

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Pembahasan**

Bahan bakar alternatif biodiesel memiliki beberapa keunggulan diantaranya: bersumber dari bahan yang terbarukan (*renewable resources*), tidak beracun, dapat terurai secara alami (*biodegradable*), kandungan SOx dan bahan-bahan partikulatnya rendah (Schuchardt dkk, 1998, Michael dan Mc Cormick, 1998, Ma dan Hanna, 1999, Jumari dkk, 2009, Zabeti dkk, 2009, Kawashima dkk, 2008), ramah terhadap lingkungan karena emisi karbon monoksidanya rendah (Zabeti dkk, 2009). Disamping itu, biodiesel dapat digunakan untuk mesin-mesin konvensional tanpa memerlukan modifikasi pada mesin tersebut (Dube dkk, 2007), serta dapat mengurangi emisi partikulat pada mesin, baik dipakai tanpa campuran maupun dengan campuran (Szybist dkk, 2007).

Trigliserida yang mengandung asam lemak bebas dalam kadar rendah diperlukan dalam proses transesterifikasi yang dikatalisa alkali. Jika trigliserida mengandung asam lemak bebas dan kadar air yang tinggi, transesterifikasi yang dikatalisa asam dapat digunakan terlebih dahulu (Keim, 1945 di dalam Ma dan Hanna, 1999). Transesterifikasi terdiri atas sejumlah reaksi reversibel yang berurutan. Namun proses pembuatan biodiesel secara konvensional ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya: terbentuknya produk samping berupa sabun

(Ilgen dan Ayse, 2008, Zabeti dkk, 2009), rumitnya pemisahan produk biodiesel yang dihasilkan dengan katalis yang digunakan (Freedman dkk, 1986, Canakci dan Gerpen dkk, 1999 ), serta adanya limbah alkali dalam jumlah yang besar, yang mengakibatkan ancaman terhadap lingkungan, sehingga memerlukan proses lanjutan yang cukup kompleks serta membutuhkan energi yang cukup tinggi dan pada akhirnya meningkatkan ongkos produksi (Di Serio dkk, 2008, Zabeti dkk, 2009, Furuta dkk, 2006).

Dari beberapa penelitian menunjukkan dengan menggunakan katalis padat menghasilkan *yield* produk lebih tinggi, kualitas produk biodiesel dan hasil samping gliserol lebih baik (Furuta dkk, 2006), proses pemisahan katalis dengan hasil reaksi jauh lebih mudah (Di Serio dkk, 2007), proses menjadi lebih ramah lingkungan, dan biaya produksi biodiesel menjadi lebih ekonomis (Di serio dkk, 2007, Ilgen dan Ayse, 2008, Zabeti dkk, 2009). Penggunaan katalis asam membutuhkan waktu reaksi yang lebih lama dan suhu reaksi yang relatif lebih tinggi (Furuta dkk., 2006, Marchetti dkk, 2007).

Penggunaan minyak secara berulang ulang akan mengakibatkan terjadinya reaksi oksidasi pada minyak karena adanya kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak. Akibat pemanasan yang terjadi secara terus menerus maka reaksi oksidasi dimana minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa radikal bebas seperti hidroperoksida dan peroksida. Senyawa senyawa radikal tersebut bersifat karsinogenik. Oleh

karena itu pemakaian minyak goreng yang berkelanjutan dapat memicu timbulnya berbagai macam penyakit. Oleh karena itu perlu dimanfaatkan limbah minyak goreng bekas atau minyak jelantah sehingga yang bernilai ekonomi.

Pemanasan yang tinggi pada minyak jelantah juga dapat menyebabkan terhidrolisisnya minyak jelantah akibat terdapatnya sejumlah air pada minyak tersebut yang berasal dari bahan pangan. Reaksi hidrolisis dari minyak jelantah akan menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Dalam penelitian ini sampel awal minyak jelantah yang digunakan mempunyai bilangan asam adalah sebesar 0,67 %. Nilai tersebut cukup besar bila dibandingkan dengan nilai bilangan asam minyak goreng segar berkisar 0,2 – 0,4 %. Hal tersebut mengindikasikan tingginya kandungan asam lemak bebas rantai pendek maupun rantai panjang dalam sampel minyak goreng bekas dan juga dapat memperkuat dugaan telah terjadinya reaksi hidrolisis pada minyak jelantah.

