PANDUAN PENILAIAN POTENSI BIOMASSA

SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF DI INDONESIA

Arief Tajalli

PENABULU ALLIANCE

PANDUAN PENILAIAN
POTENSI BIOMASSA
SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF DI INDONESIA

PANDUAN PENILAIAN POTENSI BIOMASSA
SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF
DI INDONESIA

Tim Penulis
Arief Tajalli

Sampul dan Tata Letak
Arief Tajalli

Penabulu Alliance 2015

Daftar Isi

Daftar Isi i

Daftar Gambar ii

Daftar Tabel ii

BIOMASSA 1

- BIOMASSA ENERGI PRO DAN KONTRA 4
- BAHAN BAKU BIOMASSA DI INDONESIA 6
  - Penggolongan potensi biomassa, biogas, dan sampah kota 7
  - Neraca Perhitungan 9
- POTENSI SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN BAKU BIOMASSA 12
- POTENSI BIOMASSA DI INDONESIA 15
- PEMBANGKIT LISTRIK SKALA MIKRO BERBASIS SEKAM PADI 19
  - Penilaian Lokasi Projek 20
  - Penilaian Ketersediaan Bahan Baku / Sekam 21
  - Penilaian Ketersediaan Pasokan Air 22
  - Akses ke Bahan Kontruksi dan Tenaga Kerja Lokal 23
  - Permasalahan dan Dampak Terhadap Lingkungan 23
- BIOMASSA UNTUK MASA DEPAN 24

PANDUAN PENGAMBILAN DATA BIOMASSA 25

- POTENSI LIMBAH PERTANIAN SEBAGAI PENGHASIL BIOMASSA 25
- ANALISIS EKONOMI DAN SOSIAL MASYARAKAT 28
- LEMBAR ISIAN PENGUMPULAN DATA POTENSI BIOMASSA 34

Daftar Gambar

Gambar 1. Neraca Biomassa di Industri Kelapa Sawit 9
Gambar 2. Neraca Biomassa di Industri Pabrik Gula-Tebu 10
Gambar 3. Neraca Biomassa di Pengolahan Kelapa 10
Gambar 4. Neraca Biomassa di Industri Padi 11
Gambar 5. Neraca Biomassadi Industri Jagung 11
Gambar 6. Peta potensi biomassa (dari berbagai sumber) di Indonesia 15
Gambar 7. Diagram potensi biomassa dan pemanfaatannya 16
Gambar 8. Peta potensi biomassa dari sektor pertanian di Indonesia 16

Daftar Tabel

Tabel 1. Asumsi nilai kalor dari beberapa sumber bahan baku 8
Tabel 2. Potensi Biomassa di 3 Lokasi (Pati, Banyuwangi, Jembrana) 17

BIOMASSA

Energi biomassa telah ada sejak lama sebelum orang berbicara tentang energi terbarukan atau sumber energi alternatif. Ada suatu masa ketika kayu adalah bahan bakar utama untuk pemanasan dan memasak di seluruh dunia. Hal tersebut sampai saat ini masih berlaku dibeberapa negara seperti Indonesia, meskipun sudah mulai sedikit lagi penggunanya.

Ketika kita berbicara tentang biomassa saat ini, kita pada dasarnya berbicara tentang beberapa aplikasi yang berbeda, yaitu:

1. Pembakaran langsung untuk panas domestik: ini adalah metode tradisional pembakaran kayu, gambut, kotoran, dll, untuk memasak dan panas. Hal ini masih banyak digunakan, terutama di negara-negara berkembang yang umumnya bertanggung jawab dalam banyak penyakit pernapasan dan kematian.
2. Pembangkit Listrik tenaga biomassa: Biomassa digunakan untuk bahan bakar dalam pemanasan *boiler* yang kemudian memberikan uap ke turbin yang terhubung ke generator. Bahan baku terutama residu kayu hutan, dan limbah kayu perkotaan/industri. EIA (*Energy Information Administration*) memprediksi bahwa pada tahun 2020, biomassa akan menghasilkan 0,3 persen dari proyeksi 5476 miliar kilowatt/jam total generasi. Sekitar 19.786.000 Mw/jam listrik diciptakan dari biomassa tahun lalu.
3. Co-generator: Pada dasarnya sama dengan nomor 2 di atas, namun dengan adanya penambahan panas yang berguna tersebut kedalam proses generator sehingga meningkatkan efisiensi dalam pengaturan gabungan panas dan daya (*Combined Heat and Power*).
4. Gasifikasi: biomassa dipanaskan dalam lingkungan di mana ia terurai menjadi gas yang mudah terbakar. Setelah gas dibersihkan dan disaring, kemudian dapat digunakan sebagai

gas alam, biasanya dalam turbin siklus gabungan. Bahan baku yang digunakan terutama meliputi hasil hutan kayu dan residu pertanian.

5. Anaerobic Digestion: Proses biomaterial melalui proses fermentasi yang mengubah bahan organik menjadi biogas, yang sebagian besar metana (60%) dan karbon dioksida (40%) menjadi biogas. Mengkonversi metana menjadi CO2 dan air dengan proses pembakar dinilai bersih dari perspektif gas rumah kaca (GRK), karena metana merupakan penghasil gas rumah kaca yang jauh lebih kuat dari CO2. Pencernaan enzimatik dan katalis lain digunakan untuk meningkatkan konversi. Bahan bakar yang cocok adalah bahan organik dengan kadar air tinggi seperti pupuk kandang atau limbah pengolahan makanan. Gas yang tersedot dari tempat pembuangan sampah aktif juga dapat dianggap sebagai bagian dari kategori ini, meskipun dalam hal ini, ada kekhawatiran tentang racun yang terlepas. Kekhawatiran tersebut dapat teratasi karena beberapa teknologi mengklaim dapat menghilangkan sebagian besar efek tersebut.
6. Biofuels: Kategori ini termasuk jenis biomassa yang dikonversi menjadi bahan bakar cair, terutama untuk transportasi. Yang paling umum adalah ethanol dan biodiesel. Etanol dapat diproduksi dari tanaman pangan seperti jagung di negara ini, tebu di Brazil dan gula bit di Eropa. "Selulosa" etanol juga bisa dibuat dari kayu atau limbah kertas serta rumput yang tumbuh khusus seperti switchgrass atau dari residu pertanian. Biodiesel umumnya terbuat dari lemak hewan atau minyak nabati. Banyak "homegrown" biodiesel dibuat dari minyak restoran daur ulang. Secara komersial, minyak kedelai digunakan di AS, *rapeseed* dan minyak bunga matahari di Eropa, serta minyak sawit di Malaysia. Sementara nyaman untuk transportasi, dibutuhkan jauh lebih banyak energi untuk menghasilkan biofuels daripada biomassa.

