

*Draft 1*

**AGENDA RISET  
BIDANG ENERGI  
2009-2012**



**Institut Pertanian Bogor  
2008**

**Tim Penyusun:**

**Pengarah:**

Dr. Ir. Anas M. Fauzi (Wakil Rektor Bidang Riset & Kerjasama)  
Dr. Ir. Arif Satria (Direktur Riset dan Kajian Strategis IPB)

**Perumus:**

Prof. Dr. Ir. Armansyah Tambunan  
Prof. Dr. Ir. Tienneke Mandang  
Dr. Ir. Erliza Hambali  
Ir. Sri Endah Agustina, MS  
Dr. Ir. Salundik  
Dr. Ir. Naresworo Nugroho  
Dr. Ir. Irzaman  
Dr. Ir. Iskandar Zulkarnaen Siregar  
Eva Anggraini, SPi., M.Si.

**Sekretariat**

Dr. drh. Deni Noviana  
Luluk Annisa, S.Pi  
M. Hendra Wibowo, S.TP  
Arif Rahman Hakim  
Romli, SIP  
Adelyna, S.TP

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b>	iii
<b>DAFTAR TABEL</b>	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	vi
<hr/>	
<b>I PENDAHULUAN</b>	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penyusunan Agenda Riset	6
<hr/>	
<b>II ANALISIS SITUASI</b>	7
2.1. Kondisi ke-energi-an di Indonesia saat ini dan perbandingannya dengan negara lain	7
2.2. Keterkaitan sektor energi dengan sektor pertanian	13
<hr/>	
<b>III KONDISI IDEAL DAN SKENARIO</b>	25
3.1. Kondisi Ideal	25
3.2. Arah Kebijakan	26
3.3. Tantangan Riset	28
<hr/>	
<b>IV RISET DAN PENGEMBANGAN</b>	30
4.1. Perencanaan Energi Pertanian	30
4.2. Pengembangan Bioenergi	31
4.3. Peningkatan Kapasitas Riset	42
4.4. <i>Timeline</i> Riset dan Pengembangan	47
4.5. <i>Timeline</i> Peningkatan Kapasitas Riset	55

## DAFTAR TABEL

---

Tabel 2.1.	Posisi energi fosil utama di Indonesia (2007)	8
Tabel 2.2.	Potensi energi baru dan terbarukan di Indonesia (2007)	9
Tabel 2.3.	Konsumsi energi final per sektor (2007)	9
Tabel 2.4.	<i>Bio-fuel demand estimation (million liter)</i>	14
Tabel 2.5.	Target pemanfaatan bahan bakar biomassa (dalam juta kilo liter)	15
Tabel 2.6.	Target substitusi bahan bakar biomassa sebagai sumber energi alternative dan terbarukan, serta bahan baku yang dibutuhkan	16
Tabel 2.7.	Potensi produksi bio-diesel di Indonesia	17
Tabel 2.8.	Potensi sumber energi biomassa berasal dari limbah pertanian (pertanian tanaman pangan, perkebunan, dan kehutanan)	18

---

Tabel 2.9.	Nilai kalor (kJ/kg) beberapa jenis bio-briket	20
Tabel 2.10.	Nilai kalor (kJ/kg) beberapa jenis bio-briket	21
Tabel 2.11.	Pembangkit Listrik dengan sumber energi terbarukan yang sudah siap dioperasikan	22
Tabel 2.12.	Lokasi PLTM yang siap dibangun	23
Tabel 2.13.	Wilayah perdesaan yang belum terlistriki	24

## DAFTAR GAMBAR

---

<b>Gambar 2.1.</b>	Konsumsi energi final di sektor rumah tangga	9
<b>Gambar 2.2.</b>	Peningkatan populasi dibanding dengan peningkatan konsumsi energi	9
<b>Gambar 2.3.</b>	Perbandingan cadangan sumber energi fosil Indonesia dengan negara lain	12
<b>Gambar 2.4.</b>	Program nasional Bauran Energi (Energy-Mix)	13
<b>Gambar 2.5.</b>	Pilihan teknologi konversi biomassa/limbah biomassa menjadi energi	19

# I PENDAHULUAN

---

## 1.1. Latar Belakang

Ketergantungan Indonesia terhadap bahan bakar minyak (BBM), atau energi fosil umumnya, telah menghadapi tantangan paling berat saat ini. Sekitar 65 persen kebutuhan energi final Indonesia masih tergantung pada BBM, yang sebagian besar digunakan di sektor transportasi. Di lain pihak, cadangan minyak bumi Indonesia hanya sembilan miliar barel (DESDM, 2005) yang diperkirakan habis selama 18 tahun dengan laju produksi rata-rata 500 juta barel per tahun. Hal ini menyebabkan Indonesia harus beralih dari negara pengekspor minyak menjadi pengimpor netto (net importer) sejak beberapa tahun terakhir. Tantangan yang dihadapi Indonesia sangat berat karena masih tingginya harga minyak bumi dunia pada tahun ini. Kebijakan subsidi yang diterapkan telah dirasakan sangat memberatkan anggaran pemerintah, sehingga kenaikan harga BBM nasional tidak mungkin lagi dihindari. Kondisi ini akan sangat berpengaruh terhadap pembangunan pertanian, termasuk perkebunan dan perikanan, sebagai salah satu sektor pembangunan yang sangat penting bagi perekonomian Indonesia. Pertanian, termasuk perkebunan, peternakan dan perikanan, merupakan salah satu sektor perekonomian yang sangat tergantung pada ketersediaan BBM maupun energi lainnya.

Berdasarkan data “*Handbook Statistik Ekonomi Energi 2006*”, intensitas energi (komersial) di sektor pertanian,

perkebunan dan perikanan masih sangat rendah, yaitu 0,012 SBM/juta rupiah pada tahun 2006, beranjak dari 0,008 SBM/juta rupiah pada tahun 1990. Sebagai pembanding, intensitas energi di Indonesia adalah 0,31 SBM/juta rupiah pada tahun 2006. Rendahnya intensitas energi tersebut tidak menunjukkan efisiensi penggunaan energi, tetapi lebih menunjukkan rendahnya asupan energi komersial di sektor pertanian, perkebunan dan perikanan. Asupan energi juga dapat digunakan sebagai indikator tingkat penerapan teknologi di sektor pertanian. Asupan energi di bidang pertanian meliputi empat kategori, yaitu energi yang terkandung (*embodied*) pada input pertanian (bibit, pupuk, agrokimia pemeliharaan lain, termasuk energi untuk pengemasan dan pengangkutannya), energi yang langsung digunakan, energi tenaga kerja (termasuk untuk pengangkutan tenaga kerja), dan energi yang terkandung pada alat/mesin pertanian (energi modal/*capital energy*).

Berbagai kajian menunjukkan bahwa asupan energi, dalam kaitannya dengan tingkat teknologi, masih memberikan dampak positif yang signifikan terhadap produktivitas sektor pertanian. Sebagai contoh, pengaruh asupan energi terhadap produktivitas pertanian beras di Pulau Jawa dan di luar Pulau Jawa (Abdullah, 2007), seperti ditunjukkan berikut:

Pulau Jawa : Lahan sawah :	18,01 GJ/ha,	Hasil:2,95 ton/ha
Lahan kering :	10,41 GJ/ha,	Hasil:1,56 ton/ha
Luar Jawa : Lahan sawah :	11,48 GJ/ha,	Hasil:2,41 ton/ha
Lahan kering :	3,50 GJ/ha,	Hasil:1,03 ton/ha

Kondisi yang sama juga terjadi pada pertanian tanaman pangan lain, perkebunan, perternakan, dan perikanan. Dengan demikian, ketidakpastian penyediaan energi akan sangat berpengaruh terhadap upaya pembangunan pertanian di Indonesia.



Dalam kaitannya dengan penyediaan energi yang terkandung pada input pertanian, masih tampak adanya ketidakseimbangan persaingan antara pertanian dengan non-pertanian. Sebagai contoh, kendala penyediaan gas alam ke industri pupuk telah menyebabkan ketidak-pastian pasokan maupun harga pupuk, yang selanjutnya mempengaruhi terhadap produktivitas pertanian dan pendapatan petani. Disamping itu, ketidakpastian pasokan BBM di wilayah perdesaan (pertanian) akibat dari tidak lancarnya distribusi dan harga yang tidak terjangkau akan semakin memperparah pasokan energi langsung ke sektor pertanian, perkebunan, dan perikanan, maupun untuk konsumsi rumahtangga perdesaan.

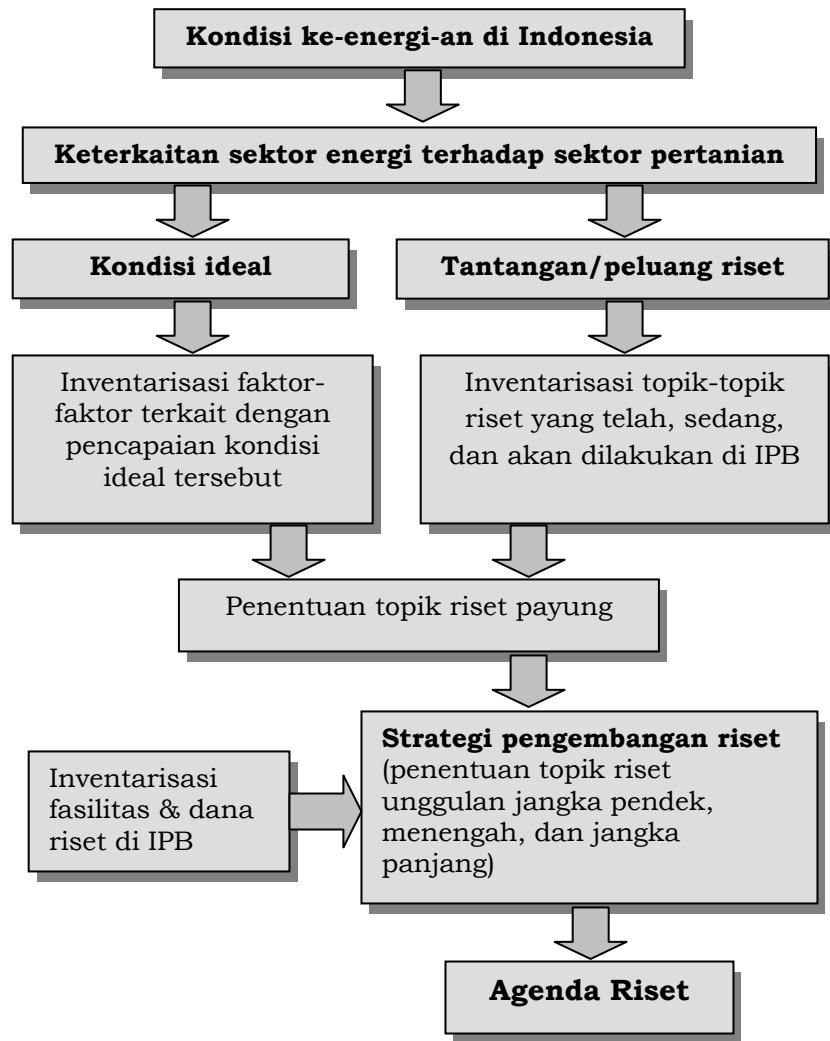
Pertanian dan perdesaan merupakan pasangan yang tak terpisahkan. Hambatan terhadap pembangunan pertanian akan berdampak pada pembangunan perdesaan, dan sebaliknya. Rendahnya asupan energi di bidang pertanian juga diikuti oleh rendahnya tingkat konsumsi energi rumahtangga perdesaan. Sebagai gambaran, survai oleh Ditjen Listrik dan Pengembangan Energi (1986, 1989, dan 1990) menunjukkan bahwa konsumsi energi untuk memasak di perdesaan Jawa, Sumatera dan Sulawesi berkisar diantara 0,2-2,5 GJ/orang/tahun, dan masih dibawah keperluan energi untuk memasak yang ditentukan oleh WHO. Kayubakar masih merupakan bahan bakar utama untuk memasak bagi keluarga perdesaan di Indonesia, diikuti oleh minyak tanah. Indonesia memiliki lebih dari 70.000 desa, dan 45 persen diantaranya dikategorikan “desa tertinggal”. Rendahnya tingkat pelistrikan desa merupakan salah satu faktor yang mempersulit program pengentasan kemiskinan di perdesaan.

