

**PERKEMBANGAN BIODIESEL DI INDONESIA  
TINJAUAN ATAS KONDISI SAAT INI, TEKNOLOGI PRODUKSI &  
ANALISIS PROSPEKTIF**

**Murtiningrum dan Alfa Firdaus**

Program Studi Teknologi Pertanian, Universitas Negeri Papua<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Industri, Universitas Mercu Buana<sup>2</sup>

[ningrum\\_mrt@yahoo.com](mailto:ningrum_mrt@yahoo.com); [alfastmt@gmail.com](mailto:alfastmt@gmail.com)

**ABSTRAK**

Biofuel sebagai energi terbarukan yang berpotensi untuk menggantikan peran bahan bakar minyak (BBM) belum dimanfaatkan secara maksimal di Indonesia. Pemerintah Indonesia ingin memenuhi suplai biodiesel dari industri nasional dengan penerapan mandatori penggunaan biodiesel, namun target mandatori belum terpenuhi karena pasar biofuel dalam negeri belum menarik minat pengusaha. Celah antara kapasitas produksi dengan capaian produksi masih sekitar 25% atau 1,11 juta kilo liter. Hal ini direspon oleh pemerintah dengan menerapkan CPO Fund untuk mendorong produksi bahan bakar nabati biodiesel.

Menyikapi berbagai kebijakan yang telah dikeluarkan oleh pemerintah, diperlukan ulasan mengenai kondisi terkini dari sektor biodiesel dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif dari sektor biodiesel dengan mengulas kondisi saat ini, perkembangan teknologi produksi, dan analisis prospektif.

Hasil dari analisis prospektif didapatkan bahwa arah pengembangan biodiesel harus dimulai dari teknologi produksi biodiesel untuk mencapai peningkatan hasil produksi dengan biaya yang murah. Karenanya, pada makalah ini kami mengusulkan teknologi produksi biodiesel in situ transesterifikasi yang akan memberikan peluang teknologi yang lebih ekonomis dibandingkan teknologi produksi esterifikasi-transesterifikasi konvensional.

**Kata kunci:** biodiesel, analisis prospektif, transesterifikasi in situ

**ABSTRACT**

Biofuels as a renewable energy that has the potential to replace fossil fuels has not been fully utilized in Indonesia. Indonesian government wants fulfill the biodiesel supply by national biodiesel industry with the implementation of utilization mandatory. However, the mandatory targets have not been met because the domestic biofuels market is not attractive. The gap between production capacity and production achievement is approximately 25% or 1.11 million kilo liters. The government responded it by implementing the CPO Fund to encourage the production of biofuels biodiesel.

Due to the various policies that have been issued by the government, it needed a review about the current state of the biodiesel sector with the aim to obtain a comprehensive picture of the biodiesel sector to review the current conditions, the development of production technology, and prospective analysis.

Results of a prospective analysis found that the direction of the development of biodiesel should start from biodiesel production technologies to achieve increased production at low cost. Therefore, we propose in situ transesterification as biodiesel production technologies which will provide opportunities to more economical technology than the conventional transesterification.

**Keywords:** biodiesel, prospective analysis, in situ transesterification

## **PENDAHULUAN**

Biofuel atau BBN telah menjadi salah satu prioritas dalam pengembangan energi terbarukan karena memiliki potensi sumber daya yang sangat besar di Indonesia. Indonesia yang sejak dahulu telah dikenal sebagai negara pertanian dengan berbagai jenis tanaman minyak nabati sangat cocok untuk mendukung pengembangan biofuel. Meski begitu, pengembangan biofuel di Indonesia masih menghadapi banyak kendala dan membutuhkan lebih banyak upaya untuk mengubah potensi menjadi keunggulan.

Hingga saat ini pemerintah Indonesia telah mengeluarkan berbagai kebijakan dan peraturan yang bertujuan untuk mendukung pengembangan biofuel, mulai dari target penggunaan wajib (mandatori) biofuel hingga dana kelapa sawit (*CPO Fund*) yang mulai ditarik pada 1 Juli 2015. Namun masih banyak kelemahan sektor biofuel di Indonesia yang menyebabkan kebijakan dan peraturan menjadi kurang efektif, sehingga pengembangan biofuel di Indonesia masih jauh dari target.

