



MODUL MATA KULIAH  
PRAKTIKUM BIOENERGI  
(IBP 661)



Disusun Oleh

Ariyo Prabowo Hidayanto, M.Si.



UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
2017

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku Modul Praktikum Bioenergi ini dapat hadir ke hadapan pembaca. Modul ini disusun sebagai salah satu pedoman pelaksanaan praktikum yang berisi teori dan konsep disertai dengan langkah langkah percobaan dari suatu materi praktikum.

Modul ini diharapkan praktis dan representatif untuk pedoman belajar dan praktikum bioenergi. Perbaikan secara terus menerus dilakukan demi kesempurnaan modul ini untuk penyesuaian dengan silabus mata kuliah Bioenergi.

Semoga modul ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa, khususnya mahasiswa Bioteknologi, Universitas Esa Unggul.

Jakarta, 2017

Penyusun

Ariyo Prabowo Hidayanto, M.Si.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
TATA TERTIB PRAKTIKUM .....	iv
Bab 1 Ekstraksi Minyak dari Biji .....	1
Bab2Uji Bilangan Asam Minyak Nabati .....	5
Bab3Menentukan Bilangan Penyabunan Minyak Nabati .....	9
Bab4Pembuatan Biodiesel dengan Reaksi Transesterifikasi .....	12
Bab5Analisis Kualitatif Biodiesel .....	15
Bab6Pembuatan Bioetanol dari Singkong .....	21



## TATA TERTIB PRAKTIKUM

1. Mahasiswa yang boleh mengikuti praktikum bioenergi adalah mahasiswa yang telah mengambil atau sedang menempuh mata kuliah bioenergi serta telah mengisi rencana studi untuk mata kuliah praktikum bioenergi
2. Setiap peserta harus hadir tepat waktu pada waktu yang telah ditentukan. Apabila peserta terlambat lebih dari 15 menit dari waktu yang ditentukan, maka tidak diperkenankan mengikuti praktikum
3. Selama mengikuti praktikum, peserta harus memakai jas praktikum serta diwajibkan memakai sepatu tertutup (dilarang mengenakan sandal atau sepatu sandal)
4. Setiap peserta wajib membuat laporan akhir praktikum yang dibuat sesuai dengan format yang sudah ditentukan dengan melampirkan data hasil praktikum. Pengumpulan laporan resmi praktikum maksimal 1 minggu setelah kegiatan praktikum yang bersangkutan
5. Setiap peserta harus memeriksa alat praktikum sebelum dan sesudah praktikum kemudian mengembalikan alat yang telah dipakai dalam keadaan bersih dan kering. Botol bahan kimia yang telah selesai digunakan harus ditutup rapat dan dikembalikan ke tempat semula
6. Peserta praktikum yang memecahkan alat kaca wajib untuk mengganti
7. Peserta praktikum dilarang membawa makanan/minuman ke dalam laboratorium
8. Setiap peserta harus menjaga kebersihan laboratorium, bekerja dengan tertib, tenang dan teratur. Selama praktikum, peserta harus bersikap sopan
9. Setiap peserta harus melaksanakan semua mata praktikum dan mematuhi budaya Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), seperti memakai Alat Pelindung Diri (jas praktikum, sepatu, sarung tangan, masker, gogle) dan membuang limbah praktikum sesuai dengan kategorinya pada wadah tertentu yang sudah disediakan
10. Apabila peserta praktikum melanggar hal yang telah diatur pada butir diatas, maka peserta akan dikenakan sanksi berupa teguran lisan sebanyak dua kali. Jika masih melanggar maka yang bersangkutan akan dikeluarkan dari laboratorium dan tidak diperkenankan melanjutkan praktikum pada hari itu
11. Hal yang belum disebutkan di atas dan diperlukan untuk kelancaran praktikum akan diatur kemudian

Jakarta, Agustus 2017

Penyusun



## **BAB 1**

### **EKSTRAKSI MINYAK DARI BIJI**

#### **A. Pengantar**

Mata kuliah praktikum bioenergi dimulai dengan ekstraksi minyak dari bijinya dimaksudkan agar mahasiswa dapat memahami cara mengekstrak suatu minyak dari biji melalui metode sokletasi. Melalui pemahaman ini, diharapkan agar para mahasiswa dapat memahami dan menggunakan metode sokletasi dengan tepat

#### **B. Kompetensi Dasar**

Mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan dasar dalam pemahaman secara komprehensif mengenai metode sokletasi untuk mengekstrak minyak dari bijinya

#### **C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mahasiswa diharapkan mampu :

1. Mempelajari metode sokletasi
2. Mengekstraksi minyak dari bijinya

## D. MATERI

### Pendahuluan

Metoda – metoda ekstraksi terdiri dari maserasi, sokletasi, perkolasi serta refluks. Proses pengestraksian komponen kimia dalam sel tanaman yaitu pelarut organik akan menembus dinding sel, selanjutnya masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan larut dalam pelarut organik di luar sel, maka larutan terpekat akan berdifusi keluar sel dan proses ini akan berulang terus sampai terjadi keseimbangan antara konsentrasi cairan zat aktif di dalam dan di luar sel.