Kajian terhadap data Susenas menunjukkan bahwa masyarakat hingga 150 persen di atas garis kemiskinan

merupakan kelompok masyarakat yang paling banyak menggunakan kayubakar dan lebih sensitif terhadap peningkatan konsumsi kayubakar maupun minyak tanah. Hal ini menunjukkan bahwa kayubakar merupakan alternatif utama terhadap penggunaan minyak tanah. Rencana pemerintah untuk mengganti penggunaan minyak tanah ke gas tampaknya akan mengalami kegagalan di wilayah perdesaan, sebagai akibat dari rendahnya daya beli dan kurangnya kesiapan terhadap perubahan teknologi. Sebaliknya, rencana ini dapat menyebabkan peningkatan konsumsi kayubakar. Sementara itu, penggunaan kayubakar yang jika tidak terkendali sebagai sumber energi dikhawatirkan akan berdampak pada keseimbangan ekologis, yang juga telah mengalami krisis di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa.

Berbagai persoalan energi yang diungkapkan di atas telah mempengaruhi kondisi makro ekonomi Indonesia karena begitu banyak sektor yang sangat bergantung kepada energi. Solusi jangka panjang antara lain adalah dengan memproduksi energi alternatif dengan menggunakan sumberdaya alam yang tersedia di negeri ini seperti mengembangkan energi dari surya, energi dari angin, dan lain sebagainya. Tentu saja pengembangan energi alternatif ini ditempuh dengan cara yang bijak sehingga tidak menimbulkan kontraproduktif antara kepentingan energi dan pangan. Disinilah peran IPB sangat diperlukan dalam meningkatkan pemanfaatan berbagai sumberdaya alam ada terutama yang bersifat mengalir (flow) untuk menciptakan sumber energi yang berkelanjutan.

Salah satu langkah penting yang perlu dilakukan IPB adalah menyusun suatu Agenda Riset Strategis (ARS) yang berkaitan dengan bidang energi dengan sistematika sebagai berikut:



## **1.2. Tujuan Penyusunan Agenda Riset**

Agenda Riset Strategis (ARS) ini diharapkan dapat menyediakan kerangka strategis dalam rangka:

- 1) mengarahkan penyusunan program-program riset yang realistis dan inspiratif yang mampu memobilisasi pihak terkait (*stakeholders*);
- 2) memberikan arahan bagi opsi kebijakan yang perlu dilakukan IPB; serta
- 3) menjamin IPB dengan kompetensi yang dimilikinya sebagai *leader* di bidang bioenergi di Indonesia.



## ANALISIS SITUASI

---

Analisis terhadap situasi dan permasalahan nasional yang terkait dengan sector pertanian, khususnya di bidang energi, yang perlu segera dijawab melalui kegiatan-kegiatan riset di IPB, dapat dilakukan melalui kajian beberapa aspek yaitu :

- a. kondisi ke-energi-an di Indonesia saat ini dan bagaimana sektor pertanian berperan
- b. perbandingan kondisi tersebut dengan kondisi regional serta global
- c. keterkaitan secara khusus antara sektor pertanian dan energi di Indonesia, serta pengaruhnya terhadap sector-sector lain seperti lingkungan, pangan, dan perekonomian.
- d. Arah kebijakan riset nasional dan riset di IPB sampai dengan saat ini, serta faktor-faktor yang mempengaruhi

Secara rinci, kajian terhadap masing-masing aspek tersebut disampaikan dalam uraian berikut.

### **2.1. Kondisi ke-energi-an di Indonesia saat ini dan perbandingannya dengan negara lain**

Gambaran kondisi ke-energi-an Indonesia saat ini dan keterkaitannya dengan sector pertanian dapat dilihat berdasarkan potret situasi mengenai potensi sumber energi yang ada, pola supply-demand energi dan proyeksinya pada tiap-tiap sector pengguna (termasuk diantaranya sector pertanian), peraturan dan kebijakan

di bidang energi, implementasi kebijakan dan situasi riil di lapangan, serta factor-faktor yang terkait tingkat kebutuhan dan sistem penyediaan energi itu sendiri baik secara nasional maupun sektoral.

Tabel-tabel dan gambar-gambar berikut memperlihatkan potensi sumber energi yang ada di Indonesia, kebijakan pengembangannya, pola supply-demand energi di tiap sektor, serta faktor-faktor yang mempengaruhi implementasi kebijakan di lapangan.

Tabel 2.1. Posisi energi fosil utama di Indonesia (2007)

Jenis energi fosil	Sumber daya	Cadangan	Produksi	Rasio CAD/prod (tahun) *)
Minyak bumi	56.6 miliar barel	8.4 miliar barel**)	348 juta barel	24
Gas bumi	334.5 TSCF	165 TSCF	2.7 TSCF	61
Batu bara	93 miliar ton	18,7 miliar ton	250 juta ton	<b>75</b>
<i>Coal bed Methane</i>	453 TCF			

\*) dengan asumsi tidak ada penemuan baru

\*\*\*) termasuk blok Cepu

Sumber: Departemen ESDM (2008)

Tabel 2.2. Potensi energi baru dan terbarukan di Indonesia (2007)

<b>Energi Non Fossil</b>	<b>Sumber daya</b>	<b>Setara</b>	<b>Kapasitas terpasang</b>
Tenaga air (hydro)	845.00 juta BOE	75.67 GW	4.2 GW
Panas bumi	219.00 juta BOE	27.00 GW	1.042 GW
Tenaga air (Mini/microhydro)	0.5 GW	0.5 GW	0.084 GW
Biomassa	49.81GW	49.81 GW	0. GW
Tenaga surya	4.80 kWh/m <sup>2</sup> /hari	-	0.008 GW
Tenaga angin	9290 MW	-	0.0005 GW
Uranium (Nuklir)**)	24.112 ton	3 GW untuk 11 tahun	-

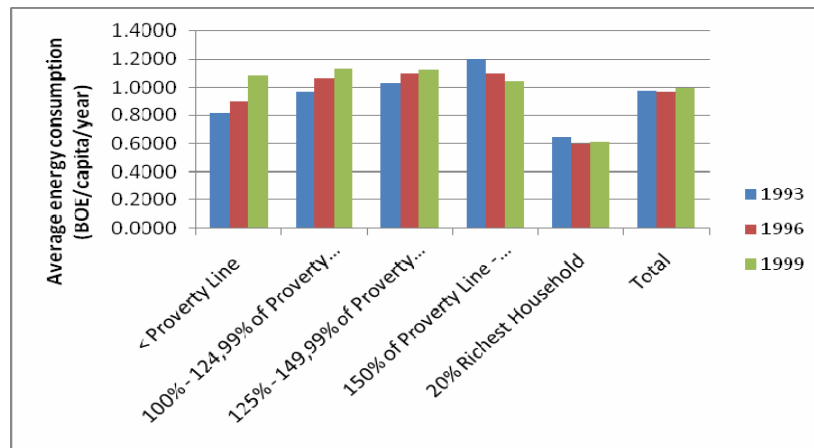
*\*)hanya di Kalan, Kalimantan Barat*

*Sumber : Dept. ESDM, 2008*

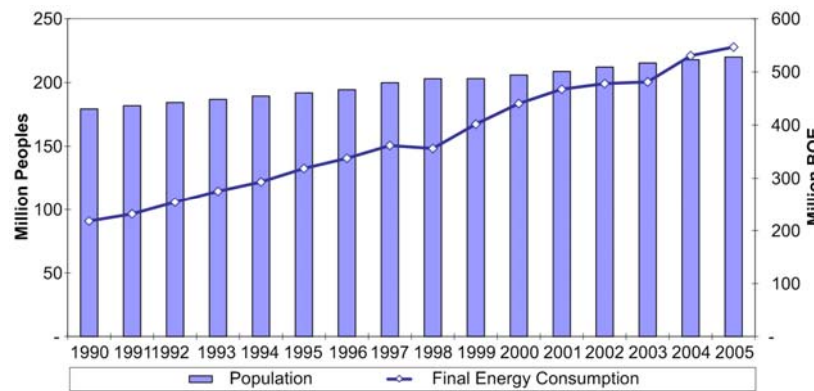
Tabel 2.3. Konsumsi energi final per sektor (2007)

<b>Sektor</b>	<b>Konsumsi (ribu BOE)</b>	<b>(%)</b>
Industri (termasuk pertanian)	323.493	37
Transportasi	179.936	21
Rumah tangga	314.688	36
Komersial	26.589	3
Lainnya	27.959	3
TOTAL	872.665	100

*Sumber: Dept. ESDM, 2008*



Gambar 2.1. Konsumsi energi final di sektor rumah tangga (Simangunsong, et al., 2008)



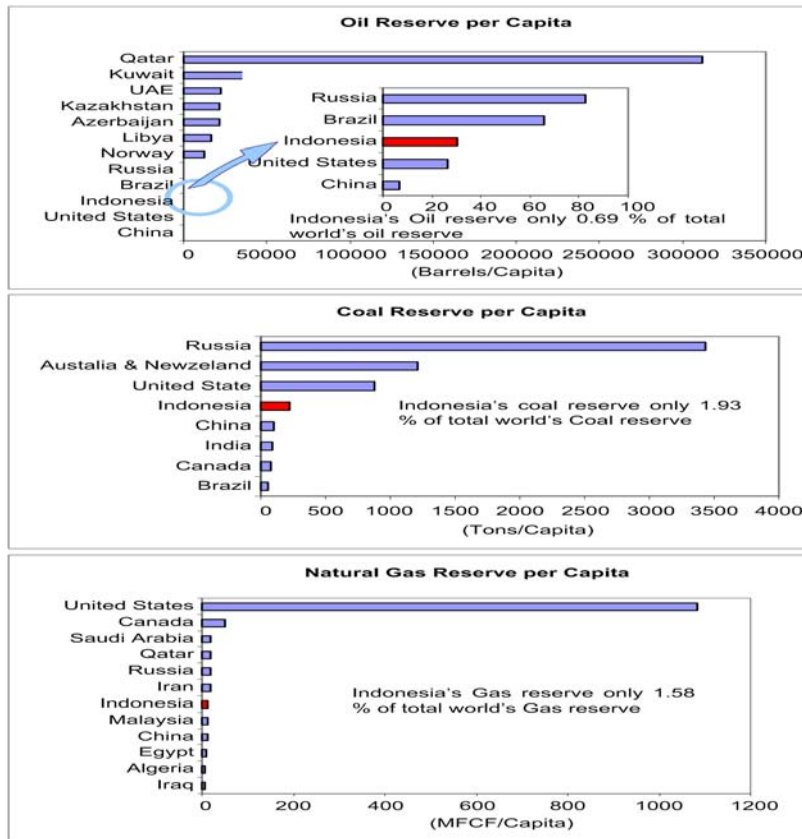
Sumber: Handbook Energy Economics Statistic, 2006

