

## Pra Rancang Bangun Pabrik Biodiesel Dari Biji Alpukat Menggunakan Proses Transesterifikasi Dengan Alat Utama Mixer Kapasitas 112.810 Ton/Tahun

Juhari <sup>1)</sup>, Ir. Taufik Iskandar, M.AP <sup>2)</sup>, S.P. Abrina Anggraini, ST., MT <sup>3)</sup>  
PS. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang  
e-mail address : [umijauhary@gmail.com](mailto:umijauhary@gmail.com)

---

### ABSTRAK

Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor yang dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel. Biji alpukat terdiri dari 65% daging buah (*mesokarp*), 20% biji (*endokarp*), dan 15% kulit buah (*perikarp*). Biji alpukat mengandung 15-20 % minyak. Biji alpukat mengandung minyak yang hampir sama dengan kedelai sehingga biji alpukat dapat dijadikan sebagai sumber minyak nabati. Tujuan didirikan pabrik biodiesel untuk mengetahui kelayakan untuk didirikannya rancangan bangun pabrik biodiesel. Kapasitas produksi yang dihitung berdasarkan pada data produksi biji alpukat tahun 2010-2013 dan perkiraan produksi tahun 2019 adalah 112.810 ton/tahun dengan menggunakan alat utama Mixer dengan proses tranesterifikasi. Lokasi bangun pabrik direncanakan di wilayah Lumajang Jawa Timur, Selain di pasarkan sendiri, juga akan bekerja sama dengan PT. Pertamina. Berdasarkan analisa ekonomi pra rancang bangun pabrik biodiesel diketahui Total Capital Investment (TCI): Rp. 13.406.244.594,- Return Of Investment (ROI) sebelum dan sesudah pajak 90,8% dan 81,80%, Pay Out Time (POT) 1,2 tahun; Break Even Point (BEP): 36,1%; Tingkat Pengembalian Internal (IRR): 18,3 %

**Kata-kata kunci** : biodiesel, biji alpukat, mixer

### ABSTRACT

*Biodiesel is one of the most environmentally friendly alternative fuels, has no health effects that can be used as motor vehicle fuels that can reduce emissions when compared to diesel oil. Avocado seeds consist of 65% meat flesh (mesocarp), 20% seed (endocarp), and 15% fruit peel (pericarp). Avocado seeds contain 15-20% oil. Avocado seeds contain almost the same oil as soybeans so that avocado seeds can be used as a source of vegetable oil. The objective of the biodiesel plant is established to determine the feasibility of establishing a biodiesel plant construction plan. Production capacity calculated based on avocado seed production data in 2010-2013 and 2019 production forecast is 112.810 ton / year using Mixer main tool with tranesterification process. The location of factory building is planned in East Java Lumajang area, In addition to its own market, will also cooperate with PT. Pertamina. Based on the economic analysis pre-design of biodiesel plant known Total Capital Investment (TCI): Rp. 13.406.244.594, - Return Of Investment (ROI) before and after tax 90.8% and 81.80%, Pay Out Time (POT) 1.2 years; Break Even Point (BEP): 36.1%; Internal Return Rate (IRR): 18.3%*

**Keywords:** *biodiesel, avocado, mixer*

---

## PENDAHULUAN

Kehidupan manusia tidak pernah bisa lepas dari kebutuhan energi. Selama ini masyarakat Indonesia hanya menggantungkan kebutuhan energi BBM bersumber pada energi minyak yang terbuat dari fosil. Padahal, cadangan energi fosil di Indonesia dan dunia semakin hari semakin berkurang, sedangkan kebutuhannya terus meningkat. Perkiraan ekstrem menyebutkan, minyak bumi di Indonesia dengan tingkat konsumsi seperti saat ini akan habis dalam waktu 10-15 tahun lagi. Fakta lain juga menyebutkan, bahwa Indonesia sudah menjadi net importir minyak (solar) dari tahun 2005 (Susilo, 2006).

Permasalahan dengan salah satu alternatif untuk mengatasi masalah akan kelangkaan BBM adalah dengan memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah, yaitu salah satunya adalah buah alpukat (*avocado seeds*).

Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor yang dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel. Biodiesel terbuat dari minyak nabati yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Bahan baku yang berpotensi sebagai bahan baku pembuat biodiesel antara lain kelapa sawit, kedelai, jarak pagar, alpukat dan beberapa jenis tumbuhan lainnya. (Wikipedia, 2007).

