

# PROSES PENGOLAHAN MINYAK BIJI KAPUK (*Ceiba Pentandra*) MENJADI METHIL ESTER MELALUI PROSES ESTERIFIKASI TRANSESTERIFIKASI DENGAN VARIABEL KONSENTRASI KATALIS KOH DAN WAKTU REAKSI

Arthur Setyawan Fajar<sup>1\*</sup>, Tri Yuni Hendrawati<sup>2</sup>

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

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

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510

\*[arthur.setyawan@gmail.com](mailto:arthur.setyawan@gmail.com)

## ABSTRAK

Minyak biji kapuk diekstraksi dari biji kapuk randu atau kapuk (*Ceiba Pentandra*). Pohon ini merupakan pohon tropis yang tergolong ordo *Malvales* dan famili *Malvaceae*. 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 metil 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, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta pusat. Penelitian ini meliputi tiga tahapan dimana tahapan pertama proses degumming minyak biji kapuk menggunakan  $H_3PO_4$  sebanyak 1% volume minyak dan direaksikan pada temperatur  $70^\circ C$  selama 30 menit, tahapan dua mereaksikan minyak biji kapuk dengan katalis  $H_2SO_4$  (esterifikasi) kemudian tahapan ketiga yang dilakukan untuk mendapatkan metil ester yaitu dengan mereaksikan minyak biji kapuk dan metanol (transesterifikasi) dengan variabel katalis KOH (1%, 1,5%, 2% ) dari volume metil ester hasil (esterifikasi) dengan jumlah metanol sebesar 20% dari volume hasil esterifikasi dengan waktu reaksi 1 Jam, 1.5 jam , dan 2 jam pada suhu  $70^\circ C$ . 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) Minyak biji kapuk sebelum mengalami proses esterifikasi memiliki kadar asam lemak bebas 8,63 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 1,5% dan waktu 2 jam dengan jumlah metanol 20% yakni dengan rendemen 92,24 %, angka asam 0,38, bilangan penyabunan 164,76. (4) Pengolahan minyak biji kapuk menjadi metil ester menjadi salah satu bahan bakar alternatif biodiesel dan bahan oleokimia.

**Kata Kunci :** Minyak Biji kapuk, Methyl ester, Katalis, KOH

## ABSTRACT

*Kapok seed oil is extracted from seeds of kapok randu or kapok (Ceiba pentandra). This tree is a tropical tree belonging to the order malvales and family Malvaceae. The word "kapuk" or "kapok" 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-kapok tree.. Kapok 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 oleokimia raw materials and alternative fuel known as biodiesel. Utilization of kapok seed oil as raw material to produce methyl ester as a topic of this research. The purpose of this research is to get the methyl ester characteristics of kapok seed oil and get the best process. The method used is research in*

*the Laboratory of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Jakarta, Jakarta Jl. Cempaka Putih Tengah No.27, Central of Jakarta.. Of this research includes three stages, the first stage degumming the kapok seed oil using  $H_3PO_4$  as much as 1% by volume of oil and reacted at  $70^\circ C$  for 30 minutes, the second stage reacting kapok seed oil with a catalyst  $H_2SO_4$  (esterification) then the third phase is done to obtain methyl ester namely by reacting kapok seed oil and methanol (transesterification) with variable KOH catalyst (1%, 1.5%, 2%) the volume of the methyl ester (esterification) with the amount of methanol at 20% of the volume of esterification with a reaction time of 1 hour , 1.5 hours and 2 hours at  $70^\circ C$ . Based on the results obtained from the study can be drawn some conclusions as follows Based on the results obtained from the study can be drawn some conclusions as follows: (1) raw material kapok seed oil contains impurities and free fatty acids as high as 8.63 will require degumming process and esterification, (2) kapok seed oil before experiencing the process esterification of free fatty acid levels of 8.63 and after the process of esterification of free fatty acid levels decreased to 0.70275 and the yield obtained at 99.15% (3) is the best process conditions on the catalyst 1.5% and 2 hours with the amount of methanol with a yield of 20% ie 92.24%; acid number 0.38; saponification 164.76, (4) Processing of kapok seed oil into methyl ester as one of the alternative fuels biodiesel and oleokimia materials.*