Pada umumnya katalis basa lebih sering digunakan dibandingkan katalis asam, hal ini dikarenakan penggunaan katalis basa menyebabkan reaksi berjalan secara irreversible sehingga akan memberikan kelimpahan yang besar dengan waktu reaksi yang sebentar (30-60 menit). Sedangkan penggunaan katalis asam membutuhkan waktu reaksi yang cenderung lama agar reaksi berlangsung sempurna karena reaksi berlangsung secara reversible. Katalis basa yang biasa digunakan

untuk reaksi transesterifikasi adalah NaOH maupun KOH (P.R. Muniyappa, 1996 : 19)

Permasalahan utama dalam penggunaan katalis basa adalah dengan terbentuknya sabun. Sabun akan terbentuk selama penggunaan suatu basa LOH, yaitu ketika ion L<sup>+</sup> membentuk senyawa dengan rantai asam lemak bebas Free Fatty Acid (FFA)). Karakteristik senyawa sabun dapat mengikat senyawa polar (seperti air) dan senyawa non polar (seperti minyak) sekaligus. Hal tersebut dapat menyebabkan kesulitan di dalam memurnikan (memisahkan) senyawa metil ester dari campuran reaksinya. Oleh karena itu, biasanya minyak yang akan digunakan untuk reaksi transesterifikasi terkatalisis basa harus memiliki kandungan FFA kurang dari 0,5%-w (% b/b) sampel, sehingga sebelum tahapan reaksi transesterifikasi, dilakukan perlakuan awal terlebih dahulu (tahap pra esterifikasi) agar bilangan asamnya kurang dari 0,5%-w.

### **B. Kadar FFA dalam Minyak Jelantah**

Kandungan free fatty Acid pada minyak goreng bekas diukur untuk mengetahui kadar asam lemak bebas yang terdapat minyak goreng bekas tersebut. Karena semakin kecil kandungan kadar FFA dalam minyak bekas maka kualitas dari minyak tersebut masih baik. Dan umumnya minyak goreng bekas mengandung asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh sebagaimana pada minyak goreng umumnya. Dari hasil analisa FFA yang digunakan menunjukkan nilai yang cukup besar yaitu 2,52 Sehingga dari hasil tersebut dilakukan

esterifikasi untuk menurunkan nilai FFA tersebut dengan menggunakan katalis asam sulfat selama 2 jam dengan jumlah katalis sebesar 2 % terhadap minyak goreng bekas dan nilai FFA bisa turun menjadi 0,7. Dan ini sudah memungkinkan untuk dilakukan reaksi lanjut, dalam hal ini adalah reaksi transesterifikasi untuk pembuatan biodiesel.

### C. Karakterisasi Minyak Jelantah dan Metil Ester

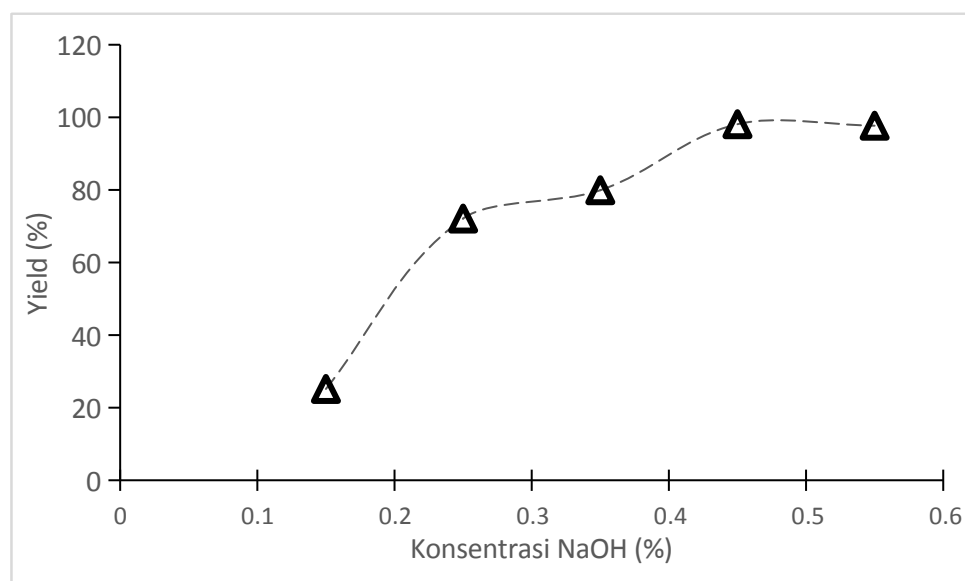
Dari hasil pengujian yang dilakukan untuk beberapa minyak jelantah berdasarkan pemakaiannya dapat dilihat pada tabel 4.1. Sebelum dilakukan proses reaksi maka minyak jelantah sebagai bahan baku dilakukan analisa. Tujuan analisa ini adalah untuk mengetahui karakteristik dari minyak jelantah yang digunakan karena sifat fisik dan kimia dari minyak jelantah sangat berpengaruh terhadap proses reaksi. Adapun hasil analisa dari bahan baku yang digunakan seperti pada tabel 4.1.

