

## POTENSI LIMBAH PRODUKSI BIO-FUEL SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

S. Endah Agustina\*

\*Lab. Energi & Elektrifikasi Pertanian, Dept. Teknik Pertanian - Fateta IPB

\*Pusat Informasi Teknologi Pertanian – Fateta IPB

\*Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia (METI/IRES)

### PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia sedang mengalami krisis ketersediaan energi, khususnya yang berasal dari petroleum (bahan bakar minyak atau BBM fosil dan gas). Kondisi ini sebenarnya telah diperkirakan oleh banyak pengamat dan ahli energi sejak tahun 1980-an. Untuk itu institusi-institusi terkait seperti Ditjend. Listrik dan Energi Baru (sekarang bernama Ditjend Listrik & Pengembangan Energi), Departemen Pertambangan dan Energi (sekarang Departemen Energi & Sumberdaya Mineral) telah mulai menggalakkan berbagai program terkait dengan pemanfaatan sumber energi selain bahan bakar minyak, yang selanjutnya populer dengan sebutan energi alternatif. Para peneliti di berbagai institusi, termasuk BPPT dan perguruan tinggi, juga berusaha mencari terobosan teknologi yang lebih efisien di bidang energi serta mencari dan mengembangkan berbagai jenis sumber energi alternatif yang ada di Indonesia.

Secara nasional hal tersebut diantisipasi dengan dibentuknya koordinasi lintas sektoral yaitu dengan dibentuknya Badan Koordinasi Perencanaan Energi Nasional (BAKOREN) yang bertanggung jawab langsung ke Presiden. Kebijakan di bidang energi saat itu dikenal sebagai Kebijakan Umum Bidang Energi (KUBE), yang intinya adalah pelaksanaan program Indeksasi, Intensifikasi, Konservasi, dan Diversifikasi sumber energi. Akan tetapi program tersebut tidak terlaksana dengan baik karena sistem subsidi telah membuat masyarakat Indonesia lengah.

Turunnya cadangan minyak di bumi Indonesia, perjanjian kontrak eksplorasi ladang minyak yang tidak menguntungkan negara, serta kebutuhan energi yang meningkat pesat (karena pertumbuhan penduduk, industri, dan ekonomi makro), telah membuat Indonesia tidak lagi sebagai menjadi salah satu negara "exportir minyak", tapi berubah menjadi "pengimpor minyak" yang cukup

besar. Di sisi lain keuangan negara tidak mampu lagi menanggung subsidi harga produk petroleum (BBM dan LPG) sehingga subsidi secara bertahap dikurangi untuk kemudian tidak lagi diberikan.

Ditariknya subsidi tersebut berakibat naiknya harga seluruh jenis BBM fosil, termasuk kerosene (minyak tanah) yang masih tetap memperoleh subsidi walaupun jumlahnya dikurangi. Harga listrik juga naik karena sekitar 30% pembangkit listrik menggunakan BBM fosil. Naiknya harga BBM fosil dan listrik tersebut telah membuat masyarakat dan kalangan industri mencoba mencari sumber energi alternatif yang lebih murah dibanding BBM fosil, serta menggunakan teknologi energi yang lebih efisien. Sedangkan pemerintah mencoba menggalakkan kembali program KUBE dan melengkapinya dengan target waktu pencapaian program secara terpadu termasuk keamanan lingkungan, yang diluncurkan dengan nama program "Blue Print Pengelolaan Energi Nasional" (BP-PEN) pada tahun 2005.

Pengembangan energi alternatif adalah salah satu program utama dalam BP-PEN, dan di dalam "road map" pengelolaan energi nasional ditargetkan peran energi alternatif, khususnya sumber energi terbarukan akan mencapai 20% dari total kebutuhan energi nasional pada tahun 2025. Tabel 1 berikut menjelaskan program pengembangan energi alternatif menurut BP-PEN.