Sokletasi adalah suatu metode atau proses pemisahan suatu komponen yang terdapat dalam zat padat dengan cara penyaringan berulang-ulang dengan menggunakan pelarut tertentu, sehingga semua komponen yang diinginkan akan terisolasi. Adapun prinsip sokletasi ini adalah penyaringan yang berulang-ulang sehingga hasil yang didapat sempurna dan pelarut yang digunakan relatif sedikit. Bila penyaringan ini telah selesai, maka pelarutnya diuapkan kembali dan sisanya adalah zat yang diinginkan. Metode sokletasi menggunakan suatu pelarut yang mudah menguap yang dapat melarutkan senyawa organik yang terdapat pada bahan tersebut.

Pengambilan senyawa organik dari suatu bahan alam padat disebut ekstraksi. Jika senyawa organik yang terdapat dalam bahan padat tersebut dalam jumlah kecil, maka teknik isolasi yang digunakan tidak dapat dilakukan dengan maserasi, melainkan dengan teknik lain dimana pelarut yang digunakan harus selalu dalam keadaan panas yang diharapkan dapat mengisolasi senyawa organik dengan lebih efisien.

Metoda sokletasi merupakan penggabungan antara metoda maserasi dan perkolasi. Jika pada metoda pemisahan minyak atsiri (distilasi uap), tidak dapat digunakan dengan baik karena persentase senyawa yang akan digunakan atau yang akan diisolasi cukup kecil atau tidak didapatkan pelarut yang diinginkan untuk maserasi ataupun perkolasi ini, maka cara yang terbaik yang didapatkan untuk pemisahan ini adalah sokletasi.

### Alat dan Bahan

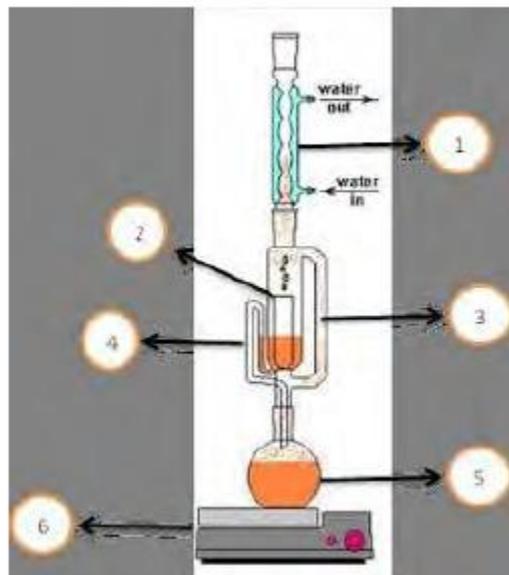
1. Biji jarak pagar, biji jarak kaliki, biji kemiri, biji malapari
2. Heksan
3. Vaseline
4. Satu set alat soklet
5. Kertas saring
6. Corong
7. Gelas ukur
8. Labu didih
9. Mantel pemanas
10. Gelas piala
11. Pompa air

### Cara Kerja

#### Sokletasi

1. Pisahkan biji dari kulitnya dan dikeringkan dengan oven (60 °C) selama 5 hari atau dijemur dibawah sinar matahari sampai kering
2. Giling biji sampai halus dengan menggunakan blender
3. Ayak serbuk biji agar homogen
4. Timbang serbuk (10 g) dan dikemas dengan kertas saring
5. Alat soklet dipasang, dihubungkan dengan pompa air yang dilengkapi selang masuk dan keluar air, kemudian dihubungkan dengan mantel pemanas. Oleskan vaselin pada setiap sambungan alat untuk menghindari kebocoran
6. Masukkan sampel yang dikemas dengan kertas saring ke dalam soklet
7. Isi labu didih dengan heksan sebanyak 170 ml dan tambahkan kepingan keramik pada labu untuk mencegah tumpahnya pelarut dan minyak karena pemanasan yang lama
8. Hidupkan mantel pemanas dan atur suhu pada 60°C dan ekstraksi dilakukan selama 50 menit. Hasilnya adalah minyak yang masih bercampur dengan pelarut yang selanjutnya akan dipisahkan dengan cara destilasi

Diagram rangkain alat soklet dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Keterangan :

1. Kondensor, 2. Timbel, 3. Tabung uap, 4. Tabung sifon, 5. Labu didih, 6. Alat pemanas

#### E. TUGAS

1. Timbang berat minyak yang diperoleh
2. Hitung kandungan minyak (rendemen) dalam sampel dengan rumus :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat minyak} \times 100\%}{\text{berat sampel}}$$

3. Uraikan faktor faktor penting yang dapat menentukan performa ekstraksi dengan menggunakan metode sokletasi

#### F. **Daftar Pustaka**

Arpiwi, N. L. (2015). *Petunjuk Praktikum Bioenergi*, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bali

Fessenden, R.J., Fessenden, J.S. (1986). *Kimia Organik*. Edisi III, Jilid 1, Erlangga, Jakarta

Indera, I. A. (2011). *Proses Ekstraksi Sokletasi "Ekstraksi Minyak Biji Pinang"*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru

## BAB 2

### UJI BILANGAN ASAM MINYAK NABATI

#### A. Pengantar

Bab ini akan membahas uji bilangan asam minyak nabati yang dimaksudkan agar mahasiswa dapat memahami apa yang dimaksud dengan bilangan asam. Melalui pemahaman ini, diharapkan agar para mahasiswa dapat memahami kandungan asam lemak bebas minyak nabati (pada tanaman jarak, malapari, nyamplung)

#### B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan dasar dalam pemahaman secara komprehensif mengenai pengujian bilangan asam pada minyak nabati

#### C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

Mahasiswa diharapkan mampu :

1. Menguji bilangan asam minyak nabati
2. Menghitung kandungan asam lemak bebas

## D. MATERI

### Pendahuluan

Minyak merupakan salah satu zat makanan yang penting bagi kebutuhan tubuh manusia. Selain itu minyak juga merupakan sumber energi dimana satu gram minyak dapat menghasilkan 9 kkal. Minyak (nabati) mengandung asam lemak tak jenuh dan beberapa asam lemak esensial seperti asam oleat, linoleat dan linolenat.

Minyak berperan penting bagi pengolahan bahan pangan, karena minyak mempunyai titik didih yang tinggi ( $\pm 200^{\circ}\text{C}$ ). Oleh karena itu minyak dapat digunakan untuk menggoreng makanan sehingga bahan yang digoreng menjadi kehilangan kadar air dan menjadi kering. Selain itu pula minyak dapat juga memberikan rasa yang gurih dan aroma yang spesifik.

Bilangan asam menunjukkan banyaknya asam lemak bebas dalam minyak dan dinyatakan dengan mg basa per 1 gram minyak. Bilangan asam juga merupakan parameter penting dalam penentuan kualitas minyak. Bilangan ini menunjukkan banyaknya asam lemak bebas yang ada dalam minyak akibat terjadi reaksi hidrolisis pada minyak terutama pada saat pengolahan. Asam lemak merupakan struktur kerangka dasar untuk kebanyakan bahan lipid.

Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah milligram KOH 0,1 N yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam satu gram minyak atau lemak. Bilangan asam didefinisikan sebagai jumlah KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak. Dimana angka asam ini menunjukkan banyaknya asam lemak bebas yang terdapat dalam suatu lemak atau minyak. Angka asam dinyatakan sebagai jumlah miligram NaOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam satu gram lemak atau minyak. Asam lemak adalah senyawa hidrokarbon yang berantai panjang dan lurus, dimana bagian ujungnya mengikat gugus karboksilat, asam lemak mempunyai satu atau lebih ikatan rangkap dan memiliki jumlah atom karbon genap. Asam lemak tak jarang terdapat dialam, tetapi terdapat sebagai ester dalam gabungan dengan fungsi alkohol. Asam lemak dapat berasal dari hewan maupun tumbuhan.

Sedangkan, asam lemak bebas (FFA) adalah asam yang dibebaskan pada hidrolisa dari lemak. Terdapat berbagai macam lemak, tetapi untuk perhitungan, kadar ALB minyak sawit dianggap sebagai Asam Palmitat (berat molekul 256). Daging kelapa sawit mengandung enzim lipase yang dapat menyebabkan kerusakan pada mutu minyak ketika struktur seluler terganggu. Enzim yang berada didalam jaringan daging buah tidak aktif karena terselubung oleh lapisan vakuola, sehingga tidak dapat berinteraksi dengan minyak yang banyak terkandung pada daging buah. Komponen ini masih aktif di bawah  $15^{\circ}\text{C}$  dan non aktif dengan temperatur diatas  $50^{\circ}\text{C}$ . Apabila trigliserida bereaksi dengan air maka

menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas. Enzim lipase bertindak sebagai katalisator dalam pembentukan trigliserida dan kemudian memecahnya kembali menjadi asam lemak bebas (ALB).

#### Alat dan Bahan

1. Erlenmeyer
2. Neraca analitik
3. Hot plate stirrer
4. Batang magnet
5. Buret
6. Minyak nabati
7. Alkohol absolut
8. Phenolphtalein / PP
9. KOH 0,1 N

#### Cara Kerja

1. Timbang 5 gr minyak lalu tampung pada labu Erlenmeyer. Selanjutnya tambahkan 25 ml etanol absolut dan 2-3 tetes indikator PP
2. Panaskan campuran pada suhu 60 °C selama 10 menit sambil diaduk, kemudian dinginkan
3. Tuangkan 10 ml KOH 0,1 N ke dalam buret dan titrasi campuran sampai terjadi perubahan warna menjadi pink
4. Catat volume KOH yang dipakai untuk titrasi (V)

#### E. TUGAS

1. Hitung bilangan asam dengan rumus :

$$\text{Bilangan asam} = \frac{V \times N \text{ KOH} \times \text{Mr KOH}}{\text{berat sampel (gr)}}$$

dengan :

$$\text{Mr KOH} = N \text{ KOH} = 56$$

$$\% \text{ FFA} = \text{bilangan asam} \times 0.503$$

2. Menurut anda mengapa kita perlu menentukan persentase asam lemak bebas pada minyak nabati ? Uraikan jawaban anda
3. Apa saja faktor faktor yang dapat menentukan jumlah bilangan asam pada suatu minyak nabati ?