Minyak diesel (solar) merupakan salah satu BBM yang memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia. Biodiesel adalah bahan bakar diesel alternatif yang terbuat dari sumber daya hayati terbarukan seperti minyak nabati atau lemak hewani. Pinto dkk., (2005) mendefinisikan biodiesel sebagai metil ester yang diproduksi dari minyak tumbuhan atau lemak hewan dan memenuhi kualitas untuk digunakan sebagai bahan bakar dalam mesin diesel. Biodiesel memiliki berbagai kelebihan dibandingkan petrodiesel, baik sebagai campuran dengan petrodiesel maupun sebagai bahan bakar murni. Keunggulan biodiesel sebagai bahan bakar antara lain diproduksi dari bahan baku yang dapat diperbaharui, dapat digunakan pada kebanyakan mesin diesel tanpa modifikasi. Biodiesel bersifat lebih ramah lingkungan karena dapat terurai di alam, non toksik, efisiensi tinggi, emisi buang kecil, serta kandungan sulfur dan aromatik rendah (Pinto dkk., 2005).

Agar pengembangan biofuel ke depannya dapat lebih sistematis, diperlukan ulasan mengenai kondisi terkini dari sektor biofuel, khususnya sektor biodiesel di Indonesia. Makalah ini bertujuan untuk mendapatkan suatu gambaran yang komprehensif dari sektor biodiesel dengan mengulas kondisi saat ini, perkembangan teknologi produksi, dan analisis prospektif.

## **TINJAUAN PUSTAKA METODE PENELITIAN**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Kondisi Sektor Biodiesel**

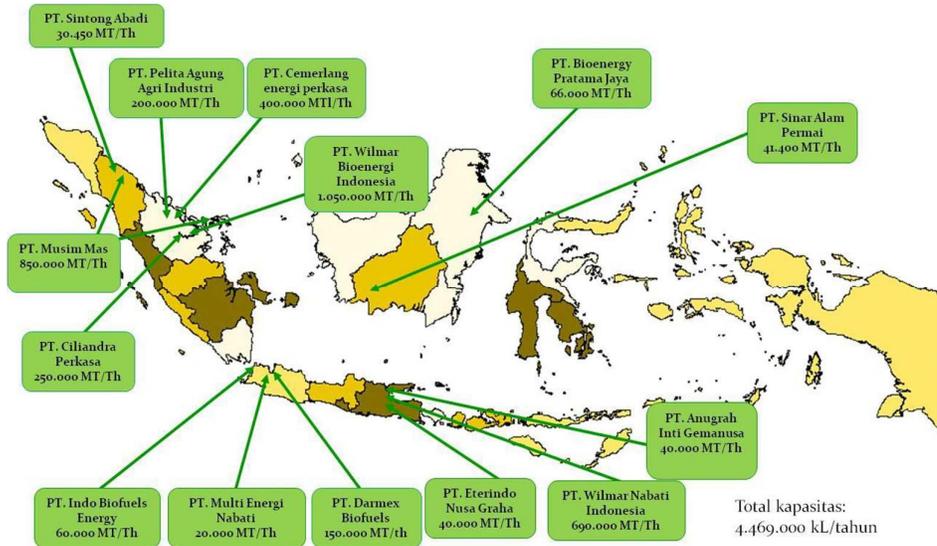
Untuk menggambarkan kondisi dari sektor biodiesel di Indonesia, sejumlah sumber informasi dapat kita gunakan untuk memberi pandangan dari berbagai perspektif. Dimulai dari hulu, yaitu lahan perkebunan, dimana tentu saja terdapat pertimbangan mengenai komoditas yang paling menguntungkan untuk ditanam oleh perusahaan perkebunan. Selanjutnya, pada tingkat komoditas perkebunan juga tidak serta merta komoditas yang potensial untuk dijadikan biodiesel tersebut dijadikan bahan bakar.

Contohnya dalam pasar CPO ada kepentingan lain selain pengguna biodiesel yang menginginkan harga murah, yakni perusahaan sawit yang lebih untung jika mengeksport saja CPO. Mengkonversi CPO menjadi biodiesel memang memerlukan investasi yang tidak sedikit dan memerlukan effort yang lebih banyak, sehinggamengekspor CPO mentah tentu lebih

mudah dan cepat mendatangkan uang. Jelas jauh lebih mudah daripada harus mengkonversi menjadi biodiesel. Alhasil, capaian produksi biodiesel per tahunnya masih berada di level 75% dari total kapasitas produksi. Peta badan usaha niaga biodiesel dan capaian produksi biodiesel per tahunnya disajikan pada Gambar 1.

