

# Pengaruh Variasi Konsentrasi Katalis KOH pada Pembuatan Metil Ester dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa* Linn)

FAHMA RIYANTI, POEDJI L. H., DAN CATUR D. L.  
Jurusan Kimia, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

**INTISARI:** Penelitian mengenai karakteristik metil ester minyak biji ketapang (*Terminalia catappa* Linn) dengan variasi konsentrasi katalis KOH telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan mengetahui konsentrasi KOH optimum untuk pembuatan metil ester minyak biji ketapang dari variasi konsentrasi katalis KOH yaitu: 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3% dan mengukur karakteristik metil esternya dengan menggunakan metode ASTM (*American Society for Testing Material*). Parameter yang diukur meliputi indek setana, titik nyala, viskositas kinematika berat jenis, kadar sulfur, residu karbon dan berat jenis. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi katalis KOH 2% menghasilkan metil ester optimum. Karakterisasi semua metil ester yang dihasilkan dengan menggunakan variasi konsentrasi katalis KOH memenuhi standar biodiesel untuk bahan bakar 1-D, yaitu berat jenis (0,8773-0,8788 g/cm<sup>3</sup>), indek setana (46,95-47,42), residu karbon (0,01-0,09% berat), kadar sulfur (*traces*), viskositas kinematika metil ester (3,80-4,02 cSt).

**ABSTRACT:** The research has been done about the characterisization of methyl ester ketapang seed oil (*Terminalia catappa* Linn) with variations of KOH catalyst concentration. The purpose of the research is to determine the optimum KOH concentration of methyl ester ketapang seed oil at 1; 1.5; 2; 2.5; and 3% to measure the characterisization of methyl ester by the methond of ASTM (*American Society for Testing Materials*). The characterisization parameters were measured covering cetana index, flash point, kinematic viscosity, carbon residue, sulfur content, and specific gravity. The result of this research variations of KOH catalyst concentration 2% produce methyl ester optimum. Characterisization of all methyl ester product that use variation of KOH catalyst concentration fulfil standart of biodiesel 1-D, density 0.8773-0.8788 g/cm<sup>3</sup>, cetana index 46.95-47.42, carbon recidue 0.01-0.09% wt, trace for sulfur content, and kinematic viscosity 3.80-4.02 cSt.

## 1 PENDAHULUAN

**B**ahan bakar minyak bumi merupakan salah satu sumber energi utama yang banyak digunakan berbagai negara di dunia pada saat ini. Kebutuhan bahan bakar ini selalu meningkat, seiring dengan penggunaannya di bidang industri maupun transportasi. Ketersediaan bahan bakar minyak bumi terbatas dan sifatnya tidak terbarukan, sehingga diprediksikan akan ada kelangkaan bahan bakar minyak. Kelangkaan inilah yang menimbulkan adanya krisis energi di dunia, sehingga membutuhkan sumber energi alternatif diantaranya biodiesel.

Sejak tahun 1990 penelitian dan pengembangan biodiesel dirintis secara ekstensif yang bertujuan untuk mendapatkan bahan bakar yang dapat diperbarui. Riset semakin berkembang dengan tidak terbatas pada minyak kelapa sawit tetapi juga tanaman yang lain seperti jarak pagar, kelapa dan nipah. Indonesia yang memiliki keragaman jenis tumbuhan penghasil minyak atau lemak berpotensi sebagai bahan baku bahan bakar nabati<sup>[1]</sup>.

Tanaman ketapang merupakan salah satu tanaman yang berpotensi menghasilkan minyak nabati.