Gambar 2.2. Peningkatan populasi dibanding dengan peningkatan konsumsi energi

Berdasarkan data-data tersebut, dapat dilihat bahwa sumber energi utama di Indonesia berasal dari fosil. Ketergantungan terhadap sumber energi fosil tersebut tampak sangat berat dan sulit dapat segera diringankan mengingat substitusi dengan sumber energi non-fosil

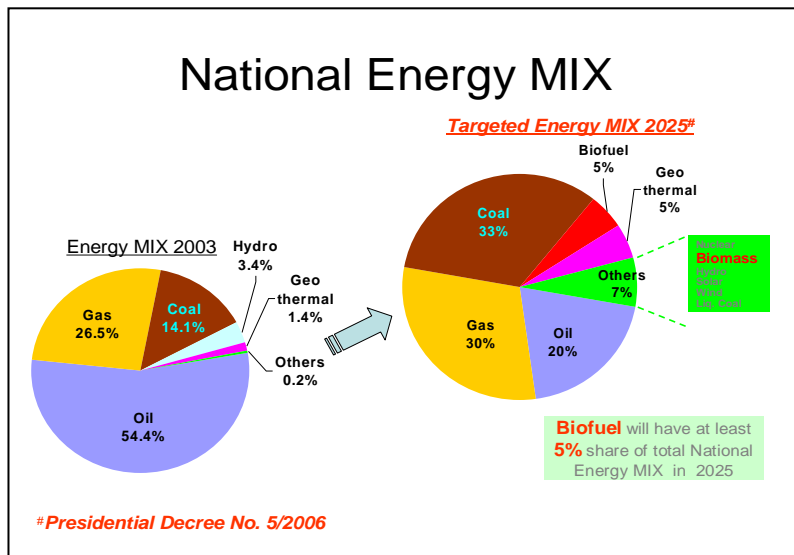


sangat kecil dan lambat. Di lain pihak data pada Gambar 2.3. berikut yang menyajikan perbandingan potensi dan cadangan sumber daya energi Indonesia dengan negara-negara lain di dunia, tampak bahwa Indonesia perlu mengubah kebijakan pemanfaatan sumber energinya dengan tidak lagi berorientasi pada ekspor, tetapi lebih mengutamakan pasokan untuk kebutuhan energi di dalam negeri yang semakin meningkat. Apalagi jika dikaitkan dengan program energy-mix (Gambar 2.4) dimana ditargetkan pengalihan ketergantungan pada bahan bakar minyak (fossil) ke sumber energi primer lain seperti batubara, gas dan energi terbarukan.



Sumber: Indonesian Energy Economics Review

Gambar 2.3. Perbandingan cadangan sumber energi fosil Indonesia dengan negara lain



Gambar 2.4. Program nasional Bauran Energi (Energy-Mix)

## 2.2. Keterkaitan sektor energi dengan sektor pertanian

Segala aktivitas hanya dapat dilakukan jika terdapat energi. Demikian juga dalam kegiatan pertanian. Sektor pertanian (dalam arti luas, termasuk di dalamnya perikanan, peternakan, perkebunan, dan kehutanan) pada setiap tahapan aktifitasnya selalu memerlukan input energi. Energi dibutuhkan mulai dari kegiatan penyediaan lahan, pengadaan bibit, penanaman, pemeliharaan, pemanenan, penanganan produk panen, pengolahan produk, sampai dengan distribusi kepada konsumen akhir. Dengan demikian sektor pertanian adalah sektor yang padat input energi.

Di sisi lain, pertanian adalah sektor utama penyedia bahan pangan, baik bagi manusia maupun pakan bagi

ternak/hewan dan ikan yang merupakan bagian dari siklus pertanian itu sendiri. Produktivitas sektor pertanian selain dipengaruhi oleh faktor teknologi, tentu saja sangat ditentukan oleh masukan (input) energi yang diberikan. Sebagaimana pengguna energi lain, sektor pertanian juga menghasilkan output negatif, yaitu limbah biomassa dan emisi akibat penggunaan bahan bakar. Oleh karenanya, analisis energi pada proses produksi produk pertanian adalah sangat penting untuk dilakukan guna pengembangan teknologi produksi yang lebih efisien dan lebih ramah lingkungan.

Berdasarkan target kebijakan sektor energi sebagaimana tercantum dalam Undang-Undang no 30 tahun 2007 tentang energi nasional, peran sektor pertanian telah digeser, bukan lagi hanya sebagai pengguna energi tetapi juga harus berperan sebagai penyedia sumber energi. Sektor pertanian diharapkan mampu memasok sebagian kebutuhan energi, dalam bentuk bahan bakar biomassa padat serta dalam bentuk bahan bakar cair atau bahan bakar nabati (bio-diesel, bio-ethanol, bio-kerosene) pengganti bahan bakar minyak (BBM). Tabel 2.4 dan Tabel 2.5 menyajikan kebutuhan bahan bakar nabati (BBN) menurut target dalam program energy-mix.

Table 2.4. *Bio-fuel demand estimation (million liter)*

	Diesel		Gasoline	
	2007	2010	2007	2010
Total oil demand	30.40	34.89	33.34	38.27
Substitution 5% bio-fuel	1.52	1.74	1.67	1.91
Substitution 10%bio-fuel	3.04	3.48	3.34	3.82

Tabel 2.5. Target pemanfaatan bahan bakar biomassa (dalam juta kilo liter)

<b>Target substitusi</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>
Bio-disel (pengganti solar)	2.41	3.18	4.60	10.22
Bio-ethanol (pengganti bensin)	1.48	1.95	2.83	6.28
Pengganti minyak tanah	0.96	1.27	1.83	4.07
Pengganti fuel oil (minyak bakar)	0.4	0.53	0.76	1.69
<b>TOTAL</b>	<b>5.25</b>	<b>6.92</b>	<b>10.02</b>	<b>22.26</b>

Sumber : DJLPE,2006.

Guna memenuhi target tersebut, sector pertanian harus melakukan berbagai “reformasi” dan “revolusi”, mengingat saat ini masih sangat sedikit data dan penelitian terkait dengan penggunaan energi di bidang pertanian (kebutuhan energi, intensitas energi dan efisiensi) masih sangat kurang. Demikian juga pengembangan teknologi sebagai sumber energi, baik dalam bentuk konversi dari produk utama maupun dari limbah, masih jauh dari memadai guna memenuhi target-target nasional tersebut. Tabel 2.6, 2.7, dan 2.8 memperlihatkan data potensi sector pertanian sebagai penyedia sumber energi nasional. Sedangkan Gambar 2.5 menunjukkan pilihan teknologi konversi biomassa menjadi berbagai bentuk energi, yang dapat diterapkan di sector pertanian atau agro-industri.

Tabel 2.6. Target substitusi bahan bakar biomassa sebagai sumber energi alternative dan terbarukan, serta bahan baku yang dibutuhkan .

Jenis bahan bakar biomassa	Penggunaan	Bahan baku
Bio-diesel	Pengganti solar (petro-diesel)	Minyak nabati (CPO, minyak jarak, dll)
Bio-ethanol	Pengganti bensin (gasoline)	Pati / Gula (tanaman tebu, ubi, sago, sorgum, dll)
Bio-oil	Pengganti minyak tanah (kerosene) Pengganti HSD	Minyak nabati Biomassa (dgn proses pirolisis)
Biogas	Pengganti minyak tanah (kerosene)	Biomassa/limbah biomassa cair (kotoran ternak, limbah agroindustri, dll)

Sumber : DJLPE , 2006

Khusus untuk bahan baku bio-diesel, produksi CPO Indonesia saat ini 16~17 juta ton/th, diserap oleh pasar domestik (untuk berbagai jenis industri pangan & non-pangan) hanya sebesar 3.5 juta ton, sisanya diekspor (Indonesia pengekspor CPO no 1 di dunia). Dengan demikian penggunaan CPO untuk bahan baku bio-diesel di Indonesia, tidak mengganggu pangsa pasar pangan ataupun industri domestik. Ketersediaan CPO sebagai bahan baku industri di dalam negeri (pangan dan non-pangan) akan terganggu jika permintaan CPO di pasar global meningkat tajam dengan harga tinggi sehingga produsen cenderung menjual CPO ke pasar global dibanding ke pasar dalam negeri, termasuk sebagai bahan baku bio-diesel. Kapasitas produksi bio-diesel saat ini 1.2 juta ton, akan meningkat 2.4 juta ton pada 2009. Pada tahun 2020 diperkirakan mencapai 4 juta ton. Tabel 2.7 berikut menunjukkan data potensi dan lokasi produksi bio-diesel di Indonesia

Tabel 2.7. Potensi produksi bio-diesel di Indonesia.

No	Perusahaan	Lokasi	2008		2009	
			Kapasitas KL/Th	Domestik KL/Th	Kapasitas KL/Th	Domestik KL/Th
1.	Energi Alternatif Indonesia PT.	Jakarta	300	300	1.000	1.000
2.	Eterindo Wahanatama Tbk	Gresik & Cikupa	120.000	120.000	240.000	240.000
3.	Ganesha Energy Group	Medan	3.000	3.000	10.000	10.000
4.	Indo Biofuels Energy PT.	Merak	60.000	60.000	160.000	100.000
5.	Multikimia Intipelangi PT.	Bekasi	5.000	5.000	10.000	10.000
6.	Musim Mas Group	Medan	50.000	10.000	350.000	100.000
7.	Permata Hijau Group	Duri	200.000	75.000	200.000	120.000
8.	Sumi Asih PT	Bekasi & Lampung	100.000	50.000	200.000	100.000
9.	Wilmar Group	Dumai	700.000	300.000	1.000.000	300.000
	<b>Jumlah yang tersedia</b>		<b>1.238.300</b>	<b>623.300</b>	<b>2.171.000</b>	<b>981.000</b>

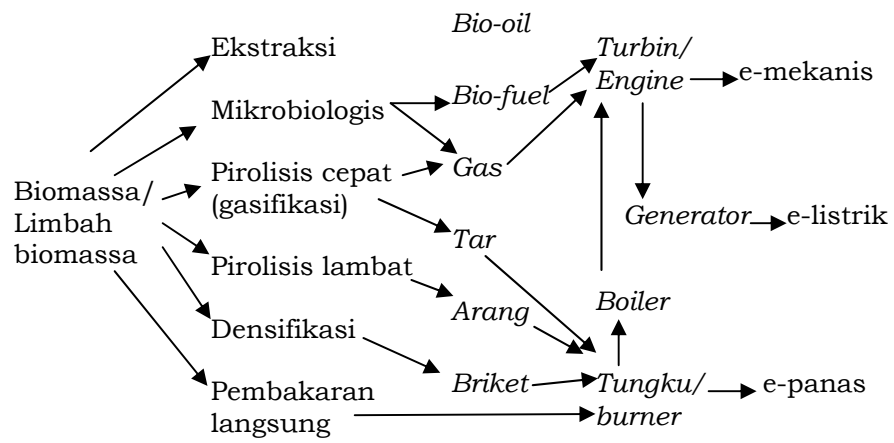
Sumber : APROBI

Tabel 2.8. Potensi sumber energi biomassa berasal dari limbah pertanian (pertanian tanaman pangan, perkebunan, dan kehutanan)

