak biji kapuk terlebih dahulu melalui tahap pretreatment yaitu degumming dan esterifikasi. Degumming bertujuan memisahkan pengotor dari minyak biji kapuk berupa gum. Pada proses degumming minyak biji kapuk menggunakan  $H_3PO_4$  sebanyak 1% volume minyak dan direaksikan pada temperatur  $70^\circ C$  selama 30 menit. Reaksi esterifikasi mengubah asam lemak bebas menjadi methyl ester sehingga kadar asam lemak bebas menjadi turun dengan mereaksikan minyak dengan metanol dengan bantuan katalis asam yaitu  $H_2SO_4$ . Tahapan selanjutnya untuk mendapatkan methyl ester yaitu dengan mereaksikan minyak biji kapuk dan metanol (transesterifikasi) dengan katalis KOH (1% dari volume methyl ester hasil esterifikasi) dengan variabel jumlah metanol sebesar 10%, 20%, dan 30% dari volume hasil

esterifikasi dengan waktu reaksi 1 Jam, 1.5 jam, dan 2 jam pada suhu 70°C. Setelah proses berhenti kemudian dilakukan pemurnian produk.

Produk yang dihasilkan dari kondisi optimal dibiarkan selama 24 jam untuk memisahkan dengan sempurna metil ester dan gliserol. Lapisan atas metil ester dan lapisan bawah gliserol. Metil ester dipisahkan dari gliserol kemudian dicuci dengan air dengan temperatur 120°C untuk menghilangkan sisa alkohol, katalis dan gliserol yang tidak bereaksi dan tertinggal dalam metil ester hingga air cucian telah agak bening.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil analisis Minyak Biji Kapuk

Minyak biji kapuk berwarna kuning kecoklatan. Berdasarkan hasil analisa Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS) dapat diketahui bahwa komposisi minyak biji kapuk didominasi oleh palmitic acid, stearic acid, dan linoleic acid. (Ade Sonya, 2013).

Tabel 1. Data hasil analisa minyak biji kapuk

Analisa	Hasil
Warna	Kekuningan agak coklat
Densitas	0,912 kg/L
Asam lemak bebas	8,63 mg KOH/g sampel

Minyak biji kapuk mengandung free fatty acid (asam lemak bebas) yang cukup tinggi sehingga perlu dilakukan proses esterifikasi untuk menurunkan kadar asam lemak bebas. Pada minyak biji kapuk mengandung asam lemak bebas sebagai oleic acid. Kadar asam lemak bebas yang tinggi dapat mengganggu reaksi transesterifikasi karena adanya asam lemak bebas menyebabkan reaksi penyabunan atau saponifikasi sehingga yield metil ester yang dihasilkan akan menjadi rendah. Kandungan asam lemak bebas (asam lemak bebas) bahan baku merupakan penentu jenis proses yang digunakan. Bahan baku yang memiliki kadar asam lemak bebas (free fatty acid) rendah, maksimal 2 mg KOH/mg sampel bisa langsung diproses dengan metode transesterifikasi.

Namun bila kadar asam lemak bebas minyak tersebut masih tinggi, maka sebelumnya perlu dilakukan proses praesterifikasi terhadap minyak tersebut dengan menentukan terlebih dahulu harga bilangan asam/kadar asam lemak bebasnya (Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, LPPM IPB).

Berdasarkan hasil analisa, diperoleh kadar asam lemak bebas dalam bahan baku minyak biji kapuk sebesar 8,63 mg KOH/mg sampel. Nilai ini berada di atas toleransi yang diijinkan yaitu 2 mg KOH/g sampel, namun untuk minyak biji kapuk diharapkan kadar asam lemak bebas 1 mg KOH/g sampel.

