

## PEMBUATAN BIODIESEL DARI *CRUDE PALM OIL* (CPO) MENGGUNAKAN KATALIS CaO

NURMEIZON SALEH

Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Padang  
e-mail:nurmeizon@itp.ac.id

**Abstract:** Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dihasilkan dari minyak nabati yang memiliki sifat ramah lingkungan, salah satu yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak sawit (*crude palm oil*), dengan perkebunan yang luas dan produksi yang besar di Indonesia saat ini. *Crude Palm Oil* (CPO) digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel, pada penelitian ini dilakukan dengan tahap esterifikasi dan transesterifikasi, katalis yang digunakan pada tahap esterifikasi adalah  $H_2SO_4$  (pa) sebanyak 1% (b/b) dan metanol sebanyak 15% (b/b), dan katalis CaO sebanyak 2% (b/b) pada tahap transesterifikasi. Hasil analisa biodiesel didapatkan rata-rata densitas 0,8269 g/ml, rata-rata viskositas 3,654 cSt dan rata-rata kadar air 0,304%.

**Kata kunci;** biodiesel, *crude palm oil*, cangkang telur, CaO, densitas, viskositas, kadar air, katalis heterogen

### A. Pendahuluan

Bertambahnya jumlah penduduk dan semakin berkembangnya industri dan teknologi seiring dengan meningkatnya akan kebutuhan manusia, salah satunya kebutuhan akan energi bahan bakar. Sebagian besar energi yang digunakan saat ini berasal dari fosil. Penggunaan energi yang berasal dari fosil berupa bahan bakar di Indonesia selalu mengalami peningkatan. Terutama bidang transportasi, meningkatnya jumlah kendaraan maka konsumsi bahan bakar semakin meningkat.

Sumber daya alam yang tidak dapat diperbarukan salah satu satunya adalah bahan bakar minyak bumi yang berasal dari fosil yang pada saatnya nanti akan habis. Penggunaan energi minyak bumi sebagai bahan bakar juga tidak ramah terhadap lingkungan. Semakin menipisnya cadangan energi berupa bahan bakar fosil ini maka memaksa dengan berbagai cara untuk mengembangkan energi alternatif ramah lingkungan.

Energi alternatif berupa bahan bakar diesel ramah lingkungan, untuk mengatasi masalah bahan bakar dari minyak bumi tersebut maka dikembangkan minyak diesel dari *crude palm oil*. Indonesia merupakan produsen *crude palm oil* terbesar di dunia. Gabungan Kelapa Sawit Indonesia (Gapki 2021) mencatat produksi minyak sawit mentah (*crude palm oil* /CPO) Indonesia pada tahun 2021 sebesar 46,88 juta ton. Produksi CPO pada tiga tahun terakhir yaitu pada tahun 2020 produksi sebesar 47,03 juta ton, tahun 2019 produksi sebesar 47,18 juta ton, tahun 2018 produksi sebesar 43,1 juta ton

Biodiesel merupakan bahan bakar yang menggunakan bahan baku nabati (*renewable*), mempunyai kelebihan mengurangi emisi pada udara, juga limbah gas asap tidak berwarna hitam, dan tidak membuat mata perih. (Suharto, 2017). Pembuatan biodiesel dari *crude palm oil* dilakukan dengan reaksi dua tahap esterifikasi dan transesterifikasi menggunakan katalis  $H_2SO_4$  dan KOH, katalis yang digunakan merupakan katalis homogen yang mana kelemahan dari katalis ini cukup rumit untuk dipisahkan dari produknya, dan dapat bereaksi dengan asam lemak bebas (ALB) membentuk sabun dari sisa katalis homogen pada tahap esterifikasi, sehingga mempengaruhi dan menyulitkan tahap berikutnya pada pengolahan dan pemurnian sehingga menurunkan hasil biodiesel serta dapat menambah jumlah penggunaan katalis pada tahap reaksi transesterifikasi. Katalis homogen ini dapat digantikan dengan katalis heterogen yang lebih ramah lingkungan, mudah dipisahkan dari produk di akhir proses, stabil pada suhu tinggi, pori yang besar dan murah (Ulfayana, 2014)

Sebagai solusi pengganti dari katalis homogen ini maka digunakan katalis heterogen, pada penelitian ini menggunakan katalis CaO pada tahap reaksi transesterifikasi. Sedangkan

teknik pemisahan katalis basa heterogen tidak terlalu sulit, pemisahannya dapat dilakukan dengan filtrasi atau dekantasi. (Bangun, N., 2008).