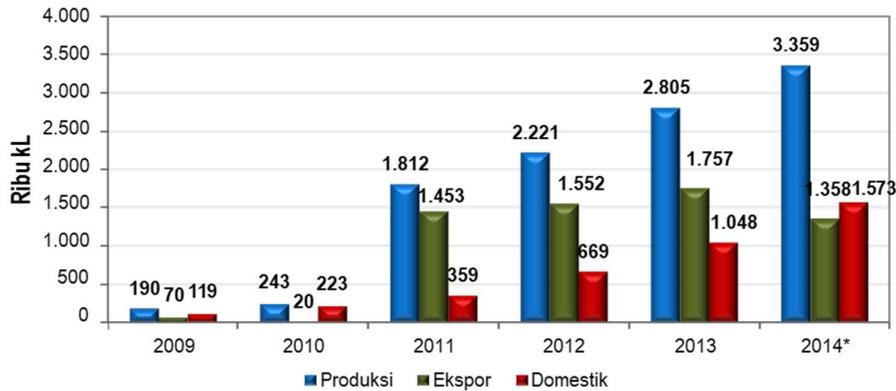
Diperlukan peran pemerintah agar bisa melakukan langkah-langkah yang lebih baik untuk mendorong agar pengusaha sawit dapat mengembangkan hasilnya menjadi biodiesel seperti membantu mengatasi penyediaan teknologi, insentif pajak, investasi peralatannya, serta menyiapkan regulasi pasar untuk produk biodiesel.

Salah satunya melalui Peraturan Menteri ESDM No. 25/2013 yang telah direvisi melalui Peraturan Menteri ESDM No. 20/2014. Kebijakan tersebut mengenai mandatori pemanfaatan biofuel: 10% campuran biodiesel dalam solar (B-10) sejak 1 September 2013. Dampaknya, pemanfaatan biodiesel meningkat secara signifikan setiap tahun. Pemanfaatan biodiesel untuk kebutuhan domestik pada tahun 2013 sebesar 1,05 juta KL (meningkat sebesar 56,62% dari capaian pada tahun 2012).



Gambar 1. Peta Badan Usaha Niaga Biodiesel

Sumber: Dirjen EBTKE, Kementerian ESDM



Gambar 2. Produksi Biodiesel Nasional

Sumber: Dirjen EBTKE, Kementerian ESDM

Meskipun tren produksi biodiesel nasional meningkat setiap tahunnya, namun masih terdapat jarak yang cukup besar antara kapasitas produksi biodiesel (4,47 juta KL) dengan capaian produksi biodiesel (3,36 juta KL  $\approx$  3,03 juta Ton Oil Equivalent - TOE) (Gambar 2).

Kebijakan yang baru-baru ini dikeluarkan oleh pemerintah adalah penerapan dana kelapa sawit. CPO *Fund* adalah dana yang dikumpulkan untuk menutup biaya pengolahan biodiesel dalam program pencampuran 15 persen biodiesel ke dalam solar. Nilai pungutannya mencapai US\$ 50 per ton untuk ekspor minyak sawit mentah (CPO), sedangkan untuk ekspor *olein* senilai US\$ 30 per ton.

Angka patokan ini berlaku sebagai pengganti bea keluar, saat harga CPO di bawah US\$ 750 per ton. Sedangkan bila harga minyak sawit sudah di atas US\$ 750, CPO *Fund* diambil dari bea keluar. Dana ini di antaranya digunakan untuk mendorong produksi bahan bakar nabati biodiesel, peremajaan tanaman sawit, dan pem-bangunan sarana-prasarana kebun sawit. Namun, kebijakan ini masih dipertanyakan oleh pengusaha sawit. Salah satunya karena pengumpulan dana ternyata dibarengi oleh bea keluar dan dikenakan juga pada produk hilir.

Dari sisi pengusaha biodiesel juga ternyata pesimis bahwa penerapan bea keluar ini akan berdampak positif bagi industri biodiesel. Alasannya, saat ini ekspor biodiesel terhambat karena tuduhan dumping oleh Uni Eropa. Dengan penerapan CPO *Fund*, dikhawatirkan produk biodiesel dari Indonesia akan semakin terpuruk di pasar dunia.

## **Perkembangan Teknologi Produksi**

### **Esterifikasi-Transesterifikasi**

Istilah esterifikasi mengacu pada reaksi asam karboksilat, dalam hal ini asam lemak dengan alkohol untuk menghasilkan ester (Ketaren, 1986). Reaksi esterifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah jumlah pereaksi metanol dan asam lemak bebas, waktu reaksi, suhu, konversi katalis dan kandungan air pada minyak (Ozgul dan Turkey, 2002). Reaktan metanol ditambahkan berlebih (biasanya lebih dari 10 kali rasio stoikiometri) supaya proses konversi dapat berjalan sempurna (Ozgul dan Turkey, 2002). Semakin tinggi jumlah metanol yang digunakan dan kandungan asam lemak bebas pada minyak, maka semakin tinggi rendemen metil ester serta semakin kecil kandungan asam lemak bebas di akhir reaksi.