<b>No</b>	<b>Products or commodities</b>	<b>Type of biomass waste</b>	<b>Potency</b>
1.	Paddy	Straw	5000 kg/ton paddy
2.	Rice	Rice husk	280 kg/ton paddy
3.	Cassava	Stalks	800 kg/ton cassava
4.	Corn	Corn cobs	NA
5.	Coconut	Fiber/husk	280 kg/ton coconut
6.	Coconut	Coconut shell	150 kg/ton coconut
7.	Rubber	Wood (replanting)	1500 m <sup>3</sup> /Ha replant
8.	Cacao	Cacao shells	NA
9.	Palm oil	Wood (replanting)	74.5 ton/Ha replant
10.	Palm oil	Fronds	24.84 ton/Ha
11.	Palm oil	FEB	200 kg/ton FFB
12.	Palm oil	Fiber and shell	420 kg/ton CPO
13.	Processed wood	Saw dust	203 041.6 m <sup>3</sup> /year
14.	Processed wood	Other wood wastes	1 827 373.7 m <sup>3</sup> /year
15.	Sugar cane	Bagasse	280 kg/ton sugar

Sumber : Endah Agustina, 2007





Gambar 2.5. Pilihan teknologi konversi biomassa/limbah biomassa menjadi energi

Tabel 2.9. Pemanfaatan berbagai jenis biomassa dan limbah biomassa

<b>Jenis biomassa/ limbah biomassa</b>	<b>Pemanfaatan saat ini</b>	<b>Promosi sebagai sumber energi</b>
CPO	Bahan baku industri pangan & kosmetik	Bio-diesel
Serat sawit	Bhn bakar boiler (co-gen system)	Bhn bakar boiler
Cangkang sawit	Arang aktif, asap cair, pengeras jalan kebun, bhn bakar boiler	Bhn umpan gasifikasi (gas mampu bakar)
Tandan kosong (FEB)	Kompos/ pupuk, mulsa	Bhn bakar boiler (co-gen), kompos
Lumpur sawit	Pakan ternak sapi	Bio briket
Limbah cair pabrik CPO	----	Pembangkit gas methan
Bagasse	Bhn bakar boiler, pupuk	Bhn bakar boiler, bio briket
Tetes tebu	Bhn baku industri ethanol dan bumbu masak	Bio-ethanol
Jagung	Bahan makanan, pakan ternak	Bio-ethanol
Bonggol jagung	Bhn bakar tungku	Bhn bakar tungku, briket
Sekam padi	Bahan bakar tungku, bahan kemasan, pakan ternak	Bhn bakar boiler (co-gen), bhn umpan gasifikasi, bio briket, briket arang sekam.
Kelapa	Bahan pangan, obat	Minyak bakar, bio-diesel
Serat kelapa	Bahan kemasan & furnitur	Bio briket, bhn bakar boiler
Batok kelapa	Bhn bakar tungku, arang aktif, alat rumah tangga, kerajinan	Bhn umpan gasifikasi, bhn bakar tungku.
Limbah rumah potong hewan		Biogas
Sampah sayur	kompos	Biogas
Cangkang jarak	----	Bahan bakar tungku
Ampas jarak	---	Briket
Getah (gum)	---	Bahan bakar

Sumber : Agustina,S.E (2005)

Tabel 2.10. Nilai kalor (kJ/kg) beberapa jenis bio-briket

No.	Jenis bio-briket dan biomassa	Nilai kalor (kJ/kg)
1.	Briket Limbah lumpur sawit	10896
2.	Briket Bonggol jagung	15455
3.	Briket Arang bonggol jagung	20174
4.	Briket bagasse	17638
5.	Ampas jarak (dari NTB)	17550
6.	Briket ampas jarak (dari B2TE-BPPT)/ Tracon	16399 / 16624
7.	Getah jarak (gum)	NA
8.	<i>Kayu bakar</i> (acasia)	17270
9.	Briket arang sekam	13290

Sumber : Agustina, S.E (2007)

Sebagai pembangkit listrik secara komersial, limbah pertanian juga telah mulai dimanfaatkan sebagaimana terlihat dalam Tabel 2.11. Selain itu beberapa industri berbasis pertanian juga telah mengupayakan memanfaatkan limbah produksi mereka sebagai sumber energi bagi kegiatan produksi mereka. Hal tersebut didorong oleh mahalnya harga BBM dan listrik yang diberlakukan bagi sektor industri. Sedangkan pada industri pengolahan sawit dan tebu, pemanfaatan limbah pengolahan di pabrik sebagai bahan bakar boiler adalah sudah menjadi sebuah paket proses produksi.

Tabel 2.11. Pembangkit Listrik dengan sumber energi terbarukan yang sudah siap dioperasikan.

RE	Capacity (kWatt)	Location	Operation Status	Operator
Palm oil waste	12500	North Sumatera	Evaluation	Private company
Palm oil waste	10500	Riau	Evaluation	Private company
Rice husk	10000	Lampung	Evaluation	Private company
Bagasse	7000	Lampung	Evaluation	Private company
Rice husk	20000	Bali	Evaluation	Private company
Municipal waste	42000	Jakarta	Evaluation	Private company
Hybrid, solar & diesel	40	West Kalimantan	2004	PLN
Wind energy	6 x 250	NTB	2007	PLN

Daerah pertanian lahan basah (sawah) pada umumnya kaya dengan sumber daya air. Berdasarkan kebijakan yang tercantum dalam UU no 30, pemanfaatan sumber energi terbarukan termasuk air (hydro) sangat dianjurkan. Oleh karenanya, sungai-sungai di areal perdesaan & persawahan sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi pembangkit listrik dengan teknologi mikrohydro (PLTMH). Hal ini juga akan mendukung program desa mandiri energi (lihat Tabel 2.13, Desa yang belum terlistriki). Secara sosial ekonomi, bila hal tersebut dilakukan, maka dengan sendirinya konservasi lingkungan akan terlaksana sebagai akibat kebutuhan masyarakat akan sumber energi yang murah dan terjangkau. Walaupun demikian, penggunaan saluran air untuk PLTMH kadang-kadang juga menuai konflik, seperti dibahas di media massa akhir-akhir ini tentang konflik antar sektor yang terjadi sebagai akibat dari minimnya ketersediaan air, terutama di pulau Jawa. Tabel 2.12 berikut menunjukkan contoh beberapa lokasi PLTMH yang telah siap dioperasikan di seluruh Indonesia.

Tabel 2.12. Lokasi PLTM yang siap dibangun

NO	PLTM	Propinsi	Unit-Kapasitas (MW)	Kapasitas Terpasang (MW)
1	Parlilitan	Sumatera Utara	2 x 5,000	10.000
2	Pakat		2 x 5,000	10.000
3	Hutaraja		2 x 3,000	6.000
4	Parluasan		2 x 2,100	4.200
5	Telanai 1	Sumatera Barat	2 x 5,000	10.000
6	Telanai 2		2 x 5,000	10.000
7	Telanai 3		2 x 2,500	5.000
8	Kambalan		2 x 2,500	5.000
9	Pinti Kayu		2 x 5,000	10.000
9.1	Lawugunung		2 x 5,000	10.000
9.2	Simonggo		2 x 8,000	18.000
9.3	Lawuorbi		2 x 5,000	10.000
9.4	Doloksanggul		2 x 5,000	10.000
9.5	Lawujabi		2 x 2,000	4.000
10	Tuile		2 x 5,000	10.000
11	Bayang	2 x 5,000	10.000	
12	Telunberasap	Jambi	2 x 5,000	10.000
13	Aurgading	Bengkulu	2 x 2,000	4.000
14	Lebong		4 x 3,000	12.000
15	Manna		2 x 4,000	8.000
16	Cikotok	Banten	2 x 1,650	3.300
17	Ciparay		2 x 3,000	6.000
18	Suakan		2 x 3,000	6.000
18.1	Cibareno 1		2 x 3,000	6.000
18.2	Cibareno 2		2 x 4,000	8.000
18.3	Ciberang		2 x 1,000	2.000
19	Girimukti 1	Jabar	2 x 3,000	6.000
20	Girimukti 2		2 x 4,000	8.000
21	Panyairan		2 x 0,750	1.500
22	Marasap	Kalimantan Barat	2 x 0,750	1.500
23	Santong	NTB	2 x 0,750	1.500
24	Pakatan		2 x 0,750	1.500
25	Manipi	Sulawesi Selatan	1 x 3,500	10.000
			1 x 6,500	
26	Rante Bala		2 x 1,200	2.400
27	Bungin		2 x 0,800	1.600
28	Matarin		2 x 0,750	1.500
29	Batang	2 x 0,750	1.500	
30	Rongi	Sulawesi Tenggara	2 x 1,500	3.000
31	Mempuveno	Sulawesi Tengah	2 x 1,000	2.000
32	Wawopada 1		2 x 1,000	2.000
33	Wawopada 2		2 x 1,000	2.000
34	Kalumpang		1 x 1,000	1.000
35	Hangahanga 2		2 x 1,000	2.000
36	Pagimana		2 x 1,000	2.000
36.1	Lobu		2 x 4,000	8.000
36.2	Lambangan		2 x 3,000	6.000

Tabel 2.12. (Lanjutan)

NO	PLTM	Propinsi	Unit-Kapasitas (MW)	Kapasitas Terpasang (MW)	
37	Pilolahunga	Sulawesi Utara	2 x 1,000	2.000	
38	Milangodaa 1 & 2		4 x 1,000	4.000	
39	Bakida		2 x 0,750	1.500	
40	Duminanga		2 x 1,000	2.000	
41	Pinolosian		2 x 1,000	2.000	
42	Mobuya		3 x 1,000	3.000	
43	Ranoketangtua 1		2 x 1,000	2.000	
44	Ranoketangtua 2		2 x 1,000	2.000	
45	Lobong		2 x 0,800	1.500	
46	Mongango		2 x 0,800	1.600	
47	Goal		2 x 0,750	1.500	
48	Ngoali		Maluku Utara	2 x 0,600	1.200
49	Ira			2 x 0,500	1.000
49.1	Ibu			2 x 0,750	1.500
50	Prafi	2 x 1,500		3.000	
51	Amai	Papua	2 x 0,750	1.500	
<b>TOTAL</b>				<b>303.800</b>	

Sumber : Asosiasi Pengembangan Microhydro Indonesia

Tabel 2.13. Wilayah perdesaan yang belum terlistriki

No.	Propinsi	Jumlah Desa	Desa Dilistriki
1.	Aceh	5.530	4.782
2.	Sumatera Utara	4.834	4.079
3.	Sumatera Barat	1.769	1.510
4.	Riau	1.249	534
5.	Jambi	1.049	745
6.	Sumatera Selatan	2.407	1.786
7.	Bengkulu	1.060	852
8.	Lampung	1.955	1.261
9.	Bangka Belitung	208	167
10.	Kalimantan Barat	1.363	938
11.	Kalimantan Tengah	1.181	543
12.	Kalimantan Selatan	2.207	1.937
13.	Kalimantan Timur	1.248	619
14.	Sulawesi Utara	980	948
15.	Gorontalo	282	262

Sumber : APSI,2008.



## KONDISI IDEAL DAN ARAH KEBIJAKAN

---

### 3.1. Kondisi Ideal

Kondisi ideal bagi sektor pertanian sebagai sektor yang diharapkan mampu secara signifikan berperan mendukung program energi nasional, adalah :

- a. mampu menggunakan energi secara efisien
- b. produktifitas tinggi
- c. mampu menyumbang secara signifikan dalam penyediaan sumber energi nasional
- d. tidak mengakibatkan dampak negatif bagi sektor lain, seperti pencemaran lingkungan dan bibit penyakit.
- e. berdampak positif terhadap kultur sosial dan tingkat kemampuan ekonomi para pelaku (petani, pedagang, industri, dsb).