Tabel 1. Pengembangan Jenis Sumber Energi Alternatif Pada Masing-masing Bidang/Sektor, berdasarkan BP-PEN

Pembangkitan tenaga listrik	Transportasi	Industri	Rumah Tangga dan Komersial
Batubara	Gas	Gas	Listrik
Gas	Listrik	Batubara	LPG
Panas bumi	Bio-fuel	Hidrat has bumi	Briket
Tenaga air (PLTA)	Batubara cair	Biomassa	Gas kota
Tenaga air (mikrohidro)	GTL (gas to liquid)		Biogas
DME (dimethyl ether)	Hidrogen, fuel cell		Energi surya
Energi surya	Hidrat gas bumi		Fuel cell
Tenaga angin			Hidrat gas bumi
<i>Energi in situ</i>			
Nuklir			
Bio-diesel			

Sumber : BP PEN,2005

Berdasarkan BP-PEN tersebut, bio-fuel sebagai salah satu sumber energi alternatif dan terbarukan (renewable) ditargetkan dapat menggantikan sebagian penggunaan BBM fosil dan memberikan kontribusi minimal 5% dari total

kebutuhan energi nasional pada tahun 2025. Gambaran jumlah bio-fuel yang harus diproduksi untuk substitusi BBM fosil dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perkiraan kebutuhan BBM (dalam Juta liter)

	Solar		Premium	
	Tahun 2007	Tahun 2010	Tahun 2007	Tahun 2010
Kebutuhan	30.40	34.89	33.34	38.27
Substitusi 5%	1.52	1.74	1.67	1.91
Substitusi 10%	3.04	3.48	3.34	3.82

Target tersebut tidak mudah dicapai, mengingat asal bio-fuel adalah biomassa yang harus dibudidayakan dengan efisiensi produksi yang rendah bila dibandingkan dengan eksplorasi sumber energi lainnya seperti minyak bumi, batubara, gas, dan panas bumi. Sebagai contoh, minyak yang dapat diekstrak dari biji jarak hanya sekitar 30%, dan 70% sisanya adalah limbah yang pengelolaannya masih perlu dipelajari agar tidak menimbulkan permasalahan baru (pencemaran lingkungan, dll). Paper ini mencoba membahas pemanfaatan limbah ataupun produk samping pada proses produksi bio-fuel, antara lain sebagai bahan bakar alternatif yang murah.

## BIO-FUEL

Definisi pengertian bio-fuel adalah "*bahan bakar yang berasal dari biomassa*". Akan tetapi di Indonesia istilah bio-fuel diartikan lebih sempit, yaitu "*bahan bakar cair yang berasal dari biomassa*". Dengan demikian, "*bahan bakar biomassa yang tidak berbentuk cair*" tidak disebut sebagai bio-fuel. Sedangkan *biomassa* didefinisikan sebagai "*bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis, berupa produk, buangan, ataupun hasil ekskresi*".

Bio-fuel yang masuk dalam program energi mix (BP-PEN) adalah bio-diesel dan bio-ethanol. Bio-diesel diperoleh dari proses transesterifikasi minyak nabati (bio-oil) hasil ekstraksi biomassa. Sedangkan bio-ethanol diperoleh antara lain dari proses fermentasi zat pati yang dikandung oleh biomassa kaya pati seperti ubi, jagung dan sago. SNI untuk bio-diesel telah ada, sedangkan SNI untuk bio-ethanol sedang dalam pembahasan final.

Penggunaan bio-fuel di masyarakat dan pemasarannya secara umum sudah mulai dilakukan sejak tahun 2006. Bio-fuel yang digunakan dan dipasarkan tersebut adalah campuran (blending) 5% bio-diesel dengan 95%