Biomassa sering diiklankan sebagai karbon netral atau karbon hampir netral, tetapi ini bisa menyesatkan. Memang benar bahwa pada awalnya (secara relatif) karbon yang dirilis tersebut langsung ditarik keluar dari atmosfer, sehingga dapat dinetralkan kembali oleh tanaman yang sudah ada. Tetapi setiap karbon tambahan dipancarkan dalam budidaya, pemanenan dan pengangkutan bahan bakar. Hal tersebut dapat menjadi tambahan produksi karbon yang cukup besar. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin sedikit karnbon yang dihasilkan dalam tahap produksi, maka semakin dekat dengan klasifikasi bahan bakar berkarbon rendah bahkan netral.

Permasalahan produksi bukan satu-satunya kendala, ada juga pertanyaan tentang pupuk, pestisida dan herbisida yang digunakan yang mungkin saja menghasilkan karbon atau limbah lebih besar. Selain itu juga energi dan sumber daya yang digunakan serta karbon yang dipancarkan dalam proses produksi biomassa tersebut belum dapat diperkirakan besarannya.

A. BIOMASSA ENERGI PRO DAN KONTRA

Secara umum dapat dilihat sisi positif dan negatif dari sumber energy alternatif (biomassa) ini, beberapa pendapat dan pertimbangan tentu harus dipikirkan dan diperhitungkan serta dicarikan solusi untuk menjawab seberapa efektifkah biomassa untuk digunakan sebagai sumber energy pengganti minyak bumi. Berikut dapat dilihat pro dan kontra tentang biomassa:

- Pro:
  - Benar-benar bahan bakar terbarukan
  - Banyak tersedia dan didistribusikan secara alami
  - Input biaya pada umumnya rendah
  - Berlimpah
  - Dapat diproduksi di dalam negeri untuk kemandirian energi
  - Rendah karbon, lebih bersih daripada bahan bakar fosil
  - Dapat mengkonversi sampah menjadi energi, membantu untuk menangani limbah
- Kontra:
  - Tidak menguntungkan. Dalam beberapa kasus, keuntungan bersih yang didapat sangat sedikit atau bahkan tidak ada
  - Tanah yang dimanfaatkan tidak akan cukup. Dapat menyebabkan deforestasi
  - Membutuhkan air untuk tumbuh
  - Tidak benar-benar bersih ketika dibakar (NOx, jelaga, abu, CO, CO2)
  - Akan bersaing langsung dengan produksi pangan (misalnya jagung, kedelai)
  - Beberapa bahan bakar hanya diproduksi musiman
  - bahan baku memiliki volume dan massa yang besar sehingga membutuhkan energi untuk mengangkut lebih tinggi
  - Proses keseluruhan bisa mahal

– Beberapa metana dan CO2 dipancarkan selama produksi
– Tidak mudah untuk dihitung skalanya

Sementara biomassa tampaknya menarik pada pandangan pertama, mengingat bahwa itu adalah terbarukan dan dapat diproduksi di dalam negeri, ada sejumlah kelemahan yang membuatnya jauh dari solusi sempurna. Terutama, karena penduduk kita terus tumbuh, kompetisi untuk tanah yang subur dan air yang dibutuhkan untuk produksi pangan akan membuat sejumlah pilihan ini tidak cocok. Itu tidak berarti biomassa yang tidak dapat dan tidak harus memainkan peran dalam gambar energi secara keseluruhan untuk beberapa waktu ke depan. Pilihan yang paling menarik dan efisien adalah dengan memanfaatkan bahan limbah yang ada sebagai bahan baku.

Ada beberapa sektor yang dapat dimanfaatkan untuk pilihan tersebut yaitu sektor limbah kehutanan, limbah pertanian, limbah industri (misalnya kertas), bahkan seperti sampah yang ditemukan di tempat pembuangan sampah dan daur ulang nutrisi dari fasilitas pengolahan air limbah. Tidak hanya sumber-sumber bahan baku tersebut lebih efisien, tetapi dalam banyak kasus menggunakan sektor tersebut juga akan membantu untuk mengatasi masalah pembuangan limbah. Dapat dikatakan, meskipun di masa depan akan banyak dari bahan tersebut mungkin dibutuhkan untuk pembuatan kompos, terutama karena produksi fosfor yang merupakan bahan utama dalam pupuk mulai menurun, namun itu bukanlah kendala besar.

B. BAHAN BAKU BIOMASSA DI INDONESIA

Indonesia sebagai negara agraria yang masih memiliki banyak sekali sawah dan perkebunan tentunya tidak akan sulit dalam mendapatkan limbah hasil pertanian tersebut, terutama limbah dari persawahan dan perkebunan kelapa sawit. Dalam hal ini, kelapa sawit dianggap sudah memiliki sektor dan pasar sendiri dalam pemanfaatan limbahnya. Namun untuk limbah padi dan perkebunan lain seperti jagung, tebu dan lainnya tentu masih kurang termanfaatkan. Contohnya saja masih banyak dijumpai sisa-sisa pembakaran sekam disetiap sawah pasca panen, hal tersebut menunjukkan bahwa limbah dari padi kurang dimanfaatkan dengan baik.

Pengelolaan sumber daya alam pertanian diharapkan memenuhi kebutuhan hajat hidup orang banyak dan tidak menjadi kendala pelestarian alam terutama dalam system pengelolaan lingkungan. Tanaman padi (Oriza sativa. L) merupakan sumber daya alam yang sifatnya *renewable* atau yang terbarukan karena dapat melakukan reproduksi dan memiliki daya regenerasi (pulih kembali). Padi sebagai tanaman budidaya yang merupakan sumber makanan pokok masyarakat Indonesia, selalu menjadi prioritas utama dalam budidaya dan pengembangan serta dalam peningkatan produksinya, yang cenderung terus meningkat karena ledakan penduduk dan perkembangan teknologi.

Lingkungan tanaman padi merupakan suatu ekosistem darat berupa pesawahan, dimana suatu ekosistem darat yang digenangi air pada periode tertentu. Dalam prosesnya sebagai produk yang dikonsumsi sebagai makanan pokok, padi diproses dengan melakukan proses penggilingan sehingga menjadi beras dan selanjutnya dimasak menjadi nasi.

