

**BILANGAN PEROKSIDA, BILANGAN ASAM, DAN KADAR FFA BIODIESEL
DENGAN PENAMBAHAN ANTIOKSIDAN DARI
KULIT BUAH PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca* Linn.)**

Ni Made Sukma Sanjiwani, Ni Made Suaniti*, dan Ni Luh Rustini

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali

**Email : suanitir@yahoo.com*

ABSTRAK

Kulit buah pisang kepok (*Musa paradisiaca* Linn.) mengandung senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan pada biodiesel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai bilangan peroksida, bilangan asam, dan kadar FFA biodiesel dari minyak jelantah kelapa sawit dengan penambahan ekstrak kloroform kulit buah pisang kepok (EKKBPK). Biodiesel disintesis menggunakan bahan baku minyak jelantah kelapa sawit dengan metanol melalui reaksi esterifikasi (10:1) dan reaksi transesterifikasi (4:1), selanjutnya ditambahkan ekstrak dengan variasi konsentrasi sebesar 0,1 % b/v (A1); 0,2 % b/v (A2); dan 0,3 % b/v (A3). Nilai bilangan peroksida, bilangan asam, dan kadar FFA biodiesel hasil sintesis (9,3591 meq peroksida/1000 g; 0,7221 mg KOH/g; dan 0,33%); biodiesel tanpa penambahan EKKBPK (12,2746 meq peroksida/1000 g; 0,6492 mg KOH/g; dan 0,30%); dan biodiesel dengan penambahan EKKBPK 0,1 % b/v (11,1878 meq peroksida/1000 g; 0,4814 mg KOH/g; dan 0,22%); 0,2 % b/v (9,7508 meq peroksida/1000 g; 0,3501 mg KOH/g; dan 0,16%); dan 0,3 % b/v (12,2512 meq peroksida/1000 g; 0,5217 mg KOH/g; dan 0,24%). Bilangan asam biodiesel tersebut sesuai dengan SNI 04-7182-2006. Biodiesel dengan penambahan EKKBPK sebesar 0,2 % b/v diperoleh nilai bilangan peroksida, bilangan asam, dan kadar FFA paling rendah. Penambahan EKKBPK 0,2 % b/v pada biodiesel paling efektif menghambat reaksi oksidasi.

Kata kunci : biodiesel, minyak jelantah kelapa sawit, kulit buah pisang kepok, reaksi oksidasi

ABSTRACT

The peel of banana kepok fruit (*Musa paradisiaca* Linn.) contains compound that function as an antioxidant in biodiesel. The purposes of this study were to determine the peroxide number, acid number, and FFA content of biodiesel from waste palm oil with addition of chloroform extract (EKKBPK). Biodiesel was synthesized using esterification reaction of wasted palm oil with methanol (10:1) and by transesterification reaction (4:1), the extract of peel of banana kepok fruit was then added with various concentration of 0,1 % w/v (A1); 0,2 % w/v (A2); and 0,3 % w/v (A3) to the reaction mixtures. The peroxide number, acid number, and FFA content of synthesized biodiesel obtained in this research were 9.3591 meq peroxide/1000 g; 0.7221 mg KOH/g; and 0.33% respectively; biodiesel without addition of EKKBPK (12.2746 meq peroxide/1000 g; 0.6492 mg KOH/g; and 0.30%); and biodiesel with addition of EKKBPK 0.1 % w/v (11,1878 meq peroxide/1000 g; 0,4814 mg KOH/g; and 0.22%); 0.2 % w/v (9.7508 meq peroxide/1000 g; 0.3501 mg KOH/g; and 0.16%); and 0.3 % w/v (12.2512 meq peroxide/1000 g; 0.5217 mg KOH/g; and 0.24%). The acid numbers of those biodiesel were in accordance to the acid number of SNI 04-7182-2006. The addition of 0.2 % w/v EKKBPK on biodiesel showed the lowest peroxide number, acid number, and FFA content therefore it was the most effective in inhibiting the oxidation reaction of biodiesel.