F. **Daftar Pustaka**

Arpiwi, N. L. (2015). *Petunjuk Praktikum Bioenergi*, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bali

Fessenden, R.J., Fessenden, J.S. (1986). *Kimia Organik*. Edisi III, Jilid 1, Erlangga, Jakarta

Ketaren., S. (1986). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Cetakan Pertama, UI-Press, Jakarta.

Lehninger., A. (1982). *Dasar-dasar Biokimia*, Gramedia, Jakarta.

Winarno, F.G. (2002) *Kimia Pangan dan Gizi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

## BAB 3

### MENENTUKAN BILANGAN PENYABUNAN MINYAK NABATI

#### A. Pengantar

Bab ini akan membahas penentuan bilangan penyabunan minyak nabati yang dimaksudkan agar mahasiswa dapat memahami apa yang dimaksud dengan bilangan penyabunan serta aplikasinya. Melalui pemahaman ini, diharapkan agar para mahasiswa dapat memahami kandungan angka penyabunan pada beberapa minyak nabati.

#### B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan dasar dalam pemahaman secara komprehensif mengenai pengujian bilangan penyabunan pada minyak nabati.

#### C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

Mahasiswa diharapkan mampu :

1. Menguji bilangan penyabunan beberapa sampel minyak nabati
2. Menganalisis faktor faktor yang menentukan bilangan penyabunan

## D. MATERI

### Pendahuluan

Bilangan penyabunan adalah jumlah miligram KOH yang diperlukan untuk menyabunkan satu gram lemak atau minyak. Apabila sejumlah sampel minyak atau lemak disabunkan dengan larutan KOH berlebih dalam alkohol, maka KOH akan bereaksi dengan trigliserida, yaitu tiga molekul KOH bereaksi dengan satu molekul minyak atau lemak. Larutan alkali yang tertinggal ditentukan dengan titrasi menggunakan HCL sehingga KOH yang bereaksi dapat diketahui.

Dalam penetapan bilangan penyabunan, misalnya larutan alkali yang digunakan adalah larutan KOH yang diukur dengan hati-hati kedalam tabung dengan buret atau pipet. Besarnya jumlah ion yang diserap menunjukkan banyaknya ikatan rangkap atau ikatan tak jenuh, ikatan rangkap yang terdapat pada minyak yang tak jenuh akan bereaksi dengan iodin. Gliserida dengan tingkat ketidak jenuhan yang tinggi akan mengikat iodin dalam jumlah yang lebih besar.

Angka penyabunan menunjukkan berat molekul lemak dan minyak secara kasar. Minyak yang disusun oleh lemak berantai karbon yang pendek berarti mempunyai berat molekul yang relatif kecil, akan mempunyai angka penyabunan yang besar dan sebaliknya bila minyak mempunyai berat molekul yang besar, maka angka penyabunan relatif kecil. Angka penyabunan ini dinyatakan sebagai banyaknya (mg) NaOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan satu gram lemak atau minyak

### Alat dan Bahan

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. Erlenmeyer ukuran 250 mL | 7. Minyak nabati (jarak, nyamplung, malapari) |
| 2. Kondensor spiral         | 8. Fenolftalein                               |
| 3. Hot plate stirrer        | 9. KOH 0,5 N                                  |
| 4. Buret 25 atau 50 mL      | 10. HCl 0,5 N                                 |
| 5. Gelas kimia 100 mL       |   |
| 6. Pipet volume 50 mL       |   |

### Cara Kerja

1. Buat larutan KOH 0,5 N dengan cara ; melarutkan 30 gram KOH ke dalam 20 ml air destilasi kemudian buat menjadi 1 liter dengan etanol 95%. Biarkan selama 24 jam dalam suhu ruang kemudian disaring sebelum digunakan
2. Selanjutnya timbang minyak sebanyak 2 gram dan masukkan ke dalam labu erlenmeyer
3. Tambahkan 25 mL KOH 0,5N

4. Sambungkan labu erlenmeyer dengan kondensor berpendingin udara dan didihkan perlahan tetapi mantap, sampai sampel tersabunkan sempurna. Ini biasanya membutuhkan waktu 1 jam. Larutan yang diperoleh pada akhir penyabunan harus jernih dan homogen, jika tidak maka perpanjang waktu penyabunannya
5. Setelah labu dan kondensor cukup dingin (tetapi belum terlalu dingin hingga membentuk jeli), bilas dinding dalam kondensor dengan sejumlah kecil aquades. Lepaskan kondensor dari labu, tambahkan 1 mL larutan indikator fenolftalein ke dalam labu
6. Titrasi isi labu dengan HCl 0,5 N sampai warna merah jambu persis sirna. Catat volume HCl 0,5 N yang dihabiskan dalam titrasi yang disimbolkan S
7. Lakukan prosedur yang sama untuk blanko (tanpa sampel). Catat volume HCl 0,5 N yg dihabiskan untuk titrasi blanko yang disimbolkan dengan B