Dalam proses penggilingan padi menjadi beras, ada produk-produk sampingan yang berupa limbah yang bila dibiarkan atau dikelola secara kurang bijaksana akan merugikan manusia

karena terjadinya pencemaran lingkungan ekosistem tersebut dan juga pencemaran udara akibat pembakaran limbah tersebut. Menurut Departemen Pertanian, Limbah dalam proses penggilingan padi yang terbesar adalah sekam padi, biasanya diperoleh sekam sekitar 20 – 30 % dari bobot gabah, hasil lainnya dedak antara 8 – 12 %. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan.

Agar sumber daya alam dapat bermanfaat dalam waktu yang panjang maka diperlukan kebijaksanaan dalam pemanfaatan sumber daya alam yang ada agar dapat lestari dan berkelanjutan dengan menanamkan sikap serasi dengan lingkungan.

1. Penggolongan potensi biomassa, biogas, dan sampah kota:

Potensi Umum

- Bahan baku termasuk yang belum dimanfaatkan dan sudah dimanfaatkan
- Kondisi letak biomassa termasuk yang masih tersebar dan belum terkumpul
- Belum mempertimbangkan rasio koleksi dan biaya koleksi bahan baku.

Potensi Teknis

- Kondisi bahan baku terkoleksi dan mengumpul di satu tempat atau dalam radius yang masih ekonomis (<30 km. Bahan baku yang belum dimanfaatkan misalnya: tandan kosong sawit, limbah cair sawit, daun tebu, jerami, sekam, dll.

Potensi Optimasi

- Bahan baku telah dimanfaatkan akan tetapi belum optimal atau effisiensi sistem pemanfaatannya masih rendah, misalnya: pemanfaatan bagas (ampas tebu) sebagai bahan bakar pembangkit listrik dan steam di Pabrik Gula, dan

pemanfaatan serat dan cangkang sebagai bahan bakar pembangkit listrik dan steam di Pabrik Kelapa Sawit.

Potensi biomassa juga dapat dilihat dari nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kalor atau nilai panas yang dapat dihasilkan dari biomassa dapat digunakan sebagai standar klasifikasi dalam menentukan jenis bahan baku yang akan diprioritaskan dalam pemanfaatannya. Asumsi nilai kalor (*calorific value*) dan kandungan air *(moisture content*) bahan baku biomassa ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Asumsi nilai kalor dari beberapa sumber bahan baku

No	Jenis Industri	Bahan Baku (Feedstock)	Calorivic Value Kkal/kg	Moisture %
1	Kelapa Sawit	Serat sawit (fiber)	3340	30
		Cangkang sawit (shell)	4300	15
		Tandan kosong sawit (EFB)	1200	45
		Pelepah sawit (Frond)	3350	20
		Batang *replanting* sawit (Trunk)	3500	20
2	Tebu	Ampas tebu (bagasse)	1850	50
		Daun dan pucuk tebu (Cane)	3000	30
3	Kelapa	Sabut kelapa	3300	30
		Tempurung kelapa (coconut shell)	4300	15
4	Karet	Batang *replanting* karet (trunk)	4400	15
5	Padi	Sekam padi (rice husk)	3350	12
		Jerami padi	2800	50
6	Jagung	Tongkol jagung (corn cob)	3500	14
		Batang dan daun jagung	2500	40
7	Kayu	Kayu limbah industri (woodwaste)	4400	15
8	Sampah Kota	Refuse derived fuel (RDF from MSW)	2200	20
9	Pulp & Paper	Black liquor	3300	70

Selain itu, dapat juga dilakukan pemilihan sistem teknologi pembangkit tenaga listrik dari biomassa, biogas dan sampah kota yang akan digunakan sebagai dasar penghitungan kapasitas potensi:

- Biomassa

  Direct combustion - stand-alone system atau cogeneration system dengan steam turbine

- Biogas

  Anaerobic Digester Covered Lagoon (sistem penangkap Biogas/methane) dengan *Gas Engine* (sistem pembakaran biogas)

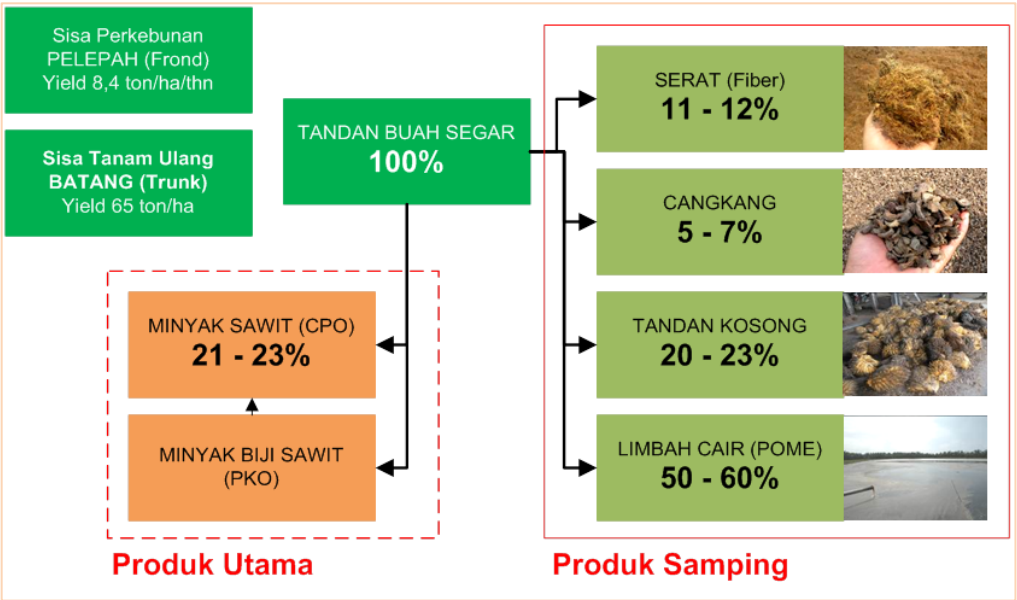
- Sampah Kota

  RDF Direct Combustion dengan steam turbine dan *Landfill Gas (LFG)* dengan *Gas Engine*