**Keywords :** Kapok seed oil, Methyl ester, Catalyst, KOH

## 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 oleokimia dan alternatif bahan bakar, pada industri dihasilkan lewat reaksi metanolisis lemak atau minyak alami yang dikenal dengan nama *Fatty Acid Triglycerida* (FAT) . FAME ini sendiri dihasilkan lewat substitusi molekul gliserol yang ada di *fatty acid triglycerida* 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 oleokimia .

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 stoikiometrik) 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 methyl ester. Meskipun reaksi transesterifikasi dengan katalis alkali menghasilkan tingkat konversi yang tinggi dan waktu reaksi yang cepat namun reaksi tersebut mempunyai kekurangan yakni energy besar, 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 dilakukan 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 tiga tahap yaitu poses deguming, reaksi esterifikasi, dan transesterifikasi. Sebelum melalui tahap esterifikasi minyak biji kapuk terlebih dahulu melalui tahap perlakuan yaitu degumming. 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 metil ester sehingga kadar asam lemak bebas menjadi turun dengan mereaksikan minyak dengan metanol sebanyak 25% dari volume minyak dengan bantuan katalis asam yaitu  $H_2SO_4$  sebanyak 1% volume minyak pada temperatur  $70^\circ C$  selama 2 jam. Tahapan selanjutnya untuk mendapatkan metil ester yaitu dengan mereaksikan minyak biji kapuk dan metanol (transesterifikasi) dengan katalis KOH (1% dari volume metil 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  $70^\circ C$ . Setelah proses berhenti kemudian dilakukan pemurnian produk.

Produk yang dihasilkan dari kondisi optimal didiamkan 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  $120^\circ C$  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 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 ditransesterifikasi minyak biji kapuk terlebih dahulu melalui tahap *preperlakuan* 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, karoteid, 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  $H_2SO_4$ . Reaksi esterifikasi mengubah asam lemak bebas menjadi methyl 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  $H_2SO_4$  dari produk esterifikasi maka dilakukan pencucian dengan air. Pada tahap esterifikasi menggunakan katalis asam yang berupa  $H_2SO_4$  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.

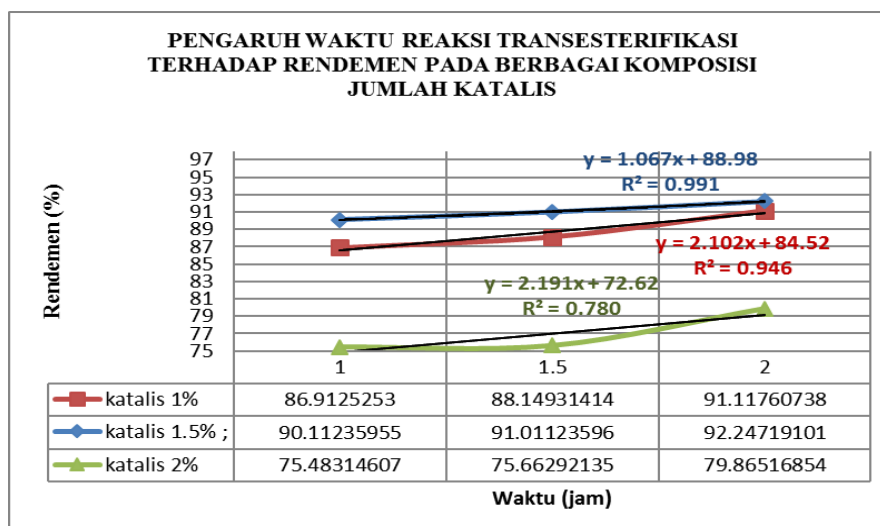
Penambahan katalis  $H_2SO_4$  pada proses transesterifikasi dapat menyebabkan terjadinya proses transesterifikasi secara sumultan namun laju reaksinya sangat lambat dan hanya bisa terjadi pada kondisi tertentu yaitu pada suhu tinggi serta perbandingan molar rasio antara metanol dan minyak yang tinggi.