Kalsium oksida (CaO) merupakan oksida basa kuat yang memiliki aktivitas katalitik yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai katalis untuk pembuatan biodiesel. CaO merupakan katalis heterogen yang memiliki bentuk berupa padatan sehingga mudah dipisahkan dari campuran dengan penyaringan dan tidak membutuhkan air yang banyak dalam proses penyaringannya. CaO sebagai katalis basa mempunyai banyak kelebihan misalnya, kondisi reaksi yang rendah, masa katalis yang lama, serta biaya katalis yang rendah (Indah dkk., 2011)

Katalis CaO ketersediaannya sangat banyak dan mudah didapatkan serta dapat menurunkan biaya produksi. Katalis CaO dapat dibuat melalui proses kalsinasi  $\text{CaCO}_3$ . Kulit telur yang mudah didapatkan merupakan salah satu bahan yang banyak mengandung  $\text{CaCO}_3$ . Komposisi kimia (per berat) dari kulit telur telah dilaporkan sebagai berikut: kalsium karbonat (94%), magnesium karbonat (1%), kalsium fosfat (1%) dan bahan organik lainnya (4%). Kadar  $\text{CaCO}_3$  yang tinggi dan terdapat dalam jumlah yang melimpah, sehingga dimungkinkan untuk membuat katalis heterogen aktif dari kulit telur (Wei dkk., 2009).

## B. Metode Penelitian

### Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan yaitu *crude palm oil*, KOH (pa), etanol (pa) cangkang telur, aquadest. Alat-alat yang digunakan yaitu erlenmeyer, corong pisah, timbangan analitis, gelas ukur, thermometer, hot plate, stopwatch, gelas piala, ayakan 200 mesh, alu, lumpang, cawan porselin, desikator, viscometer, piknometer, dan oven.

### Preparasi katalis

Langkah pertama, kulit telur ayam dibersihkan dan dikeringkan pada suhu  $110^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Kemudian kulit telur ayam yang sudah kering dihaluskan dengan menggunakan *shaker mill* dan diayak dengan ukuran 100-200 mesh untuk menghomogenkan ukuran. Kulit telur ayam yang sudah diayak, lalu dikalsinasi pada suhu  $900^\circ\text{C}$  selama 3 jam untuk mendapatkan kalsium oksida (CaO) (Hadiyanto dkk., 2017).

### Proses Pembuatan Biodiesel

#### a. Esterifikasi

Timbang sebanyak 100 gram *Crude palm oil* kemudian dimasukkan kedalam labu dasar bulat 1.000 ml beserta stirrer, panaskan dengan *hot plate* sampai temperatur  $60^\circ\text{C}$  kemudian larutan ditambahkan campuran larutan etanol 15% (b/b) dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1% (b/b) secara perlahan-lahan, jaga temperatur tetap konstan, proses berjalan selama 90 menit. Selanjutnya dilakukan pemisahan campuran.

#### b. Pemisahan hasil esterifikasi

Filtrat hasil esterifikasi dipisahkan dengan memindahkan larutan tersebut kedalam corong pisah dan diamkan 1-2 jam, setelah lapisan terbentuk pisahkan dengan mengeluarkan pada bagian bawah, pada bagian bawah merupakan metil ester dengan trigliserida, pisahkan bagian bawah lanjut ke proses transesterifikasi.