Keywords : biodiesel, waste palm oil, peel of banana kapok fruit, oxidation reaction

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu kekayaan Indonesia yang minyaknya dimanfaatkan sebagai bahan primer untuk bahan pangan sedangkan minyak jelantahnya dimanfaatkan sebagai bahan sekunder, salah satunya untuk pembuatan biodiesel. Minyak jelantah kelapa sawit dihasilkan dari penggunaan minyak kelapa sawit secara berulang kali. Minyak jelantah yang diolah melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi menghasilkan biodiesel dan gliserol. Penelitian Suaniti dan Adnyana (2014), mengenai uji angka ester pada biodiesel jelantah minyak kelapa menunjukkan bahwa telah terbentuk ester setelah penambahan toluena di dalam katalis asam sulfat yang ditandai dengan peningkatan angka ester sebesar 6% melalui kedua reaksi tersebut. Suirta (2009), juga telah berhasil melakukan penelitian mengenai sintesis biodiesel dari minyak jelantah kelapa sawit melalui kedua reaksi tersebut dengan massa jenis, viskositas, bilangan asam, dan bilangan iod masing - masing adalah 0,8976 g/mL; 4,53 mm²/s; 0,4238 mg KOH/g; dan 9,3354 g iod/100g telah sesuai dengan standar Jerman DIN 51606.

Hasil penelitian Fajriyah *et al* (2012), menunjukkan bahwa sintesis crude palm oil metil ester (CPOME) dari minyak kelapa sawit dengan metanol menggunakan katalis HCl menghasilkan CPOME lebih banyak dengan rendemen 45,71% dibandingkan menggunakan katalis H₃PO₄ dan H₂SO₄. Maka dari itu, dilakukan penelitian lebih lanjut pada pembuatan biodiesel dari jelantah minyak kelapa sawit ini menggunakan katalis HCl pada proses esterifikasi.

Ketengikan pada biodiesel disebabkan karena reaksi oksidasi, reaksi oksidasi ini terjadi apabila biodiesel tersebut didiamkan. Ketengikan pada biodiesel akan hilang jika biodiesel tersebut ditambahkan antioksidan. Okvitarini *et al* (2013) melakukan penelitian mengenai penambahan ekstrak etanol jagung pada pembuatan biodiesel. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak etanol jagung yang merupakan antioksidan alami bekerja mengurangi reaksi oksidasi dengan perbandingan biodiesel dan ekstrak etanol jagung yaitu 1:7, hal ini dilihat dari penurunan nilai viskositas dan angka asam pada biodiesel tersebut. Jagung adalah salah satu bahan pangan bagi manusia, jadi jagung

secara ekonomi tidak efektif digunakan pada biodiesel. Salah satu antioksidan alami yang digunakan untuk menghambat reaksi oksidasi pada biodiesel adalah kulit buah pisang kepok. Hasil penelitian Atun *et al* (2007), menunjukkan aktivitas antioksidan ekstrak kloroform kulit buah pisang kepok relatif tinggi yang dilihat dari nilai IC₅₀ sebesar 693,15µg/mL.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai penentuan nilai bilangan peroksida, bilangan asam, dan kadar FFA pada biodiesel dari hasil sintesis, biodiesel tanpa dan dengan penambahan ekstrak kloroform kulit buah pisang kepok.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini yaitu minyak jelantah kelapa sawit yang berasal dari hasil penggorengan untuk membuat pisang goreng dan kulit buah pisang kepok dari desa Singapadu Kaler, Sukawati, Gianyar. Bahan kimia yang diperlukan adalah aquades, metanol, kloroform, HCl 37%, KOH, CaCl₂ anhidrat, asam oksalat 0,0999 N, etanol 95%, indikator fenolftalein (pp) 1%, Na₂S₂O₃ 0,0193 N, KI jenuh, K₂Cr₂O₇ 0,0200 N, indikator amilum 1%, dan asam asetat glasial.

Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat refluks, seperangkat alat titrasi, pengaduk magnetik, blender, seperangkat alat gelas, batang pengaduk, termometer, labu ukur, neraca analitik, penangas, pipet volume, pipet tetes, pipet ukur, corong pisah, kertas saring, piknometer, aluminium foil, kain kasa, toples kaca, *rotatory vacuum evaporator*, botol kaca bening, dan bola penghisap karet.

Cara Kerja

Ekstraksi Kulit Buah Pisang Kepok

Ekstraksi kulit buah pisang kepok matang yang kering dilakukan dengan metode maserasi pada suhu kamar. Kulit buah pisang terlebih dahulu dihaluskan dengan cara diblender. Sebanyak 300 g serbuk kulit buah pisang diekstraksi dengan ±1600 mL metanol selama 24

jam dan diulangi sebanyak 4x. Hasil maserasi dipekatkan dengan *rotatory vacum evaporator*. Ekstrak kental metanol kulit buah pisang kepok dilarutkan dengan pelarut metanol : air (7:3), selanjutnya metanol diuapkan dan didapatkan fraksi air. Fraksi air dipartisi dengan kloroform sebanyak 8x. Fraksi kloroform selanjutnya dipekatkan dengan *rotatory vacum evaporator*, sehingga diperoleh ekstrak kental kloroform kulit buah pisang (Atun *et al.*, 2007).