#### E. TUGAS

1. Hitung bilangan asam dengan rumus :

$$As = \frac{56,1 (B - S) \times N \text{ HCl}}{\text{berat sampel (gr)}}$$

berat sampel (gr)

dengan :

As = angka penyabunan

B = volume HCl 0,5 N yang dihabiskan pada titrasi blanko (mL)

S = volume HCl 0,5 N yang dihabiskan pada titrasi sampel (mL)

N = normalitas eksak larutan HCl 0,5 N.

m = berat sampel (g)

2. Apa saja faktor faktor yang dapat menentukan jumlah bilangan penyabunan pada suatu minyak nabati ?

#### F. Daftar Pustaka

Arpiwi, N. L. (2015). *Petunjuk Praktikum Bioenergi*, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bali

Fessenden, R.J., Fessenden, J.S. (1986). *Kimia Organik*. Edisi III, Jilid 1, Erlangga, Jakarta

Ketaren., S. (1986). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Cetakan Pertama, UI-Press, Jakarta.

Lehninger., A. (1982). *Dasar-dasar Biokimia*, Gramedia, Jakarta.

Winarno, F.G. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Sudarmadji, Slamet, Suhardi, Bambang Haryono. (1989). *Analisa Bahan Pangan dan Pertanian*. PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta

## BAB 4

### PEMBUATAN BIODIESEL DENGAN REAKSI TRANSESTERIFIKASI

#### A. Pengantar

Bab ini akan membahas proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati yang dimaksudkan agar mahasiswa dapat memahami reaksi transesterifikasi. Melalui pemahaman ini, diharapkan agar para mahasiswa dapat melakukan reaksi transesterifikasi

#### B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan dasar dalam membuat biodiesel menggunakan reaksi transesterifikasi

#### C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

Mahasiswa diharapkan mampu :

1. Mensintesis biodiesel melalui reaksi transesterifikasi
2. Menganalisis faktor faktor penentu kemurnian biodiesel

## D. MATERI

### Pendahuluan

Pembuatan biodiesel dari minyak tanaman memiliki kasus yang berbeda-beda sesuai dengan kandungan FFA. Pada kasus minyak tanaman dengan kandungan asam lemak bebas tinggi dilakukan dua jenis proses, yaitu esterifikasi dan transesterifikasi, sedangkan untuk minyak tanaman yang kandungan asam lemak rendah dilakukan proses transesterifikasi. Proses esterifikasi dan transesterifikasi bertujuan untuk mengubah asam lemak bebas dan trigliserida dalam minyak menjadi metil ester (biodiesel) dan gliserol.

Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Sedangkan, transesterifikasi (biasa disebut dengan alkoholisis) adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi alkil ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol.

### Alat dan Bahan

1. Magnetik stirrer
2. Batang magnet pengaduk
3. Labu leher dua
4. Kondensor spiral
5. Termometer
6. Neraca analitik
7. Gelas kimia
8. Corong pisah
9. Minyak nabati (jarak, malapari, nyamplung)
10. KOH
11. Metanol

### Cara Kerja

1. Pembuatan larutan:

Pembuatan larutan metoksida: Tuangkan 6.4 gram metanol ke dalam beaker glass kemudian tambahkan 0.3 gram KOH, aduk dengan magnetic stirrer hingga tercampur sempurna

Perhitungan ratio metanol : minyak 6 : 1

Mr minyak malapari = 909,54

Jika berat minyak = 30,67 gram, berapa gram metanol yang diperlukan?

Mol minyak = massa / Mr = 30,67 / 909,54 = 0,0337 mol

Mol metanol = 6 x 0,0337 = 0,2 mol

Massa metanol = mol metanol x Mr metanol = 0,2 x 32 = 6,4 gram

Massa katalis KOH 1% berat minyak = 1/100 x 30,67 = 0,3 gram

2. Sebelum melakukan reaksi transesterifikasi, panaskan minyak nabati pada suhu 100 °C selama 30 menit untuk menghilangkan kandungan air
3. Masukkan metoksida ke dalam labu leher dua kemudian panaskan metoksida pada suhu 65 °C selama 15 menit sambil diaduk, tambahkan 30,67 gram minyak nabati dan ini membentuk molar rasio metanol : minyak 6 : 1
4. Reflux campuran selama 90 menit
5. Tampung campuran dalam corong pisah selama semalam
6. Campuran akan membentuk 2 lapisan, lapisan atas biodiesel, dan lapisan bawah gliserol. Pisahkan kedua lapisan tersebut dengan cara membuka kran corong pisah sehingga diperoleh crude biodiesel
7. Cuci biodiesel dengan air beberapa kali pH air netral (7)
8. Keringkan biodiesel dengan vacuum sampai jernih sehingga diperoleh biodiesel murni

#### E. TUGAS

1. Analisa apa saja faktor faktor yang dapat menentukan tingkat kemurnian biodiesel !
2. Tuliskan reaksi transesterifikasi dengan lengkap !
3. Apakah reaksi transesterifikasi membutuhkan katalis ? Jelaskan !