### B. Perlakuan Awal Minyak Biji Kapuk

Sebelum ditranesterifikasi minyak biji kapuk terlebih dahulu melalui tahap *pretreatment* yaitu degumming dan esterifikasi. Degumming bertujuan memisahkan pengotor dari minyak biji kapuk berupa gum. Berdasarkan hasil penelitian proses degumming muncul gum berwarna putih. Gum tersebut merupakan *latey* dan *oil slime*. Pengotor lain berupa alkaloid, fosfatida, karotoid, dan lain-lain juga dapat dihilangkan dengan proses degumming. Esterifikasi bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dalam minyak. Esterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak dengan metanol dengan bantuan katalis asam yaitu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Reaksi esterifikasi mengubah asam lemak bebas menjadi metil ester sehingga kadar asam lemak bebas menjadi turun. Minyak biji kapuk sebelum mengalami proses esterifikasi memiliki kadar asam lemak bebas turun menjadi 8,63 mg KOH/g sampel dan setelah mengalami proses transesterifikasi memiliki kadar asam lemak bebas turun menjadi 0,70275 mg KOH/g sampel dan rendemen yang didapat sebesar 99.15%. Kadar ini sudah memenuhi ketentuan untuk dilakukan proses transesterifikasi yaitu kadar asam lemak bebas dibawah 1%. Turunnya kadar asam lemak bebas diharapkan menekan terjadinya reaksi saponifikasi. Hasil samping reaksi esterifikasi adalah terbentuknya air. Untuk menghilangkan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dari produk esterifikasi maka dilakukan pencucian dengan air. Pada tahap esterifikasi menggunakan katalis asam yang berupa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebanyak 1% dari volume minyak dan metanol sebanyak 25% dari volume minyak, sedangkan pada

tahap transesterifikasi diberi perlakuan dengan memvariasikan penggunaan metanol 10%, 20%, dan 30% dari berat methyl ester tahap esterifikasi katalis 1 .

Penambahan katalis  $H_2SO_4$  pada proses transesterifikasi dapat menyebabkan terjadinya proses transesterifikasi secara simultan namun laju reaksinya sangat lambat dan hanya bisa terjadi pada kondisi tertentu yaitu pada suhu tinggi serta perbandingan molar rasio antara metanol dan minyak yang tinggi.

Adanya air dapat mengganggu proses transesterifikasi karena dapat menyebabkan trigliserida terhidrolisis menjadi asam lemak bebas. Kadar asam lemak bebas yang tinggi dapat menyebabkan reaksi penyabunan.

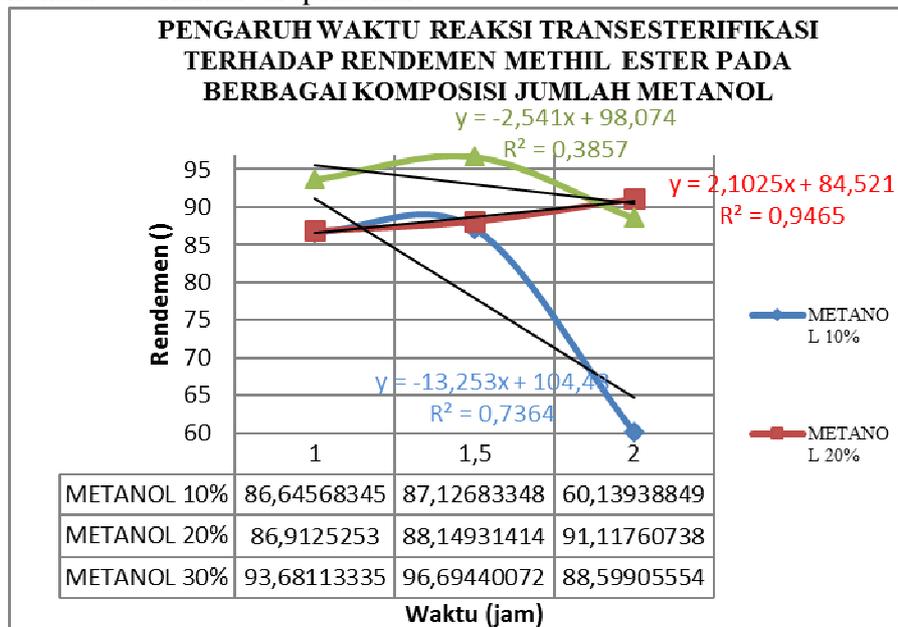
Apabila ada kandungan air dalam minyak maka akan menghasilkan produk yang sangat viscous. Untuk mengatasi hal tersebut maka minyak hasil esterifikasi di panaskan

diatas suhu  $120^\circ C$  sebelum dilanjutkan ke proses transesterifikasi.