Proses Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Kelapa Sawit

Pertama dilakukan proses penghilangan kotoran padatan dan air pada minyak jelantah kelapa sawit, dengan cara terlebih dahulu minyak jelantah kelapa sawit disaring. Hasil saringan minyak jelantah dipanaskan sampai suhu 100°C sambil diaduk. Setelah air yang mendidih dalam minyak mulai hilang, kemudian dipanaskan sampai suhu 130°C selama 10 menit, selanjutnya didinginkan dan dilakukan pengukuran kadar asam lemak bebas (kadar FFA) (Sumarsih, 2008).

Pada proses esterifikasi, sebanyak 220 mL minyak jelantah kelapa sawit ditambahkan metanol sebanyak 22 mL (Darmawan dan Susila, 2013) dan katalis HCl 37% sebanyak 1,1 mL (Fajriyah *et al.*, 2012). Campuran dipanaskan pada suhu 65°C - 67°C dan diaduk selama 1 jam dengan alat refluks. Minyak hasil esterifikasi dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 24 jam sehingga terbentuknya dua lapisan. Lapisan atas ialah campuran minyak dan alkil ester. Lapisan atas ini dicuci dengan aquades sebanyak 3 kali untuk menghilangkan sisa katalis asam. Lapisan bawah (disisihkan) adalah campuran metanol, air dan asam klorida.

Minyak jelantah kelapa sawit yang telah melalui proses esterifikasi, dilanjutkan dengan proses transesterifikasi. Campuran minyak dan alkil ester dari hasil proses esterifikasi sebanyak 160,4 gram ditambahkan dengan metanol sebanyak 50,63 mL dan katalis KOH sebanyak 2,406 gram, selanjutnya dipanaskan dengan alat refluks pada suhu 60°C selama 1 jam yang diikuti dengan pengadukan. Campuran dipisahkan dengan corong pisah dan didiamkan selama 1 jam, maka akan terbentuk lapisan bawah (gliserol) dan lapisan atas (biodiesel). Lapisan biodiesel dicuci dengan air panas sebanyak 4 kali, selanjutnya ditambahkan CaCl₂ anhidrat dan disaring maka didapatkan

filtrat metil ester (biodiesel). Biodiesel hasil sintesis ditentukan nilai bilangan peroksida, bilangan asam, dan kadar FFA.

Penambahan Ekstrak Kloroform Kulit Buah Pisang Kepok pada Produk Biodiesel dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit

Biodiesel hasil sintesis, ditambahkan antioksidan ekstrak kloroform kulit buah pisang kepok dengan variasi konsentrasi yaitu 0,1 % b/v, 0,2 % b/v, dan 0,3 % b/v dan dibandingkan dengan biodiesel tanpa penambahan ekstrak kloroform kulit buah pisang. Biodiesel yang telah ditambahkan antioksidan disimpan dalam botol kaca bening yang bertutup kain kasa selama 14 hari pada suhu ruang, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap bilangan peroksida, bilangan asam, dan kadar FFA setelah hari ke-14.

Analisis Bilangan Peroksida, Bilangan Asam, dan Kadar FFA pada Biodiesel

Bilangan Peroksida

Sebanyak 1 mL biodiesel yang telah ditentukan massa jenisnya pada suhu ruang, dipipet menggunakan pipet ukur dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan campuran asam asetat glasial dan kloroform sebanyak 10 mL dengan perbandingan 3:2 dan digoyangkan agar terlarut sempurna. Setelah larut, ditambahkan 0,5 mL KI jenuh dan didiamkan selama 2 menit, kemudian ditambahkan 10 mL air suling. Campuran dititrasikan dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,0193 N hingga warna kuning muda terbentuk. Campuran ditambahkan dengan indikator amilum 1% sebanyak 0,5 mL kemudian dititrasikan kembali dengan Na₂S₂O₃ 0,0193 N hingga warna kuning kehitaman hilang (Wildan, 2002). Pengerjaan ini dilakukan sebanyak tiga kali.