#### F. Daftar Pustaka

- Arpiwi, N. L. (2015). *Petunjuk Praktikum Bioenergi*, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bali
- Fessenden, R.J., Fessenden, J.S. (1986). *Kimia Organik*. Edisi III, Jilid 1, Erlangga, Jakarta
- Lehninger., A. (1982). *Dasar-dasar Biokimia*, Gramedia, Jakarta.
- Ma, F., Hanna, M. A. (1999). *Biodiesel Production : A Review*, Journal Bioresource Technology 70: 1-15
- Setiawati, E., Fatmir, E. (2012). *Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel*. Jurnal Riset Industri. 6 (2): 117-127
- Sudarmadji, Slamet, Suhardi, Bambang Haryono. (1989). *Analisa Bahan Pangan dan Pertanian*. PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta
- Syamsidar, H. S. (2010). *Pembuatan dan Uji Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah*. Jurnal Teknosains 7 (2): 209-218

## **BAB 5**

### **ANALISIS KUALITATIF BIODIESEL**

#### **A. Pengantar**

Bab ini akan membahas analisis kualitatif biodiesel yang dimaksudkan agar mahasiswa mampu untuk mensintesis dan memproduksi biodiesel sesuai dengan standard baku mutu yang ada (SNI 2006). Melalui pemahaman ini, diharapkan agar para mahasiswa dapat membuat biodiesel sesuai dengan SNI 2006

#### **B. Kompetensi Dasar**

Mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan dasar dalam mengetahui standar mutu biodiesel menurut SNI 2006

#### **C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan**

Mahasiswa diharapkan mampu :

1. Menganalisis beberapa parameter yang ada pada biodiesel
2. Mensintesis biodiesel dengan standard kualitas yang sudah ditetapkan berdasarkan SNI 2006

#### D. MATERI

##### Pendahuluan

Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk Biodiesel dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional dengan nomor SNI 7182:2015 yang sudah merevisi SNI 04-7182-2006 dan SNI 7182:2012 - Biodiesel. Adapun syarat mutu biodiesel tersebut dapat dilihat dari tabel berikut :

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan	Metode Uji
1	Massa jenis pada 40°C	kg/m <sup>3</sup>	850 -890	ASTM D 1298 atau ASTM D 4052
2	Viskositas Kinematik pada 40°C	mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 - 6,0	ASTM D 445
3	Angka setana	min	51	ASTM D 613 atau ASTM D 6890
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100	ASTM D 93
5	Titik kabut	°C, maks	18	ASTM D 2500
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)		nomor 1	ASTM D 130
7	Residu karbon - dalam per contoh asli, atau - dalam 10% ampas distilasi	%-massa, maks	0,05  0,3	ASTM D 4530 atau ASTM D 189
8	Air dan sedimen	%-vol, maks	0,05	ASTM D 2709
9	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360	ASTM D 1160

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan	Metode Uji
10	Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0,02	ASTM D 874
11	Belerang	mg/kg, maks	100	ASTM D 5453 atau ASTM D 1266 atau ASTM D 4294 atau ASTM D 2622
12	Fosfor	mg/kg, maks	10	AOCS Ca 12-55
13	Angka asam	mg-KOH/g, maks	0,5	AOCS Cd 3d-63 atau ASTM D 664
14	Gliserol bebas	%-massa, maks	0,02	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584
15	Gliserol total	%-massa, maks	0,24	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584
16	Kadar ester metil	%-massa, min	96,5	
17	Angka iodium	%-massa(g- I <sub>2</sub> /100g), maks	115	AOCS Cd 1-25
18	Kadar monogliserida	%-massa, maks	0,8	ASTM D 6584
19	Kestabilan oksidasi - Periode induksi metode rancimat, atau - Periode induksi metode petro oks	menit	360  27	EN 15751  ASTM D 7545

### 1. Analisis Kadar Air

#### Alat dan Bahan :

1. Cawan porselen
2. Oven

3. Desikator
4. Termometer
5. Contoh biodiesel

**Cara Kerja :**

1. Keringkan cawan porselen dalam oven selama 15 menit lalu dimasukkan ke dalam desikator
2. Sampel biodiesel sebanyak 5 gram (W1) dimasukkan ke dalam cawan tersebut dan ditimbang (W2)
3. Panaskan cawan yang berisi sampel pada suhu 110 °C selama 4 jam
4. Dinginkan cawan dalam desicator dan timbang (W3)
5. Hitung kadar air dengan rumus

$$\text{Kadar Air} = \frac{W2 - W3}{W1} \times 100 \%$$

Keterangan

W = berat sampel (g)

W2 = berat cawan + sampel biodiesel sebelum dipanaskan (g)

W3 = berat cawan + sampel biodiesel setelah dipanaskan (g)

2. Analisis Densitas

**Alat dan Bahan :**

1. Piknometer
2. Desicator
3. Neraca analitik
4. Oven
5. Contoh Biodiesel
6. HCl
7. Akuades

**Cara Kerja :**

1. Bersihkan piknometer dengan HCl lalu dibilas tiga kali dengan aquades kemudian dibilas sekali dengan alkohol kemudian dikeringkan dalam oven selama 5 menit
2. Masukan piknometer ke dalam desicator selama 10 menit
3. Timbang piknometer hingga diperoleh massa tetap (W1)