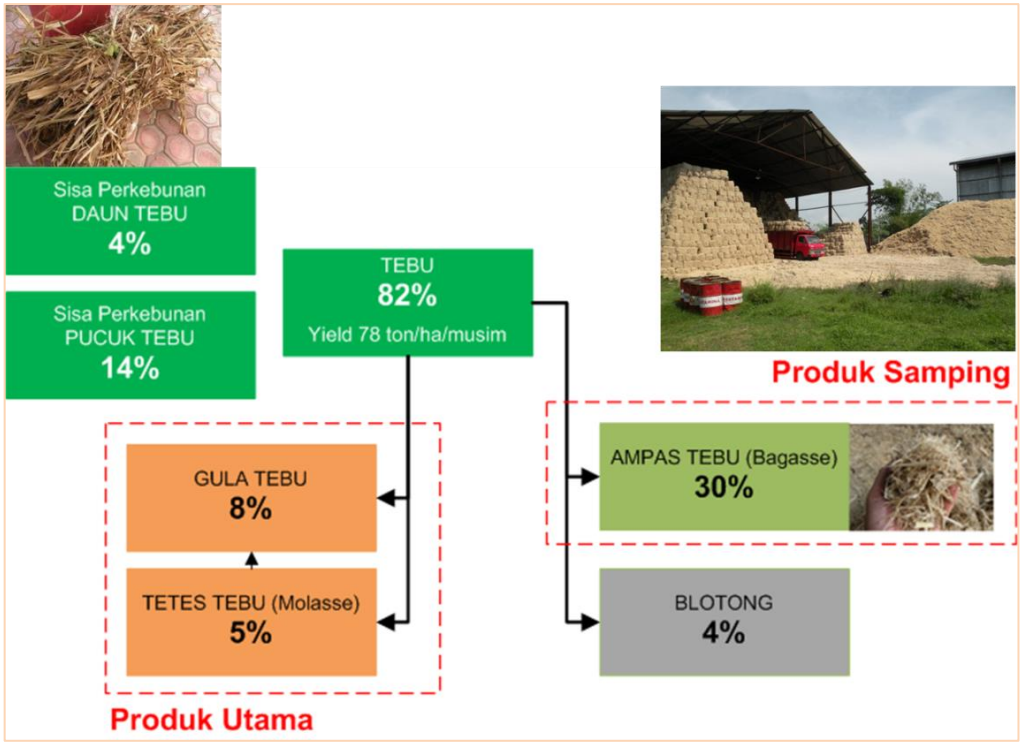
2. Neraca Perhitungan

Penghitungan bahan baku biomassa dari produk perkebunan dapat dilakukan dengan pendekatan Neraca Massa, neraca massa untuk tentunya berbeda-beda untuk tiap bahan bakunya, pada gambar dibawah dapat dilihat beberapa jenis neraca massa berdasarkan sumber bahan bakunya.

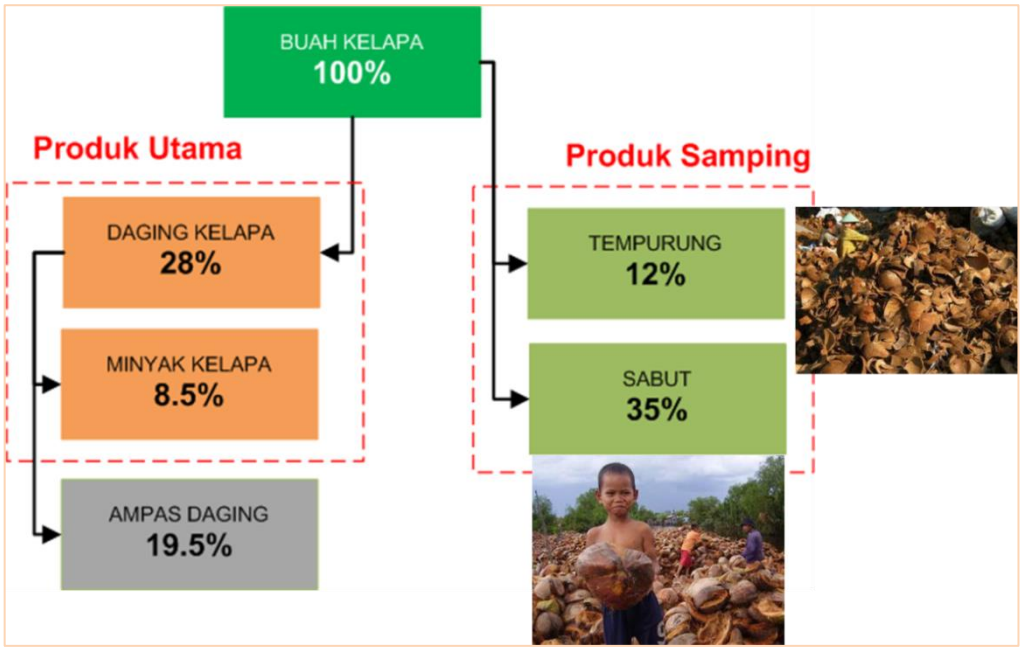
Gambar 1. Neraca Biomassa di Industri Kelapa Sawit



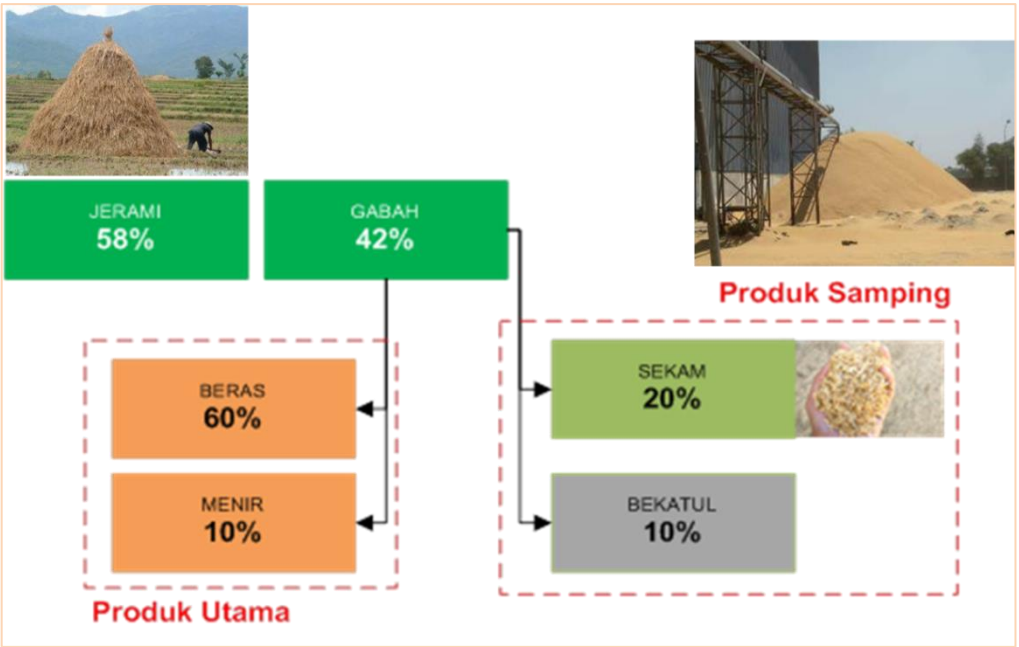
Gambar 2. Neraca Biomassa di Industri Pabrik Gula-Tebu