Perhitungan :

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{V \times N \times 1000}{G}$$

(meq peroksida/1000 g biodiesel)

(Sudarmadji *et al.*, 1984)

Keterangan :

V = Jumlah Na₂S₂O₃ untuk biodiesel (mL)

N = Normalitas Na₂S₂O₃

G = massa biodiesel (g)

Kadar FFA dan Bilangan Asam

Sebanyak 2 mL biodiesel yang telah ditentukan massa jenisnya pada suhu ruang,

dipipet menggunakan pipet volume, dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan etanol 95% sebanyak 2 mL. Larutan ditambahkan 2-3 tetes indikator fenolftalein, kemudian dititrasi dengan larutan standar KOH 0,0766 N hingga berwarna merah muda konstan (tidak berubah selama 15 detik). Jumlah KOH yang digunakan untuk titrasi dicatat untuk menghitung bilangan asam. Pengerjaan ini dilakukan sebanyak tiga kali. Perhitungan :

$$\text{Kadar FFA} = \frac{V \times N \times BM_{\text{asam palmitat}} \times 100\%}{G \times 1000}$$

$$\text{Bilangan asam} = \text{Kadar FFA} \times \frac{BM_{\text{KOH}}}{BM_{\text{asam palmitat}} \cdot 10}$$

(Sudarmadji *et al.*, 1984)

Keterangan :

V = Jumlah volume KOH untuk titrasi (mL)

N = Normalitas NaOH

G = massa biodiesel (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

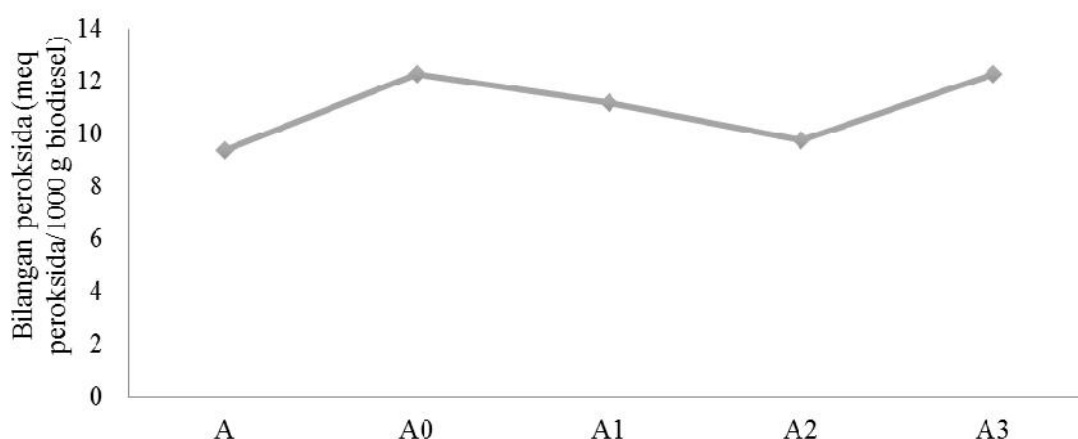
Ekstraksi Kulit Buah Pisang Kepok

Hasil maserasi dari 300 gram serbuk kulit buah pisang kepok dengan ±1600 mL metanol menghasilkan 13,31 gram ekstrak kental metanol yang berwarna coklat. Hasil partisi 10,25 gram ekstrak kental metanol menggunakan 600 mL

kloroform menghasilkan 3,28 gram ekstrak kental kloroform yang berwarna coklat kekuningan.

Produk Biodiesel dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit

Kadar asam lemak bebas (kadar FFA) dari minyak jelantah kelapa sawit dari hasil penelitian ini sebesar 0,67%. Hasil dari kadar FFA menunjukkan bahwa di dalam minyak jelantah kelapa sawit masih terdapat asam lemak bebas maka dari itu pada pembuatan biodiesel dilakukan dua proses yaitu proses esterifikasi dan proses transesterifikasi (Sofyan, 2012). Proses esterifikasi bertujuan agar asam lemak bebas berubah menjadi metil ester menggunakan metanol dan HCl yang berfungsi sebagai katalis (Fessenden dan Fessenden, 1992). Pada tahap esterifikasi ini asam lemak bebas pada metil ester akan berkurang karena esterifikasi akan merubah asam lemak bebas menjadi senyawa ester. Proses Transesterifikasi ini dilakukan agar trigliserida dari hasil esterifikasi jelantah minyak kelapa sawit berubah menjadi metil ester (Drapcho *et al.*, 2008). Pada tahap transesterifikasi dihasilkan metil ester pada lapisan atas yang berwarna kuning muda sebanyak 130 mL dan gliserol pada lapisan bawah yang berwarna coklat tua. Persen rendemen biodiesel yang dihasilkan sebesar 59,1% yang artinya masih cukup banyak dihasilkan gliserol pada proses transesterifikasi.