4. Isi piknometer dengan sampel biodiesel, bagian luarnya dilap hingga kering dan ditimbang sehingga diperoleh masa yang tetap (W2)

5. Hitung densitas sampel dengan rumus

$$\rho = \frac{W2 - W1}{V}$$

Keterangan

$\rho$  = densitas (g/ml)

W2 = masa piknometer + sampel (g)

W1 = masa piknometer (g)

### 3. Bilangan Iodin

#### **Alat dan Bahan :**

1. Buret
2. Neraca analitik
3. Erlenmeyer
4. Larutan hanus : larutkan 1,2 gram iodin dalam 1 liter asam asetat glasial dan tambahkan 3 ml air bromin untuk meningkatkan kandungan halogen
5. Larutan potassium iodin 15%
6. Larutan pati 1%
7. Chloroform
8. Parafilm
9. Sodium thiosulfate 0,1N
10. Air destilasi

#### **Cara Kerja :**

1. Timbang sampel biodiesel sekitar 0,25 g dan masukan ke dalam erlenmeyer 250 ml
2. Tambahkan kloroform sebanyak 10 ml
3. Tambahkan larutan hanus sebanyak 30 ml dan tutup Erlenmeyer dengan parafilm, kemudian dikocok terus menerus selama 30 menit
4. Tambahkan potassium iodine 15% sebanyak 10 ml kemudian dikocok
5. Tambahkan air destilasi 100 ml (DW)
6. Titrasi campuran dengan sodium thiosulfate 0,1 N sampai terbentuk warna kuning
7. Tambahkan 2-3 tetes larutan pati sehingga terbentuk warna biru

8. Lanjutkan titrasi sampai warna biru menghilang. Volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  pada akhir titrasi sampel disimbulkan dengan huruf S
9. Lakukan prosedur diatas tanpa sampel (blanko). Volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  pada akhir titrasi blanko disimbulkan dengan huruf B
10. Hitung bilangan iodin dengan rumus

$$\text{Bilangan Iodin} = \frac{(B-S) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 0,127 \text{ g/meq} \times 100}{\text{Berat Sampel (gr)}}$$

Keterangan

B = Volume (ml)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  untuk blanko

S = Volume (ml)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  untuk sampel

#### 4. Bilangan Ester

Didefinisikan = bilangan penyabunan – bilangan asam

#### 5. % Gliserin

Didefinisikan = bilangan ester x 0,054664

#### E. TUGAS

1. Analisa semua hasil perhitungan parameter kualitas biodiesel diatas !
2. Mengapa Biodiesel perlu diuji kualitasnya ? Jelaskan !
3. Menurut anda apakah SNI 2006 itu ?

#### F. Daftar Pustaka

Arpiwi, N. L. (2015). *Petunjuk Praktikum Bioenergi*, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bali

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Engineering Centre. (2015). *SNI Biodiesel*

Fessenden, R.J., Fessenden, J.S. (1986). *Kimia Organik*. Edisi III, Jilid 1, Erlangga, Jakarta

Lehninger., A. (1982). *Dasar-dasar Biokimia*, Gramedia, Jakarta.

Ma, F., Hanna, M. A. (1999). *Biodiesel Production : A Review*, Journal Bioresource Technology 70: 1-15

Setiawati, E., Fatmir, E. (2012). *Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel*. Jurnal Riset Industri. 6 (2): 117-127

Sudarmadji, Slamet, Suhardi, Bambang Haryono. (1989). *Analisa Bahan Pangan dan Pertanian*. PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta

Syamsidar, H. S. (2010). *Pembuatan dan Uji Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah*. Jurnal Teknosains 7 (2): 209-218

## BAB 6

### PEMBUATAN BIOETANOL DARI SINGKONG

#### A. Pengantar

Bab ini akan membahas proses pembuatan bioetanol dari singkong dengan teknik fermentasi yang bertujuan agar mahasiswa dapat memahami cara membuat bioetanol. Melalui pemahaman ini, diharapkan agar para mahasiswa dapat mensintesis bioetanol dari bahan baku singkong

#### B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan dasar dalam membuat bioetanol menggunakan proses fermentasi

#### C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

Mahasiswa diharapkan mampu :

1. Mensintesis bioetanol melalui proses fermentasi
2. Menghitung rendemen fermentasi serta rendemen destilasi

## D. MATERI

### Pendahuluan

Bioetanol telah digunakan manusia sejak zaman prasejarah sebagai bahan pemabuk dalam minuman beralkohol. Residu yang ditemukan pada peninggalan keramik yang berumur 9000 tahun dari China bagian utara menunjukkan bahwa minuman beralkohol telah digunakan oleh manusia prasejarah dari masa Neolitik.