### C. Pengaruh waktu reaksi transesterifikasi terhadap rendemen methyl ester pada berbagai komposisi Metanol

Salah satu analisis yang dilakukan pada methyl ester yaitu analisis rendemen, analisis ini bertujuan untuk mengetahui rendemen yang dihasilkan dari tiap produk.

Adapun pengaruh waktu reaksi transesterifikasi terhadap rendemen methyl ester pada pada berbagai komposisi metanol dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh waktu reaksi terhadap rendemen methyl ester pada berbagai komposisi Metanol

Pada pengaruh waktu reaksi transesterifikasi terhadap rendemen methyl ester pada jumlah metanol 30% didapat persamaan  $y = -2,541x + 98,074$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi terhadap rendemen methyl ester pada jumlah metanol 20% didapat  $y = -2,1025x + 84,521$  dengan  $R^2 = 0,9465$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi terhadap rendemen methyl ester pada jumlah metanol 10% didapat

$y = -13,253x + 104,48$  dengan  $R^2 = 0,7364$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi transesterifikasi dan jumlah katalis terhadap rendemen methyl ester maka semakin lama waktu reaksi terjadi kenaikan rendemen sampai waktu tertentu dan dapat mengalami penurunan rendemen. Hal ini secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa pada kondisi metanol 30% dari massa minyak

dengan konsentrasi katalis KOH tetap yaitu 1% massa minyak terlihat bahwa rendemen semakin lama semakin mendekati standar rendemen yaitu 96,5%. Nilai rendemen tertinggi yaitu berada pada kondisi jumlah waktu reaksi yang maksimal adalah 1.5 jam, karena pada penggunaan waktu reaksi 1 jam dan 2 jam dapat mengakibatkan penurunan rendemen methyl ester. Hal ini disebabkan akibat penambahan metanol yang cenderung dapat meningkatkan hasil dari produk samping yaitu gliserin. Waktu reaksi pada proses

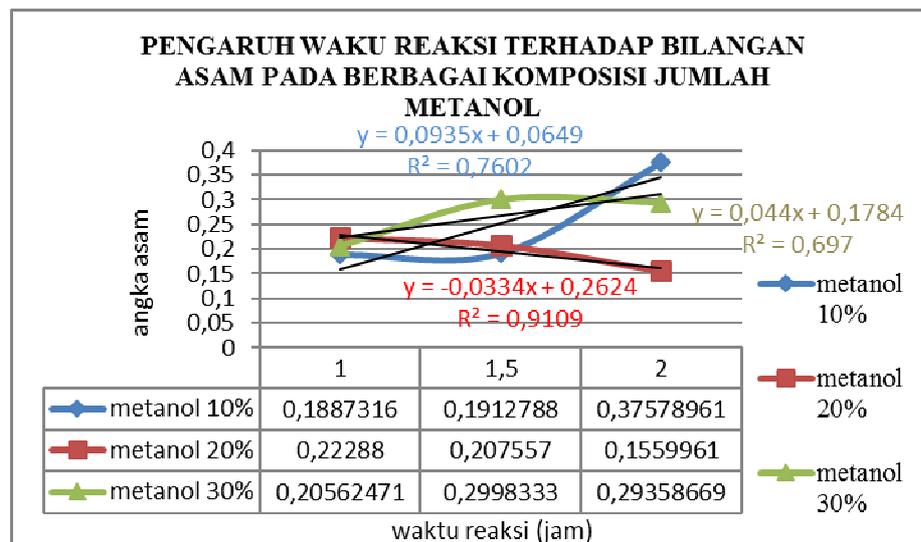
#### D. Pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan asam pada berbagai komposisi Metanol

Bilangan asam yang tinggi merupakan indikator methyl ester masih mengandung asam lemak bebas. Berarti, methyl ester bersifat

metanol 30% pada waktu 1,5 jam yaitu 96,69%. Kenaikan rendemen methyl ester ini disebabkan metanol yang digunakan dengan jumlah yang optimum dan dengan waktu yang optimum dari jumlah metanol yang lain. Untuk transesterifikasi sangat mempengaruhi rendemen methyl ester yang dihasilkan. Semakin lama waktu reaksi semakin banyak kadar methyl ester yang dihasilkan karena situasi ini akan memberikan kesempatan terhadap molekul-molekul reaktan untuk semakin lama bertumbukan.

korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak diinjektor mesin diesel.