Tabel. 4.1. Analisis Minyak Jelantah

<b>Parameter</b>	<b>Hasil</b>
Kadar Air, %	0.87
Densitas, gr/ml	0.9305
Viskositas, cSt	41,63
Free Fatty Acid,	2,52
Bilangan Asam	0,67

#### D. Pengaruh Konsentrasi Katalis Terhadap Yield Biodiesel

Analisa produk metil ester yang diperoleh terkait dengan pengaruh konsentrasi katalis terhadap perolehan metil ester yang terbentuk dapat dilihat pada gambar. 4.1. Jumlah katalis yang digunakan dalam proses reaksi sangat berperan katalis dapat membantu meningkatkan laju reaksi reaksi sehingga laju perubahan konsentrasi minyak jelantah dimana katalis akan menurunkan energy aktivasi, (levenspiel, 1999).



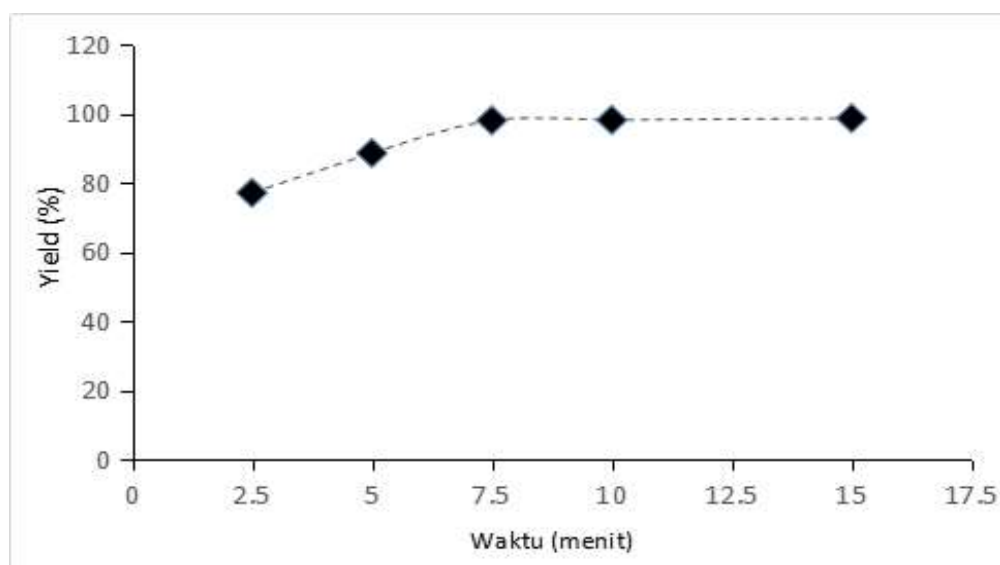
Gambar 4.1 Pengaruh Katalis Terhadap perolehan Metil Ester

Dalam penelitian terlihat bahwa konsentrasi katalis NaOH dari 0.15 % sampai 0.45 % terjadi kenaikan perolehan yied produk metil ester. Dan konsentrasi katalis 0.55% mengalami penurunan ini menunjukkan bahwa proses reaksi transesterifikasi sudah selesai. Hal ini sesuai dengan teori yang menunjukkan bahwa pengaruh kavitasasi dan

termal yang dihasilkan gelombang ultrasonik dapat memberikan energi yang besar kepada molekul-molekul pereaksi untuk mengatasi energi aktivasi reaksi sehingga kecepatan reaksi meningkat (Kembaryanti putri dkk, 2012).