Biji alpukat terdiri dari 65% daging buah (*mesokarp*), 20% biji (*endokarp*), dan 15% kulit buah (*perikarp*). Menurut Prasetyowati, biji alpukat mengandung 15 - 20 % minyak. Biji alpukat mengandung minyak yang hampir sama dengan kedelai

sehingga biji alpukat dapat dijadikan sebagai sumber minyak nabati.

Salah satu alasan mengapa menggunakan biji alpukat dibandingkan dengan tanaman lainnya dikarenakan buah alpukat banyak terdapat di lingkungan masyarakat yang bijinya belum dimanfaatkan secara maksimal. Selain itu, yang paling penting yaitu kandungan minyak biji alpukat lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman-tanaman seperti kedelai, jarak, biji bunga matahari, dan kacang tanah. Pada tahun 2013 luas pekebunan alpukat di Indonesia adalah 600 hektar dengan total memproduksi biji alpukat yaitu mencapai 276.318 ton per tahun (Direktorat Jendral Perkebunan, 2013). Dilihat dari pekebunan alpukat, limbah biji alpukat yang terbuang sebanyak 15-39% dan biji alpukat yang masih dimanfaatkan sebanyak 50% (Bora dkk, 2001).

Sebagai Negara penghasil minyak terbesar di dunia, Indonesia memiliki peluang sangat besar untuk mengembangkan biodiesel. Salah satunya adalah biji alpukat. Biji alpukat ini merupakan potensi bahan baku yang besar untuk tujuan pengembangan BBM alternatif atau biodiesel (Bode, 2007).

Biodiesel dari minyak biji alpukat diperoleh dengan proses transesterifikasi. Penggunaan katalis heterogen kalsium oksida (CaO) dalam transesterifikasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik biodiesel yang dihasilkan, sedangkan kelebihanannya dapat digunakan kembali karena pemisahannya lebih mudah. Berdasarkan sifat kimia dan fisiknya minyak biji alpukat (*Persea gratissima*) dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

Tujuan didirikan pabrik biodiesel untuk mengetahui kelayakan untuk didirikannya rancangan bangun pabrik biodiesel.

### Proses Transesterifikasi

Transesterifikasi (biasa disebut dengan alkoholisis) adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi *alkyl ester*, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Di antara alkohol-alkohol monolitik yang menjadi kandidat sumber/pemasok gugus alkil, metanol adalah yang paling banyak digunakan, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi (sehingga reaksinya disebut metaolisis). Jadi, disebagian besar dunia ini, biodiesel praktis identik dengan ester metal asam-asam lemak (*fatty acids metl ester*, FAME).

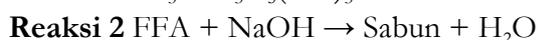
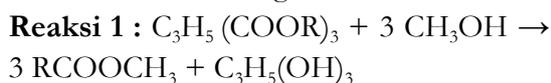
### Proses Produksi

Biji Alpukat di masukkan ke Belt Conveyor (J112) agar bebas dari kotoran sebelum masuk di pengovenan, selanjutnya biji alpukat dikeringkan menggunakan Oven (Q-113) hingga di peroleh kadar air 10,2% dengan proses pengovenan atau pemanasan pada suhu 100°C selama 40 menit (Trubus, 2005), Lalu dilanjutkan dengan penggilingan menggunakan Grinders (C-114) dikeluarkan dan dilanjutkan dengan proses pengepresan dan penyaringan menggunakan Leaf filter (H-115) untuk memperoleh minyak dan ampas yang diperoleh dari hasil pengepresan, ampas akan menuju ke waste dan minyak dari hasil proses penyaringan yang bersih ditampung ke tangki minyak biji alpukat (F-116) bersih

### Tahap Proses utama

Bahan baku biji alpukat direaksikan dengan campuran alkohol dan katalis basa dengan cara diaduk dan disirkulasikan dengan pembuatan pompa (L-117), sambil dikontrol temperaturnya pada suhu 70°C didalam tangki mixer (M-110) dan tekanan oprasi 1 atm

Makanisme reaksi pada proses Transesterifikasi sebagai berikut:



Mixer dilengkapi dengan pengaduk berkecepatan 200 rpm dan jaket pemanas (Chitra dkk. 2005; Ramos dkk. 2009). Dari hasil reaksi berupa Metil easter, gliserin dan sedikit sabun langsung dialirkan ke evaporator (V-120) untuk dipisahkan dari methanol (*excess methanol*) didalam evaporator (V-120) terjadi penguapan yaitu air dan metanol, selanjutnya metil easter dipisahkan dari gliserin, sabun dan air menggunakan decanter (H-121), kemudian metil ester dimurnikan lagi sisa air dan methanol menggunakan vacuum dryer (F-123) setelah metil ester benar-benar murni selanjutnya disimpan ditempat penyimpanan. Gliserin dan sedikit sabun setelah dipisahkan dari metil ester langsung simpan di tempat penyimpanan akhir (F-125).