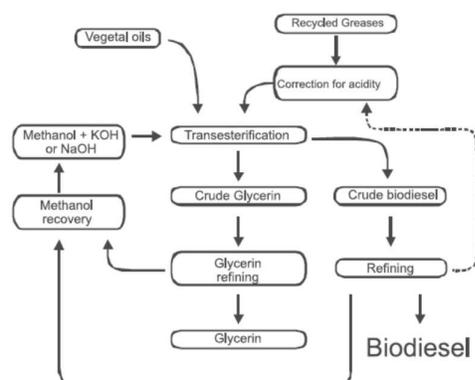
Kandungan asam lemak bebas dan kadar air yang lebih dari 0.5% dan 0.3% pada minyak dapat menurunkan rendemen proses transesterifikasi (Freedman *dkk.*, 1984). Hal ini dikarenakan asam lemak bebas akan bereaksi dengan katalis basa membentuk sabun, sehingga efisiensi katalis basa untuk proses esterifikasi menjadi rendah, proses tidak efisien dan menyebabkan rendemen yang dihasilkan menjadi rendah. Selain itu, sabun yang terbentuk akan menyulitkan dalam pencucian biodiesel. Oleh karena itu, minyak nabati yang memiliki bilangan asam atau kadar asam bebas tinggi, perlu dilakukan dua tahap proses estrans (esterifikasi-transesterifikasi) untuk menghasilkan alkil ester sesuai dengan standar yang diharapkan.

Reaksi esterifikasi biasanya dilakukan pada tahap produksi biodiesel dengan menggunakan minyak yang memiliki kadar asam lemak bebas lebih dari 2%. Reaksi ini bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dari minyak nabati tersebut hingga memiliki kadar asam lemak bebas kurang dari 2%. Reaksi esterifikasi adalah reaksi metanol dengan asam lemak bebas membentuk metil ester menggunakan katalis asam (Freedmen *dkk.*, 1984). Katalis asam yang sering digunakan pada proses esterifikasi antara lain asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Semakin lama waktu reaksi esterifikasi maka semakin besar rendemen metil ester yang didapat pada suhu 65°C, namun jumlah katalis yang berlebihan tidak akan meningkatkan dengan nyata rendemen metil ester (Ozgul dan Turkey, 2002). Air

yang dihasilkan selama proses esterifikasi berkurang seiring berjalannya waktu (Haas *dkk.*, 2004).

Transesterifikasi adalah reaksi ester baru yang mengalami penukaran posisi asam lemak (Freedman *dkk.*, 1984). Pada produksi biodiesel, prinsipnya proses transesterifikasi adalah mengeluarkan gliserin dari minyak dan mereaksikan asam lemak bebasnya dengan alkohol (metanol) menjadi metil ester (Pinto *dkk.*, 2005). Reaksi transesterifikasi dipengaruhi oleh faktor internal (sifat minyak) dan faktor eksternal (proses reaksi). Faktor internal merupakan kondisi yang berasal dari minyak, seperti kadar air dan asam lemak bebas. Faktor eksternal yang berpengaruh diantaranya adalah kandungan asam lemak bebas dan kadar air minyak, jenis katalis dan konsentrasinya, perbandingan molar antara alkohol dengan minyak dan jenis alkohol, suhu dan lama reaksi, intensitas pencampuran dan penggunaan co-solvent organik (Pinto *dkk.*, 2005).

Alkoholisis lemak menggunakan alkohol rantai pendek seperti metanol atau etanol dapat dikatalisis oleh asam maupun katalis basa. Penggunaan katalis basa banyak digunakan karena reaksinya sangat cepat, sempurna dan dapat dilakukan pada suhu rendah, serta kurang korosif dibandingkan katalis asam (Pinto *dkk.*, 2005). Transesterifikasi berkatalis basa berlangsung antara metanol dan trigliserida melalui pembentukan berturut-turut digliserida dan monogliserida yang menghasilkan metil ester pada setiap tahapannya (Pinto *dkk.*, 2005). Minyak yang digunakan harus bersih, tanpa air dan netral secara substansial. Kegagalan reaksi ini menghasilkan sabun yang dapat mengurangi kebasaaan katalis dan membentuk lapisan gel yang dapat mempersulit pemisahan dan pengendapan gliserol (Sinha *dkk.*, 2007). Tahapan teknologi produksi biodiesel dengan teknologi esterifikasi-transesterifikasi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Produksi Biodiesel (Pinto *dkk.*, 2005)

