

## SUBMISSION 26

# Pemetaan Bahan Baku dan Analisis Teknoekonomi Biodiesel dari Kelapa Sawit

Tri Yuni Hendrawati<sup>1,\*</sup> dan Anwar Ilmar Ramadhan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta, Indonesia

**Abstrak.** Kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) secara langsung berakibat pada naiknya biaya transportasi, biaya produksi industri dan pembangkitan tenaga listrik. Biodiesel salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pemetaan bahan baku dan analisis teknoekonomi produksi biodiesel dari minyak kelapa sawit. Metode penelitian yang digunakan untuk pemetaan bahan baku dengan pengolahan data kuantitatif dari data sekunder dan pemilihan profitasnya dengan AHP. Berdasarkan analisis AHP dan kondisi obyektif maka hasil pemilihan bahan baku biodiesel yang potensial berdasarkan prioritas terbaik di tingkat Nasional adalah kelapa sawit. Hasil analisis teknoekonomi layak dari sisi kelayakan finansial pada kapasitas produksi biodiesel sawit sebesar 100.000 ton/tahun atau 300 ton/hari. Dengan tingkat konversi 98%, jumlah CPO yang dibutuhkan oleh pabrik biodiesel ini adalah sebanyak 102.041 ton/tahun atau 306 ton/hari. Kebutuhan CPO sebesar itu disuplai dari kebun sawit dengan luasan 19.254 ha. Kebutuhan investasi Rp 312.281.574.733,-, dengan kriteria kelayakan Net B/C (*Benefit/Cost*) 1,51; IRR (*Internal Rate of Return*) lebih besar dari 12% yaitu 23,26%; NPV (*Net Present Value*) positif Rp 180.442.308.382,-; *Pay Back Period* (PBP) pada tahun ke 6,66 tahun dan HPP (Harga Pokok Produksi) biodiesel sebesar Rp 6.938,- /kg  $\cong$  Rp 6.938,- /liter. Dengan HPP sebesar Rp 6.938,- /kg ditetapkan harga jual biodiesel sawit sebesar Rp 8.000,-/kg.

**Kata kunci**—*teknoekonomi; biodiesel; sawit; AHP; HPP*

## 1. PENDAHULUAN

Pengembangan bioenergi di dalam negeri merupakan hal yang mendesak untuk direalisasikan. Ketersediaan energi fosil dalam negeri yang semakin menipis menjadikan pengembangan bioenergi merupakan prioritas utama yang harus dilakukan demi terjaganya kesinambungan ketersediaan energi dalam negeri. Sebagai negara agraris di kawasan tropis, Indonesia memiliki berbagai jenis sumber bahan baku nabati yang dapat diolah menjadi biofuel. Namun demikian dari sekian banyak potensi sumber bahan baku nabati yang ada, baru beberapa tumbuhan saja yang sudah dimanfaatkan untuk keperluan komersial seperti kelapa sawit, kelapa, kacang-kacangan, tebu, aren dan singkong. Sementara sebagian besar tanaman yang lain belum termanfaatkan, bahkan belum pernah digali potensinya [1,2].

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi di dunia namun sampai saat ini masih mengimpor bahan bakar minyak (BBM) untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar minyak di sektor transportasi dan energi. Kenaikan harga minyak mentah dunia akhir-akhir ini memberi dampak yang besar pada perekonomian nasional, terutama dengan adanya kenaikan harga BBM. Kenaikan harga BBM secara langsung berakibat pada naiknya biaya transportasi, biaya produksi industri dan pembangkitan tenaga listrik. Dalam jangka panjang impor BBM ini akan makin mendominasi penyediaan energi nasional apabila tidak ada kebijakan pemerintah untuk melaksanakan penganeekaragaman energi dengan memanfaatkan energi terbarukan dan lain-lain. Biodiesel salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel [3,4].

Biodiesel terbuat dari minyak nabati yang berasal dari sumber daya yang dapat diperbaharui. Beberapa bahan baku untuk pembuatan biodiesel antara lain kelapa sawit, kedelai, bunga matahari, jarak pagar, tebu dan beberapa jenis tumbuhan lainnya [5,6]. Dari beberapa bahan baku tersebut di Indonesia yang punya prospek