### E. Pengaruh waktu Terhadap Yield Biodiesel

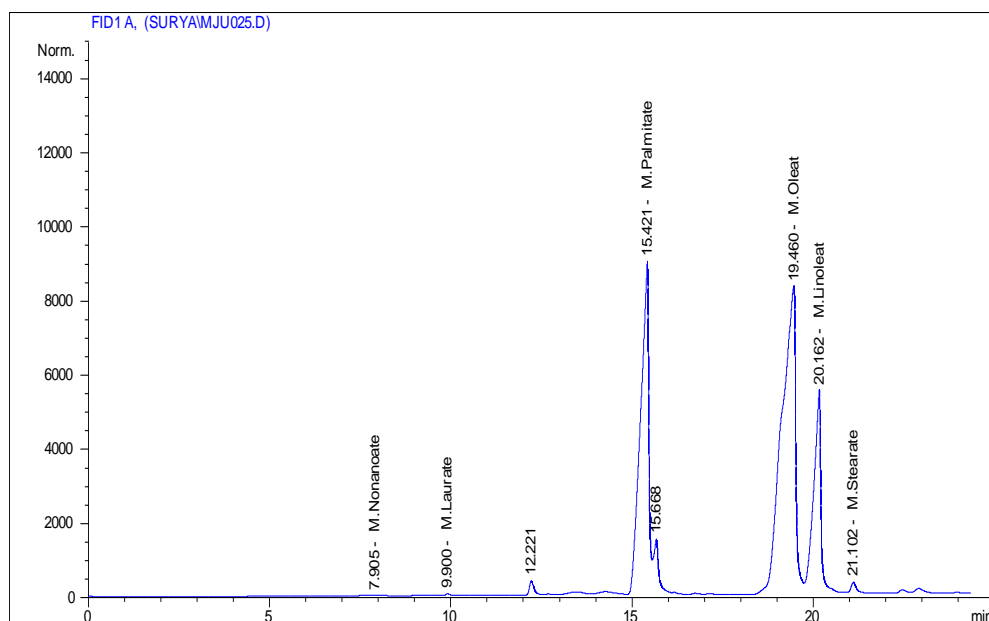
Proses reaksi selama selang waktu yang dilakukan mempengaruhi peningkatan perolehan metil ester. Dalam penelitian ini proses reaksi dilakukan selama satu jam seperti terlihat pada gambar 4.2. Dari gambar terlihat bahwa semakin lama waktu reaksi semakin naik perolehan produk ini diakibatkan semakin stabilnya proses reaksi akibat waktu kontak antara minyak dengan metanol makin bertambah. Pembentukan yied mulai terlihat pada waktu 2.5 menit umumnya dengan konsentrasi yang berbeda perolehan yield berada pada kisaran diatas 50%.



Gambar 4.2. Pengaruh Waktu Terhadap Perolehan Yield

Peningkatan perolehan yield cukup signifikan pada waktu antara 2.5 hingga 7.5 menit. Perolehan yield antara 50-98 %. Dan setelah proses reaksi berlangsung selama 15 menit dengan konsentrasi 0.55 % (b/b) perolehan biodiesel diatas 97 %. Dalam hal ini dapat dikatakan dengan adanya peningkatan waktu selama proses berjalan dengan bantuan *ultrasonic cleaning bath* memberikan efek thermal yang besar ditandai dengan kenaikan yield produk biodiesel yang dihasilkan. Hasil penelitian ini didukung dengan penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa variabel waktu berpengaruh terhadap *yield* yang dihasilkan (Quitain,dkk, 2010)

Hasil analisa produk biodiesel dengan gas chromatography dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Kromatogram produk metil ester



Berdasarkan hasil analisa GC di atas, diketahui bahwa komposisi asam lemak yang terbentuk menjadi methyl ester didominasi oleh *palmitate methy ester* dan *oleat methy ester*. Dengan diketahuinya komponen methyl ester pada sample biodiesel yang telah diujikan dengan GC maka proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah teh berhasil menghasilkan biodeesel dapat dilakukan dengan menggunakan *ultrasonic* . Dan hasil karakterisasi produk biodiesel secara umum dapat dilihat pada tabel 4.2.

4.2 Tabel Hasil Analisa Produk Metil ester yang diperoleh

NO	Parameter	Unit satuan	Katalis NaOH	SNI 2012
1	Densitas	gr/cm <sup>3</sup>	0.89	0.85 - 0.89
2	Viskositas	cSt	4.4	1.9 – 6
3	Bilangan asam	mol/m <sup>3</sup>	0.67	< 0.8
4	Bilangan sabun	mol/m <sup>3</sup>	114,5	-
5	Titik Tuang	°F	-	-
6	Gas Cromatografy	-	terlampir	-

#### F. Analisis Finansial Usaha Produksi Biodiesel

Analisis finansial dilakukan untuk memberikan informasi peluang membangun industri biodiesel sehingga pengusaha dapat melihat karakteristik keuangan untuk melakukan investasi dalam pembangunan industri biodiesel. Analisis ini dilakukan meliputi perhitungan biaya investasi, biaya produksi, harga pokok, harga jual dan prakiraan

pendapatan serta kriteria kelayakan usaha. Analisis ini dilakukan dengan bahan baku minyak jelantah.