Beberapa tanaman sumber minyak dapat dijadikan bahan mentah produksi biodiesel. Perbedaan sumber ini mengakibatkan perbedaan komposisi asam lemak karena perbedaan panjang rantai dan kejenuhan asam lemak penyusunnya. Secara umum bilangan setana, titik nyala, melting point dan viskositas biodiesel meningkat dengan meningkatnya panjang rantai dan ketidakjenuhan asam lemak (Pinto *dkk.*, 2005). Beberapa penelitian produksi biodiesel dengan teknologi esterifikasi-transesterifikasi dan *in situ* transesterifikasi dirangkum pada Tabel 1.

### ***In-situ* Transesterifikasi**

Proses produksi biodiesel dengan esterifikasi-transesterifikasi, merupakan proses produksi yang terdiri atas dua tahap yaitu ekstraksi minyak dari biji dan tahap esterifikasi-transesterifikasi minyak menjadi biodiesel. Proses produksi dilakukan secara terpisah dan

diskontinyu membuat proses pembuatan biodiesel secara konvensional tersebut menjadi kurang efisien serta mengkonsumsi banyak energi dan biaya. Proses *in situ* transesterifikasi merupakan alternatif teknologi produksi yang lebih sederhana dalam memproduksi biodiesel dengan menghilangkan proses ekstraksi dan pemurnian sehingga dapat menurunkan biaya produksi (Haas *dkk.*, 2004).

Teknologi produksi biodiesel *in situ* transesterifikasi adalah teknologi proses ekstraksi minyak dan reaksi esterifikasi atau transesterifikasi yang dilakukan secara simultan dimana proses ekstraksi minyak dan reaksi esterifikasi atau transesterifikasi dilakukan dalam satu reaktor (Haas *dkk.*, 2004). Dijelaskan lebih lanjut bahwa proses *in situ* dimulai dengan terjadinya kontak antara alkohol dan katalis asam atau basa. Selanjutnya alkohol masuk ke dalam sel dan menghancurkan bagian-bagian sel kemudian melarutkan minyak yang terkandung dalam bahan baku. Minyak yang telah terekstrak bereaksi dengan alkohol menghasilkan alkil ester dengan bantuan katalis asam atau basa. Sehingga proses produksi dapat mempersingkat waktu produksi, efisien, hemat energi dan menghasilkan biodiesel yang berkualitas tinggi (El-Enin *dkk.*, 2013).

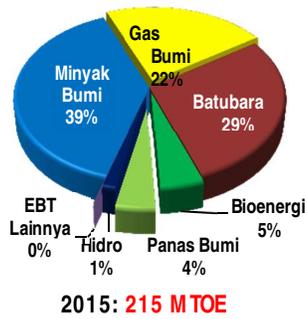
Chen and Chen (2011) menguraikan produksi biodiesel dengan teknologi *in situ* berbasis rapeseed pada prinsipnya dilakukan dengan tahapan sebagai berikut : 1) minyak rapeseed, metanol dan natrium hidroksida dipompa masuk ke dalam reaktor, selanjutnya produk yang dihasilkan dipompa ke kolom distilasi untuk recoveri metanol, 2) campuran biodiesel harus dipisahkan dengan gliserol dengan penambahan/pencucian menggunakan air, hingga gliserol dan natrium hidroksida terbawa oleh air pencucian, 3) proses distilasi dilakukan untuk menghilangkan air yang masih tersisa. El-Enin *dkk.* (2013) melaporkan bahwa dari beberapa penelitian yang telah pernah dilakukan, proses produksi biodiesel dengan teknologi *in-situ* transesterifikasi dengan katalis asam memberi hasil metil ester asam lemak 20% lebih tinggi dibandingkan yang diperoleh dengan cara konvensional (esterifikasi-transesterifikasi). Dijelaskan lebih lanjut bahwa teknologi produksi biodiesel *in situ* dipengaruhi oleh faktor rasio molar antara minyak dan metanol, konsentrasi KOH, suhu reaksi dan waktu reaksi.