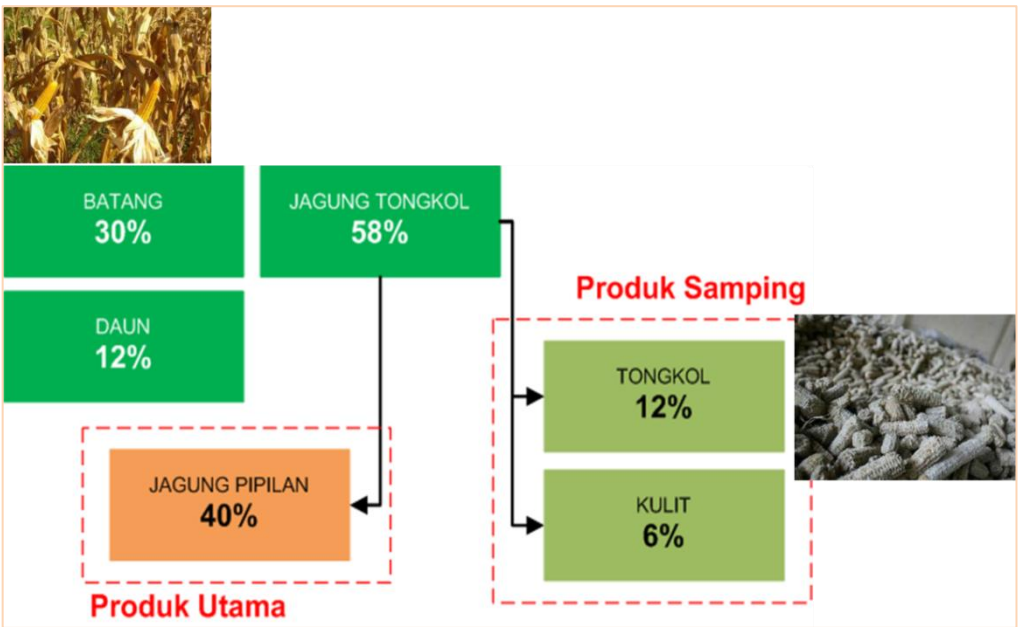
Gambar 3. Neraca Biomassa di Pengolahan Kelapa



Gambar 4. Neraca Biomassa di Industri Padi



Gambar 5. Neraca Biomassadi Industri Jagung



C. POTENSI SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN BAKU BIOMASSA

Limbah sering diartikan sebagai bahan buangan/bahan sisa dari proses pengolahan hasil pertanian. Proses penghancuran limbah secara alami berlangsung lambat, sehingga limbah tidak saja mengganggu lingkungan sekitarnya tetapi lebih jauh lagi bisa mengganggu kesehatan manusia. Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis terdiri dari dua belahan yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Pada proses penggilingan padi sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan, yang bila dibiarkan akan mencemari lingkungan sekitarnya.

Ditinjau dari komposisi kimia, sekam padi mengandung beberapa unsur kimia penting, menurut DTC-IPB kandungan kimiawi sekam terdiri dari karbon (zat arang) 1.33 %, Hidrogen 1.54 %, Oksigen 33.64 % dan silika 16.98 %. Dengan komposisi kandungan kimia tersebut sekam dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan di antaranya:

1. Sebagai bahan baku pada industri kimia
2. Sebagai bahan bangunan terutama kandungan silica ($Si0_2$) yang dapat digunakan untuk campuran pada pembuatan semen Portland
3. Sebagai sumber energy panas pada berbagai keperluan manusia, kadar selulosa yang cukup tinggi dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil. Sekam memiliki kerapatan jenis (bulk densil) 125 kg/m^3, dengan nilai kalori 1 kg sekam sebesar 3300 k. kalori (Houston, 1972).

Poin nomor 3 menunjukkan bahwa sekam padi memiliki potensi yang besar untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan biomassa. Zat kimia yang dihasilkan dapat di ubah menjadi biofuel serta panas yang dapat ditimbulkan dari proses pembakarannya dapat dijadikan sumber listrik ataupun pemanas ruangan. Selain itu dengan pengolahan lain seperti pembuatan

bricket arang dari sekam, dapat dijadikan alternatif lain untuk memnafaatkan limbah tersebut. Kompor hasil proses gasifikasi dari sekam padi juga sudah mulai dilakukan dibeberapa negara maju dan berkembang.

Berdasarkan realita yang terjadi pada saat ini, yaitu bahwa konsumsi minyak bumi dan gas semakin meningkat sedangkan sumber daya yang tersedia semakin menurun. Di sisi lain tersedianya berbagai limbah khususnya pertanian yang berupa biomassa juga semakin meningkat. Dengan demikian sudah waktunya teknologi gasifikasi biomassa dikembangkan dan diimplementasikan di Indonesia untuk mengolah biomassa sebagai sumber energy alternatif yang terbarukan.

Proses gasifikasi adalah suatu proses pembentukan bahan bakar gas CO, H2, dan metana (CH4) dari reaksi kimia bahan baku padatan yang bersifat *Carboneseos* dan *Cellulose* misalnya sekam padi, kayu, batubara dan limbah pertanian dan kehutanan.

Kompor gasifikasi sekam padi adalah suatu alat yang dikembangkan untuk memasak dengan memanfaatkan sekam padi sebagai bahan bakarnya, dengan proses gasifikasi yaitu mengolah biomassa (sekam padi) menjadi bahan bakar gas yang hampir serupa dengan gas LPG (Romli, 2009).