### 1. Biaya Investasi.

Biaya investasi merupakan penggunaan sejumlah dana untuk menjalankan proyek atau usaha baru. Biaya investasi terdiri dari dua bagian yaitu biaya investasi tetap dan modal kerja. Biaya investasi tetap terdiri dari biaya untuk membeli sumber daya berwujud (antara lain : peralatan, bangunan) dan biaya untuk sumber daya tidak berwujud adalah izin). Biaya modal kerja adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usahan. Biaya modal kerja merupakan biaya operasional dalam jangka waktu tertentu misalnya satu tahun atau tiga tahun.

Biaya investasi yang dibutuhkan untuk mendirikan industri biodiesel dari minyak jelantah dengan asumsi 1 ton perhari sebagaimana pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Biaya Investasi

No	Nama	Jumlah	Harga/Unit	Nilai	Umur	Biaya	Nilai
		Unit	(Rp x1000)	Investasi (rpx1000)	Efektif (tahun)	Penyusutan Tahun (Rpx1000)	Sisa (Rpx1000)
A.	Persiapan						
1	Perizinan	1 buah	10,000	10,000	-	-	-
2	Amdal	1 buah	20,000	20,000	-	-	-
B	Biaya Tetap Bangunan						
1	Kantor	1 buah	35,000	35,000	10	3,000	-
2	Ruang Pengolahan	1 buah	25,000	25,000	10	2,500	-
3	Pengolahan Limbah	1 buah	20,000	20,000	10	2,000	-
C	Mesin dan Peralatan						
1	Drum plastik	35 buah	40	1,400	10	146	-
2	Meja Sortasi	10 buah	75	750	10	75	-
3	Reaktor Transesterifikasi	2 buah	120,000	240,000	10	24,000	24,000
4	Peralatan Lainnya	1 paket	7,500	7,500	10	750	-
5	Pipa dan Drainase	1paket	7,000	7,000	10	700	-
6	Peralatan Laboratorium	1 paket	5,000	5,000	10	500	-
7	Pemadam Kebakaran	1 paket	7,500	7,500	10	750	-
				379,150	100	34,421	24000
D	Modal Kerja	3 bulan	120,000	360,000			
	Total Biaya Investasi			739,150			

Biaya investasi yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik biodiesel dengan kapasitas produksi 1000 kg/hari adalah sebesar Rp. 739.150.000.- Biaya ini sebagian besar 52 % diperlukan untuk investasi tetap yaitu Rp. 379.150.000.- Sedangkan biaya modal kerja selama tiga bulan sebesar Rp. 29.847.550.-

Biaya Investasi diperoleh dari modal sendiri 40 % atau Rp. 295.640.000 dan pinjaman sebesar 60 % atau Rp. 443.510.000.-. Oleh karena itu dari pinjaman tersebut maka setiap bulan pengusaha harus membayar bunga dan pokok pinjaman. Setiap tahun pengusahaan harus membayar angsuran sebesar Rp.110.877.500.-dengan bunga pinjaman yang diambil sebesar 17 % selama 4 Tahun. Pembayaran pinjaman baru dilakukan setahun sekali investasi.

Tabel 4.4 Pembayaran Angsuran Pinjaman.

Tahun	Jumlah	Angsuran	Bunga 19 %	Total	Sisa
	Kredit	Pokok			Kredit
	(Rp X1000)	(Rp X1000)	(Rp X1000)	(Rp X1000)	(Rp X1000)
0	-	0	0	-	443,510.00
1	-	0	0	-	443,510.00
2	443,510.00	110,877.50	84,266.90	195,144.40	248,365.60
3	248,365.60	110,877.50	47,189.46	158,066.96	90,298.64
4	90,298.64	110,877.50	17,156.74	128,034.24	
5	-	-	-	-	-

## 2. Biaya Produksi

Biaya produksi adalah biaya operasional terdiri dari biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap adalah biaya yang jumlahnya tidak tergantung pada perubahan jumlah barang yang diproduksi misalnya

biaya pemasaran dan biaya administrasi. Biaya variabel adalah biaya yang dapat berubah tergantung dengan jumlah produk yang diproduksi.