\* Corresponding author: [yuni.hendrawati@ftumj.ac.id](mailto:yuni.hendrawati@ftumj.ac.id)

untuk diolah menjadi biodiesel adalah kelapa sawit dan jarak pagar, tetapi propek kelapa sawit lebih pesat untuk pengolahan secara besar-besaran . Sebagai tanaman industri kelapa sawit telah tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, teknologi pengolahannya sudah mapan. Dibandingkan dengan tanaman yang lain seperti kedelai, bunga matahari, jarak pagar dan lain lain yang masih mempunyai kelemahan antara lain sumbernya sangat terbatas dan masih diimpor (kedelai & bunga matahari), jarak pagar masih dalam taraf penelitian skala laboratorium untuk budidaya dan pengolahannya, sehingga dapat dikatakan bahwa kelapa sawit merupakan bahan baku untuk biodiesel yang paling siap dan potensial. Dalam program pengembangan biodiesel berbahan baku kelapa sawit, maka perkebunan kelapa sawit sangat menjanjikan terutama dalam mengangkat keterpurukan perekonomian nasional, selain manfaat yang dirasakan oleh masyarakat petani kelapa sawit yang menggantungkan hidupnya dari hasil panen (Tandan Buah Segar) TBS, industri biodiesel, juga pemanfaatan biodiesel akan dapat mengurangi atau menghentikan impor minyak solar yang berakibat berkurangnya pembelanjaan luar negeri. Biodiesel dibuat melalui suatu proses kimia yang disebut transesterifikasi (*transesterification*) dimana reaksi antara senyawa ester (CPO/minyak kelapa sawit) dengan senyawa alkohol (*methanol*). Proses ini menghasilkan dua produk yaitu metil esters (biodiesel) dan gliserin (pada umumnya digunakan untuk pembuatan sabun dan lain produk) [7].

Tujuan penelitian ini adalah melakukan pemetaan bahan baku dan analisis teknoekonomi produksi biodiesel dari minyak kelapa sawit.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan data primer dan sekunder dengan daerah survey Jabodetabek. Pengumpulan data secara instansional ke BPS, Kementerian ESDM dan Kementerian Pertanian. Pengolahan data dilakukan dengan metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif dalam pemetaan potensi bahan baku biodiesel. Untuk menentukan proritas pemetaan bahan baku digunakan metode AHP [8]. Untuk pemilihan jenis tanaman yang potensial dikembangkan sebagai bahan baku biodiesel maka kriteria yang dipertimbangkan adalah kemudahan budidaya, dukungan infrastruktur, dukungan masyarakat setempat, kebijakan pemerintah, ketersediaan bahan baku, nilai ekonomis, dukungan teknologi, aspek pasar dan pemasaran. Pada analisis AHP ini akan dilakukan survei pada responden nasional dan dilakukan juga prioritas secara nasional untuk bahan baku Biodiesel. Pada analisis teknoekonomi dilakukan analisis aspek teknis teknologis, aspek finansial digunakan metode kelayakan finansial dalam penentuan kelayakannya [9]. Tabel 1 berikut ini menunjukkan standar mutu biodiesel yang dikeluarkan pemerintah Indonesia. Persyaratan kualitas biodiesel disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Persyaratan kualitas biodiesel menurut SNI-04-7182-2006 [10]

Parameter dan satuannya	Batas nilai	Metode uji	Metode setara
Massa jenis pada 40 oC, kg/m <sup>3</sup>	850 – 890	ASTM D 1298	ISO 3675
Viskositas kinematik pada 40 oC, mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 – 6,0	ASTM D 445	ISO 3104
Angka setana	min. 51	ASTM D 613	ISO 5165
Titik nyala (mangkok tertutup), oC	min. 100	ASTM D 93	ISO 2710
Titik kabut, oC	maks. 18	ASTM D 2500	-
Korosi bilah tembaga ( 3 jam, 50 oC)	maks. no. 3	ASTM D 130	ISO 2160
Residu karbon, %-berat, dalam contoh asli dalam 10 % ampas distilasi	Maks. 0,05 (maks 0,03)	ASTM D 4530	ISO 10370
Air dan sedimen, %-vol.	maks. 0,05	ASTM D 2709	-
Temperatur distilasi 90 %, oC	maks. 360	ASTM D 1160	-
Abu tersulfatkan, %-berat	maks. 0,02	ASTM D 874	ISO 3987

Parameter dan satuannya	Batas nilai	Metode uji	Metode setara
Belerang, ppm-b (mg/kg)	maks. 100	ASTM D 5453	prEN ISO 20884
Fosfor, ppm-b (mg/kg)	maks. 10	AOCS Ca 12-55	FBI-A05-03
Angka asam, mg-KOH/g	maks. 0,8	AOCS Cd 3-63	FBI-A01-03
Gliserol bebas, %-berat	maks. 0,02	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03
Gliserol total, %-berat	maks. 0,24	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03
Kadar ester alkil, %-berat	min. 96,5	dihitung*)	FBI-A03-03
Angka iodium, g-I <sub>2</sub> /(100 g)	maks. 115	AOCS Cd 1-25	FBI-A04-03
Uji Halphen	Negative	AOCS Cb 1-25	FBI-A06-03