### Utilitas

Utilitas yang digunakan dalam Pra Rancang Pabrik Biodiesel dari Biji Alpukat tersebut adalah:

1. Unit penyediaan air
2. Unit penyediaan uap air, berasal dari Boiler
3. Unit pembangkit tenaga listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar.

## Instrumen

Instrumen merupakan bagian yang penting dalam pengendalian proses suatu pabrik industri. Instrumen yang digunakan dalam pabrik ini adalah:

**Tabel 1.** Instrumen

No	Alat	Instrumen
1	Oven	TIC
		TIC
2	Mixer	LIC
		PIC
		TIC
3	Evaporator	LIC
		FIC
4	Pompa	FIC
5	Vacuum Drying	TIC

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapasitas produksi yg didasarkan pada data produksi biji alpukat tahun 2010-2013 dan perkiraan produksi tahun 2019. Dari tabel diketahui nilai produksi setiap tahun dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$F = P(1+i)^n$$

Dimana:

F = Perkiraan tahun berdirinya pabrik

P = Jumlah tahun sebelumnya

i = Nilai persentase kenaikan

n = Selisih tahun (2013-2019)

Penentuan % kenaikan digunakan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{B - A}{A} * 100$$

Dimana, C = % kenaikan

B = nilai tahun mendatang

A = nilai tahun sebelumnya

% kenaikan pada tahun 2010 = 0

$$\begin{aligned} \text{\% kenaikan pada tahun 2011} \\ &= \frac{5519,06 - 4485,56}{4485,56} \times 100 = 23,041 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{\% kenaikan pada tahun 2012} \\ &= \frac{5.884 - 5519,06}{5519,06} \times 100 = 6,612 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{\% kenaikan pada tahun 2013} \\ &= \frac{5.884 - 5.797}{5.797} \times 100 = -1,479 \end{aligned}$$

**Tabel 1.11** Produksi Alpukat dari Tahun

Tahun	Produksi Alpukat (ton)	Produksi Bji	% Kenaikan
2010	224,278	4485,56	0
2011	275,953	5519,06	23,041
2012	294,2	5.884	6,612
2013	289,893	5.797	-1,479
<b>Rata-rata</b>			<b>9,391</b>

Sumber: Dinas Pertanian dan Perkebunan Jawa Timur

Diketahui rata-rata kenaikan produksi Biji Alpukat adalah;

$$\begin{aligned} \text{Kenaikan rata-rata} &= \frac{23,04\% + 6,61\% + (-1,479\%)}{3} \\ &= 9,391\% \\ &= 0,09391 \end{aligned}$$

Sehingga produksi Biji Alpukat diperkirakan

$$F = P(1+i)^n$$

$$F = 5.797 (1+0,09391)^{2019-2013}$$

$$F = 5.797 (1,09391)^6$$

$$F = 9.933,533 \text{ ton/tahun}$$

Untuk menentukan basis pabrik baru biodiesel diambil sebesar 0,178 % dari jumlah potensi biji alpukat maka diperkirakan sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Basis pabrik baru} &= 0,178\% \times 9.933,533 \\ &\text{ ton/tahun} \\ &= 1.768,169 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Untuk menentukan kapasitas produksi maka:

Kandungan minyak dalam biji alpukat berkisar antara 50-70% (Heyne, 1987). Menurut Retno Pratiwi, 2010, menyatakan bahwa dalam 1 kg biji alpukat terdapat 0,695 kg minyak.

$$= 0,695 \times 1.768,169 \text{ ton/tahun}$$

$$= 1.228,877 \text{ ton/tahun}$$

Konversi minyak ke biodiesel maks 91,8%, (Hermiyawan dan Adriana, 2007)

$$= 91,8 \times 1.228,877 \text{ ton/tahun}$$

$$= 112.810,948 \text{ ton/tahun}$$

Jadi kapasitas produksi biodiesel pertahun adalah 112.810 ton/tahun (pembulatan)

**Tabel 3.** Neraca Massa Mixer

Komponen	Masuk Massa (Kg/jam)	Keluar Massa (Kg/Jam)	Waste
Metil ester		18,638	
Gliserin		0,1309	
Metanol	1,66418	1,183	
H <sub>2</sub> O	0,046		
Sabun		0,989	
KOH	0,29358	0,474	
Trigliserida	42,486	1,213	
FFA	0,873		
Loss			22,1041
<b>Total</b>	<b>44,836</b>	<b>44,836</b>	