Biaya tetap yang dikeluarkan yang dikeluarkan oleh industri biodiesel setiap bulan adalah Rp. 15.500.000.- Sedangkan biaya variabel yang dikeluarkan untuk memproduksi 1000 liter perbulan sebesar Rp. 14.347.550

Tabel 4.5 Biaya Produksi

Jenis Biaya	Jumlah	Harga/Unit	Total Biaya/Bulan	Persentase	
	Unit	(Rp x1000)	(Rp x 1000)	(%)	
<b>A</b>	<b>Biaya Tetap</b>				
1 Pemasaran	1 bulan	5,000	5,000	17.1	
2 ATK	1 bulan	500	500	1.7	
3 R & D	1 bulan	1,000	1,000	3.4	
4 Telepon	1 bulan	1,000	1,000	3.4	
5 Manajer	1 Orang	3,500	3,500	11.9	
6 Staf	3 Orang	1,500	4,500	15.4	
Total Biaya Tetap			15,500.00	52.91	
<b>B</b>	<b>Biaya Variabel</b>				
1 Minyak Jelantah	1100 liter	1.50	1,650	5.6	
2 Metanol	121 liter	3	339	1.2	
3 NaOH	4.5 kg	13	56	0.2	
4 Solar	75 liter	5	353	1.2	
5 Listrik + Air	1 bulan	1,200	1,200	4.1	
6 Tenaga Kerja	12 orang	750	9,000	30.7	
7 Kemasan ( Drum)	50 buah	35	1,750	6.0	
Total Biaya Variabel/Bulan			14,347.55	48.97	
Total Biaya Operasional/Bulan			29,847.55		
Total Biaya Operasional /Tahun ( 12 Bulan) Rp.)			358,170.60		

### 3. Harga Pokok, Harga Jual dan Perkiraan Pendapatan

Harga pokok penjualan adalah harga terendah dari produk yang tidak mengakibatkan kerugian bagi produsen. Harga pokok penjualan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Pokok Penjualan} &= \text{Total Biaya pertahun} / \text{Total produksi} \\
 &\text{pertahun} \\
 &= \text{Rp. 358.170.000.-} / 1000 \text{ liter} \times 12 \\
 &= \text{Rp. 358.170.000} / 120.000 \text{ liter} \\
 &= \text{Rp. 2.984 /liter}
 \end{aligned}$$

Harga jual biodiesel ditetapkan sebesar Rp. 6.750/liter ditingkat agen dengan margin yang didapat 55 %.

Perkiraan pendapatan dihitung dengan mengalikan jumlah biodiesel yang dihasilkan dengan harga jualnya. Biodiesel yang diproduksi sebesar 1000 liter perbulan atau sebesar 120.000 liter pertahun. Pendapatan yang akan diterima setiap tahunnya sebesar Rp. 810.000.000.-

#### **4. Kriteria Kelayakan Investasi**

Sebelum melakukan perhitungan kriteria kelayakan/investasi , aliran kas selama 5 tahun perlu dihitung terlebih dahulu.

Kriteria kelayakan investasi yang digunakan adalah Break Even Point (BEP), Net Present Value (NPV), Internal Rate of return ( IRR), Net Benefit Cost (Net B/C) dan Pay Back Period ( PBP).

##### **a. Break Even Poin (BEP).**

BEP digunakan untuk menentukan besarnya volume penjualan dimana perusahaan tersebut sudah dapat menutup semua biaya

biayanya tanpa mengalami kerugian maupun keuntungan. Perhitungan BEP sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \text{Total Biaya pertahun/Harga Jual Perliter} \\ &= \text{Rp. 358.170.000/tahun/Rp. 6.750/liter, tahun} \\ &= 53.062 \text{ liter biodiesel} \\ &= 53 \text{ kilo liter.} \end{aligned}$$

b. Return on Investment (ROI)

Return on investment atau laju pengembalian modal adalah perbandingan antara total laba yang diperoleh setiap tahun terhadap total investasi.

$$\begin{aligned} \text{ROI} &= \text{Total Laba/Total modal} \\ &= 810.000.000/ 1.098.000 \times 100 \% \\ &= 74 \% \end{aligned}$$

Syarat ROI adalah minimu 11 % untuk industri kimia (Aries and Newton, 1945). Jadi ROI industri biodiesel dari minyak jelantah dalam satu tahun 1 sebesar 74 % telah memenuhi persyaratan dan kelayakan ekonomi.