\*) berdasarkan angka penyabunan, angka asam, serta kadar gliserol total dan gliserol bebas; rumus perhitungan dicantumkan dalam FBI-A03-03

Asumsi-asumsi lain yang digunakan dalam perhitungan analisis finansial diantaranya adalah jam operasi per tahun 8000 jam (3 shift), kapasitas olah efektif 100%, hasil samping produk berupa gliserin yang dapat dijual, dan nilai kurs Rp 10.000/US\$. Paramater lain yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Asumsi Perhitungan Analisis Finansial Pabrik Biodiesel Sawit

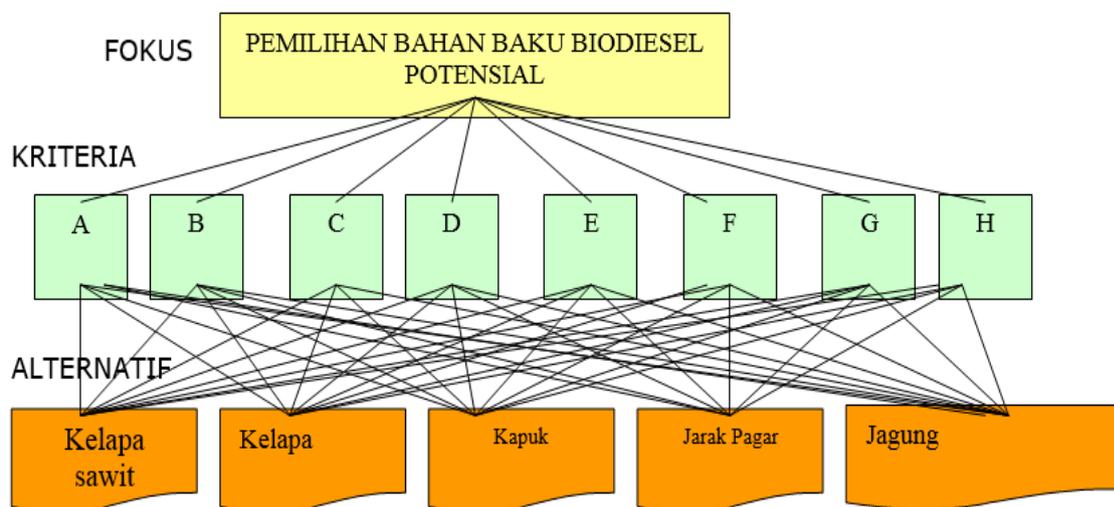
No	Uraian	Nilai	Satuan
<b>1</b>	<b>Operasional Pabrik</b>		
	Jam operasi per hari (3 shift)	24	jam
	Jam operasi per tahun	8.000	jam
	Hari kerja dalam satu tahun	333	hari
	Hasri kerja dalam satu bulan	28	hari
<b>2</b>	<b>Efektivitas kapasitas olah actual</b>	100%	
	Kapasitas olah efektif	102.041	ton CPO/tahun
	Produksi biodiesel	100.000	ton/tahun
	Produksi gliserin	2.041	ton/tahun
<b>3</b>	<b>Keuangan</b>		
	Kurs	10.000	Rupiah/US\$
	Debt Equity Ratio		
	a. Pinjaman bank	70%	
	b. Modal sendiri	30%	
	Tingkat suku bunga	12%	per tahun
	Umur proyek	15	tahun
<b>4</b>	<b>Bahan baku dan Kimia</b>		
	CPO	550	US\$/ton
	Metanol	5.500.000	Rp/Ton
		450	US\$/ton
		4.500.000	Rp/ton
	Katalis (30% Na Methylate in metahanol)	978	US\$/ton
		9.780.000	Rp/ton
	Phosporic acid	326	US\$/ton
		3.260.000	Rp/ton
	Bleaching earth	217	US\$/ton
		2.170.000	Rp/ton
	Hydrochloric acid (37%)	272	US\$/ton
		2.720.000	Rp/ton
	Caustic solution	217	US\$/ton
		2.170.000	Rp/ton
<b>5</b>	<b>Utilitas dan konsumsi</b>		
	Steam	43.478	Rp/ton produk
	Listrik	29.272	Rp/ton produk
	Air proses	20.859	Rp/ton produk
	Lain-lain	1.470	Rp/ton produk