**Tabel 4.** Neraca Panas Mixer

	Masuk	Keluar
$\Delta H_1$	55.445,017	$\Delta H_2$ 67.380,913
$\Delta H_R$	70.832,397	$Q_1$ 52.582,630
		$Q_{loss}$ 6.313,871
<b>Total</b>	<b>126.277,414</b>	<b>126.277,414</b>

**Kesimpulan perhitungan dari perancangan alat**

Hasil perancangan dimensi mixer dengan bahan konstruksi high alloy steel SA – 240 grade M type 316 maka didapat ukuran :

- tinggi slinder  $L_s = 3,729 \text{ in} = 1,1366 \text{ m}$
- tebal slinder  $T_s = 3/16 \text{ in} = 0,0476 \text{ m}$
- tebal tutup atas  $t_{ha} = 3/16 \text{ in} = 0,0476 \text{ m}$
- tebal tutup bawah  $t_{hb} = 3/16 \text{ in} = 0,0476 \text{ m}$
- tinggi tutup atas  $h_a = 0,420 \text{ in} = 0,010668 \text{ m}$
- tinggi tutup bawah  $h_b = 0,717667 = 1,15123 \text{ m}$
- tinggi tangki  $= 191,575 \text{ in} = 4,866 \text{ m}$

**Ukuran Pengaduk adalah**

- Diameter Pengaduk (  $D_a$  )  
 $= 8,2038 \text{ ft} = 2,5005 \text{ m}$
- Panjang poros (  $L$  )  
 $= 114,40945 \text{ in} = 2,906 \text{ m}$
- Diameter poros (  $D_p$  )  
 $= 40,67 \text{ in} = 1,033 \text{ m}$
- Lebar Baffle Pengaduk (  $W$  )  
 $= 2,0509 \text{ ft} = 0,62511432 \text{ m}$
- Tebal Baffle (  $J$  )  
 $= 2,486 \text{ ft} = 0,7577328 \text{ m}$
- Jarak pengaduk dari dasar Tangki (  $E$  )  
 $= 8,2038 \text{ ft} = 2,50051824 \text{ m}$
- Jumlah Pengaduk (  $N$  ) = 1 buah

**Ukuran Kolom Penyangga (Leg)**

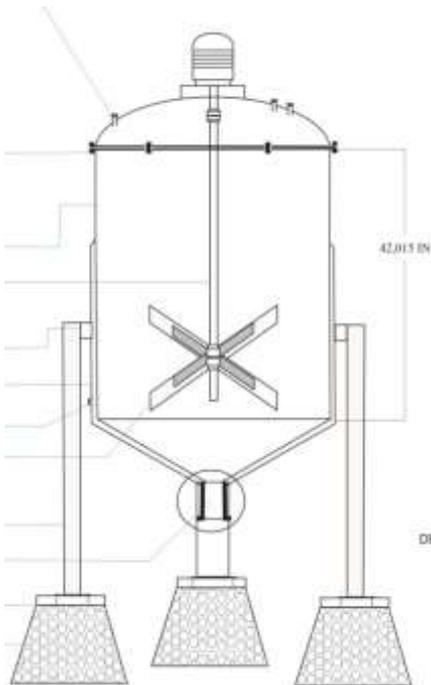
- Berat = 5,7 lbs
- tinggi penyangga (  $Leg$  ) = 3,957 m
- Jumlah = 4 buah
- Peletakan beban dari beban eksentrik

**Ukuran Pondasi**

- Luas atas =  $170 \text{ in}^2 = 0,0644 \text{ m}^2$
- Luas bawah =  $225 \text{ in}^2 = 0,2578 \text{ m}^2$
- Tinggi =  $10 \text{ in} = 1,7601 \text{ m}$
- Bahan konstruksi semen and Gravel.

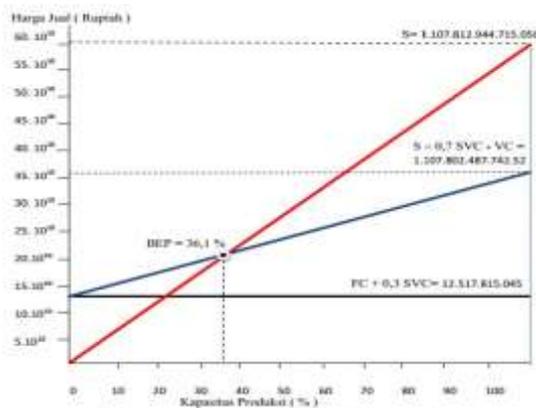
**Ukuran Jacket pemanas**

- Diameter Jacket  
 $= 10,1844 \text{ in} = 0,2586838 \text{ m}$
- Tebal jacket =  $2,827 \text{ in} = 0,0718058 \text{ m}$
- Tinggi jacket dari tutup bawah  
 $= 140,597 \text{ in} = 3,5711638 \text{ m}$
- Panjang kedekatan pada tutup atas  
 $= 50,978 \text{ in} = 1,2948412 \text{ m}$