Gambar 2 menunjukkan respon bilangan asam methyl ester yang dihasilkan terhadap perubahan penambahan metanol dan lamanya waktu reaksi.



Gambar 2. Pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan asam pada berbagai komposisi Metanol

Pada pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan asam pada jumlah metanol 30% didapat persamaan  $y = 0,044x + 0,1784$  dengan  $R^2 = 0,697$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan asam pada jumlah metanol 20% didapat persamaan  $y = 0,0334x + 0,2624$  dengan  $R^2 = 0,9109$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan asam pada jumlah metanol 10% didapat persamaan  $y = 0,0935x + 0,0649$  dengan  $R^2 = 0,7602$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi transesterifikasi dan jumlah katalis terhadap bilangan asam methyl ester maka semakin lama waktu reaksi terjadi kenaikan bilangan asam sampai waktu tertentu

dan dapat mengalami penurunan bilangan asam. Hal ini secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 2.

Bilangan asam adalah miligram KOH yang digunakan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas didalam satu gram sampel methyl ester atau bahan bakar methyl ester. Asam lemak ini terutama terdiri dari asam lemak bebas dan sisa asam mineral.

Dari hasil analisis, maka nilai bilangan asam semua sampel telah memenuhi syarat. Bilangan asam digunakan untuk menentukan jumlah kandungan asam lemak bebas yang terdapat di dalam suatu minyak. Adanya asam lemak bebas di dalam methyl ester akan

menyebabkan terjadinya korosi di dalam mesin dan akan menyebabkan gejala oksidasi dari bahan bakar. Nilai bilangan asam juga merupakan salah satu indikator mutu methyl ester. Hal ini disebabkan peningkatan bilangan asam seperti halnya peningkatan viskositas dan massa jenis adalah hasil aktifitas oksidasi pada methyl ester (Canacki dkk, 1999). Nilai bilangan asam methyl ester yang tinggi menunjukkan terjadinya kerusakan atau penurunan mutu methyl ester akibat terjadinya oksidasi. Metode ini mengukur jumlah dari miligram basa (KOH) per gram sampel minyak yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat di dalam sampel, dengan menggunakan indikator fenolftalein untuk menentukan titik netral dari sampel. Terjadinya penurunan bilangan asam ini karena putusya ikatan rangkap pada gugus

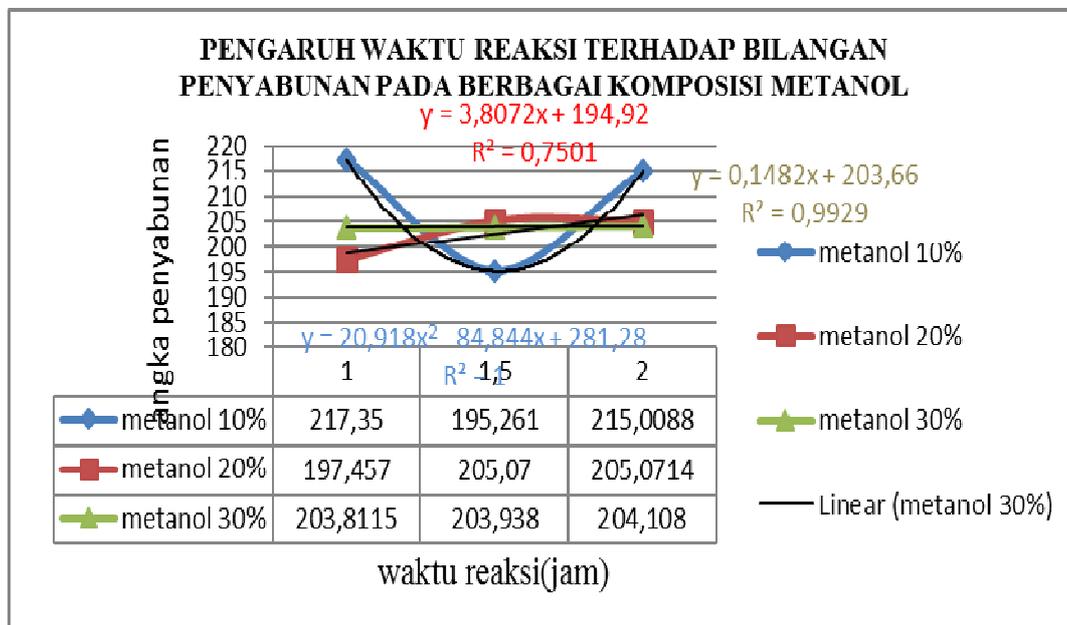
#### E. Pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan penyabunan pada berbagai komposisi Metanol