No	Uraian	Nilai	Satuan
6	<b>Biaya lain</b>		
	Pemeliharaan pabrik	5%	dari nilai investasi fisik
	Administrasi kantor	1%	dari nilai penjualan
	Asuransi	2,5%	dari nilai investasi fisik
	Lab/Quality Control & HRD	0,5%	dari nilai penjualan
	Biaya packaging & Pemasaran	2%	dari nilai penjualan
	Biaya jasa lainnya	1,50%	dari nilai penjualan
7	<b>Harga produk</b>		
	Biodiesel	800	US\$/ton
		8.000.000	Rp/ton
	Gliserol	300	US\$/ton
		3.000.000	Rp/ton

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kriteria AHP yang dipertimbangkan dalam memilih jenis tanaman yang potensial dikembangkan sebagai bahan baku biodiesel adalah kemudahan budidaya, dukungan terhadap keamanan pangan, dukungan infrastruktur dan masyarakat setempat, kebijakan Pemerintah, ketersediaan bahan baku, nilai ekonomis, dukungan teknologi, aspek pasar dan pemasaran. dalam pemilihan bahan baku biodiesel potensial digunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

Hierarki pemilihan bahan baku biodiesel yang potensial dikembangkan disusun dalam tiga tingkatan. Pertama fokus, yaitu pemilihan bahan baku biodiesel potensial. Kedua kriteria, yaitu kemudahan budidaya, dukungan terhadap keamanan pangan, dukungan infrastruktur dan masyarakat setempat, kebijakan pemerintah, ketersediaan bahan baku, nilai ekonomis, dukungan teknologi, aspek pasar dan pemasaran. Tingkat ketiga adalah alternatif, yaitu kelapa sawit, jarak, kelapa, kapuk, nyamplung. Lima Komoditas di atas diambil berdasarkan data BPS tahun 2017. Hirarki pengambilan keputusan dan hasil analisis pengolahan data pemilihan bahan baku Biodiesel potensial menggunakan metode AHP selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hirarki pemilihan bahan baku biodiesel potensial Nasional

**Keterangan :**

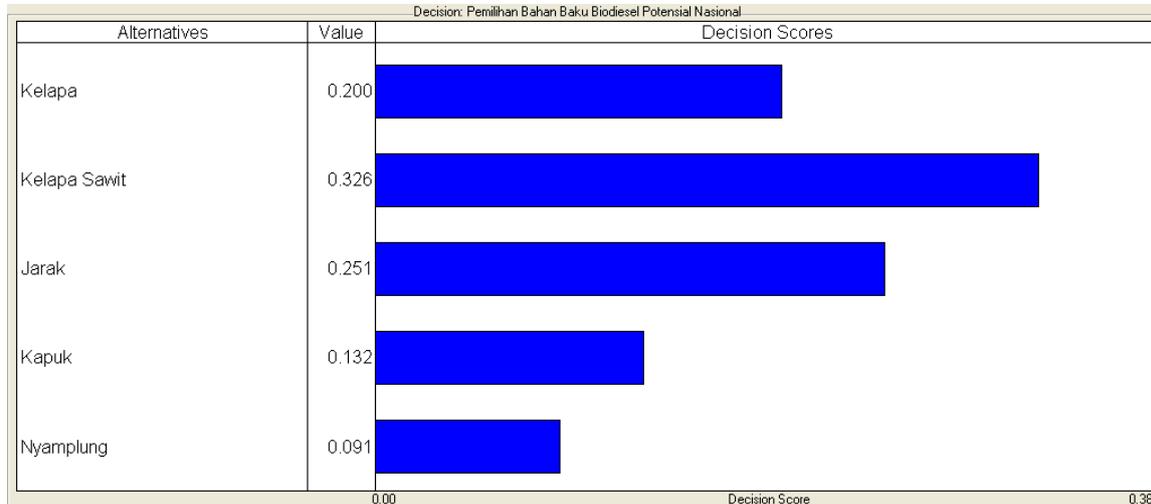
**Fokus :** Pemilihan Bahan Baku Biodiesel Potensial

**Kriteria:**

- A = Kemudahan budidaya
- B = Dukungan terhadap keamanan pangan
- C = Dukungan infrastruktur dan masyarakat setempat
- D = Kebijakan Pemerintah dan kompetensi Daerah
- E = Ketersediaan bahan baku
- F = Nilai ekonomis