Gambar 1. Bilangan Peroksida Biodiesel Hasil Sintesis (A), Tanpa (A0), dan dengan Penambahan Ekstrak Kloroform Kulit Buah Pisang Kepok 0,1 % b/v (A1), 0,2 % b/v (A2), dan 0,3 % b/v (A3)

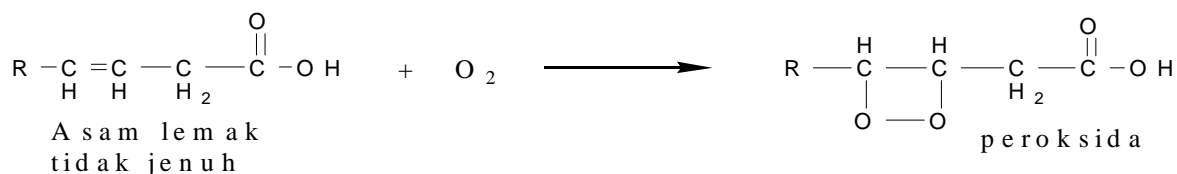
Nilai Bilangan Peroksida, Bilangan Asam, dan Kadar FFA Pada Biodiesel

Bilangan Peroksida

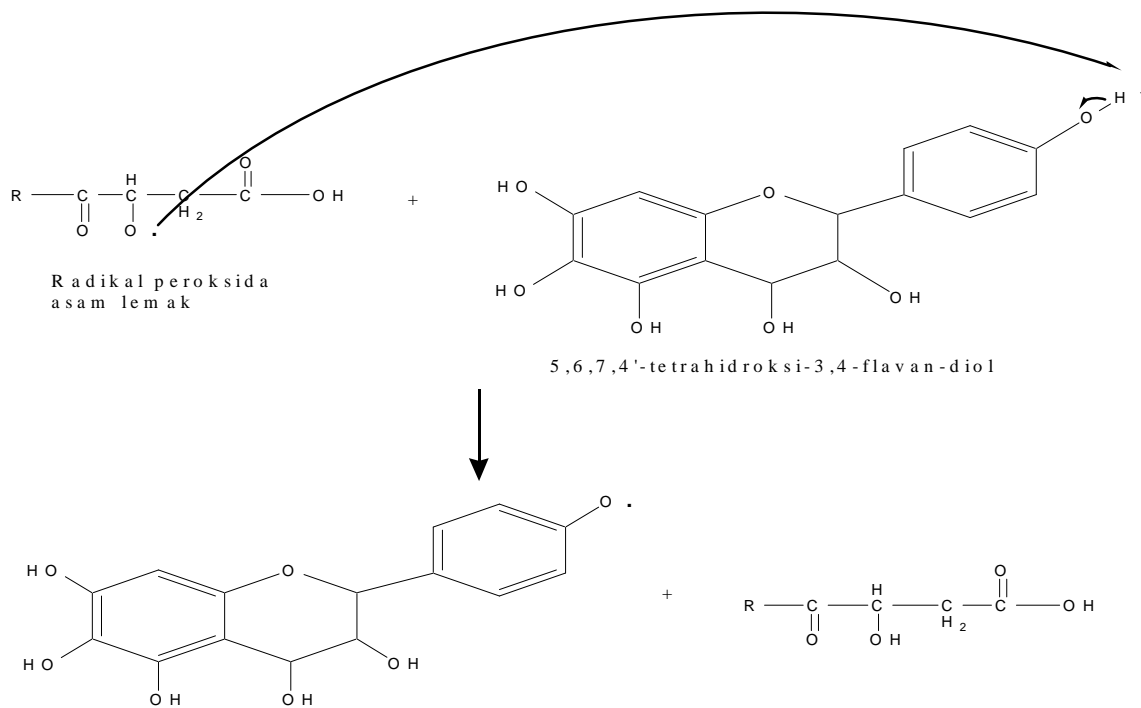
Nilai bilangan peroksida biodiesel hasil sintesis, tanpa dan dengan penambahan ekstrak kloroform kulit buah pisang kepok dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa biodiesel A0 memiliki nilai bilangan peroksida paling tinggi sebesar 12,2746 meq peroksida/1000 g biodiesel. Biodiesel A3 memiliki nilai bilangan peroksida sebesar 12,2512 meq peroksida/1000 g biodiesel lebih tinggi dibandingkan biodiesel A (9,3591 meq peroksida/1000 g biodiesel), biodiesel A1 (11,1878