Di Indonesia, ketapang biasanya ditanam secara luas di dataran tinggi daerah beriklim panas<sup>[2,3]</sup>. Hasil penelitian Riyanti<sup>[4]</sup> didapat bahwa kualitas minyak paling baik tanpa pemurnian dengan menggunakan metoda ekstraksi pelarut, dengan pelarut n-heksana, suhu 70°C dan lama ekstraksi 15 jam. Minyak yang dihasilkan memiliki berat jenis 0,906 g/mL, viskositas 0,144 poise, kekeruhan 3,517 NTU, angka asam 3,270 mg KOH/g minyak dan angka peroksida 1,983 meq/g minyak. Komposisi asam lemak penyusunnya terdiri dari asam palmitat, palmitoleat, stearat, oleat dan linoleat.

Metil ester dari minyak nabati dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar diesel. Oleh sebab itu perlu kajian potensi metil ester dari minyak biji ketapang sebagai minyak diesel dengan menggunakan variasi konsentrasi KOH (1; 1,5; 2; 2,5 dan 3%) pada perbandingan minyak dan metanol (80:20) dengan temperatur pemanasan 60°C. Variasi konsentrasi katalis dipilih dikarenakan kebutuhan katalis yang berbeda berdasarkan jenis minyak yang digunakan pada setiap reaksi transesterifikasi yaitu 0,5 - 3% (b/b)<sup>[5,6]</sup>, telah melakukan penelitian pembuatan metil es-

ter minyak biji ketapang dengan katalis NaOH dan hasil optimum didapat pada perbandingan minyak dan metanol (80:20) pada temperatur 60°C sebesar 76,13%. Katalis KOH digunakan karena KOH memiliki energi ionisasi yang lebih kecil dari NaOH sehingga lebih cepat untuk membentuk suatu produk apabila digunakan sebagai katalis.

## 2 METODE PENELITIAN

### 2.1 Prosedur Penelitian

Sampel yang berupa biji dari buah dikeringkan dengan oven 50°C selama 1 hari. Sampel yang telah kering dihaluskan kemudian diekstraksi dengan cara maserasi dengan n-heksan selama 3 hari. Hasil ekstraksi dipisahkan dari pelarutnya dengan cara diuapkan dengan vakum evaporator. Perlakuan diulang sampai mendapatkan jumlah minyak yang cukup untuk perlakuan selanjutnya.

### 2.2 Pemurnian Minyak Biji Ketapang

Pemurnian minyak dilakukan dengan cara pengendapan (*settling*) dan pemisahan gumi (*degumming*) serta pemucatan atau *absorbing agent*. Langkah selanjutnya adalah pemucatan dengan penambahan karbon aktif selanjutnya ditambahkan 0,1 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat dalam 10 mL minyak untuk menyerap kandungan air.

### 2.3 Pembuatan Metil Ester dengan konsentrasi KOH bervariasi

Kondisi yang digunakan pada penelitian ini adalah perbandingan jumlah metanol : minyak biji ketapang (20:80) dan temperatur (60°C). Banyaknya jumlah KOH yang digunakan bervariasi yaitu: 1; 1,5; 2; 2,5 dan 3% dari berat minyak biji ketapang yang digunakan. Gelas beker yang berisi minyak ketapang yang dimasukkan metanol dan KOH yang telah direaksikan terlebih dahulu menjadi metoksida. Campuran dipanaskan selama 2 jam dan didiamkan sampai terbentuk dua lapisan. Kedua lapisan dipisahkan dengan corong pisah. Lapisan ester yang diperoleh dikeringkan dengan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat, dan sisa metanol diuapkan dengan vakum evaporator.