- G = Dukungan teknologi  
H = Aspek pasar dan pemasaran

Berdasarkan kriteria dilakukan pengolahan dengan CDP maka hasil pemilihan bahan baku biodiesel yang potensial berdasarkan prioritas terbaik di tingkat nasional adalah kelapa sawit, jarak, kelapa, kapuk, nyamplung dan dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 2 Hasil Analisis AHP dengan CDP untuk pemilihan bahan baku biodiesel potensial tingkat Nasional

Pada aspek teknis teknologi modifikasi kimia yang paling mudah dilakukan untuk mengubah minyak nabati mentah dan bahan baku nabati lain menjadi bahan bakar nabati yang berberat-molekul lebih kecil, kekentalannya hampir sama dengan minyak diesel/solar, dan berangka setana besar adalah via pengolahan yang disebut transesterifikasi dengan alkohol-alkohol sederhana seperti metanol dan etanol. Proses ini menghasilkan ester alkil asam-asam lemak (atau biodiesel ester alkil) sebagai produk utama dan gliserin sebagai produk-ikutan yang berharga serta mudah dipisahkan. Karena metanol lebih murah daripada etanol maupun alkohol-alkohol sederhana lainnya, maka metanol merupakan alkohol yang paling banyak digunakan dalam transesterifikasi dan produk utamanya, ester metil asam-asam lemak (FAME, *Fatty Acids Methyl Ester*, atau biodiesel ester metil), adalah yang paling populer sehingga biasa disebut singkat "biodiesel". Bahan bakar ini dapat langsung digunakan dalam mesin-mesin diesel biasa, baik dalam bentuk murni maupun dalam bentuk campuran dengan solar. Dalam hal rekayasa terhadap bahan bakar untuk motor diesel yang terbuat dari minyak nabati maupun minyak hewani, hampir seluruh negara telah mengembangkannya mulai dari skala laboratorium sampai skala industri. Bahkan saat ini telah banyak standard yang menetapkan batasan kualitas bahan bakar tersebut. Suatu teknologi pembuatan biodiesel hanya akan punya peluang untuk bisa diterima guna diterapkan dalam praktek komersial, jika teknologi tersebut mampu menghasilkan produk akhir biodiesel yang memenuhi persyaratan mutu yang berlaku di wilayah pemasaran biodiesel tersebut.

Dari aspek pasar dan pemasaran harga bahan bakar di pasar internasional terus meningkat akibat krisis energi. Untuk mengatasi masalah melonjaknya harga minyak dunia dan menipisnya cadangan minyak bumi, sudah saatnya dikembangkan sumber energi alternatif terbarukan dari sumber daya alam hayati. Peluang pasar biodiesel diantaranya yaitu untuk konsumsi internal, pemenuhan pasar domestik serta pemenuhan pasar ekspor. Konsumsi internal akan terus meningkat seiring dengan pendirian pabrik baru ataupun peningkatan kapasitas produksi pabrik yang sudah ada. Saat ini sudah terdapat sekitar 250 pabrik CPO dengan total kapasitas sekitar 10.000 ton TBS/jam, kebutuhan biodiesel secara internal diperkirakan mencapai 0,325 juta liter per tahun.

Untuk pasar domestik, jika substitusi solar dengan biodiesel sebanyak 5% tercapai maka peluang pasar yang terbuka untuk jangka menengah adalah sekitar 1,3 juta kilo liter per tahun sampai dengan tahun 2025. Peluang biodiesel untuk mengisi pasar ekspor cukup terbuka. Hal ini dibantu dengan adanya diversifikasi di negara-negara maju melalui biofuel apalagi bahan baku untuk biofuel di Indonesia cukup melimpah bila dibandingkan dengan negara-negara Eropa. Peluang pasar biodiesel semakin terbuka sekarang ini mengikuti

semakin tingginya harga bahan bakar fosil. Kenaikan harga bahan bakar fosil setelah Pepres No. 5/2005 mencapai lebih dari 100% baik untuk premium, solar maupun minyak tanah. Bahkan solar dan minyak tanah kenaikannya mencapai lebih dari 200%.

Pada aspek finansial dalam suatu kelayakan usaha dapat memberikan informasi mengenai kriteria kelayakan industri secara finansial, proyeksi kebutuhan dana ketika suatu industri akan didirikan, proyeksi keadaan keuangan suatu industri ketika industri itu sudah berproduksi, dan hal-hal lain ditinjau dari segi finansial [9]. Industri yang akan dianalisis kelayakan dari segi finansialnya adalah industri biodiesel. Industri biodiesel yang dianalisis yaitu industri biodiesel berbahan baku minyak sawit (CPO) kapasitas 100.000 ton/tahun.