#### c. Transesterifikasi

Metil ester dan trigliserida pada lapisan bagian bawah dari hasil pemisahan pada proses esterifikasi, lalu larutan tersebut dimasukkan kedalam labu dasar bulat, kemudian dipanaskan hingga suhu  $65^\circ\text{C}$ , setelah suhu tercapai tambahkan metanol (pa) 15% (b/b) dan katalis CaO 2%, lama waktu reaksi transesterifikasi 120 menit kemudian pisahkan.

#### d. Pemisahan hasil transesterifikasi

Hasil proses transesterifikasi dipisahkan menggunakan corong pisah, masukkan ke dalam corong pisah semua larutan hasil reaksi transesterifikasi yang terbentuk dan diamkan selama semalaman. Lapisan atas adalah *crude biodiesel* dan lapisan bawah gliserol dipisahkan dengan mengeluarkan melewati bagian bawah corong pisah. Pemurnian dilakukan dengan cara mencuci dengan air hangat ( $\pm 60^\circ\text{C}$ ) sampai air hasil pencuciannya jernih. Biodiesel yang dihasilkan dipanaskan dalam oven dengan suhu  $110^\circ\text{C}$  selama 40-60 menit, dengan tujuan untuk menguapkan air dan metanol yang masih tersisa sampai larutan terlihat jernih.

**Pengujian Biodiesel**

a. Densitas

Massa jenis atau densitas atau rapatan adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya.

Jika biodiesel mempunyai massa jenis melebihi ketentuan, akan terjadi reaksi tidak sempurna pada konversi minyak nabati. Bila menggunakan mutu yang seperti ini akan mengakibatkan keausan mesin, emisi, dan kerusakan pada mesin. (Prihananda, dkk., 2006)

b. Viskositas

Viskositas adalah kekentalan lapisan-lapisan fluida ketika lapisan tersebut bergeser satu sama lain. Viskositas juga merupakan gesekan dalam fluida. Besarnya viskositas menyatakan kekentalan fluida. Gesekan yang terjadi dapat memberi hambatan pada fluida jika bersinggungan dengan sebuah benda. Viskositas berpengaruh pada kemudahan pengaliran cairan, semakin rendah viskositas semakin mudah cairan tersebut untuk mengalir, demikian pula sebaliknya semakin besar viskositas semakin besar tahanannya untuk mengalir karena semakin besar tahan cairan tersebut.

c. Air

Air sangat berpengaruh terhadap kualitas biodiesel dan dalam proses pembakaran pada mesin, biodiesel banyak mengandung air akan mengganggu proses pengapian dan kinerja mesin.

**C. Hasil dan Pembahasan**

**Pengujian biodiesel**

a. Pengukuran Densitas

Timbang kosong botol pikno dengan neraca analitis, setelah ditimbang masukkan biodiesel sebelumnya telah dihangatkan pada suhu 40 °C kedalam botol pikno hingga penuh lalu tutup dan timbang dengan neraca analitis

$$\rho = \frac{\text{berat piknometer isi} - \text{berat piknometer kosong}}{\text{volume piknometer}}$$

$$\rho = \frac{32,8208 - 12,1461}{25}$$

$$\rho = \frac{20,6747}{25}$$

$$\rho = 0,8269$$

Tabel 1. Densitas biodiesel

No	Berat pikno kosong (g)	Berat pikno isi (g)	Massa jenis (g/ml)
1	12,1461	32,8182	0,8268
2	12,1461	32,8208	0,8269
3	12,1461	32,8194	0,8269

b. Pengukuran Viskositas

Biodiesel dimasukkan kedalam *viscometer* yang diletakkan dalam thermostat. Biodiesel diisap dengan pengisap kedalam bola, hingga permukaan biodiesel berada diatas garis bola, kemudian dibiarkan mengalir dari garis atas ke garis bawah bola, catat waktu. Lalukan dengan cairan pembanding.