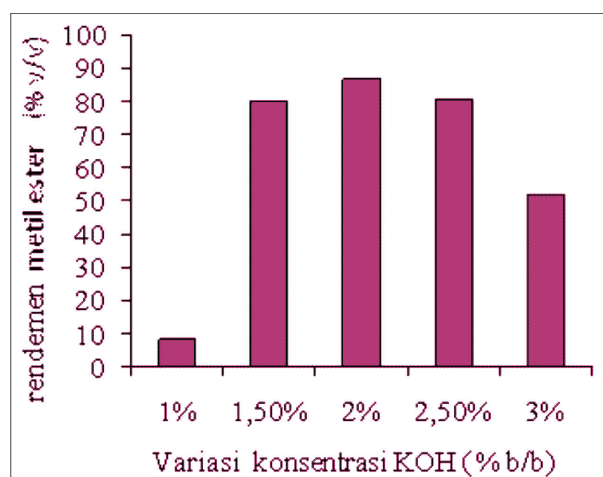
### 2.4 Uji Karakteristik Metil Ester

Uji karakteristik meliputi Indek Setana (ASTM D-4737), Titik Nyala (ASTM D-93), Viskositas Kinetika (ASTM D-445), Kadar Sulfur (ASTM D-4294), Residu Karbon (ASTM D-4530) dan Berat Jenis (ASTM D-1296)

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi KOH dengan Jumlah Produk Metil Ester

Reaksi transesterifikasi adalah reaksi pembentukan ester dari asam lemak yang ada dalam minyak nabati dengan menggunakan alkohol berlebih dan penambahan katalis. Pembuatan metil ester pada penelitian ini menggunakan katalis KOH yang divariasikan konsentrasinya. Pada gambar 1 menunjukkan persen rendemen metil ester yang dihasilkan dengan variasi konsentrasi katalis yang digunakan berdasarkan perbandingan persentase dari berat minyak yaitu: 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3% dengan kondisi perbandingan minyak dan metanol 80:20 dan temperatur 60°C.



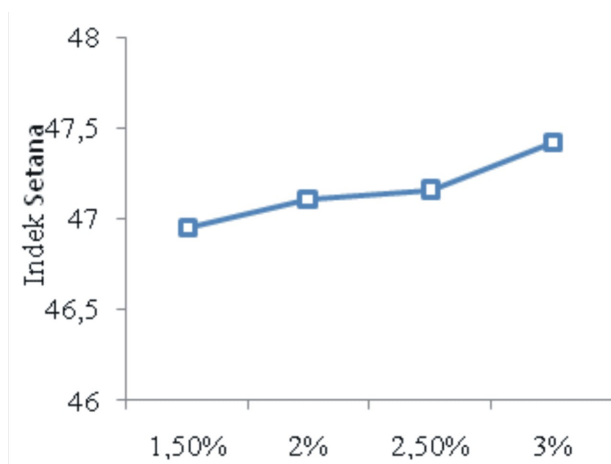
GAMBAR 1: Grafik perolehan metil ester dengan variasi konsentrasi KOH

Gambar 1 memperlihatkan bahwa hasil metil ester terbanyak dihasilkan pada variasi konsentrasi KOH 2% dengan rendemen 87 % v/v, jumlah katalis yang dibutuhkan untuk reaksi esterifikasi sesuai dengan jumlah minyak sehingga hasil yang diperoleh optimal. Rendemen yang terkecil dihasilkan oleh variasi konsentrasi KOH 1% dengan rendemen 8,25 % v/v. Variasi konsentrasi katalis KOH 2,5% dan 3% terjadi penurunan rendemen yaitu sebesar 80,75% v/v dan 51,625% v/v.

### 3.2 Karakterisasi Metil Ester Yang Dihasilkan Pada Variasi Jumlah KOH Indek Setana (ASTM D-4737)

Indek setana tinggi menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperatur rendah, sedangkan indek setana rendah menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperatur tinggi.

Indek setana semakin meningkat seiring dengan penambahan variasi konsentrasi KOH. Indek setana tertinggi ditunjukkan pada variasi konsentrasi KOH 3%.