Untuk mewujudkan kondisi ideal tersebut, dibutuhkan berbagai faktor yang secara komprehensif mampu mendukung kondisi ideal tersebut, mulai dari kegiatan budidaya tanaman di lapangan sampai dengan distribusi produk final ke konsumen. Oleh karenanya semua faktor yang terkait dan berpengaruh terhadap setiap aktivitas kegiatan pada setiap tahapan produksi s/d distribusi tersebut haruslah diperhatikan dan harus dapat dirangkai dalam satu sistem produksi yang selaras. Dengan demikian, riset dan kajian bidang energi terkait dengan sistem pertanian harus dilakukan mulai dari ujung hulu (budidaya pertanian) hingga hilir (distribusi sampai ke konsumen final), termasuk di

dalamnya adalah kajian dan riset terhadap faktor-faktor pendukung atau yang berpengaruh, dan haruslah dilakukan secara terintegrasi.

### **3.2. Arah Kebijakan**

Dalam bidang energi, paradigma baru tercermin dalam pergeseran orientasi pengembangan energi dari terpusat menjadi tersebar, dan dari orientasi dorongan penyediaan (*supply driven*) ke orientasi dorongan kebutuhan (*demand driven*) yang menciptakan kesesuaian antara kebutuhan dan sumber-sumber energi, baik dari sisi skala maupun jenis energi. Dengan paradigma baru ini, sangatlah dimungkinkan berkembangnya diversifikasi dan kemandirian energi, sekaligus untuk mengatasi ketergantungan terhadap energi fosil. Implikasi dari paradigma ini akan meningkatkan akses masyarakat terhadap energi serta mendorong kemampuan lokal dalam memproduksi energi melalui inovasi teknologi lokal.

Beberapa arah kebijakan baru yang diperlukan sebagai berikut :

- 1) Strategi perencanaan energi di wilayah pedesaan perlu dilakukan secara terintegrasi untuk mencapai tiga hal, yaitu (i) penyediaan energi untuk kegiatan produksi, (ii) pemenuhan kebutuhan energi untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat pedesaan, termasuk pelistrikan desa, khususnya dalam bidang pertanian, dan (iii) internalisasi energi dalam pembangunan pertanian dan pedesaan. Pertanian dan pedesaan harus mampu berperan sebagai penyedia energi tidak lagi hanya sebagai pemakai. Strategi ini ditempuh melalui:
  - a. mengamankan pasokan energi komersial untuk keperluan pertanian, dalam bentuk energi langsung maupun tak-langsung, dengan



- kebijakan yang tepat sehingga lebih terjangkau (harga dan ketersediaan) oleh masyarakat tani dan mulai melakukan difusi teknologi konversi energi terbarukan ke pedesaan.
- b. mengembangkan sistem perencanaan energi yang lebih mengutamakan pengembangan energi terbarukan secara integratif dengan pembangunan pertanian sehingga dapat lebih menjamin kesejahteraan masyarakat pedesaan.
  - c. melakukan devolusi kewenangan penyediaan dan pemanfaatan energi kepada masyarakat lokal sehingga terbangun kecukupan dan diversifikasi energi untuk pembangunan pertanian dan pedesaan.
- 2) Mengembangkan energi terbarukan dengan arah sebagai berikut :
- a. Mengembangkan dan memanfaatkan produk-produk pertanian sebagai Bahan Bakar Nabati (BBN) seraya mencegah dikorbannya produksi pangan serta ketidakseimbangan ekologi. Kebijakan ekonomi, fiskal, serta tata ruang merupakan instrumen yang efektif untuk digunakan.
  - b. Mengembangkan sumber energi baru dan terbarukan yang berbasis sumberdaya alam lokal (antara lain energi surya, angin, mikrohidro, energi dari laut, dan pasang surut).
  - c. Mendevolusikan kewenangan penyediaan energi baru dan terbarukan pada masyarakat dan kelembagaan lokal.
  - d. Memperkuat kapasitas masyarakat dan kelembagaan lokal dalam penyediaan dan pengelolaan energi baru dan terbarukan.

### 3.3. Tantangan Riset

Tantangan dan peluang riset di IPB tentang energi dan keterkaitannya dengan sektor pertanian antara lain adalah :

- penggunaan energi yang masih kurang efisien di semua sektor, termasuk pertanian
- penelitian ke-energi-an di sektor pertanian masih sangat kurang
- kemampuan penyediaan produk sebagai sumber energi dalam jumlah besar sebagai substitusi bahan bakar fosil khususnya BBM
- realisasi program desa mandiri pangan dan desa mandiri
- pengembangan teknologi konversi produk pertanian atau limbah pertanian menjadi energi
- pengembangan *bio-product* untuk bahan stimulan dalam berbagai industri
- dampak terhadap kualitas lingkungan hidup (lokal maupun global) dan keaneka-ragaman hayati.

Agar agenda riset dapat dilaksanakan dengan baik dan dapat menjawab tantangan tantangan di masyarakat riil, maka diperlukan 'skenario' riset, baik jangka pendek, jangka menengah, maupun jangka panjang. Skenario ini haruslah disusun selain berdasarkan tantangan/peluang riset tersebut serta bobot strategisnya bagi IPB, juga harus didasarkan pada kemampuan IPB (sumber daya manusia, fasilitas pendukung, dan ketersediaan dana) dan hasil inventarisasi terhadap kegiatan- kegiatan riset di tiap-tiap unit IPB (Fakultas-fakultas, pusat-pusat kajian/penelitian, dan unit-unit khusus lainnya). Oleh karena itu, setelah « topik riset unggulan » ditentukan sebagai topik payung, maka perlu ditentukan pengelompokan topik riset guna

menentukan target serta jangka waktu pelaksanaan riset serta merancang strategi guna mendukung pelaksanaan tersebut (menghimpun tenaga ahli, penyediaan fasilitas, penyediaan dana, dan pembagian tugas riset diantara unit-unit yang ada di IPB). Dengan demikian diharapkan bahwa riset-riset yang dilakukan adalah efisien, sinkron, saling melengkapi, dan juga mempunyai nilai strategis secara nasional.

# IV Riset dan Pengembangan

---

Agenda riset energi ini merupakan susunan prioritas riset yang telah diidentifikasi oleh perwakilan dari berbagai departemen dan pusat riset di IPB. Prioritas agenda riset energi IPB dikelompokkan menjadi dua yang didasarkan pada posisi pertanian sebagai konsumen maupun produsen energi. Kelompok pertama adalah Perencanaan Energi Pertanian, sedangkan kelompok kedua adalah Pengembangan Bioenergi.

## 4.1. Perencanaan Energi Pertanian

Agenda riset perencanaan energi pertanian disusun berdasarkan pengelompokan pola usaha pertanian, yaitu:

- a. Perencanaan Energi Produksi
- b. Perencanaan Energi Pengolahan

Kata pertanian dalam agenda riset ini mengandung pengertian pertanian secara luas, mencakup pertanian tanaman maupun hewani.

### A. Perencanaan Energi Produksi

Agenda riset untuk perencanaan energi produksi meliputi:

1. Perencanaan energi untuk sarana produksi pertanian (pupuk, benih, agrokimia)
2. Konservasi energi pada sistem produksi tanaman pangan

3. Pengembangan alat dan mesin pertanian berenergi terbarukan.

#### **B. Perencanaan Energi Pengolahan**

Agenda riset untuk perencanaan energi pengolahan meliputi:

1. Pengembangan mesin-mesin pascapanen berenergi terbarukan
2. Pengembangan sistem audit energi pada industri pengolahan hasil pertanian

#### **4.2. Pengembangan Bioenergi**

Agenda riset pengembangan bioenergi disusun mengikuti urutan rantai produksi, sebagai berikut :

- a. Penyediaan Bahan Baku Biomassa
- b. Pengembangan Teknologi Proses
- c. Pengembangan Biosurfaktan untuk Meningkatkan Produksi Minyak Bumi
- d. Manajemen Rantai Pasokan dan *Sustainability*
- e. Pemanfaatan Energi Gelombang Permukaan dan Angin Laut

Agenda riset disusun untuk periode 2009-2012 untuk memberikan kontribusi pada target nasional yaitu pemanfaatan bioenergi sebesar 5% dari kebutuhan energi nasional pada tahun 2025 dan membantu meningkatkan produksi dan menggeser masa habisnya produksi minyak bumi Indonesia. Kerangka waktu ini berkaitan erat dengan pengembangan teknologi yang telah siap untuk diimplementasikan maupun teknologi baru yang masih membutuhkan pengembangan.

#### **A. Penyediaan Bahan Baku Biomassa**

Penyediaan bahan baku biomassa dapat ditingkatkan dengan mengoptimalkan sistem produksi, menganekaragamkan jenis bahan baku dan

memperbaiki pengelolaan sumber daya yang telah ada baik dari sisi pasokan maupun permintaan dengan tetap memperhatikan kriteria sustainability. Penggunaan biomassa sebagai sumber energi dapat dikatakan netral karbon, karena tanaman menyerap CO<sub>2</sub> selama fotosintesis. Namun demikian, emisi karbon dari bahan bakar fosil masih terjadi pada saat produksi biomassa, proses konversi dan transportasi. Jika dalam proses konversi, karbon dapat diambil kembali, dikumpulkan dan disimpan dalam wadah permanen (*Carbon Capture and Sequestration*, atau CCS) maka dihasilkan kesetimbangan karbon negatif atau ekstraksi CO<sub>2</sub> dari atmosfer. CCS juga diperoleh dari produksi pertanian jika sisa biomassa dikembalikan ke tanah sebagai kompos untuk memperkaya bahan organik tanah.

### **1. Tanaman penghasil energi**

Tanaman penghasil energi merupakan tanaman yang secara tradisional maupun spesies baru yang secara khusus dimuliakan dan dibudidayakan untuk menghasilkan energi. Riset diarahkan pada pemuliaan tanaman, peningkatan produktivitas dan karakteristik kualitas energi yang dihasilkan. Fokus komoditi adalah jarak pagar, singkong, sorghum dan tebu, serta tanaman laut yaitu makroalgae dan mikroalgae. Jenis tanaman penghasil energi ini sebagian besar dapat tumbuh pada lahan marginal dan kering, sehingga diharapkan tidak berkompetisi dengan kebutuhan pangan.

### **Riset dan Pengembangan 2009-2012**

- a. Pengembangan tanaman jarak pagar mulai dari pemuliaan tanaman dengan bioteknologi, teknik budidaya, penanganan pasca panen, pengolahan produk samping serta aspek sosial, ekonomi dan manajemen. Target pemuliaan adalah diperolehnya

varietas baru jarak pagar yang memiliki produktivitas 15 ton/hektar/tahun (pada tahun 2018), teknik pengaturan masa panen agar serempak dan peningkatan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik.