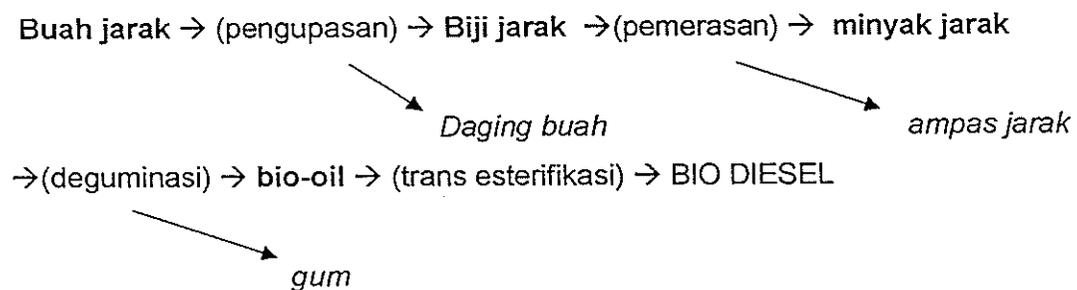
minyak solar , disebut B5, serta campuran 5% bio-ethanol dengan 95% premium, disebut E5. Nama dagang campuran BBM tersebut adalah Bio-solar (untuk B5) dan Bio-premium (untuk E5).

Saat ini yang diunggulkan sebagai bahan baku bio-diesel adalah minyak sawit (CPO = crude palm oil) dan minyak jarak (*Jatropha curcas*). CPO dianggap potensial karena saat ini Indonesia adalah produsen terbesar no 2 (setelah Malaysia) di dunia. Sedangkan *Jatropha curcas* dianggap potensial karena dianggap relatif mudah dibudidayakan, sehingga dapat digabungkan dengan program pemanfaatan lahan kritis serta membantu menyelesaikan masalah pengangguran dan kemiskinan.

Untuk bio-ethanol, saat ini belum ada program khusus dari pemerintah dan masih diserahkan pada sektor industri swasta untuk ikut berperan. Beberapa industri yang diharapkan sudah mulai berperan memproduksi bio-ethanol adalah industri produsen alkohol (ethanol), dengan menggunakan tetes tebu (limbah pabrik gula) atau ubi.

#### LIMBAH PRODUKSI BIO-FUEL DAN ALTERNATIF PEMANFAATANNYA

Berikut adalah alur proses produksi bio-diesel dengan menggunakan bahan baku minyak jarak (*Jathropa curcas*).



Limbah yang dihasilkan pada proses tersebut adalah daging buah jarak, cangkang buah, ampas dan getah (gum). Dari keempat jenis limbah tersebut, cangkang buah dan ampas jarak mempunyai potensi cukup baik untuk digunakan langsung sebagai bahan bakar padat atau melalui proses densifikasi lebih dahulu untuk memperoleh bahan bakar dengan kualitas lebih baik yaitu berupa briket.

Pada proses produksi bio-diesel dengan bahan baku CPO, produksi limbah didominasi oleh proses produksi CPO itu sendiri dengan potensi sebagaimana terlihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Potensi limbah produksi CPO dibandingkan dengan limbah biomassa bahan baku bio-fuel yang lain

No	Komoditi/produk	Tipe limbah biomassa	Potensi
1	CPO	Pelepah daun	24.84 ton/Ha
2	CPO	Tandan kosong (FEB)	200 kg/ton FFB
3	CPO	Serat dan cangkang	420 kg/ton CPO
4	CPO	Kayu (replanting)	74.5 ton/Ha replanting
5	CPO	Lumpur sawit	NA
6	Jagung	Bonggol jagung	NA
7	Ubi kayu	Batang pohon	800 kg/ton ubikayu
8	Gula tebu	Bagasse	280 kg/ton gula
9	Minyak jarak	Kulit /daging buah	NA
10	Minyak jarak	Cangkang buah	NA
11	Minyak jarak	Getah	NA
12	Minyak jarak	Ampas jarak	700 kg/ton biji jarak



Gambar 1. Batang pohon ubikayu (singkong) di Lampung

Tabel 4 berikut menyajikan pemanfaatan berbagai macam limbah tersebut (Tabel 3) dan beberapa jenis biomassa lain, yang telah dilakukan saat ini dan promosi penggunaannya sebagai sumber energi alternatif guna mendukung program "energy security".