Prinsip operasional, secara sederhana melalui tahapan sebagai berikut :

1. Tahap pengeringan : Pada tahap ini bahan baku akan mengalami pengeringan akibat panas reaksi dari tahap oksidasi.
2. Tahap pirolisa : Bahan baku yang turun lebih ke bawah akan mengalami pemanasan pada suhu yang lebih tinggi lagi yang menyebabkan bahan baku terpecah menjadi arang, tar, minyak, gas dan produk pirolisa lain.
3. Tahap oksidasi : Bahan hasil tahap pirolisa akan teroksidasi oleh oksigen dari udara. Panas yang dihasilkan dari reaksi ini

digunakan untuk proses pengeringan, pirolisa dan reaksi endoterm lainnya.

4. Tahap reduksi : Di bawah daerah oksidasi terjadi reaksi reduksi, reaksi tukar dan metamasi gas yang bernilai kalor terutama dihasilkan di tahap ini.

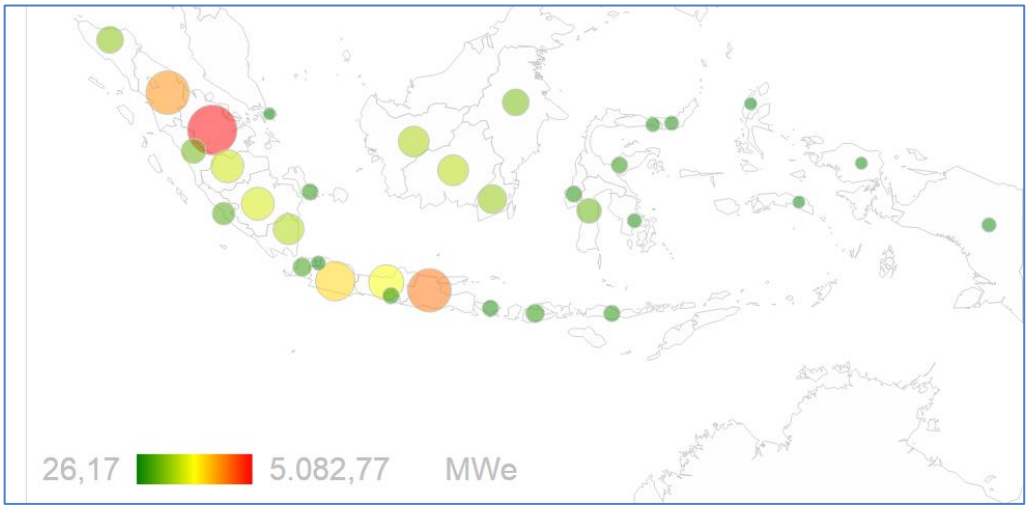
Dengan menggunakan kompor gasifikasi sekam padi ada beberapa keuntungan yang dapat diperoleh, antara lain :

1. Mudah untuk dioperasikan.
2. Menghemat biaya pengeluaran : Hal ini dibandingkan dengan penggunaan gas LPG, penggunaan kompor sekam padi menghemat antara 50 % – 60 % dengan asumsi pemakaian lamanya memasak sama.
3. Ramah lingkungan karena hampir tidak ada asap yang keluar dari proses tersebut.
4. Terhindar dari bahaya meledak, karena kompor ini beroperasi pada tekanan udara normal.
5. Sisa pembakaran berupa arang sekam, berguna untuk media tanaman.
6. Intensitas api bisa dapat diatur dengan cara mengatur mengatur udara yang masuk ke ruang pembakaran.

Karena sangat membutuhkan jumlah udara, kompor ini membutuhkan listrik untuk menghidupkan fan (kipas), yang besarnya 12 watt. Pemanfaatan biomassa untuk menghasilkan listrik dapat dikombinasikan disini. Pemanfaatan sekam padi dapat digunakan sebagai energy alternative yang terbarukan, untuk kebutuhan rumah tangga dengan menggunakan alat kompor sekam padi sehingga efektif dan efisien. Hal tersebut perlu di sosialisasikan atau dilakukan penyuluhan kepada masyarakat untuk menggunakan kompor gas sekam padi sebagai alat dalam proses memasak untuk kebutuhan setiap hari, khususnya di daerah pedesaan yang masih memiliki sawah-sawah yang luas karena mudah mendapatkan bahan bakunya.

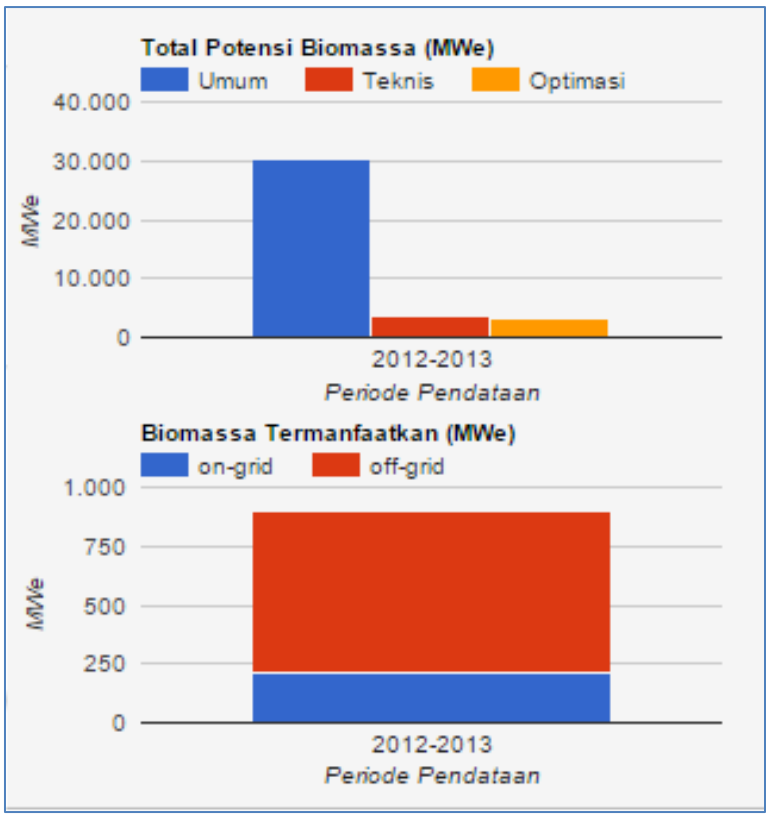
D. POTENSI BIOMASSA DI INDONESIA

Perkebunan dan pertanian merupakan sektor bisnis yang sangat berkembang di Indonesia, hal tersebut menunjukkan potensi yang cukup tinggi untuk memenuhi sumber bahan baku pembuat biomassa. Menurut DITJEM EBTKE, KEMJEN ESDM tahun 2013, telah memetakan potensi penghasil biomassa dari berbagai sektor yang ada di Indonesia, dari peta tersebut dapat dilihat daerah mana saja yang memiliki potensi paling tinggi, sehingga dapat dijadikan lokasi produksi energy biomassa yang lebih efisien. Gambar 01 dibawah menunjukkan lokasi-lokasi dan tingkat potensi bahan baku biomassa secara umum di Indonesia.