Gambar 1. Mixer potongan membujur

### Analisa Ekonomi



### KESIMPULAN

Berdasarkan analisa ekonomi, pabrik Biodiesel dari Biji Alpukat ini layak untuk didirikan dilihat dari aspek ekonomi berikut:

- ROIat (%) : 81,80 %
- POT (Tahun) : 1,2 tahun
- BEP (%) : 36,1 %
- IRR (%) : 18,3 %

Maka dapat disimpulkan bahwa Pra Rancang Bangun Pabrik Biodiesel dari Biji

Alpukat Menggunakan Proses Transesterifikasi dengan Kapasitas 112.810 ton/tahun layak didirikan

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2015. Tabel Luas Tanaman dan Produksi Perkebunan Besar Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Tanaman. (<http://jatimprov.go.id/statistik/2013/>, [online] diakses 15 Maret 2014).
- Bode Haryanto., Bahan Bakar Alternatif Biodiesel, digitized by USU digital library Medan, 2001.
- Bora, S.P., Narain, N., Rocha, R.V.M., and Paulo, M.Q., 2001, Characterization of the Oils from the Pulp and Seeds of Avocado (Cultivar: Fuerte) Fruits, *Grasa Y Aceites*,(Online), 52. 171 – 174.
- Bronell E. Lloyd dan Edwin H. Young, 1959. *Proses Equipment Design*. Jhon Welley and sons Inc: New York.
- Fessenden, R. J dan Fessenden, J. S , 1990. *Kimia Organik*. Edisi Ketiga. Jilid 2. Erlangga.
- Groggin, P.H., 1958, “Unit Process in Organic Chemitry”, 5thed., McGraw – Hill BookCompany, Kogakusha.
- Hermiyawan Moch; Tety Andriana, Pengaruh Jumlah Katalis Alkali dan Temperatur Reaksi Trans-Esterifikasi pada Pembuatan Biodiesel dari Karet, Skripsi, ITS, Surabaya,2007.
- Hesse, H.C.J., and Rushton, JH. 1959, *Proses Equepment Design*. D. Van. Nostrand Co: New York.
- Hikmah Nurul Maharani dan Zuliyana. 2010. Skripsi Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi

- dan Transesterifikasi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Kern, D.Q. 1965. *Proses Heat Transfer*. International Student Edition. Tokyo: McGraw-Hill.
- McCabe, W.L., Smith, J.C., and Harriot, P. 1993. *Unit Operation Of Chemical Engineering*. 5<sup>th</sup> Edition. Singapore: McGraw-Hill.
- Mittlebach, M.; Remschmidt, Claudia. "*Biodiesel The Comprehensive Handbook*". Vienna: Boersdruck Ges.m.bH, 2004.
- Perry, Robert H. 2006. *Perry's Chemical Engineering Handbook*, 8<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill Companies Inc: New York.
- Peter, M.S., and Timmerhause, K.D. 1991. *Plant Design and Economics For Chemical Engineering*. 4<sup>th</sup> Edition. Singapore: McGraw-Hill.
- Prasetyowati, 2010, Pengambilan Minyak Biji Alpukat (Persea Americana Mill) Dengan Metode Ekstraksi, *J. Tek. Kim.*, 17 (2), 16-19.
- Soerawidjaja, T. H. 2006. Minyak-lemak dan produk-produk kimia lain dari kelapa. Handout kuliah Proses Industri Kimia, Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.
- Smith, J.M and Van Ness, H.C, 1984," *Introduction to Chemical Engineering*.
- Susilo. 2006. *Audit Sumberdaya Manusia*. Jakarta: Bumi Aksara
- Ulrich, D. Geal. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Proces Disgn and Economic*. Jhon Willey and Sons Inc: New York.
- Wikipedia, 2007. Asam Sulfat. [www://http wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (17 Juli 2007).
- Winarti, S dan Y Purnomo, 2006. *Olahan Biji Buah*. Trubus Agrisana, Surabaya.
- Werlin S Nainggolan. 1987. *hermodinamika, teori dan sola-penyelesaian*. CV. ARMICO, Bandung.