meq peroksida/1000 g biodiesel) dan biodiesel A2 (9,7508 meq peroksida/1000 g biodiesel). Hal ini membuktikan bahwa biodiesel A0 mengalami reaksi oksidasi. Biodiesel A0 tersebut didiamkan selama 14 hari pada suhu kamar dan ditutup kain kasa serta tanpa penambahan ekstrak kloroform kulit buah pisang yang menyebabkan asam lemak tidak jenuh pada biodiesel banyak yang teroksidasi. Reaksi oksidasi disebabkan oleh adanya asam lemak jenuh pada biodiesel. Asam lemak tidak jenuh teroksidasi membentuk senyawa peroksida (Fessenden dan Fessenden, 1992). Mekanisme terjadinya reaksi oksidasi pada asam lemak tidak jenuh dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme Terjadinya Reaksi Oksidasi pada Asam Lemak Tidak Jenuh (Fessenden dan Fessenden, 1992)



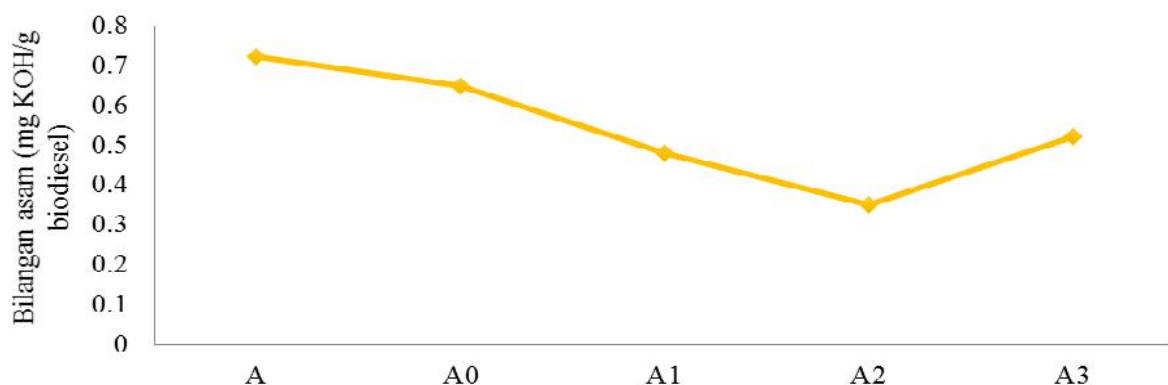
Gambar 3. Mekanisme Reaksi Senyawa 5,6,7,4'-tetrahidroksi-3,4-flavan-diol Dengan Radikal Peroksida Asam Lemak

Biodiesel A2 memiliki bilangan peroksida paling rendah yang berarti ekstrak kloroform kulit buah pisang paling efektif menghambat reaksi oksidasi biodiesel pada konsentrasi 0,2 % b/v. Hasil penelitian Atun *et al* (2007), menunjukkan di dalam ekstrak kloroform kulit buah pisang kepek terdapat senyawa 5,6,7,4'-tetrahidroksi-3,4-flavan-diol yang berfungsi sebagai antioksidan. Radikal peroksida asam lemak menyerang atom hidrogen (H) dari gugus fenol pada senyawa 5,6,7,4'-tetrahidroksi-3,4-flavan-diol sehingga senyawa 5,6,7,4'-tetrahidroksi-3,4-flavan-diol memiliki radikal yang stabil. Berdasarkan teori dari Fessenden dan Fessenden (1992), yang menyatakan bahwa kestabilan radikal pada senyawa tersebut dikarenakan adanya delokalisasi elektron pada senyawa aromatik, karena senyawa aromatik mengalami resonansi. Mekanisme reaksi antara senyawa 5,6,7,4'-tetrahidroksi-3,4-flavan-diol dengan radikal peroksida asam lemak ditunjukkan pada Gambar 3.