- b. Peningkatan efisiensi produksi jarak pagar dengan teknologi budidaya LEISA (*less input sustainable agriculture*) dan peningkatan stabilitas hasil pada berbagai kondisi budidaya.
- c. Pemuliaan tanaman sorghum untuk menghasilkan varietas yang tahan terhadap cekaman kekeringan, tanah masam dan berdaya hasil tinggi.
- d. Pengembangan teknik propagasi cepat singkong unggul dengan produktivitas di atas 60 ton/hektar/panen untuk menjamin ketersediaan bibit/stek.
- e. Uji multi lokasi tebu transgenik berdaya hasil tinggi.
- f. Pengembangan varietas makroalga potensial sebagai bahan baku bioetanol.
- g. Pengembangan strain mikroalga potensial sebagai bahan baku biodiesel, pengembangan teknologi kultivasi, pemanenan dan pengeringan mikroalga, serta kajian karakteristik biofuel dari mikroalga.
- h. Pemanfaatan produk mikroalga untuk bahan baku nutrasetikal (klorofil, omega-3).

## **2. Limbah Pertanian dan Kehutanan**

Limbah pertanian di Indonesia dapat berasal dari tanaman padi, jagung, kelapa sawit dan lain-lain, misalnya sekam, briket arang sekam, bonggol jagung, tandan kosong kelapa sawit, cangkang sawit, bungkil, serbuk gergaji dan lain-lain. Limbah ini dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak dan pembangkit listrik atau pembangkit uap (boiler) untuk industri, baik secara langsung maupun setelah mengalami densifikasi menjadi bentuk briket atau pellet. Penggunaan limbah pertanian pada saat ini

belum sampai pada tingkat komersial. Peneliti IPB telah memelopori pemanfaatan limbah pertanian menjadi bahan bakar dengan mendesain dan memproduksi tungku arang sekam yang dapat digunakan untuk memasak. Jika teknologi pemanfaatan limbah biomassa ini dapat terus berkembang menggunakan berbagai macam limbah pertanian, diperlukan pengujian karakteristik limbah dan daya bakar, diikuti dengan pengembangan logistik dan infrastruktur untuk menangani bahan yang volumenya besar (*bulk*) dan beraneka ragam sehingga ongkos per unit dapat diminimumkan.

### **Riset dan Pengembangan 2009 - 2012**

- a. Pengembangan data kualitas bahan baku (fisik, kimia) dan ketersediaan, untuk tujuan pengolahan (pengecilan ukuran, densifikasi dan pencampuran) agar diperoleh kualitas (ukuran, homogenitas, kalori) yang sesuai dengan keperluan pengguna.
- b. Kajian teknis sistem pasokan biomassa limbah pertanian dan kehutanan yang meliputi produksi limbah biomassa, pengumpulan, sortir dan logistik untuk memenuhi kebutuhan industri pengolahan dan konsumen bahan bakar biomassa.
- c. Kajian biaya pasokan biomassa hutan (kayu dan limbah) sebagai fungsi dari pengolahan, penyimpanan, masa simpan dan harga pada berbagai kondisi dan skala produksi untuk memenuhi keperluan industri biofuel.
- d. Pengembangan teknologi silvikultur dan pencarian tanaman hutan baru yang cepat tumbuh (termasuk rumput-rumputan dan semak) untuk meningkatkan pasokan biomassa dan menurunkan biaya secara *sustainable*, mengingat hutan adalah *carbon sink*.
- e. Kajian pengaruh penggunaan biomassa berdasarkan teknologi terbaik yang tersedia, terhadap ekologi regional, iklim, serta rantai produksi dan pasokan



saat ini, baik dari limbah pertanian maupun hasil hutan.

## **B. Pengembangan Teknologi Proses**

Pengembangan teknologi proses ditujukan untuk menghasilkan biofuel dari berbagai sumber bahan baku. Pendekatan yang terintegrasi atau konsep *biorefinery* dimana semua materi diolah untuk mendapatkan nilai tambah yang optimum, harus dipertimbangkan seiring dengan fokus pengembangan pada area tertentu. Tujuan jangka panjang dari pengembangan teknologi adalah untuk menghasilkan biofuel dengan harga yang kompetitif dibandingkan dengan bahan bakar fosil atau memperbaiki proses sehingga dapat meningkatkan efisiensi karbon dengan menurunkan input bahan bakar fosil.

### **1. Produksi biodiesel dari minyak nabati**

Pengembangan teknologi proses biodiesel diperlukan karena beragamnya bahan baku yang dapat digunakan, adanya kebutuhan untuk menurunkan biaya produksi dan peningkatan nilai tambah gliserol serta produk samping biodiesel lainnya. Peningkatan kualitas biodiesel juga sangat penting, terutama untuk meningkatkan stabilitas oksidatif, ketahanan terhadap suhu dingin dan menurunkan nilai CFPP (*cold filter plugging point*), *cloud point* dan *pour point* dari minyak tropis.

### **Riset dan Pengembangan 2009-2012**

- a. Pemanfaatan *cleaning agent* pada proses pemurnian biodiesel untuk meningkatkan efisiensi proses produksi biodiesel.
- b. Perbaikan recovery metanol dan katalis serta perbaikan teknologi pemisahan fase.
- c. Pengembangan reaksi transesterifikasi dengan metode non katalitik, katalis padat, pemanfaatan

- gelombang ultrasonik dan gelombang mikro.
- d. Pemurnian gliserol dan pemanfaatannya sebagai bahan baku aditif, surfaktan, polimer, dan produk lainnya.
  - e. Peningkatan nilai tambah produk samping, yaitu bungkil hasil press minyak, residu dari proses *degumming* minyak dan *soapstock* dari proses biodiesel.
  - f. Pengembangan teknologi pemanfaatan minyak nabati murni untuk bahan bakar (biokerosin).
  - g. Pengembangan teknologi untuk memperbaiki stabilitas oksidatif, *cold flow properties* dan kualitas lainnya dari biodiesel dan minyak bakar.
  - h. Penggunaan bioetanol sebagai reaktan untuk proses biodiesel.
  - i. Pengembangan teknologi proses biodiesel dari mikroalgae.
  - j. Pengembangan metode standarisasi dan jaminan mutu biodiesel.
  - k. Pengembangan fasilitas pasca panen dan peralatan pengeringan bahan baku yang *cost efficient*, dengan memanfaatkan energi matahari.

## **2. Pengembangan Teknologi Proses Bioetanol**

Pada saat ini produksi bioetanol sebagian besar menggunakan limbah industri gula atau tetes tebu sebagai bahan baku. Sumber gula lainnya seperti nira aren, nira kelapa, nira tebu, dll, dapat digunakan sebagai sumber bahan baku yang mudah diproses, namun ketersediannya amat terbatas karena bersaing dengan industri pangan. Bahan baku sumber pati terutama singkong dan sorghum telah mulai digunakan, dengan alasan tanaman singkong dan sorghum mampu tumbuh pada lahan yang kurang subur, produktivitasnya cukup tinggi dan mudah dibudidayakan. Selain itu, bahan baku baru sumber pati dan selulosa yaitu makroalgae, telah mulai diteliti.

Produk samping dari proses bioetanol masih mengandung bahan organik yang tinggi, bahan ini dapat digunakan sebagai pakan ternak, bahan bakar maupun dicerna dalam digester untuk menghasilkan biogas. Biogas yang dihasilkan dapat digunakan sebagai sumber energi untuk industri bioetanol. Peggandaan skala merupakan titik kritis dari pengembangan teknologi. Dukungan pendanaan dari pemerintah, industri dan masyarakat dibutuhkan untuk mewujudkan plant bioetanol skala kerakyatan sebagai sarana demonstrasi dan pelatihan.

### **Riset dan Pengembangan 2009-2012**

- a. Pengembangan teknologi proses bioetanol dari singkong, sorghum dan makroalgae.
- b. Pengembangan sumber enzim baru untuk hidrolisis dan sakarifikasi pati dari isolat mikroba lokal yang potensial.
- c. Pengembangan teknik hidrolisis lignoselulosa yang efisien (*thermal pre-treatment*, hidrolisis asam, termokimia, dan enzimatik).
- d. Pengembangan isolat mikroba, optimasi kondisi kultivasi, teknik mutasi gen dan rekayasa genetika untuk peningkatan produksi enzim selulolitik.
- e. Pengembangan isolat mikroba baru potensial (kultur tunggal, campuran) untuk fermentasi bioetanol dari campuran gula pentosa (C5) dan heksosa (C6).
- f. Pengembangan material adsorben lokal untuk bahan *molecular sieve* dan desain proses distilasi-dehidrasi kontinyu skala kecil.
- g. Pengolahan produk samping padatan sisa fermentasi melalui peningkatan nilai nutrisi dan formulasi menjadi pakan ternak.
- h. Perancangan pabrik untuk peningkatan efisiensi energi melalui penggunaan biogas, biomassa, atau resirkulasi panas dan penghematan air melalui daur ulang.

- i. Produksi dan karakterisasi biogas dari limbah bioetanol.
- j. Pemanfaatan *fusel oil* sebagai bahan baku kimia (asam, aldehid, alkohol lain).

### **3. Pengembangan Teknologi Biogas**

Pengembangan teknologi biogas masih sangat diperlukan, mengingat biaya investasi instalasi biodigester bagi petani masih terasa sangat mahal maka perlu untuk menurunkan biaya produksi dan peningkatan produksi biogas serta produk sampingnya. Peningkatan kualitas biogas juga sangat penting, terutama untuk meningkatkan tekanan dan nilai kalor biogas.

#### **Riset dan Pengembangan 2009-2012**

- a. Pengembangan design biodigester
- b. Peningkatan produksi biogas dengan pengembangan isolat mikroba perombak
- c. Peningkatan nilai kalor biogas dengan pembuatan pemurni biogas
- d. Peningkatan pemanfaatan biogas dengan perbaikan system distribusi gas untuk meningkatkan tekanan gas.
- e. Peningkatan kualitas produk sampingan (by-product) biogas sebagai fertilizer

#### **C. Pengembangan Biosurfaktan untuk Meningkatkan Produksi Minyak Bumi**

Salah satu bahan kimia yang dimanfaatkan pada proses *Enhanced Oil Recovery* (EOR) untuk meningkatkan produksi minyak bumi adalah surfaktan. Surfaktan berperan dengan cara menurunkan tegangan antarmuka (IFT), mengubah kebasahan (*wettability*), menurunkan viskositas dan menstabilkan dispersi sehingga memudahkan proses pengaliran minyak dari reservoir untuk dikeluarkan serta menurunkan

kejenuhan minyak. Untuk mendukung industri perminyakan nasional, diperlukan pengembangan biosurfaktan lokal berbasis minyak nabati. Salah satu produk surfaktan yang telah dikembangkan dan diformulasi oleh peneliti IPB untuk kebutuhan EOR adalah metilester sulfonat (MES). Pengujian IFT dan recovery minyak dari *core* di laboratorium menunjukkan hasil yang sangat baik. Untuk itu IPB akan mengembangkan surfaktan anionik menggunakan reaktan gas  $\text{SO}_3$  agar lebih efektif. Surfaktan MES ini sesuai untuk jenis batuan pasir, akan tetapi tidak sesuai untuk jenis batuan karbonat yang membutuhkan surfaktan kationik. Oleh karena itu, pengembangan akan diperluas untuk jenis surfaktan kationik dan nonionik serta formulasinya untuk berbagai jenis batuan. Bila peningkatan produksi minyak mentah Indonesia sebesar 10% tercapai melalui pemanfaatan biosurfaktan, diperoleh peningkatan pendapatan sekitar USD 9,7 juta/hari.