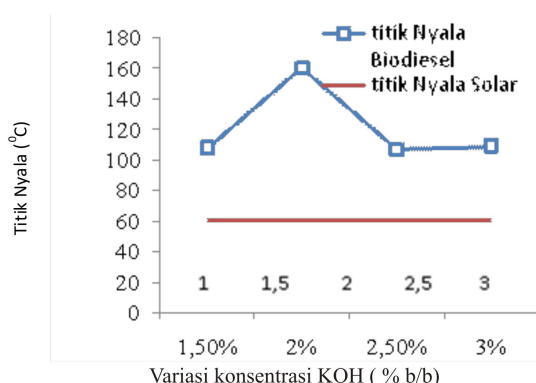


GAMBAR 2: Hubungan Variasi konsentrasi KOH dengan Indek Setana

Standar untuk indek setana menurut ASTM biodiesel dengan jenis bahan bakar 1D dan standar ASTM diesel adalah minimal 45. Indek setana metil ester minyak biji ketapang telah memenuhi syarat untuk bahan bakar biodiesel maupun diesel. Penggunaan bahan bakar mesin diesel yang mempunyai indek setana yang tinggi dapat mencegah terjadinya knocking karena begitu bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder pembakaran maka bahan bakar akan langsung terbakar dan tidak terakumulasi.

### 3.3 Titik Nyala (ASTM D-93)

Titik nyala adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaan sesaat, apabila pada permukaan minyak tersebut didekatkan nyala api. Pengukuran titik nyala menggunakan metode ASTM D-93 dengan alat Pensky Martens (PM).



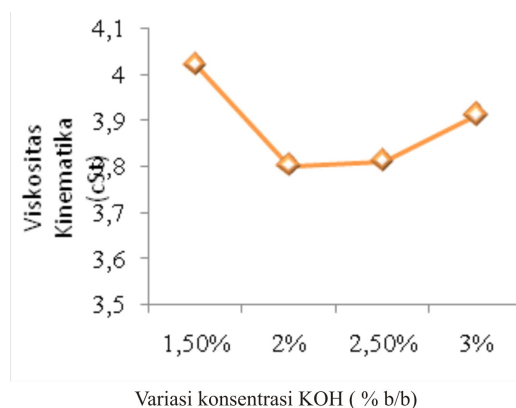
GAMBAR 3: Hubungan Variasi konsentrasi KOH dengan Titik Nyala

Titik nyala standar ASTM biodiesel yaitu minimal 100°C, berarti titik nyala metil ester minyak

biji ketapang telah memenuhi syarat standar ASTM biodiesel, tetapi titik nyala metil ester yang dihasilkan tidak memenuhi standar titik nyala diesel yaitu 60°C (Standar ASTM). Temperatur titik nyala tertinggi dihasilkan pada konsentrasi KOH 2% (160°C), dan terendah dihasilkan pada konsentrasi KOH 2,5% (106,67°C). Menurut Anonim (1996), titik nyala diperlukan untuk pertimbangan keamanan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran, sehingga sangat dianjurkan untuk titik nyala yang tinggi. Namun jika terlalu tinggi, lebih dari 176,67°C atau 350°F sudah mendekati titik nyala minyak pelumas untuk mesin.

### 3.4 Viskositas Kinematika (ASTM D-445)

Viskositas kinematika adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan atau hambatan dalam dari sebuah bahan cairan untuk mengalir atau ukuran tahanan geser dari bahan cair. Viskositas kinematika juga merupakan salah satu karakteristik bahan bakar diesel yang sangat penting karena akan mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel. Metode pengukuran yang digunakan adalah ASTM D-445. Hasil analisa viskositas kinematika pada variasi konsentrasi KOH disajikan pada gambar 4 berikut ini.



GAMBAR 4: Hubungan Variasi konsentrasi KOH dengan Viskositas Kinematika

Pada standar biodiesel baik untuk jenis bahan bakar 1-D, viskositas kinematika minimal 1,3 dan 1,9 cSt. Standar ASTM (D-445) untuk minyak diesel berada pada rentang 2-5 cSt. Viskositas Kinematika metil ester minyak biji ketapang dengan variasi konsentrasi KOH telah memenuhi syarat sebagai bahan bakar biodiesel maupun diesel. Viskositas yang diharapkan adalah viskositas yang rendah sehingga akan memperkecil tahanan untuk mengalir. Viskositas kinematika terkecil terletak pada konsentrasi KOH 2%.