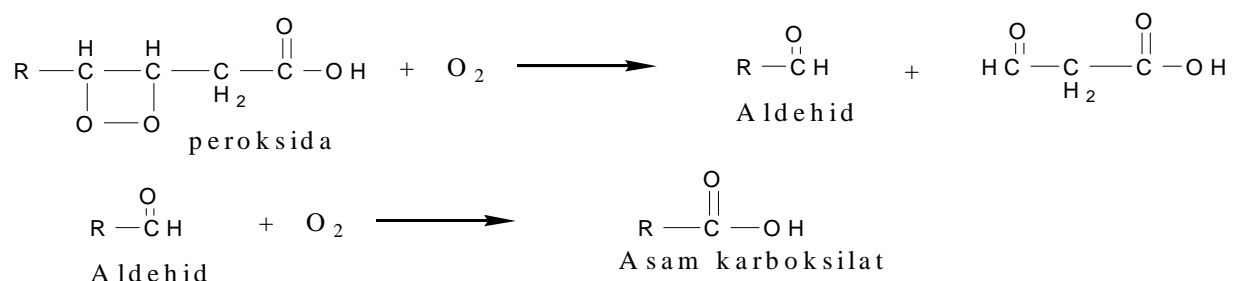
Bilangan Asam

Bilangan asam biodiesel hasil sintesis, tanpa dan dengan penambahan ekstrak kloroform kulit buah pisang kepek dapat dilihat pada Gambar 4.

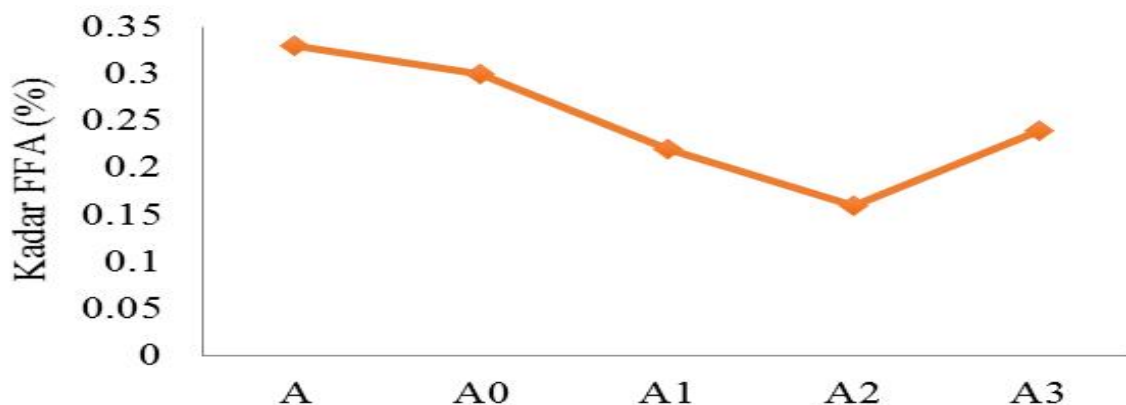
Hasil bilangan asam pada biodiesel hasil sintesis (0,7221 mg KOH/g biodiesel) paling tinggi. Biodiesel A0 memiliki bilangan asam lebih tinggi sebesar 0,6492 mg KOH/g biodiesel dibandingkan biodiesel A1 (0,4814 mg KOH/g biodiesel), A2 (0,3501 mg KOH/g biodiesel), dan A3 (0,5217 mg KOH/g biodiesel) yang artinya biodiesel A0 mengalami reaksi oksidasi. Hal ini disebabkan karena senyawa peroksida dari hasil oksidasi asam lemak tidak jenuh teroksidasi membentuk senyawa aldehid. Aldehid akan teroksidasi lebih lanjut membentuk asam karboksilat yang menyebabkan bilangan asam pada biodiesel A0 paling tinggi (Fessenden dan Fessenden, 1992). Mekanisme reaksi oksidasi pada senyawa peroksida ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Bilangan Asam Biodiesel Hasil Sintesis (A), Tanpa (A0), dan dengan Penambahan Ekstrak Kloroform Kulit Buah Pisang Kepok 0,1 % b/v (A1), 0,2 % b/v (A2), dan 0,3 % b/v (A3)



Gambar 5. Mekanisme Reaksi Oksidasi Pada Senyawa Peroksida (Fessenden dan Fessenden, 1992)



Gambar 6. Kadar FFA Biodiesel Hasil Sintesis (A), Tanpa (A0), dan dengan Penambahan Ekstrak Kloroform Kulit Buah Pisang Kepok 0,1% (A1), 0,2% (A2), dan 0,3% (A3)

Bilangan asam biodiesel A2 paling rendah yang artinya ekstrak kloroform kulit buah pisang kepok pada konsentrasi 0,2 % b/v paling efektif menghambat oksidasi pada biodiesel. Hasil bilangan asam pada biodiesel A, A0, A1, A2, dan A3 telah memenuhi SNI 04-7182-2006 dengan nilai bilangan asam pada biodiesel < 0,80 mg KOH/g biodiesel (Manai, 2010). Nilai bilangan asam ini sesuai dengan bilangan asam biodiesel minyak jelantah kelapa sawit dari hasil penelitian Suirta (2009) yang diperoleh sebesar 0,4238 mg KOH/g biodiesel.