Tabel 1. Penelitian produksi biodiesel dengan teknologi esterifikasi-transesterifikasi dan *in situ*

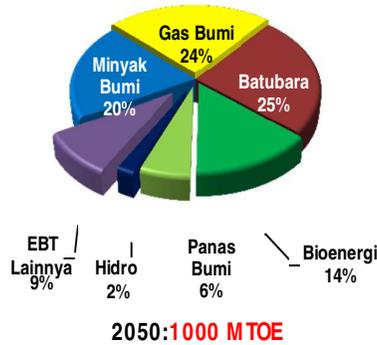
Teknologi produksi	Raw material	Kondisi optimum proses	Pustaka
Esterifikasi-transesterifikasi	Rice bran oil	Suhu reaksi 55°C, waktu reaksi 1 jam, rasio molar minyak dan metanol 9:1, katalis NaOH 0,75%	Sinha <i>et al.</i> (2008)
Esterifikasi-transesterifikasi	Rapeseed oil	Rasio molar metanol minyak 6:1, konsentrasi KOH 1%, suhu 65°C, pengadukan 600 rpm, yield 95-96%.	Rashid and Anwar (2008)
Esterifikasi-transesterifikasi	Rice bran oil	Rasio molar metanol minyak 7,5:1, konsentrasi NaOCH <sub>3</sub> 0,88%, suhu reaksi 55°C, waktu reaksi 60 menit	Rashid <i>et al.</i> (2009)
<i>In situ</i>	Rice bran oil	Minyak 50 g, Suhu 65°C, katalis asam 5 mL, metanol 250 mL, waktu reflux 1 jam, konsentrasi heksan/dietil eter/asam asetat 90:10:1 v/v%	Ozgul and Turkay (2002)
<i>In situ</i>	Vegetable oils	Rasio molar metanol minyak, temperatur 60°C, konsentrasi katalis metanol/metil ester/isopropil alkohol : 226:1:1,6, waktu reaksi 8 jam	Haas <i>et al.</i> (2004)
<i>In situ</i>	Rapeseed	Katalis KOH 0,02 N, rasio molar metanol minyak 720:1, waktu reaksi 1 jam, suhu reaksi 65°C	El-Enin <i>et al.</i> (2013)

**Analisis Prospektif**

Konsumsi energi di Indonesia cenderung meningkat setiap tahun. Dengan cadangan Bahan Bakar Minyak (BBM) yang terbatas, peningkatan konsumsi secara alami akan berpengaruh terhadap meningkatnya impor dan subsidi untuk memenuhi kebutuhan energi nasional. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 79 yang disahkan di tahun 2014 mengenai Kebijakan Energi Nasional, kebutuhan minyak bumi, batubara, gas dan energi baru dan terbarukan (EBT) secara kumulatif akan meningkat hampir 5 kali lipat selama periode 2015-2050. Kebutuhan bio energi diperkirakan meningkat hingga 14% dari bauran energi primer namun energi fosil masih akan menjadi sumber energi yang dominan yaitu minyak bumi 20%, batubara 25%, dan gas bumi 24%. Pertumbuhan dan prosentase penggunaan energi berdasarkan jenis energi tahun 2015 dan prediksi tahun 2050 disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Bauran Energi 2015  
Sumber: PP No. 79/2014



Gambar 5. Bauran Energi 2050  
Sumber: PP No. 79/2014

Tabel 2. Bauran Energi Primer  
 Sumber: Kebijakan Energi Nasional (KEN) 2014

TAHUN SATUAN	2015		2020		2025		2030		2040		2050	
	MTOE	%										
Biomassa Biofuel	6	2,8	9	3,	19	4,8	22	4,6	44	5,9	78	7,8
Biomassa Sampah	4	1,9	7	2,4	20	5,0	25	5,2	52	7,0	64	6,4
Panas Bumi	9	4,2	23	7,9	29	7,3	31	6,5	36	4,9	58	5,8
Energi Air	3	1,4	5	1,7	11	2,8	12	2,5	13	1,8	20	2,0
Energi Laut	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2	2	0,3	4	0,4
Energy Surya ET	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,4	11	1,5	17	1,7
lainnya(Angin)	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,1	1	0,1
Energi Baru (Nuklir, CBM dan lainnya)	0	0,0	5	1,7	13	3,3	27	5,6	48	6,5	68	6,8
Minyak	84	39,1	93	32,1	100	25,0	106	22,1	155	20,9	200	20,0
Gas	47	21,9	64	22,1	88	22,0	110	22,9	178	24,1	240	24,0
Batubara	62	28,8	84	29,0	120	30,0	144	30,0	200	27,0	250	25,0
TOTAL	215	100,0	290	100,0	400	100,0	480	100,0	740	100,0	1000	100,0
SUB TOTAL FOSIL	193	89,8	241	83,1	308	77,0	380	75,0	533	72,0	690	69,0
SUB TOTAL NIN FOSIL (EBT)	22	10,2	49	16,9	92	23	120	25,0	207	28,0	310	31,0