Penentuan kapasitas produksi biodiesel berdasarkan ketersediaan bahan baku yang ada saat ini dan skala ekonomis untuk pabrik skala menengah besar. Analisis finansial yang disajikan dalam menghitung kelayakan industri biodiesel meliputi kebutuhan biaya investasi, modal kerja, biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya umum, biaya operasional, laba rugi, arus kas serta kajian terhadap parameter kelayakan investasi. Dalam perhitungan aspek finansial ini asumsi-asumsi umum yang digunakan adalah (1). Kredit investasi dan modal kerja dalam bentuk rupiah, (2). Seluruh barang yang diproduksi habis terjual dan pembayaran hasil penjualan dilakukan pada tahun itu juga. (3). Berbagai kombinasi harga untuk seluruh item dianggap konstan selama dilakukan pengkajian. (4). Umur proyek ditetapkan selama 15 tahun. (5). Tingkat suku bunga pinjaman adalah 12 persen/tahun, (6). Perbandingan antara modal sendiri dengan modal pinjaman (*debt equity ratio*) adalah 30% modal sendiri dan 70% modal pinjaman. (7). Penyusutan dihitung dengan menggunakan metode garis lurus, dengan nilai sisa (*salvage value*) untuk semua peralatan adalah 10 persen. (8). Lama pembangunan pabrik dan uji coba produksi adalah 1 tahun dan dihitung sebagai tahun ke-0. Kapasitas produksi tahun pertama adalah 50%. Kapasitas produksi pada tahun kedua adalah 90%, tahun-tahun selanjutnya kapasitas produksi adalah 100%. (9). Situasi dan kondisi politik dan keamanan di Indonesia stabil dan kondusif.

Kapasitas produksi biodiesel sawit ditetapkan sebesar 100.000 ton/tahun atau 300 ton/hari. Dengan tingkat konversi 98%, jumlah CPO yang dibutuhkan oleh pabrik biodiesel ini adalah sebanyak 102.041 ton/tahun atau 306 ton/hari. Kebutuhan CPO sebesar itu disuplai dari kebun sawit dengan luasan 19.254 ha. Kapasitas produksi, kebutuhan bahan baku dan luasan budidaya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Kapasitas produksi, kebutuhan bahan baku dan luasan budidaya

No	Uraian	Nilai	Satuan		
1	Kapasitas produksi biodiesel	100.000	ton/tahun		
		8.333	ton/bulan		
		300	ton/hari		
2	Konversi CPO menjadi biodiesel	98%			
		3	CPO yang dibutuhkan	102.041	ton/tahun
				8.503	ton/bulan
		306	ton/hari		
4	Konversi TBS menjadi CPO	23,45%			
		5	TBS yang dibutuhkan	435.142,07	ton TBS/tahun
				36.262	ton TBS/bulan
		1.305	ton TBS/hari		
6	Produktivitas lahan	22,6	ton TBS/hektar/tahun		
7	Kebutuhan luasan lahan sawit	19.254	ha/tahun		
		1.605	ha/bulan		
		58	ha/hari		

Dana investasi yang dibutuhkan untuk pendirian pabrik biodiesel sawit meliputi investasi tetap, bunga selama masa konstruksi atau *Interest During Construction* (IDC), dan modal kerja. Investasi tetap terdiri dari biaya persiapan, lahan dan bangunan, serta mesin peralatan. Investasi tetap ditambah dengan kontingensi dan PPN dihitung sebagai biaya proyek. IDC adalah biaya bunga dari hasil pinjaman bank selama pendirian pabrik. Modal kerja adalah modal awal yang dikeluarkan untuk keperluan pengadaan

bahan dan utilitas, tenaga kerja, biaya umum dan biaya operasional untuk menjalankan usaha untuk waktu tertentu. Total kebutuhan dana investasi yang diperlukan adalah sebesar Rp 312.281.574.733 (Tabel 4).

Tabel 4 Perkiraan Biaya Investasi dan Modal Kerja Pabrik Biodiesel Sawit

No	Deskripsi	Jumlah (Rp)
I	Investasi tetap	
	Persiapan	400.000.000
	Lahan dan Bangunan	9.800.000.000
	Mesin dan Peralatan	159.861.702.128
	<i>Investasi tetap</i>	<i>170.061.702.128</i>
	<i>Kontingensi (5%)</i>	<i>8.503.085.106</i>
	<i>PPN (10%)</i>	<i>17.856.478.723</i>
	Biaya Proyek	196.421.265.957
II	IDC	10.999.590.894
III	Modal kerja	104.860.717.882
	<b>Total Investasi</b>	<b>312.281.574.733</b>

Kebutuhan dana investasi ini akan disediakan melalui pinjaman dari bank dan modal sendiri. Perbandingan antara pinjaman bank dengan modal sendiri (*debt equity ratio*) adalah 70% : 30%. Dari total kebutuhan biaya investasi yang merupakan pinjaman bank adalah Rp 218.597.102.313,- dan yang merupakan modal sendiri adalah sebesar Rp 93.684.472.420,- dengan tingkat suku bunga pinjaman sebesar 12% per tahun.