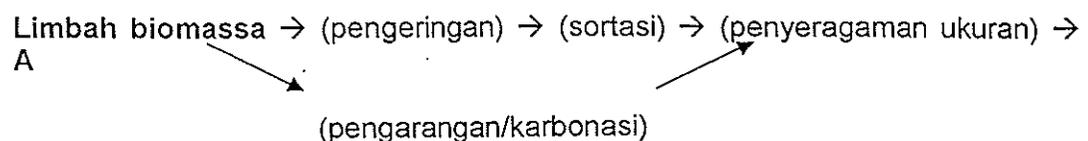
Tabel 4. Pemanfaatan berbagai jenis biomassa dan limbah biomassa

Jenis biomassa / limbah biomassa	Pemanfaatan saat ini	Promosi sebagai sumber energi
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 temak sapi	Briket
Limbah cair pabrik CPO	----	Pembangkit gas methan
Bagasse	Bhn bakar boiler, pupuk	Bhn bakar boiler, 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
Cangkang jarak	----	Bahan bakar tungku
Ampas jarak	---	Briket
Getah (gum)	---	Bahan bakar

#### PEMANFAATAN LIMBAH PRODUKSI BIO-FUEL UNTUK BAHAN BAKAR PADAT BERUPA BIO-BRIKET

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat bahwa potensi pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar alternatif dapat dilakukan dengan teknologi sederhana, yaitu densifikasi (pemadatan) sehingga diperoleh bahan bakar padat berupa briket dengan kualitas dan dimensi sesuai yang dikehendaki oleh pengguna. Gambar 4 menyajikan berbagai contoh dan bentuk bio-briket yang disesuaikan dengan pola penggunaannya dan tungku pembakaran yang akan dipergunakan.

Proses densifikasi dapat dilakukan dengan alat manual yang sederhana (Gambar 2) atau sekaligus dengan alat mekanis sepenuhnya (Gambar 3). Sedangkan prosedur pembuatan bio-briket dapat dilihat pada bagan berikut :

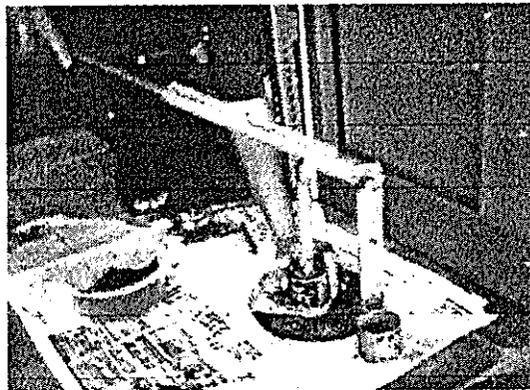


A → (penambahan perekat) → (pengadukan) → (pengempaan) → BIO BRIKET

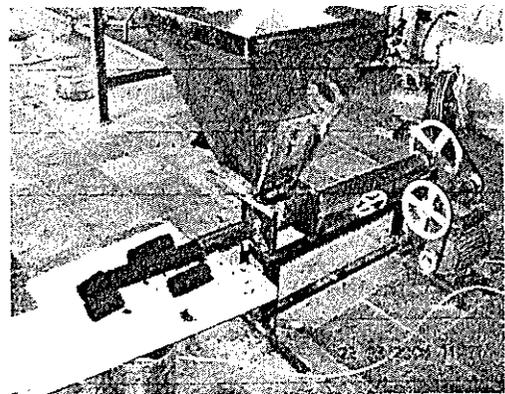
Cara sederhana dan peralatan yang sederhana (Gambar 2) hanya dapat digunakan untuk produksi skala kecil atau rumah tangga. Untuk skala produksi besar, proses ini harus dilakukan dengan menggunakan mesin pengempa bertenaga cukup besar (Gambar 3), tergantung pada tipe briket yang diproduksi dan bahan baku (biomassa) yang digunakan.

Densifikasi sederhana dilakukan dengan cara mencampur biomassa (atau biomassa yang telah diarangkan) dengan perekat (biasanya digunakan lem pati/tapioka), lalu dikempa dengan alat kempa manual ataupun semi mekanis, kemudian dijemur hingga kering. Sedangkan densifikasi skala besar biasanya tidak menggunakan campuran bahan perekat. Sebagai gantinya, digunakan mesin pengempa yang dilengkapi dengan sistem pemanas guna mengaktifkan lignin dalam biomassa menjadi perekat alami. Karena itu, briket yang diproduksi dengan mesin pengempa mekanis selalu lebih padat dibanding briket dengan pengempa sederhana (manual atau semi mekanis).