Tabel 3. Definisi Faktor Keberhasilan Pengembangan Biodiesel di Indonesia

Faktor	Definisi
Harga BBM	Harga minyak mentah di pasaran dunia
Harga Komoditas	Harga komoditas feedstock biodiesel
Teknologi Biodiesel	Teknologi produksi biodiesel
Teknologi Migas	Teknologi lifting migas
Subsidi Biodiesel	Skema subsidi biodiesel
Subsidi BBM	Alokasi anggaran untuk subsidi BBM
Produksi Biodiesel	Jumlah biodiesel yang diproduksi oleh produsen domestik
Mandatori Biodiesel	Kewajiban pemanfaatan campuran biodiesel dalam solar
CPO Fund	Dana yang dikumpulkan untuk biaya pengolahan biodiesel

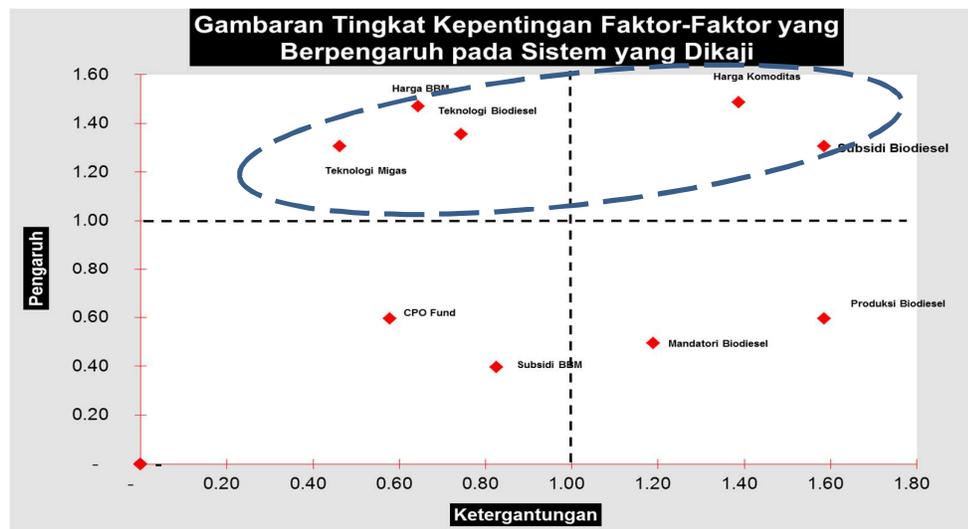
Salah satu faktor yang perlu mendapat perhatian mengenai bauran penggunaan energi tersebut adalah karena ketergantungan Indonesia pada minyak bumi (Tabel 2). Kondisi proyeksi keenergian di atas menyebabkan terjadinya suatu istilah yang disebut *unbalanced national energy mix*. Hal ini akan mengancam ketahanan energi nasional, dimana Indonesia memiliki ketergantungan yang sangat tinggi terhadap satu jenis energi. Karenanya, diperlukan persiapan tindakan strategis untuk melihat apakah dibutuhkan perubahan di masa depan dengan metode analisis prospektif.

Metode ini kita mulai dengan penentuan dan definisi faktor-faktor keberhasilan pengembangan biodiesel di Indonesia. Dari ulasan di bagian awal makalah ini, terdapat 9 (sembilan) faktor yang dapat kita identifikasi (Tabel 3).

Setelah tahap penentuan dan definisi, pada tahap selanjutnya kita akan menilai pengaruh langsung antar faktor. Nilai dari tingkat pengaruh dan ketergantungan akan menentukan posisi faktor dalam gambaran tingkat kepentingan faktor-faktor yang berpengaruh pada sistem yang dikaji.

Dari gambar 6 di bawah ini, kita dapat mengidentifikasi 5 (lima) *key drivers* dari pengembangan biodiesel di Indonesia, yaitu: Harga komoditas, Harga BBM, Teknologi biofuel, Subsidi biofuel, teknologi migas.

Hal yang penting untuk diperhatikan disini adalah bahwa dari 5 (lima) *key drivers*, terdapat 3 (tiga) *key drivers* yang memiliki pengaruh tinggi dan tingkat ketergantungannya rendah yaitu harga



Gambar 5. Penentuan *Key Drivers* Metode Analisis Perspektif

BBM, teknologi biodiesel dan teknologi migas. Dari ketiga *key drivers* tersebut, hanya teknologi biodiesel yang memiliki pengaruh langsung positif terhadap pengembangan biodiesel. Artinya, pengembangan biodiesel dapat kita mulai dengan alokasi sumber daya di teknologi produksi biodiesel untuk mencapai peningkatan hasil produksi dengan biaya yang murah.