Campuran dari Bioetanol yang mendekati kemurnian untuk pertama kali ditemukan oleh Kimiawan Muslim yang mengembangkan proses distilasi pada masa Khalifah Abbasis dengan peneliti yang terkenal waktu itu adalah Jabir ibn Hayyan (Geber), Al-Kindi (Alkindus) dan al-Razi (Rhazes). Sedangkan Bioetanol absolut didapatkan pada tahun 1796 oleh Johann Tobias Lowitz, dengan menggunakan destilasi saringan arang. Selanjutnya, Michael Faraday membuat etanol dengan menggunakan hidrasi katalis asam pada etilen pada tahun 182 yang digunakan pada proses produksi etanol sintesis hingga saat ini.

Pada tahun 1840 etanol menjadi bahan bakar lampu di Amerika Serikat, pada tahun 1880-an Henry Ford membuat mobil quadrcycle dan sejak tahun 1908 mobil Ford model T telah dapat menggunakan bioetanol sebagai bahan bakarnya. Namun pada tahun 1920an bahan bakar dari petroleum yang harganya lebih murah telah menjadi dominan menyebabkan etanol kurang mendapatkan perhatian. Akhir-akhir ini, dengan meningkatnya harga minyak bumi, bioetanol kembali mendapatkan perhatian dan telah menjadi alternatif energi yang terus dikembangkan.

Etanol disebut juga etil-alkohol atau alkohol saja, adalah alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, hal ini disebabkan karena memang etanol yang digunakan sebagai bahan dasar pada minuman tersebut, bukan metanol, atau grup alkohol lainnya. Sedangkan bioetanol adalah etanol (alkohol yang paling dikenal masyarakat) yang dibuat dengan fermentasi yang membutuhkan faktor biologis untuk prosesnya. Sebenarnya alkohol dalam ilmu kimia memiliki pengertian yang lebih luas lagi.

Bioetanol tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas. Bahan ini dapat memabukkan jika diminum. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman.

Singkong adalah salah satu bahan baku ideal dalam mensintesis bioetanol. Singkong yang dapat digunakan sebagai bahan Fuel Grade Ethanol (FGE) disarankan mempunyai varietas yang memiliki sifat-sifat berkadar pati tinggi, potensi hasil tinggi, tahan terhadap biotik dan abiotik, dan fleksibel dalam usaha tani dan umur panen.

### Alat dan Bahan

1. Parutan
2. Panci
3. Wadah fermentasi
4. Kompor

5. Alat destilasi
6. Singkong
7. Ragi

### Cara Kerja

1. Kupas singkong dan bersihkan dengan cara mencuci
2. Parut 1 kg singkong, masukan ke dalam panci, tambahkan 4 liter air
3. Panaskan pada suhu 100°C selama 30 menit sambil diaduk hingga mengental menjadi bubur pati, kemudian dinginkan
4. Pindahkan bubur pati ke wadah fermentasi dan tambahkan ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 10% dari total bubur pati sedikit demi sedikit sambil diaduk agar tercampur
5. Tutup rapat wadah fermentasi dan biarkan selama 2-3 hari
6. Terbentuk 3 lapisan, lapisan paling bawah adalah endapan protein, di atasnya air dan etanol
7. Pisahkan etanol dan endapan protein dengan penyaringan sehingga menghasilkan etanol yang masih bercampur air
8. Destilasi pada titik didih etanol (78 °C) untuk memisahkan etanol dari larutan hasil fermentasi
9. Ukur kadar etanol dan pH
10. Hitung rendemen fermentasi dengan rumus :

$$Rf = \frac{Hf}{Bp} \times 100 \%$$

Rf = Rendemen fermentasi

Hf = Larutan hasil fermentasi yang telah disaring dan siap untuk didestilasi (liter)

Bp = Volume bubur pati (liter)

11. Hitung rendemen destilasi dengan rumus

$$Rd = \frac{Bd}{Hf} \times 100 \%$$

Rd = Rendemen destilasi (%)

Bd = Bioetanol hasil destilasi (liter)

Hf = Larutan hasil fermentasi (liter)

### E. TUGAS

1. Analisis hasil perhitungan diatas !
2. Uraikan apa saja faktor-faktor yang penting dalam mensintesis bioetanol !
3. Apa perbedaan rendemen fermentasi dengan rendemen destilasi ? Jelaskan !

## F. Daftar Pustaka

- Arpiwi, N. L. (2015). *Petunjuk Praktikum Bioenergi*, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bali
- Fessenden, R.J., Fessenden, J.S. (1986). *Kimia Organik*. Edisi III, Jilid 1, Erlangga, Jakarta
- Lehninger., A. (1982). *Dasar-dasar Biokimia*, Gramedia, Jakarta.
- Mailool, J. C., Molenaar, R., Tooy, D., Longdong, I. A. *Produksi Bioetanol dari Singkong (Manihot utilissima) dengan Skala Laboratorium*
- Prihandana, R., dkk. (2008). *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. AgroMedia Pustaka, Jakarta
- Wardani, A. K., Kusumawardini, (2015). *Pre-treatment Ampas Tebu (Saccharum officinarum) sebagai Bahan Baku Bioetanol Generasi Kedua*. Jurnal Pangan dan Agroindustri 3 (4):1430-1437