Kadar FFA

Kadar FFA biodiesel hasil sintesis, tanpa dan dengan penambahan ekstrak kloroform kulit buah pisang kepok ditunjukkan pada Gambar 6.

Biodiesel A2 memiliki kadar FFA paling rendah sebesar 0,16%. Hal ini memiliki arti bahwa ekstrak kloroform kulit buah pisang kepok paling efektif menghambat oksidasi pada konsentrasi 0,2 % b/v. Kadar FFA biodiesel hasil sintesis (0,33%) paling tinggi. Biodiesel A0 memiliki bilangan asam lebih tinggi sebesar 0,30% dibandingkan biodiesel A1 (0,22%), A2, dan A3 (0,24%) yang artinya biodiesel A0 mengalami reaksi oksidasi (Fessenden dan Fessenden, 1992). Hal ini dikarenakan Kadar FFA berbanding lurus dengan bilangan asam, semakin besar bilangan asam maka semakin besar kadar FFA. Kadar FFA tersebut menunjukkan kuantitas asam lemak bebas yang terdapat di dalam biodiesel (Drapcho *et al.*, 2008).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Biodiesel dengan penambahan ekstrak kloroform kulit buah pisang kepok 0,2 % b/v paling efektif menghambat reaksi oksidasi karena memiliki nilai bilangan peroksida, bilangan asam, dan kadar FFA paling rendah.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan konsentrasi ekstrak kloroform kulit buah pisang kepok diatas 0,3 % b/v, agar bisa menjelaskan peningkatan nilai bilangan peroksida, bilangan asam, dan kadar FFA yang terjadi pada biodiesel dengan penambahan ekstrak kloroform kulit buah pisang kepok 0,3 % b/v.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. I Wayan Suirta, M.Si, Ibu Ida Ayu Gede Widihati, S.Si., M.Si dan Bapak I Wayan Sudiarta, S.Si., M.Si atas segala saran dan masukannya, kepada orang tua penulis yang telah memberikan dana dan dukungan, serta orang terdekat dan sahabat-sahabat penulis yang memberikan semangat pada penelitian dan penulisan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Atun, S., Arianingrum, R., Handayani, S., Rudyansah, dan Garson, M., 2007, Identifikasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Kimia dari Ekstrak Metanol Kulit Buah Pisang (*Musa paradisiaca* Linn.), *Indo. J. Chem.*, 7 (1) : 83-87
- Drapcho, C. M., Nhuan, N. P., dan Walker, T. H., 2008, *Biofuels Engineering Process Technology*, McGraw-Hill Companies, America
- Fajriyah, N. U., Wijayati, N., dan Susanti, E., 2012, Sintesis Crude Palm Oil Methyl Ester Melalui Reaksi Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Dengan Metanol, *Journal stifar*, 6 (1) : 1-12
- Fessenden, R. J. dan Fessenden, J. S., 1992, *Kimia Organik Edisi Ketiga*, a.b. Pudjatmaka, H., Gramedia, Jakarta
- Manai, S., 2010, *Membuat Sendiri Biodiesel Bahan Bakar Alternatif Pengganti Solar*, CV. Andi Offset, Yogyakarta
- Okvitarini, N., Hidayah, M. I., Satriadi, H., dan Widayat, 2013, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Menggunakan Katalis KOH dengan Penambahan Ekstrak Jagung, *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri.*, 2 (3) : 24-29
- Sofyan, P., 2012, *Panduan Membuat Sendiri Bensin dan Solar*, Pustaka Baru Press, Yogyakarta
- Suaniti, N. M. dan Adnyana, I. W. B., 2014, Sintesis dan Uji Angka Ester Biodiesel Jelantah Minyak Kelapa, *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan dalam rangka Inovasi Teknologi Ramah Lingkungan (green technology) untuk Perkembangan Pariwisata*, Bali, h.159-162
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 1984, *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*, Liberty, Yogyakarta
- Suirta, I. W., 2009, Preparasi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit, *Jurnal Kimia*, 3 (1) : 1-6
- Sumarsih, 2008, Proses Pembuatan Biodiesel (Proses Trans-Esterifikasi), <http://sumarsih07.files.wordpress.com/2008/07>, 8 maret 2014
- Wildan, F., 2002, Penentuan Bilangan Peroksida dalam Minyak Nabati Dengan Cara Titrasi, *Temu Teknis Fungsional Non Peneliti*, Balai Penelitian Ternak-Ciawi-Bogor, h.63-69