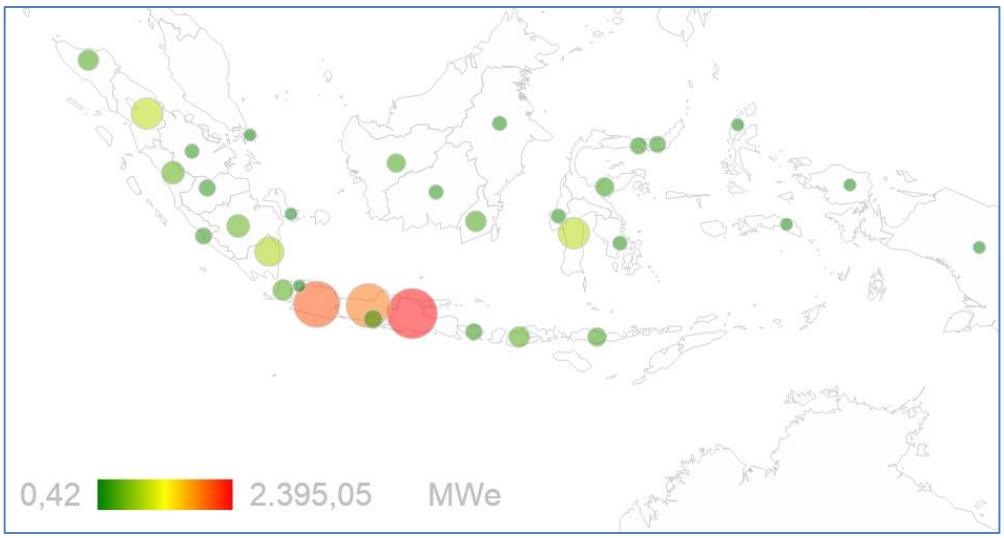
Gambar 6. Peta potensi biomassa (dari berbagai sumber) di Indonesia

Dari gambar tersebut dapat dilihat lokasi-lokasi dengan tingkat energy yang dapat dihasilkan dari ketersediaan sumber biomassanya. Energi yang dapat diperoleh dari biomassa di Indonesia sangat besar yaitu 5.083 MWe, namun dari sangat besarnya daya yang dihasilkan tersebut masih sangat sedikit energy yang termanfaatkan. Data dari gambar dibawah dapat dilihat bahwa hanya sebagian kecil energy yang termanfaatkan dari sekian banyak bahan baku biomassa yang tersedia di Indonesia.



Gambar 7. Diagram potensi biomassa dan pemanfaatannya

Gambar diatas menunjukkan bahwa hanya sedikit sekali yang termanfaatkan, dari 30.000 MWe potensi yang ada, hanya sekitar 850 MWe saja yang termanfaatkan. Dengan pengelolaan yang baik tentunya angka tersebut dapat berubah secara signifikan. Selain itu manfaat lain yang dapat dirasakan tentu mengurangi limbah yang ada di Indonesia.



Gambar 8. Peta potensi biomassa dari sektor pertanian di Indonesia

Kembali kedalam pembahasan awal, yaitu dari sektor pertanian, bahan baku yang dihasilkan pun tidaklah sedikit, gambar 8 menunjukkan tentang potensi bahan baku biomassa dari sektor pertanian di tiap daerah di Indonesia. Dapat dilihat pada gambar bahwa daerah Pulau Jawa memiliki potensi yang sangat tinggi dalam penghasil bahan baku biomassa. Jawa Timur memegang potensi paling tinggi sebagai penghasil bahan baku biomassa di Pulau Jawa. Data yang diperoleh menunjukkan beberapa lokasi dengan potensi yang cukup tinggi di Pulau Jawa dan Bali, yaitu Pati, Banyuwangi dan Jembrana.

Tabel 2. Potensi Biomassa di 3 Lokasi (Pati, Banyuwangi, Jembrana)

Kabupaten	Sumber Potensi	Jenis Area Industri	Potensi (MWe)			Termanfaatkan (MWe)	
			Umum	Teknis	Optimasi	On-grid	Off-grid
Pati	Peternakan	Limbah Cair Sapi	3.95	0	0	0	0
	Sampah Kota	Potensi TPA	0	0.65	0	0	0
	Perkebunan	Perkebunan Kelapa (Sabut & Tempurung)	0.26	0	0	0	0
	Perkebunan	Pabrik Gula Tebu (Ampas Tebu-Bagas)	24.49	6.07	13.19	0	8
	Sampah Kota	Potensi Sampah Kota	10.13	0	0	0	0
	Perkebunan	Perkebunan Tebu (Daun & Pucuk Tebu)	20.26	0	0	0	0
	Pertanian	Pertanian Padi (Jerami Padi)	75.54	5.51	0	0	0
	Pertanian	Pertanian Jagung (Batang & Daun Jagung)	15.24	0	0	0	0
	Pertanian	Ubi Kayu (Limbah Cair)	5.23	0	0	0	0
Jembrana	Perkebunan	Perkebunan Kelapa (Sabut & Tempurung)	1.13	0	0	0	0
	Pertanian	Pertanian Jagung (Batang & Daun Jagung)	0.36	0	0	0	0
	Sampah Kota	Potensi Sampah Kota	1.14	0	0	0	0
	Peternakan	Limbah Cair Sapi	1.99	0	0	0	0
	Pertanian	Pertanian Padi (Jerami Padi)	7.72	0	0	0	0
	Pertanian	Ubi Kayu (Limbah Cair)	0.03	0	0	0	0
Banyuwangi	Perkebunan	Perkebunan Tebu (Daun & Pucuk Tebu)	6.62	0	0	0	0
	Sampah Kota	Potensi Sampah Kota	22.32	0	0	0	0

	Pertanian	Pertanian Jagung (Batang & Daun Jagung)	23.3	0	0	0	0
	Perkebunan	Perkebunan Karet (Batang & Ranting)	0.67	0	0	0	0
	Pertanian	Ubi Kayu (Limbah Cair)	0.61	0	0	0	0
	Peternakan	Limbah Cair Sapi	5.22	0	0	0	0
	Pertanian	Pertanian Padi (Jerami Padi)	100.49	7.33	0	0	0
	Perkebunan	Perkebunan Kelapa (Sabut & Tempurung)	2.3	0	0	0	0

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa tidak satupun potensi biomassa yang dimiliki ketiga daerah tersebut termanfaatkan,. Sektor pertanian yang secara dominan memiliki potensi paling besar (khususnya pertanian padi) tidak satupun yang termanfaatkan untuk biomassa. Pertanian padi menunjukkan angka yang sangat mencolok dibandingkan sumber biomassa lainnya, hal tersebut menunjukkan bahwa ketiga lokasi ersebut memiliki potensi yang sangat tinggi untuk dikembangkannya teknologi biomassa seperti yang telah dibahas sebelumnya.