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 katalis

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 katalis dapat dilihat pada gambar 1.



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

Pada pengaruh waktu reaksi transesterifikasi terhadap rendemen metil ester pada jumlah katalis 1% didapat persamaan  $y = 2,102x + 84,52$  dengan  $R^2 = 0,946$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi terhadap rendemen metil ester pada jumlah katalis 1,5% didapat  $y = 1,067x + 88,98$  dengan  $R^2 = 0,991$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi terhadap rendemen metil ester pada jumlah katalis 2% didapat  $y = 2.191x + 72,62$  dengan  $R^2 = 0,780$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi transesterifikasi dan jumlah katalis terhadap rendemen metil ester maka semakin lama waktu reaksi terjadi kenaikan rendemen. Hal ini secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.

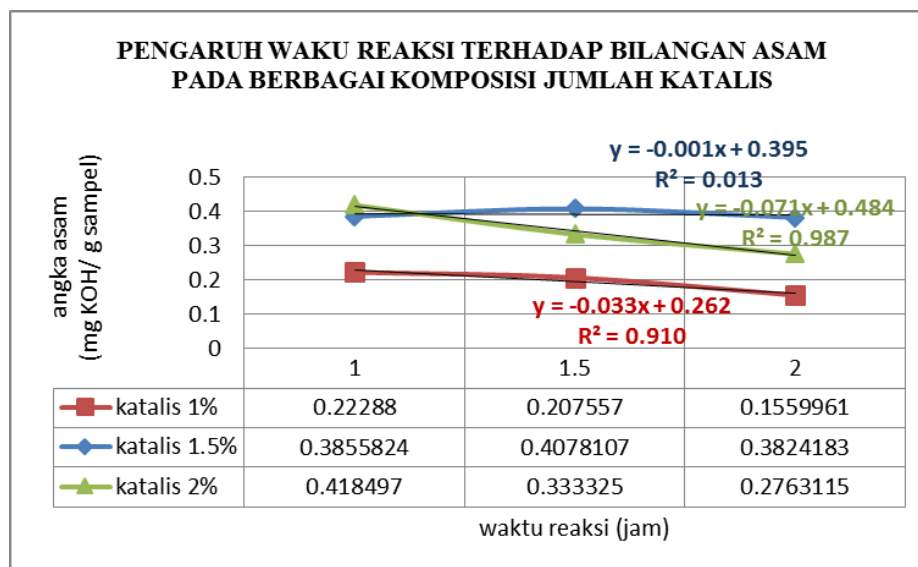
Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa pada kondisi metanol 20% dari massa minyak dengan konsentrasi katalis KOH yaitu 1.5% massa minyak terlihat bahwa dengan waktu 2 jam rendemen semakin lama semakin mendekati standar yaitu 96,5%. Nilai % rendemen tertinggi yaitu berada pada kondisi jumlah metanol 20%, dengan katalis 1,5% dalam waktu 2 jam yaitu 92.24%. Kenaikan rendemen metil ester ini disebabkan katalis yang digunakan dengan jumlah dan waktu

yang optimum dari jumlah katalis yang lain. Untuk waktu reaksi yang maksimal adalah 2 jam, karena pada penggunaan waktu reaksi 1 jam dan 1.5 jam grafik terlihat masih linear menanjak dan sampai pada puncaknya pada waktu 2 jam. Waktu reaksi pada proses transesterifikasi sangat mempengaruhi rendemen metil ester yang dihasilkan. Semakin lama waktu reaksi semakin banyak kadar metil ester yang dihasilkan karena situasi ini akan memberikan kesempatan terhadap molekul-molekul reaktan untuk semakin lama bertumbukan.

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

Bilangan asam yang tinggi merupakan indikator methyl ester masih mengandung asam lemak bebas. Berarti, methyl ester bersifat korosif dan dapat menimbulkan jelaga atau kerak diinjektor mesin diesel.