Methyl ester yang mempunyai bilangan penyabunan tinggi menunjukkan kandungan senyawa intermediet (mono- dan digliserida)

trigliserida minyak jarak pagar tersebut yang disebabkan oleh interaksi antara asam lemak dan metanol yang bersifat bolak balik (reversible) dan prosesnya sangat lambat. Mekanisme reaksi esterifikasi berkatalis heterogen yang bersifat asam melibatkan proses protonisasi atom oksigen pada gugus karbonil asam lemak membentuk ion karbonium, yaitu suatu ion konjugat asam dari asam lemaknya. Ion ini mengalami reaksi pertukaran dengan molekul metanol sepanjang dipol C-O+ gugus karbonil untuk menghasilkan molekul air. Selanjutnya proton dilepaskan untuk menghasilkan methyl ester.

Angka asam paling kecil yaitu pada metanol 20% dalam waktu 2 jam yaitu 0,155996. Oleh karena itu, methyl ester pada penelitian ini tidak dapat menimbulkan korosi pada mesin (SNI 7182:2012).

dan senyawa trigliserida yang tidak bereaksinya rendah. Dari hasil analisis diperoleh bilangan penyabunan untuk masing – masing sampel dari pengaruh penambahan jumlah metanol, KOH dan lama waktu reaksi yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan penyabunan pada berbagai komposisi Metanol

Pada pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan penyabunan pada jumlah metanol 30% dengan persamaan  $y = 0,1482x + 203,66$  dengan  $R^2 = 0,9929$  pada batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan penyabunan pada jumlah metanol 20% dengan persamaan  $y = 3,8072x + 194,92$  dengan  $R^2 = 0,7501$  pada batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan penyabunan pada jumlah metanol 10% dengan persamaan  $y = -1,1706x + 211,55$  dengan  $R^2 = 0,0093$  pada batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi transesterifikasi terhadap bilangan penyabunan methyl ester maka semakin lama waktu reaksi terjadi kenaikan bilangan penyabunan sampai waktu tertentu dan dapat mengalami penurunan bilangan penyabunan. Hal ini secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 10.

Bilangan penyabunan methyl ester yang dihasilkan dari seluruh perlakuan menunjukkan nilai yang cukup tinggi. Dari data terlihat bahwa nilai bilangan penyabunan minyak biji kapuk yang diperoleh berkisar antara 195 – 217. Hal ini menunjukkan bahwa minyak biji kapuk yang diperoleh mempunyai berat molekul yang kecil atau memiliki rantai C yang pendek. Tingginya nilai bilangan penyabunan ini dipengaruhi oleh treatment awal minyak biji kapuk dan sangat dipengaruhi oleh lamanya penyimpanan biji kapuk sebelum diproses menjadi minyak biji kapuk. Semakin lama minyak biji kapuk disimpan maka hidrolisa minyak oleh air yang mengubah minyak menjadi free fatty acid semakin besar. Lepasnya rantai asam dari rantai utama trigliserida akan membuat minyak memiliki berat molekul yang rendah. Oleh karena itu penanganan awal bahan baku biji kapuk harus benar-benar diperhatikan supaya didapatkan minyak dengan mutu yang baik. Penentuan bilangan penyabunan untuk mengetahui minyak (trigliserida) telah tersabunkan pada saat penggunaan konsentrasi katalis dan suhu tinggi, sehingga HCl yang dibutuhkan untuk mengetahui KOH berlebih juga semakin kecil (angka penyabunan semakin kecil). Satu mol methyl ester sebanding dengan satu mol sabun yang terbentuk. Oleh karena itu, semakin besar kandungan methyl ester didalam sampel maka semakin besar juga jumlah sabun yang terbentuk.