#### **Riset dan Pengembangan 2009- 2012**

- a. Kajian proses produksi surfaktan anionik, kationik dan nonionik
- b. Penggandaan skala produksi surfaktan berbasis minyak nabati
- c. Formulasi surfaktan untuk aplikasi *oil well stimulation, huff and puff* dan *flooding*.
- d. Uji coba formula surfaktan pada skala laboratorium untuk jenis batuan pasir dan batuan karbonat untuk aplikasi *oil well stimulation, huff and puff* dan *flooding*.
- e. Uji coba formula surfaktan di lapangan (*test field*) untuk aplikasi *oil well stimulation, huff and puff* dan *flooding*.

## **D. Manajemen Rantai Pasokan dan Sustainability**

### **1. Manajemen Rantai Pasokan**

Kajian mengenai pasokan biomassa sebagai sumber energi di masa mendatang membutuhkan analisis yang kompleks dari sumber daya alam lokal dan kondisi lingkungan pertanian, serta interaksinya dengan pengembangan kebutuhan pangan, pakan, serat, energi dan perdagangan internasional. Tidak ada model tunggal yang dapat menyelesaikan masalah ini secara langsung. Diperlukan model energi-sumber daya yang dapat diterapkan secara lokal maupun global termasuk pengaruh dari kebijakan, misalnya WTO, CDM, REDD, dan kebijakan biofuel di berbagai negara.

### **Riset dan Pengembangan 2009- 2012**

- a. Identifikasi dan penetapan patok duga (*benchmark*) pemodelan sistem pasokan di berbagai daerah, saling ketergantungan pasar, transportasi dan perdagangan internasional.
- b. Analisis sistem pasokan dan permintaan bahan baku biomassa dan pengaruh kebijakan perdagangan dan pemanfaatan biofuel.
- c. Analisis sinergi/konflik antara produksi bioenergi dengan perlindungan lingkungan.

### **2. Sustainability**

Skema *sustainability* terdiri dari berbagai kriteria yang mencakup tiga aspek yaitu aspek lingkungan, sosial dan ekonomi. Penilaian *sustainability* membutuhkan indikator dan metode untuk mengukur kriteria-kriteria di bidang lingkungan, sosial dan ekonomi. Selanjutnya dilakukan penilaian lapang dan monitoring yang mencakup pengumpulan data dan analisis untuk menghasilkan rekomendasi dan perbaikan pada aspek *sustainability*. Aspek *sustainability* diantaranya adalah kompetisi lahan dan pemanfaatan antara tanaman

penghasil energi dan biomassa, deforestation, peningkatan harga komoditas pangan pada tingkat yang tidak terjangkau, kebutuhan terhadap sertifikasi produk, dll.

### **Riset dan Pengembangan 2009- 2012**

- a. Identifikasi indikator *sustainability* berdasarkan kondisi yang ada saat ini dan perbedaan situasi seperti jenis bahan baku, letak geografis, jenis lahan (marginal, subur), teknologi, konsumen akhir dan hambatan lokal.
- b. Perbaiki metodologi pengukuran aspek teknis, ekonomi, lingkungan dan sosial seperti LCA (*Life Cycle Analysis*) dan *Socio-Eco-Efficiency-balance*.
- c. Data rantai biofuel keseluruhan seperti kebutuhan pupuk, kadar bahan organik tanah, mekanisasi pertanian, emisi N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, VOC, data satelit (lahan, air), varietas baru, pabrik dan perkebunan skala komersial, dibandingkan dengan referensinya yaitu rantai bahan bakar fosil.
- d. Pembangunan *agroforestry* di Hutan Pendidikan Gunung Walad, dimana diperoleh sinergi antara produksi energi dan hasil hutan lainnya, dengan memperhatikan aspek perlindungan lingkungan.
- e. Kajian perilaku manusia dalam menggunakan energi yang mencakup peningkatan efisiensi pemanfaatan sumber-sumber energi melalui pengelolaan lingkungan, pemanfaatan energi terbarukan, penghematan energi (4R: *reduce, reuse, recycle* dan *replace*) dan pengembangan modal sosial dalam produksi dan penggunaan energi berbasis komunitas.

**E. Pemanfaatan Energi Gelombang dan Angin Laut****Riset dan Pengembangan 2009- 2012**

- a. Penyempurnaan prototipe buoy, pemasangan dan pengukuran angin secara langsung dan *real time*.
- b. Pengembangan prototipe buoy untuk keperluan meteorologi dan oseanografi.
- c. Pemasangan tambahan buoy : validasi data *scatterometer* (satelit)
- d. Pengembangan dan penyempurnaan prototipe *wave converter* dan *wind-energy converter*
- e. Uji coba dan operasionalisasi pemanfaatan energi gelombang permukaan dan angin.

**4.3. Peningkatan Kapasitas Riset**

Banyak individu dan institusi di IPB yang bekerja untuk mencari solusi bagi pengembangan energi khususnya konversi biomassa menjadi biofuel dengan cara yang ekonomis dan *sustainable*. Institusi tersebut bekerja sendiri-sendiri maupun bersama-sama dengan dana sendiri maupun dukungan eksternal dari industri maupun pemerintah. Tujuan riset bervariasi mulai dari riset dasar untuk publikasi ilmiah, paten, maupun riset terapan dan aplikasi komersial, sesuai area yang ditekuni. Agenda riset energi ini diarahkan pada pengembangan teknologi yang paling tepat dan relevan dengan kemampuan personal, fasilitas dan sumber daya yang tersedia. Komunikasi yang baik antar pelaku, kompetisi individu yang ketat, harus dibarengi dengan kerjasama yang semakin erat antar peneliti. Oleh karena itu perlu disusun pula beberapa kegiatan penting yang mendukung peningkatan kapasitas riset dari segi keahlian peneliti dan fasilitas pendukung.



### **A. Pembentukan Jejaring dan Kerjasama antar Peneliti dan Pusat Penelitian**

Keuntungan sanan besar dapat diperoleh dengan terbangunnya jejaring antar peneliti dan antar pusat penelitian di industri, universitas dan lembaga litbang. Hal ini penting untuk mencegah duplikasi riset dan adanya masalah kepemilikan HKI. Jejaring secara langsung maupun *on line* dapat terbentuk dalam kerangka kesamaan tujuan, kesamaan kompetensi, pembentukan pusat keunggulan, pertukaran informasi dan *best practice*. Kreativitas dan kemampuan untuk saling memahami sangat diperlukan untuk merintis kerjasama antar lembaga, dalam maupun luar negeri. Kerjasama dapat berupa pertukaran peneliti dan pengajuan proposal bersama.

#### **Peningkatan kapasitas riset 2009-2012**

- a. Pembentukan jejaring antar pusat penelitian bioenergi khususnya di bidang pengembangan jarak pagar (*International Jatropha Research Coordination*) antara SBRC IPB, Sichuan University, China dan Agrobiotechnology (ABI) MOSTI dan MIGHT, Malaysia.
- b. Pendirian pendidikan program pasca sarjana internasional bidang Teknologi dan Manajemen Bioenergi.
- c. Pembentukan Asosiasi Profesi Bioenergi Indonesia
- d. Penerbitan jurnal ilmiah internasional bidang bioenergi

### **B. Kerjasama Pengelolaan Fasilitas Riset dan Pengembangan**

Fasilitas riset dan pengembangan dapat dibangun dan ditingkatkan untuk mendukung kegiatan riset tertentu. Dukungan dana dan fasilitas dapat berasal dari pemerintah pusat dan daerah, yayasan pendidikan, industri dan anggota masyarakat. Para peneliti individu

atau dari pusat-pusat lainnya dapat memanfaatkan fasilitas yang tersedia baik melalui kerjasama riset maupun jasa analisis. Pembangunan pilot plant dan infrastruktur skala pilot diperlukan untuk validasi teknologi. Masalah utama dalam pengembangan teknologi biofuel adalah kesulitan untuk penggandaan skala mulai dari skala pilot sampai skala komersial. Pada skala kecil diperlukan “Proof-of-Principle” (PoP) untuk membuktikan kesesuaian dengan teori, pada skala pilot diperlukan “Proof-of-Concept” (PoC) untuk membuktikan bahwa konsep yang dirancang secara teknis dapat berjalan, dan pada skala demonstrasi diperlukan “Proof-of-Feasibility” (PoF), untuk menunjukkan bahwa proses secara teknis dan ekonomis layak untuk dijalankan.

### **Peningkatan kapasitas riset 2009-2012**

- a. Pendirian kebun koleksi dan kebun percobaan jarak pagar, singkong, sorghum dan tebu
- b. Pendirian laboratorium dan pilot plant kultivasi mikroalgae (*open pond* dan fotobioreaktor)
- c. Pendirian plant bioetanol singkong skala kecil dan kebun budidaya singkong unggul
- d. Pendirian pilot plant biodiesel, biopellet dan produk samping industri biodiesel
- e. Pendirian laboratorium pengujian dan pilot plant produksi surfaktan
- f. Pendirian laboratorium pengujian biosurfaktan untuk EOR dan pilot plant produksi biosurfaktan kationik, anionik dan nonionik skala 1 ton/hari
- g. Pendirian pilot plant biogas menuju kampus fapet mandiri energi
- h. Komersialisasi plant biogas skala rumah tangga untuk peternak dan nelayan.

### **C. Strategi *Deployment* dan Peningkatan Penerimaan Publik**

Tujuan penyusunan strategi ini adalah untuk mengidentifikasi masalah non teknis termasuk regulasi dan instrumen pasar (standar kualitas produk, sertifikasi), pendanaan, insentif dan kewajiban penggunaan biofuel (mandatory), yang penting untuk kesuksesan pemanfaatan biofuel yang *sustainable*. Pengenalan teknologi atau produk baru ke masyarakat membutuhkan waktu dan tergantung dari beberapa faktor seperti sifat teknologi, peran pemerintah, situasi ekonomi, dampak lingkungan dan aspek sosial lainnya. Pemanfaatan biofuel sebagai energi alternatif memiliki keuntungan disamping masalah yang mungkin timbul, keduanya harus disampaikan kepada masyarakat secara terbuka. Promosi budidaya varietas tanaman bioenergi baru yang masih dalam tahap riset, penerapan teknologi yang belum matang, perhitungan ekonomi yang belum terbukti kelayakannya, harus disampaikan secara jelas kepada masyarakat agar tidak menimbulkan kesalahan persepsi dan kekecewaan. Banyaknya opini yang beredar mengenai kenaikan harga komoditas pangan dikaitkan dengan pengembangan biofuel menunjukkan pentingnya kajian yang mendalam dan diskusi publik. Jika didiseminasikan dengan baik, penerimaan masyarakat terhadap teknologi dan produk baru akan meningkat, meskipun masih tetap ada keraguan pada saat pengenalan.

#### **Peningkatan kapasitas riset 2009-2012**

- a. Sosialisasi hasil riset energi melalui publikasi ilmiah, seminar, konferensi, workshop, pelatihan dan pendampingan masyarakat
- b. Penentuan prioritas dan promosi pemakaian biofuel untuk menurunkan emisi gas rumah kaca, diversifikasi energi, penyediaan lapangan kerja dan

- pembangunan ekonomi pedesaan
- c. Upaya penyeragaman regulasi antar daerah dan penyamaan pemahaman terhadap aturan produksi dan tata niaga biofuel, khususnya aturan produksi dan cukai bioetanol, aturan denaturasi bioetanol dan aturan pencampuran biofuel dengan bahan bakar fosil untuk mencegah penyalahgunaan.