Biaya operasional merupakan biaya yang diperlukan untuk menjalankan kegiatan pabrik. Biaya operasional pabrik terdiri dari biaya bahan dan utilitas, biaya tenaga kerja, biaya umum dan biaya penyusutan. Total kebutuhan biaya operasional industri biodiesel sawit pada kapasitas penuh adalah sebesar Rp 706.920.133.499,- per tahun. Secara rinci, kebutuhan biaya operasional industri biodiesel ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Biaya Operasional Pabrik Biodiesel Sawit

No	Uraian	Tahun 1 (Rp)	Tahun 2 (Rp)	Tahun 3 (Rp)	Tahun 4-15 (Rp)
1	Biaya bahan dan utilitas biodiesel	318.547.492.681	573.385.486.825	637.094.985.361	637.094.985.361
2	Biaya tenaga kerja	3.731.000.000	3.731.000.000	3.731.000.000	3.731.000.000
3	Biaya umum	34.881.594.947	51.001.594.947	55.031.594.947	55.031.594.947
4	Biaya penyusutan	11.062.553.191	11.062.553.191	11.062.553.191	11.062.553.191
	<b>Total</b>	<b>368.222.640.819</b>	<b>639.180.634.963</b>	<b>706.920.133.499</b>	<b>706.920.133.499</b>

Proyeksi rugi laba dihitung untuk mengetahui tingkat profitabilitas suatu usaha yang akan dijalankan. Profitabilitas usaha ini dilihat dari rugi/laba yang timbul akibat kegiatan operasional pabrik. Arus kas terdiri dari uraian pemasukan dan pengeluaran yang terjadi selama berlangsungnya proses produksi dan penjualan selama umur proyek berlangsung. Pada akhir tahun pertama dengan total produksi 50% dari kapasitas terpasang sudah diperoleh laba operasi sebesar Rp 5.982.012.333,-. Tahun kedua dengan total produksi 90% dari kapasitas terpasang diperoleh laba operasi sebesar Rp 43.215.560.204,- dan tahun ketiga dengan total produksi 100% dari kapasitas terpasang diperoleh laba operasi sebesar Rp 53.442.055.002,-.

Salah satu kriteria penentuan keputusan untuk merealisasikan suatu proyek adalah dengan berdasarkan perhitungan kriteria kelayakan investasi. Adapun kriteria investasi yang digunakan dalam aspek finansial ini meliputi B/C Ratio, NPV, IRR, PBP, dan HPP. Kriteria kelayakan investasi pabrik biodiesel sawit dengan kapasitas 100.000 ton/tahun adalah Net B/C (*Benefit/Cost*) 1,51; IRR (*Internal Rate of Return*) lebih besar dari 12% yaitu 23,26%; NPV (*Net Present Value*) positif Rp 180.442.308.382,-; *Pay Back Period* (PBP) pada tahun ke 6,66 tahun dan HPP (Harga Pokok Produksi) biodiesel sebesar Rp 6.938,- /kg  $\cong$  Rp 6.938,- /liter. Dengan HPP sebesar Rp 6.938,- /kg ditetapkan harga jual biodiesel sawit sebesar Rp 8.000,-/kg.

Analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat seberapa jauh proyek dapat dilaksanakan mengikuti perubahan harga bahan baku dan harga jual biodiesel. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan kenaikan harga bahan baku 4% dengan harga jual tetap dan penurunan harga jual biodiesel sebesar 3,5% tanpa perubahan harga bahan baku serta kenaikan harga bahan baku sebesar 2% dan penurunan harga jual sebesar 2% pada proyek industri biodiesel masih memberikan hasil yang layak. Kriteria kelayakan dan analisis sensitivitas industri biodiesel sawit disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6** Kriteria Kelayakan dan Analisis Sensitivitas Industri Biodiesel Sawit