$$\mu = \frac{\mu_{air} \times (t_{xp})_{biodiesel}}{(t_{xp})_{air}}$$

$$\mu = \frac{0,65 \times (142,2 \times 0,8269)}{(21 \times 0,9980)}$$

$$\mu = \frac{76,4304}{20,958}$$

$$\mu = 3,647 \text{ cSt}$$

Tabel 2. Viskositas biodiesel

No	Waktu (menit)	Waktu (detik)	$\mu$ biodiesel (cSt)
1	2,37	142,2	3,647
2	2,38	142,6	3,657
3	2,38	142,6	3,657

c. pengukuran kadar air

Panaskan cawan porselen dalam oven selama 30 menit kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu timbang. Masukkan sampel kedalam cawan porselen lalu timbang, panaskan dalam oven pada suhu 110 °C selama 5 jam kemudian dinginkan dalam desikator lalu timbang, hitung selisihnya.

$$\text{kadar air} = \frac{(\text{gr cawan} + \text{bio a}) - (\text{gr cawan} + \text{bio b})}{\text{berat biodeisel}}$$

$$\text{kadar air} = \frac{62,9380 - 62,9230}{4,9860} \times 100\%$$

$$\text{kadar air} = \frac{0,015}{4,9860} \times 100\%$$

$$\text{kadar air} = 0,301\%$$

Tabel 3. Kadar Air biodiesel

No	Berat cawan kosong (g)	Berat cawan+ biodiesel awal (g)	Berat cawan+ biodiesel setelah dipanaskan (g)	Kadar Air biodiesel (%)
1	57,8875	62,7861	62,7714	0,300
2	57,9520	62,9380	62,9230	0,309
3	57,9870	62,9308	62,9158	0,303

**D. Penutup**

Dari hasil penelitian yang dilakukan pembuatan biodiesel dari *crude palm oil* (CPO) menggunakan katalis CaO diperoleh hasil analisa biodiesel yang dengan rata-rata nilai densitas adalah 0,8269 g/ml, rata-rata viskositas adalah 3,657 cSt dan rata-rata kadar air yaitu 0,304 %

**Daftar Pustaka**

- Bangun, N. 2008. Perbedaan Katalis Homogen dan Heterogen. <http://www.google.com>
- Dahlan K, Prasetyanti F, Sari YW. 2009. Sintesis Hidroksiapatit dari Cangkang Telur Menggunakan Dry Metode. *J. Biofisika*. 5(2):71-78.
- Erningpraja, L dan Dradjat, B. 2006. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. ISSN 0216-4427. 28 (3).
- GAPKI, 2021. Kinerja Industri Sawit 2021 dan Prospek 2022. <https://gapki.id/news/20519/kinerja-industri-sawit-2021-prospek-2022>
- Hadiyanto, H., A.H. Afianti, U,I. Navi'a,N.P. Adetya, W. Widayat dan H.Sutanto.2017. The Deveploment ofHeterogeneousCatalystC/CaO/NaOH from Waste of GreenMussel Shell (Perna Veridis) forBiodieselSynthesis. *Journal ofEnvironmentalChemicalEngineering*. 5(5): 4559-4563.

- Indah.S., T., Summa, M.S.A., dan Sari, A.K. 2011. Katalis basa heterogen campuran cao dan sro pada reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit. *Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3*.
- Prihananda R., Roy H., Makmur N. 2006. Menghasilkan Biodiesel Murah. Jakarta: AgroMedia.
- Suharto. 2017. Bioteknologi dalam Bahan Bakar Nonfosil. Yogyakarta: ANDI.
- Tahir dan Yoeswono. 2009. Optimasi Proses Transesterifikasi Minyak Sawit dengan Metanol dan Katalis KOH untuk Pembuatan Biodiesel. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Ulfayana, S. 2014. Pemanfaatan Zeolit Alam sebagai Katalis pada Tahap Transesterifikasi Pembuatan Biodiesel dari Sawit *Off Grade*. *Skripsi*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Yoeswono, Sibarani, J. dan Khairi, S. (2008). Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Katalis Basa pada Reaksi Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel. PKMI 2008.
- Wei, Z., Xu, C., dan Li, B. (2009) application of waste eggshell as low-cost solid catalyst for biodiesel production, *Bioresource Technology*, 100, 28832885.