#### 4.4. Timeline Riset dan Pengembangan

KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
<b>PENYEDIAAN BAHAN BAKU BIOMASSA</b>					
<b>A. Tanaman penghasil energi</b>					
1. Pengembangan tanaman jarak pagar dengan target diperoleh varietas baru yang memiliki produktivitas 15 ton/hektar/tahun (pada tahun 2018)	→				
2. Peningkatan efisiensi produksi jarak pagar dan stabilitas hasil pada berbagai kondisi		→			
3. Pemuliaan tanaman sorghum untuk menghasilkan varietas tahan cekaman kekeringan, tanah masam dan hasil tinggi	→				
4. Pengembangan teknik propagasi cepat singkong unggul (produktivitas > 60 ton/hektar/panen)		→			
5. Uji multi lokasi tebu transgenik		→			
6. Pengembangan varietas makroalga potensial sebagai bahan baku bioetanol					
7. Pengembangan strain mikroalga potensial sebagai bahan baku biodiesel dan kajian karakteristik biofuel dari mikroalga	→				

KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
8. Pengembangan teknologi kultivasi, pemanenan dan pengeringan mikroalga		→			
9. Pemanfaatan produk mikroalga untuk bahan baku nutrasetikal				→	
<b>B. Limbah Pertanian dan Kehutanan</b>					
1. Pengembangan data kualitas bahan baku dan ketersediaan untuk tujuan pengolahan dan keperluan pengguna		→			
2. Kajian teknis sistem pasokan biomassa limbah pertanian dan kehutanan			→		
3. Kajian biaya pasokan biomassa hutan pada berbagai kondisi dan skala produksi untuk memenuhi keperluan industri biofuel			→		
4. Pengembangan teknologi silvikultur dan pencarian tanaman hutan baru yang cepat tumbuh untuk produksi biomassa		→			
5. Kajian pengaruh penggunaan biomassa terhadap ekologi regional, iklim, rantai produksi dan pasokan				→	
<b>PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PROSES</b>					
<b>A. Produksi biodiesel dari minyak nabati</b>					
1. Pemanfaatan <i>cleaning agent</i> pada proses pemurnian biodiesel	→				

KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
2. Perbaikan recovery metanol dan katalis serta perbaikan teknologi pemisahan fase					
3. Pengembangan reaksi transesterifikasi metode non katalitik, katalis padat, pemanfaatan gelombang ultrasonik dan gelombang mikro					
4. Pemurnian gliserol dan pemanfaatannya sebagai bahan baku aditif, surfaktan, polimer, dan produk lainnya	→				
5. Peningkatan nilai tambah produk samping (bungkil, residu <i>degumming</i> dan <i>soapstock</i> )					
6. Pengembangan teknologi pemanfaatan minyak nabati murni untuk bahan bakar (biokerosin)					
7. Peningkatan stabilitas oksidatif, <i>cold flow properties</i> dan kualitas lainnya dari biodiesel dan minyak baker					
8. Penggunaan bioetanol sebagai reaktan untuk proses biodiesel					
9. Pengembangan teknologi proses biodiesel dari mikroalgae			→		

KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
10. Pengembangan metode standarisasi dan jaminan mutu biodiesel		→			
11. Pengembangan fasilitas pasca panen dan peralatan pengeringan bahan baku yang <i>cost efficient</i> , dengan memanfaatkan energi matahari	→				
<b>B. Pengembangan Teknologi Proses Bioetanol</b>					
1. Pengembangan teknologi proses bioetanol dari singkong, sorghum dan makroalgae		→			
2. Pengembangan sumber enzim baru untuk hidrolisis dan sakarifikasi pati dari isolat mikroba lokal potensial		→			
3. Pengembangan teknik hidrolisis lignoselulosa yang efisien		→			
4. Pengembangan isolat mikroba, optimasi kondisi kultivasi, teknik mutasi gen dan rekayasa genetika untuk peningkatan produksi enzim selulolitik			→		
5. Pengembangan isolat mikroba baru potensial untuk fermentasi campuran gula C5 dan C6			→		




KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
6. Pengembangan material adsorben <i>molecular sieve</i> lokal dan desain alat distilasi-dehidrasi kontinyu skala kecil					
7. Pengolahan produk samping padatan sisa fermentasi melalui peningkatan nilai nutrisi dan formulasi menjadi pakan ternak					
8. Perancangan pabrik untuk peningkatan efisiensi energi melalui penggunaan biogas, biomassa dan resirkulasi panas dan air					
9. Produksi dan karakterisasi biogas dari limbah bioetanol					
10. Pemanfaatan <i>fusel oil</i> sebagai bahan baku kimia					
<b>C. Pengembangan Teknologi Biogas</b>					
1. Pengembangan design biodigester					
2. Peningkatan produksi biogas dengan pengembangan isolat mikroba perombak					
3. Peningkatan nilai kalor biogas dengan pembuatan pemurni biogas					
4. Peningkatan pemanfaatan biogas dengan perbaikan system distribusi gas untuk meningkatkan tekanan gas.					

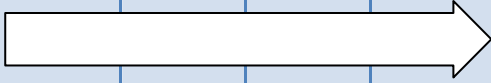
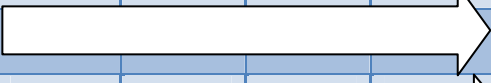


KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
5. Peningkatan kualitas produk sampingan (by-product) biogas sebagai fertilizer					
<b>PENGEMBANGAN BIOSURFAKTAN UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI MINYAK BUMI</b>					
1. Kajian proses produksi surfaktan anionik, kationik dan nonionik					
2. Penggandaan skala produksi surfaktan berbasis minyak nabati					
3. Formulasi surfaktan untuk aplikasi <i>oil well stimulation, huff and puff</i> dan <i>flooding</i>					
4. Uji coba formula surfaktan pada skala laboratorium untuk jenis batuan pasir dan batuan karbonat untuk aplikasi <i>oil well stimulation, huff and puff</i> dan <i>flooding</i>					
5. Uji coba formula surfaktan di lapangan ( <i>test field</i> ) untuk aplikasi <i>oil well stimulation, huff and puf</i> dan <i>flooding</i>					

KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
<b>MANAJEMEN RANTAI PASOKAN DAN SUSTAINABILITY</b>					
<b>A. Manajemen Rantai Pasokan</b>					
1. Identifikasi dan penetapan patok duga ( <i>benchmark</i> ) pemodelan sistem pasokan di berbagai daerah, saling ketergantungan pasar, transportasi dan perdagangan internasional		[Bar]			
2. Analisis sistem pasokan dan permintaan bahan baku biomassa dan pengaruh kebijakan perdagangan dan pemanfaatan biofuel			[Bar]		
3. Analisis sinergi/konflik antara produksi bioenergi dengan perlindungan lingkungan				[Bar]	
<b>B. Sustainability</b>					
1. Identifikasi indikator <i>sustainability</i> berdasarkan kondisi yang ada saat ini dan perbedaan situasi teknologi, konsumen akhir dan hambatan lokal		[Arrow]			
2. Perbaiki metodologi pengukuran aspek teknis, ekonomi, lingkungan dan sosial seperti LCA ( <i>Life Cycle Analysis</i> ) dan <i>Socio-Eco-Efficiency-balance</i>			[Arrow]		




KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
3. Analisis data rantai biofuel keseluruhan dibandingkan dengan rantai bahan bakar fosil					
4. Pembangunan <i>agroforestry</i> di Hutan Pendidikan Gunung Walat					
5. Kajian perilaku manusia dalam menggunakan energi yang mencakup peningkatan efisiensi energi melalui pengelolaan lingkungan, energi terbarukan, penghematan energi (4R) dan pengembangan modal sosial dalam produksi dan penggunaan energi berbasis komunitas					
<b>PEMANFAATAN ENERGI GELOMBANG DAN ANGIN LAUT</b>					
1. Penyempurnaan prototipe buoy, pemasangan dan pengukuran angin secara langsung dan <i>real time</i>					
2. Pengembangan prototipe buoy untuk keperluan meteorologi dan oseanografi					
3. Pemasangan tambahan buoy : validasi data <i>scatterometer</i> (satelit)					
4. Pengembangan dan penyempurnaan prototipe <i>wave converter</i> dan <i>wind-energy converter</i>					

KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
5. Uji coba dan operasionalisasi pemanfaatan energi gelombang permukaan dan angin.					

**4.5. Timeline Peningkatan Kapasitas Riset**

KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
<b>PEMBENTUKAN JEJARING DAN KERJASAMA ANTAR PENELITI DAN PUSAT PENELITIAN</b>					
1. Pembentukan jejaring internasional antar pusat penelitian bioenergi khususnya di bidang pengembangan jarak pagar ( <i>International Jatropha Research Coordination</i> )					
2. Pembentukan Asosiasi Profesi Bioenergi Indonesia					
3. Penerbitan jurnal ilmiah internasional bidang bioenergi					
4. Pendirian pendidikan program pasca sarjana internasional bidang Teknologi dan Manajemen Bioenergi					

KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
<b>KERJASAMA PENGELOLAAN FASILITAS RISET DAN PENGEMBANGAN</b>					
1. Pendirian kebun koleksi dan kebun percobaan jarak pagar, singkong, sorghum dan tebu	→				
2. Pendirian laboratorium dan pilot plant kultivasi mikroalga ( <i>open pond</i> dan fotobioreaktor)			→		
3. Pendirian pilot plant biodiesel, biopellet dan produk samping industri biodiesel		→			
4. Pendirian laboratorium pengujian dan pilot plant produksi surfaktan			→		
5. Pendirian laboratorium pengujian biosurfaktan untuk EOR dan pilot plant produksi biosurfaktan kationik, anionik dan nonionik skala 1 ton/hari				→	
6. Pendirian plant bioetanol singkong skala kecil dan kebun budidaya singkong unggul		→			
7. Pendirian pilot plant biogas menuju kampus fapet mandiri energi		→			
8. Komersialisasi plant biogas skala rumah tangga untuk peternak dan nelayan	→				

KEGIATAN	2008	2009	2010	2011	2012
<b>STRATEGI DEPLOYMENT DAN PENINGKATAN PENERIMAAN PUBLIK</b>					
1. Sosialisasi hasil riset energi melalui publikasi ilmiah, seminar, konferensi, workshop, pelatihan dan pendampingan masyarakat					
2. Penentuan prioritas dan promosi pemakaian biofuel untuk lingkungan, diversifikasi energi, dan pembangunan ekonomi pedesaan					
3. Upaya penyeragaman regulasi antar daerah dan penyamaan pemahaman terhadap aturan produksi dan tata niaga biofuel					



## **PENUTUP**

---

Guna menjadi *World Class University*, IPB harus terus menata diri, salah satunya dengan melakukan penataan riset. Agenda Riset Bidang Energi ini disusun dalam rangka menata serta mengarahkan riset-riset yang diselenggarakan oleh civitas akademika IPB agar lebih terpadu dan berkelanjutan sehingga dapat memberikan sumbangan pemikiran yang berarti bagi pembangunan Indonesia.

Agenda Riset Bidang Energi dibangun dari berbagai aspek tidak hanya dari sisi pengembangan input dan teknologi proses namun juga kebijakan dan ekonomi. Sangat diharapkan agenda riset ini dapat memperkuat kerjasama antar unit dan pusat-pusat studi untuk melakukan riset-riset terpadu sehingga tumpang tindih dalam riset dapat diminimalkan. Tidak hanya itu, agenda riset ini akan sangat membantu dalam pengalokasian dana-dana penelitian serta menetapkan target-target riset berjangka.

Semoga sumbangan pemikiran ini berguna bagi pengembangan serta penguatan riset di kalangan civitas akademika IPB.