Sejalan dengan hal tersebut, saat ini pencampuran biodiesel dengan solar sebesar 10% (B-10) dan akan ditingkatkan menjadi 20% (B-20) pada tahun 2016 dan sebesar 30% (B-30) pada tahun 2020. Karenanya, diperkirakan kebutuhan biodiesel akan meningkat signifikan menjadi 2 kali lipat pada tahun 2016 (implementasi B-20) dan 1.5 kali lipat pada tahun 2020 (implementasi B-30).

Dengan memperhatikan kondisi kapasitas terpasang biodiesel saat ini, dibutuhkan tambahan investasi industri dan teknologi biodiesel yang baru untuk mengantisipasi peningkatan pertumbuhan konsumsi biodiesel. Hal tersebut berdasarkan fakta bahwa pada tahun 2014 pencapaian produksi biodiesel berada di kisaran 3,03 juta TOE, sementara target produksi yang dinyatakan dalam Kebijakan Energi Nasional untuk tahun 2015 adalah sebesar 6 juta TOE.

## PENUTUP

### Simpulan

Produksi biodiesel nasional meningkat setiap tahunnya, namun masih terdapat jarak yang cukup besar antara kapasitas produksi biodiesel dengan capaian produksi biodiesel. Dari hasil analisis perspektif diketahui bahwa permasalahan utama dari pengembangan biodiesel nasional yaitu alokasi sumber daya di teknologi produksi biodiesel untuk mencapai peningkatan hasil produksi dengan biaya yang murah. Teknologi produksi biodiesel *in situ* transesterifikasi memberikan peluang teknologi lebih ekonomis dibandingkan teknologi produksi esterifikasi-transesterifikasi.

### Saran

Untuk kedepannya, diharapkan adanya terobosan-terobosan di bidang teknologi produksi biodiesel agar dapat mendukung target pencapaian produksi 19 juta TOE di tahun 2025. Bila kita bandingkan dengan kapasitas produksi saat ini yang berada di kisaran 4 juta TOE dan produksinya yang hanya 75% dari total kapasitas, maka target pencapaian produksi 19 juta TOE dalam waktu sekitar 10 tahun merupakan target yang sangat sulit untuk dicapai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chen H and Chen GQ. 2011. Energy cost of rapeseed-based biodiesel as alternative energy in China. *Renewable Energy*. 36, 1374-1378.
- El-Enin AAA, Attia NK, El-Ibiari NN, El-Diwani GI and El-Khatib KM. 2013. In-situ transesterification of rapeseed and cost indicators. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 18, 471-477.
- Freedman B, Pryde EH and Mounts TL. 1984. Variables affecting the yields of fatty esters from transesterified vegetable oils. *JAOCs*. 61 (10), 1638-1643.
- Haas MJ, McAloon AJ, Yee WC, Foglia TA. 2006. A process model to estimate biodiesel production costs. *Bioresour Technol*. 97, 671-678.
- Haas MJ, Scott KM, Marmer WN, Foglia TA. 2004. In situ alkaline transesterification : an effective method for the production of fatty acids esters from vegetable oils, *JAOCs*. 81 (1), 83-89.
- Habibie, S. and Clarke, S. 2012. The current status and future development of biodiesel in Indonesia Palm Oil today-Jatropha Oil tomorrow. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesi*. 14 (1), 62-73.
- Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral. 2014. *Kebijakan Energi Nasional*.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Ozgul-Yucel, S and Turkay, S. 2002. Variables affecting the yields of methyl esters derived from in situ esterification of rice bran oil, *JAOCs*. 79 (6), 611-614.
- Pinto, AC., Guarieiro, LLN., Rezende, MJC., Ribeiro, NM., Torres, EA., Lopes, WA., Pereira, PA., and Andrade, JB. 2005. Biodiesel : An Overview. *J. Braz. Chem. Soc*. 16 (6B), 1313-1330.
- Rashid, U. and Anwar, F. 2007. Production of biodiesel through optimized alkaline-catalyzed transesterification of rapeseed oil. *Fuel*. 87, 265-273.
- Rashid U, Anwar F, Ansari TM, Arif M and Ahmad M. 2009. Optimization on alkaline transesterification of rice bran oil for biodiesel production using response surface methodology. *J Chem Technol Biotechnol*. 84, 1364-1370.

Sinha S, Agarwal AK, Garg S. 2008. Biodiesel development from rice bran oil : transesterification process optimization and fuel characterization. *Energy Conversion and management*. 49, 1248-1257.