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



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

Pada pengaruh waktu reaksi transesterifikasi terhadap bilangan asam pada jumlah katalis 1% didapat persamaan  $y = -0.033x + 0,262$  dengan  $R^2 = 0,910$  batas waktu

1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan asam pada jumlah katalis 1,5% didapat  $y = -0.001x + 0,395$  dengan  $R^2 = 0,013$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu

reaksi terhadap bilangan asam pada jumlah katalis 2% didapat  $y = -0,071x + 0,484$  dengan  $R^2 = 0,987$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi transesterifikasi terhadap bilangan asam metil 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 metil ester atau bahan bakar metil ester. Asam lemak ini terutama terdiri dari Asam lemak bebas dan sisa asam mineral.

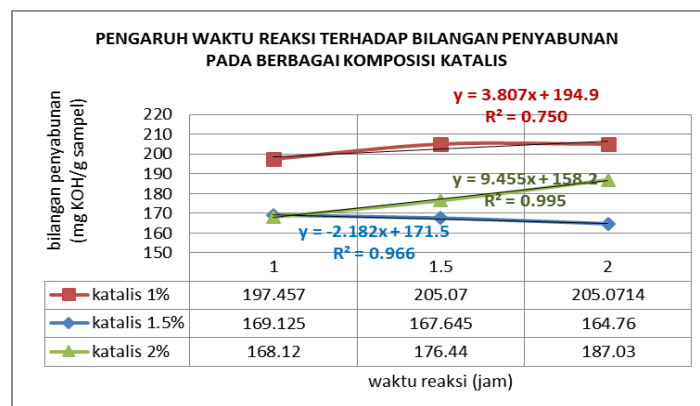
Dari hasil analisis dapat dilihat bahwa nilai bilangan asam hanya pada sampel pertama (katalis 1%) yang memenuhi syarat yaitu dibawah 0.2 . Bilangan asam digunakan untuk menentukan jumlah kandungan Asam lemak bebas yang terdapat di dalam suatu minyak. Adanya Asam lemak bebas di dalam metil ester akan menyebabkan terjadinya korosi di dalam mesin dan akan menyebabkan gejala oksidasi dari bahan bakar. Nilai bilangan asam juga merupakan salah satu indikator mutu metil ester. Hal ini disebabkan peningkatan bilangan asam seperti halnya peningkatan viskositas dan massa jenis adalah hasil aktifitas oksidasi pada metil ester (Canacki dkk, 1999). Nilai bilangan asam metil ester yang tinggi menunjukkan terjadinya kerusakan atau penurunan mutu metil 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 putusanya ikatan rangkap pada gugustrigliserida 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<sup>+</sup> gugus karbonil untuk menghasilkan molekul air. Selanjutnya proton dilepaskan untuk menghasilkan metil ester.

Angka asam paling kecil yaitu pada katalis 1 % dalam waktu 2 jam yaitu 0,1559961. Oleh karena itu, metil ester pada penelitian ini tidak dapat menimbulkan korosi pada mesin(SNI 7182:2012).

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

Methyl ester yang mempunyai bilangan penyabunan tinggi menunjukkan kandungan senyawa intermediet (mono- dan digliserida) dan senyawa trigliserida yang tidak bereaksinya rendah. Dari hasil analisis diperoleh bilangan penyabunan untuk setiap sampel dari pengaruh penambahan jumlah katalis, KOH dan lama waktu reaksi yang dapat dilihat pada Gambar 3.



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

Pada pengaruh waktu reaksi transesterifikasi terhadap bilangan penyabunan pada jumlah katalis 1% didapat persamaan  $y = 3,807x + 194,4$  dengan  $R^2 = 0,750$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan penyabunan pada jumlah katalis 1,5% didapat  $y = -2,182x + 171,5$  dengan  $R^2 = 0,966$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi terhadap bilangan penyabunan pada jumlah katalis 2% didapat  $y = 9,455x + 158,2$  dengan  $R^2 = 0,995$  batas waktu 1-2 jam. Pada pengaruh waktu reaksi transesterifikasi terhadap bilangan penyabunan metil ester pada maka semakin lama waktu reaksi terjadi kenaikan bilangan penyabunan, sedangkan pada kondisi tertentu semakin lama waktu reaksi terjadi kenaikan bilangan penyabunan. Hal ini secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 3.