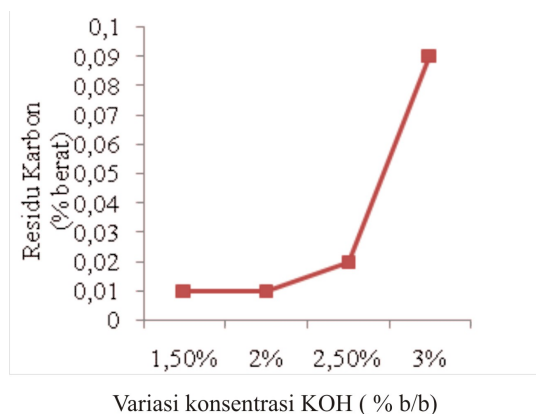
### 3.5 Kadar Sulfur (ASTM D-4294)

Pengukuran kadar sulfur bertujuan untuk mengetahui kadar sulfur yang apabila dihasilkan dapat mencemari

lingkungan yang dapat menyebabkan hujan asam. Pengukuran kandungan sulfur dengan X-Ray menggunakan metode ASTM (D-4294). Hasil dari pengukuran kadar sulfur pada metil ester minyak biji ketapang ini adalah *traces*, atau tidak terdeteksi oleh alat karena kandungannya yang sangat kecil. Dengan demikian kadar sulfur pada metil ester minyak ketapang ini sesuai standar ASTM biodiesel yaitu maksimal 0,35% berat. Hal ini dikarenakan metil ester yang dihasilkan dari minyak-minyak nabati memiliki kandungan sulfur yang sangat rendah dan berkemungkinan tidak sama sekali. Kandungan sulfur yang rendah akan bersifat ramah terhadap lingkungan.

### 3.6 Residu Karbon (ASTM D-4530)

Pengukuran residu karbon bertujuan untuk menunjukkan tendensi pembentukan arang pada silinder pembakaran. Residu karbon merupakan ukuran kecenderungan terbentuknya deposit karbon dari bahan bakar. Deposit karbon yang terbentuk harus dihindari sekecil mungkin karena akan mempercepat proses pengausan dan dapat menyumbat lubang penyemprotan atau injektor-injektor dari mesin Diesel. Hasil analisa residu karbon metil ester bervariasi disajikan pada gambar 5.

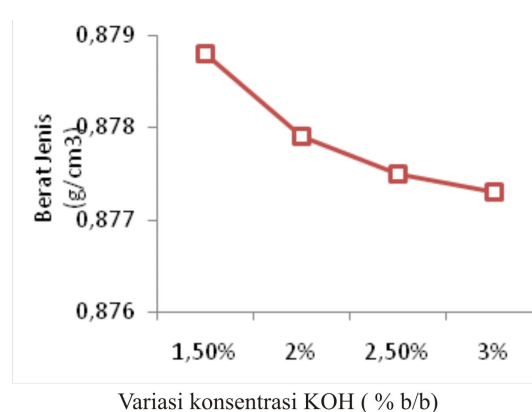


GAMBAR 5: Hubungan Variasi konsentrasi KOH dengan Residu Karbon

Residu karbon menurut ASTM untuk biodiesel maupun diesel memiliki nilai maksimum sebesar 0,1% berat. Pada gambar 5 terlihat metil ester minyak biji ketapang ini telah memenuhi standar. Variasi konsentrasi KOH 3% residu karbon tinggi, ini mungkin dikarenakan sisa dari KOH yang berlebih yang tidak bereaksi sempurna tersisa pada kandungan metil ester dan mempengaruhi berat residu karbon. Sedangkan telah diteliti juga bahwa kandungan residu karbon pada minyak ketapang murni berkisar 0,01% berat.