Mutu briket ditentukan oleh jenis biomassa yang digunakan sebagai bahan baku, jumlah & jenis perekat yang digunakan, serta tekanan pengempaan yang diberikan. Gambar 2, 3 dan 4 menunjukkan alat pengempa dan briket yang dihasilkan.



Gambar 2. Pengempa briket manual



Gambar 3. Pengempa briket mekanis



Gambar 4. Berbagai bentuk dan jenis briket biomassa

Tabel 5 berikut menyajikan nilai kalor (energi) beberapa jenis bio-briket serta perbandingannya dengan kayu bakar.

Tabel 5. Nilai kalor (kJ/kg) beberapa jenis bio-briket

Nomor	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)	
8	Kayu bakar (acasia)	17270
9	Briket arang sekam	13290

Penggunaan bio-briket ditujukan untuk menggantikan (substitusi) penggunaan kerosene (minyak tanah) di sektor rumah tangga dan industri kecil. Selain itu berbagai industri yang dalam aktifitas produksinya menghasilkan limbah biomassa, termasuk diantaranya adalah produsen bio-fuel, diharapkan mampu mengolah limbahnya menjadi bahan bakar alternatif yang bisa digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi dalam kegiatan industri mereka maupun sebagai biaya sosial yang disumbangkan kepada masyarakat sekitarnya.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam usaha substitusi kerosene dengan bio-briket, yaitu perlunya sosialisasi tentang berbagai kelebihan yang ditawarkan yaitu relatif murah, tungku bisa digunakan untuk berbagai jenis bahan briket, merupakan sumber energi terbarukan, serta akan mengurangi resiko

timbulnya permasalahan keamanan dan kenyamanan lingkungan. Hal tersebut diperlukan untuk mengimbangi beberapa ketidaknyamanan yang timbul karena masyarakat perlu membeli tungku yang sesuai serta perlu waktu untuk adaptasi.

Pilihan pemanfaatan limbah produksi bio-fuel sebagai bahan bakar alternatif masih memerlukan kajian yang lebih komprehensif, dimana faktor keekonomian (pangsa pasar, harga jual, dll) serta faktor faktor lain di luar faktor teknis (kelayakan sebagai bahan bakar) juga menjadi faktor yang dominan dalam penentuan pilihan tersebut. Sebagai contoh, beberapa jenis limbah ternyata juga potensial untuk dimanfaatkan untuk tujuan non energi, seperti pupuk, bahan konstruksi, bahan baku industri kimia, barang kerajinan tangan, dsb. Beberapa program seperti pertanian organik dan keamanan lingkungan berpotensi pula untuk menimbulkan "conflict of interest" dalam pemanfaatan limbah produksi bio-fuel tersebut.

#### Reference:

1. Agustina, S.Endah. 2006. Role of Bio-fuel as Main Energy Resources in Indonesia. Paper pada Tri Univ. International Seminar & Symposium. Mie, Japan
2. Agustina, S.Endah. 2006. Peran Sektor Pertanian dalam Program Energy Security di Indonesia. Paper pada Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian. Bogor, Indonesia.
3. Agustina, S.Endah. 2006. Bio Briquette. Paper pada Workshop on Development in Bio-fuel Production and Biomass Technology. Jakarta.
4. Agustina, S.Endah. 2005. Role of Biomass as Renewable Energy Resources in Indonesia. Paper pada Tri Univ. International Seminar & Symposium. Jiang Su.- China.
5. Agustina, S.Endah. 2006. Peran Sumber Energi Terbarukan Dalam Memenuhi Kebutuhan Energi Nasional. Paper pada Seminar Nasional Hemat Energi 2006. Jakarta.
6. Darnoko. 2006. Energi Terbarukan dari Kelapa Sawit. Paper pada Kolokium Pusat Penelitian & Pengkajian Energi Dept.ESDM. Jakarta.
7. Departemen Energi & Sumberdaya Mineral. 2005. Blue Print Pengelolaan Energi Nasional. Jakarta.