Bilangan penyabunan metil 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 168 - 206. 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 perlakuan 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. Dapat dilihat dari Gambar 3, pada metanol 20% dengan waktu reaksi 2 jam, dan katalis 1,5% didapat Bilangan penyabunan paling rendah. Hal tersebut disebabkan akibat suhu reaksi yang belum mencapai kondisi optimum. Sehingga senyawa trigliserida yang bereaksi rendah.

## SIMPULAN DAN SARAN

### 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 8,63 maka diperlukan proses degumming dan esterifikasi.
- (2). Minyak biji kapuk sebelum mengalami proses esterifikasi memiliki kadar asam lemak bebas 8,63 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 1,5% dan waktu 2 jam dengan jumlah metanol 20% yakni dengan rendemen 92,24 % ; angka asam 0,38 ; bilangan penyabunan 164,76.
- (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

- Ketaren. S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI-Press, Jakarta.
- Fitri Yuliani, Mira Primasari, Orchidea Rachmaniah Dan M. Rachimoellah, 2010, *Pengaruh Katalis Asam ( $H_2SO_4$ ) Dan Suhu Reaksi Pada Reaksi Esterifikasi Minyak Biji Karet (*Hevea Brasiliensis*) Menjadi Metil ester*, Jurnal Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Tejo Laksono S, 2013, *Pengaruh Jenis Katalis Naoh Dan Koh Serta Rasio Lemak Dengan Metanol Terhadap Kualitas Metil ester Berbahan Baku Lemak Sapi*, Jurnal teknologi Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Maharani Nurul Hikmah, Zuliyana, 2010, *Pembuatan Metil Ester (Metil ester) Dari Minyak Dedak Dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi Dan Transesterifikasi*. Jurnal Teknik



- Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Nixon P F, 2013, *Pembuatan Metil ester Dari Minyak Biji Kapok Dengan Proses Esterifikasi Dan Transesterifikasi*, Jurnal Teknologi Kimia Industri 2 (2): 262-266, Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- O. Rachmaniah, A. Baidawi Dan I. Latif, 2009, *Produksi Metil ester Berkemurnian Tinggi Dari Crude Palm Oil (Cpo) Dengan Tertrahidrofuran-Fast Single-Phase Proses*, jurnal teknik kimia Institute Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Rizky Lubis. 2008. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Sawit Dengan Metanol Menggunakan Katalis Kalium Hidroksida*. Skripsi Kimia Analisis Universitas Sumatera Utara. Medan
- Wahyudi, Sada. 2013. *Pengaruh Katalis dan Waktu Reaksi Esterifikasi pada Minyak Kapok menjadi Biodiesel*. Politeknik Negeri Malang
- Dharsono, W. dan Y. Saptiana Oktari. 2010. *Proses Pembuatan Biodiesel dari Dedak dan Metanol dengan Esterifikasi IN SITU*. Skripsi Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Online. Available at:[http://eprints.undip.ac.id/11903/1/Skripsi\\_-\\_Wulandari\\_Dharsono.pdf](http://eprints.undip.ac.id/11903/1/Skripsi_-_Wulandari_Dharsono.pdf) [diakses 23/3/2015].
- Shilvia Sinaga, Agus. 2014. *Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah*. Universitas Lampung
- Fatmawati, Santy. 2014. *Ekstraksi Minyak Biji Kapok dengan Metode Soxhlet*. Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
- Hidayat Rahmat, 2010, *Pemanfaatan minyak biji kapok randu(ceiba pentandra) dalam pembuatan biodiesel dengan teknologi gelombang mikro*, Jakarta