### 3.7 Berat jenis (ASTM D-1296)

Pengujian berat jenis biodiesel bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan bahan bakar dalam mesin (dalam hal ini mesin diesel). Hasil pengukuran berat jenis pada konsentrasi katalis bervariasi disajikan pada gambar 6 berikut ini. Berdasarkan gambar 6 terlihat bahwa berat jenis metil ester dari minyak biji ketapang turun seiring dengan penambahan variasi konsentrasi KOH. Berat jenis metil ester jika dibandingkan dengan berat jenis diesel (0,82-0,88 g/cm<sup>3</sup> standar ASTM) dan biodiesel (0,86-0,90 g/cm<sup>3</sup> standar ASTM), maka berat jenis metil ester yang dihasilkan sudah memenuhi standar ASTM bahan bakar diesel dan biodiesel



GAMBAR 6: Hubungan Variasi konsentrasi KOH dengan Berat Jenis

## 4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Metil ester yang dihasilkan dari reaksi minyak biji ketapang dengan metanol menggunakan katalis KOH, hasil optimum diperoleh pada konsentrasi KOH 2% yang menghasilkan 87% metil ester.
2. Hasil karakterisasinya metil ester dari minyak biji ketapang dengan variasi konsentrasi katalis KOH (1,5; 2; 2,5; dan 3%) untuk berat jenis, indek setana, residu karbon, kadar sulfur dan viskositas kinematikanya telah memenuhi syarat untuk biodiesel dengan jenis bahan bakar 1-D, yaitu bahan bakar diesel yang digunakan untuk mesin diesel kecepatan tinggi. Berat jenis yang dihasilkan (0,8773-0,8788 g/cm<sup>3</sup>), indek setana (46,95-47,42), residu karbon (0,01-0,09% berat), kadar sulfur *traces* dan viskositas kinematika (3,80-4,02 cSt)

**DAFTAR PUSTAKA** \_\_\_\_\_

- [1] Tim Nasional Pengembangan BBN, 2007, *Bahan Bakar Alternatif dari Tumbuhan Sebagai Pengganti Minyak Bumi & Gas*, Penebar Swadaya, Jakarta
- [2] Anonim, 2004, *Nutritive Value of Indian Foods*, National Institute of Nutrition, Indian Council of Medical Research
- [3] Flores, E.M., 1994, *Species Description Terminalia Catappa L*, Academia, Naticional de Ciencias de Costa Rica, Costa Rica
- [4] Riyanti, F., Hariani, P.L., Dessy, R., 2007, *Pengaruh Jenis Pelarut, Lama Ekstraksi dan Temperatur Ekstraksi terhadap Kualitas Minyak Biji Ketapang*, Laporan Penelitian, Universitas Sriwijaya, Palembang
- [5] Widyastuti, Lusiana., 2007, *Reaksi Metanolisis Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel Dengan Menggunakan Katalis KOH*, Universitas Negeri Semarang
- [6] Riyanti, F., Hariani, P.L dan Irma Suryani, 2010, *Pengaruh Variasi Jumlah Methanol Dan Temperatur Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Biji Ketapang Dengan Katalis NaOH*, Seminar Nasional UNESA
- [7] Christian, A., & Ukhum, M.E., 2006, Nutritional Potential of the Nut, of Tropical Almond (*Terminalia Catappa L*), University of Benin, Benin City, Nigeria, Pakistan Journal of Nutrition (4): 334-336
- [8] Gilman, E., 1994, *Terminalia Catappa Tropical Almond Fast Sheet*, ST 626, Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida, Florida
- [9] Kinast, J.A., 2003, *Production of Biodiesels from Multiple Feedstocks and Properties of Biodiesel/Diesel Blends*, Final Report, National Renewable Energy Laboratory, Colorado \_\_\_\_\_