Variabel yang Berubah	Basic		Perubahan	
∓ Harga Bahan Baku	0%	4%	0%	2,0%
∓ Harga Jual Biodiesel	0%	0%	-3,5%	-2,0%
∓ Harga Bahan Baku per ton (Rp)	5.500.000	5.720.000	5.500.000	5.610.000
∓ Harga Jual Biodiesel per ton (Rp)	8.000.000	8.000.000	7.720.000	7.840.000
<b>Kriteria Kelayakan</b>				
Net B/C	1,51	1,06	1,01	1,00
IRR	23,26%	15,85%	14,71%	14,60%
NPV ( Rp x 1000)	180.442.308	65.230.964	48.425.560	47.215.374
PBP (tahun)	6,66	10,90	11,71	11,79
HPP (Rp/Ton)	6.938.145	7.155.013	6.924.536	7.038.803
HPP (Rp/kg)	6.938	7.155	6.925	7.039

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut

- Berdasarkan analisis AHP dan kondisi obyektif maka hasil pemilihan bahan baku biodiesel yang potensial berdasarkan prioritas terbaik di tingkat Nasional adalah kelapa sawit, jarak, kelapa, kapuk, nyamplung.
- Dari hasil analisis teknoekonomi aspek teknis teknologis, pasar pemasaran dan finansial menunjukkan hasil layak. Dari sisi kelayakan finansial pada kapasitas produksi biodiesel sawit sebesar 100.000 ton/tahun atau 300 ton/hari. Dengan tingkat konversi 98%, jumlah CPO yang dibutuhkan oleh pabrik biodiesel ini adalah sebanyak 102.041 ton/tahun atau 306 ton/hari. Kebutuhan CPO sebesar itu disuplai dari kebun sawit dengan luasan 19.254 ha. Kebutuhan investasi Rp 312.281.574.733,-, dengan kriteria kelayakan Net B/C (*Benefit/Cost*) 1,51; IRR (*Internal Rate of Return*) lebih besar dari 12% yaitu 23,26%; NPV (*Net Present Value*) positif Rp 180.442.308.382,-; *Pay Back Period* (PBP) pada tahun ke 6,66 tahun dan HPP (Harga Pokok Produksi) biodiesel sebesar Rp 6.938,- /kg  $\cong$  Rp 6.938,- /liter. Dengan HPP sebesar Rp 6.938,- /kg ditetapkan harga jual biodiesel sawit sebesar Rp 8.000,-/kg.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Jakarta atas Pendanaan dalam skema Hibah Penelitian Kompetitif LPPM UMJ SK Rektor UMJ Nomor 124 tahun 2018 dan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UMJ atas fasilitas yang digunakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ditjen EBTKE, *Statistik Energi Baru dan Terbarukan 2015*, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta (2015).
- Tatang H. Soerawidjaja, 5 November 2016, "Jalan Lurus Menuju Ke Penggantian Minyak Bumi", Seminar Nasional I-Challenge (*Indonesia Chemical Engineering Event*) Proses dan Teknologi Pendayagunaan Sumber Daya Alam Indonesia, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur (2016)
- Balaraju. M, P. Nikhitha, K. Jagadeeswaraiyah, K. Srilatha, P.S. Sai Prasad, N. Lingaiah., *Acetylation of Glycerol to Synthesize Bioadditives over niobic acid Supported* (2010)
- Ferreira. P, I.M. Fonseca, A.M. Ramos, J. Vital, J.E. Castanheiro., *Esterification of Glycerol With Acetic Acid*. Over

- 
- Dodecamolybdophosphoric acid Encaged in USY Zeolite (2009)
  5. Ferreira. P, I.M. Fonseca, A.M. Ramos, J. Vital, J.E. Castanheiro., Acetylation of Glycerol Over Heteropolyacids Supported On Activated Carbon (2011)
  6. Jagadeeswaraiah.K, M. Balaraju, P.S. Sai Prasad, N. Lingaiah., Selective Esterification of Glycerol to Bioaddives Over Heteropoly Tungstate Supported On Cs-containing Zirconia Catalysts (2010)
  7. Liao. Xiaoyuan, Yulei Zhu, Sheng-Guang Wang, Hongmei Chen, Yongwang Li., Theoretical Elucidation of acetylating Glycerol With Acetic Acid and Acetic Anhydride (2010)
  8. Saaty TL, *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin: Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi Yang Kompleks*. Setiono L, penerjemah; Jakarta: Pustaka Binaman Presindo. Terjemahan (1993)
  9. Soeharto, *Manajemen Proyek Industri (Persiapan, Pelaksanaan dan Pengelolaan)*. Erlangga, Jakarta (1990)
  10. Badan Standarisasi Nasional, SNI-04-7182-2006 (2006)