Dapat dilihat dari Gambar 3 pada metanol 20% dengan waktu reaksi 1.5 jam

didapat Bilangan penyabunan paling rendah. Hal tersebut disebabkan akibat suhu reaksi yang belum mencapai kondisi optimum. Sehingga senyawa trigliserida yang bereaksi rendah.

## SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan yaitu :

(1). Bahan baku minyak biji kapuk mengandung zat pengotor dan asam lemak bebas tinggi sebesar 8,63mgKOH/mgsampel maka diperlukan proses degumming dan esterifikasi.

(2). Minyak biji kapuk sebelum mengalami proses esterifikasi memiliki kadar asam lemak bebas 8,63 mgKOH/mgsampel dan setelah mengalami proses esterifikasi memiliki kadar asam lemak bebas turun menjadi 0,70275 dan rendemen yang didapat sebesar 99.15%.

(3). Kondisi proses terbaik adalah pada katalis 1% dan waktu 1.5 jam dengan jumlah metanol 30% yakni dengan rendemen 96,69 % ; angka asam 0,2998 ; bilangan penyabunan 203,93.

(4) Pengolahan minyak biji kapuk menjadi metil ester menjadi sebagai salah satu bahan bakar alternatif biodiesel dan bahan oleokimia.

## SARAN

Untuk penelitian berikutnya diharapkan dapat dilakukan proses analisa secara lengkap pada seluruh spesifikasi mutu bahan bakar alternatif menurut SNI terbaru, memperpanjang waktu reaksi untuk mengetahui kondisi optimum dari reaksi esterifikasi, dan transesterifikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dewajani, Heny, (2008), *Potensi Minyak Biji Randu (Ceiba pentandra) sebagai Alternatif Bahan Baku Biodiesel*, Laboratorium Satuan Operasi Skala Kecil Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang
- Djenar, N. 2008. *Esterifikasi Minyak Kemiri Sunan dalam Pembuatan Biodiesel*. Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung
- Fitri Yuliani, Mira Primasari, Orchidea Rachmaniah Dan M. Rachimoellah, 2010, *Pengaruh Katalis Asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) Dan Suhu Reaksi Pada Reaksi Esterifikasi Minyak Biji Karet (Hevea Brasiliensis) Menjadi Methyl ester*, Jurnal Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Gerpen, Jon Van., (2005), *Biodiesel Processing and Production, Fuel*

- Processing Technology*, 86, p. 1097 – 1107
- Gerpen, Jon Van., and Gerhard, K., (2005), *Basic of The Transesterification Reaction*, AOCS Press, New York
- H. Soerawidjaja, Tatang, (2005), *Membangun Industri Biodiesel di Indonesia, Beberapa Skenario dan Persoalan Pengembangan yang Perlu Dicermati*, Forum Biodiesel Indonesia (FBI). Bandung
- Helwani, Z., Othman, M.R., Aziz, N., Kim, J. dan Fernando, W.J.N., (2009), “*Solid heterogeneous catalysts for transesterification of triglycerides with methanol: A review*”, *Applied Catalysis A: General*, Vol. 363, hal. 1–10.
- Hidayat Rahmat, 2010, *Pemanfaatan minyak biji kapuk randu(ceiba pentandra) dalam pembuatan biodiesel dengan teknologi gelombang mikro*, Jakarta
- Knothe, G., 2005. *Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters. Fuel Processing Technology* 86, 1059-1070
- Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, LPPM IPB
- Singh, A.K., Fernando, S.D., dan Hernandez, R. (2007). *Base-Catalyzed Fast Transesterification of Soybean Oil Using Ultrasonication. Energy and Fuels*, 32(8), 1161–1164
- Sonya, A. 2013. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk (Ceiba Pentandra) Melalui Proses Transesterifikasi Dengan Katalis MgO/CaO*. Institut Teknologi Sepuluh November (ITS). Surabaya
- UT VIII Bidang Teknologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Kementerian Riset dan Teknologi RI
- Zuhdi, MFA., Gerianto, I., Budiono, T. (2003) atau 2002. *Biodiesel Sebagai Alternatif Pengganti Bahan Bakar Fosil Pada Motor Diesel*. Laporan Riset.