Selain kompor gas dari sekam padi yang telah dicontohkan sebelumnya, potensi lain dari sekam padi yaitu pembangkit listrik. Pembangkit listrik sekala mikro mungkin dapat dijadikan dorongan awal untuk mengembangkan tenologi berbasis biomassa di ketiga daerah tersebut.

E. PEMBANGKIT LISTRIK SKALA MIKRO BERBASIS SEKAM PADI

Dalam industri penggilingan padi, sejumlah besar sekam padi hanya dibakar di penggilingan padi dan sawah dan jerami dibuang di bidang sawah sebagai sampah pertanian (*agriculturewaste*). Hal tersebut dapat dialihkan menjadi sesuatu yang jauh lebih bermanfaat seperti pembangkit listrik biomassa. Namun untuk membuat pembangkit listrik biomassa tentu memiliki kriteria dan persyaratan untuk menginstal gasifikasi sekam padi menjadi pembangkit tenaga listrik.

Penggilingan padi, sawah penghasil sekam padi serta residu pertanian yang merupakan limbah jerami yang disebut di pembahasan ini diidentifikasi sebagai "biomassa" yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembangkit listrik. Hal tersebut merupakan sebuah kesempatan yang layak untuk pemanfaatkan sumber daya yang ada yaitu biomassa sebagai bahan baku untuk menghasilkan proyek tenaga listrik. Banyak proyek pembangkit listrik sekam padi telah dikembangkan di seluruh wilayah Asia, dari proyek-proyek skala kecil (kilowatt) menggunakan gasifikasi sederhana hingga biomassa besar (multi-megawatt) yang projek tersebut berbasis gasifikasi tanaman. Gasifikasi biomassa telah membuktikan bahwa adanya kelebihan dan manfaat dari limbah pertanian untuk menciptakan energi.

Gas sintetis yang diproduksi sebagai output dari "sistem gasifikasi biomassa" dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk "mesin gas generator listrik" yang menghasilkan listrik. Listrik akan didistribusikan ke rumah tangga dapat digunakan untuk penerangan pada malam hari, untuk mengoperasikan peralatan rumah tangga dan sebagai sumber energi bagi kegiatan usaha selama siang hari untuk meningkatkan pendapatan mereka berdasarkan kompetensi mereka.

Kelebihan panas yang dihasilkan oleh "mesin gas generator listrik" dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk menjalankan "sistem pengering". Sistem pengering ini diperlukan untuk

mengeringkan biomassa basah untuk mencapai tingkat kadar air yang memadai di bawah 12%, yang diperlukan oleh gasifier untuk beroperasi dengan baik. Gasifikasi adalah proses yang menggunakan panas untuk mengubah karbon yang mengandung materi, termasuk biomassa, menjadi gas mudah terbakar yang sering disebut sebagai "gas sintetik". Gasifikasi berbeda dari pembakaran di bahwa itu dilakukan di bawah "Pirolisis" atau kelaparan oksigen (kondisi saat oksigen sangat sedikit), biasanya hanya menggunakan 20-30% dari udara yang diperlukan untuk pembakaran sempurna. Selama proses gasifikasi ini, jumlah udara yang dipasok ke gasifier dikendalikan untuk memastikan bahwa hanya sebagian kecil dari bahan bakar terbakar sepenuhnya. Kondisi "udara kelaparan" memberikan panas yang cukup untuk penguraian dalam proses pembakaran kimia serta memecah keseimbangan bahan bakar menjadi gas produser. Gas sintetis ini diproduksi harus dengan penyaringan dan didinginkan untuk meningkatkan kinerja. Hal tersebut dilakukan untuk memenuhi syarat sebagai bahan bakar yang dapat digunakan untuk "mesin gas generator listrik".

Proses diatas akan didukung dengan keberadaan lokasi, lokasi yang dipilih harus memenuhi syarat dan memiliki ruang yang cukup untuk struktur peralatan, area yang cukup luas untuk metode pengeringan udara terbuka, akses ke sumber air yang mudah diperoleh, dan komunitas yang menerima operasi sehingga pada akhirnya lokasi tersebut memiliki pembangkit listrik sendiri. Beberapa hal yang harus dilakukan dalam pembuatan program untuk Pembangkit Listrik Biomassa adalah sebagai berikut:

1. Penilaian Lokasi Projek

Lokasi yang dipilih harus memiliki ketersediaan bahan baku yang cukup banyak (mencukupi untuk jangka panjang) serta memenuhi beberapa syarat dan kriteria seperti yang disebutkan diatas. Masyarakat pada lokasi tersebut tentu juga harus memiliki ketertarikan atau setidaknya dapat menerima eknologi baru yang akan diterapkan di daerahnya. Ketersediaan sumberdaya,

lahan air, sarana transportasi dan tingkatkebutuhan yang tinggi akan menjadi faktor penentuan lokasi yang paling dominan.

2. Penilaian Ketersediaan Bahan Baku/ Sekam

Bagian ini akan menjelaskan hasil penilaian kelayakan yang menunjukkan bahwa lokasi tersebut memenuhi persyaratan utama *Feedstock* / Ketersediaan Sekam, yaitu:

2.1 Perhitungan Untuk Permintaan Bahan Baku

Sumber bahan baku harus mencakup pertanian-limbah yang telah cukup kering; Namun ini akan fokus pada biomassa tradisional yaitu sekam padi. Dalam kinerja gas sintetis maksimal, TG70 membutuhkan sekitar 32 kg biomassa per jam operasi. Berdasarkan operasi berjalan dari 6 jam sehari dan 30 hari dalam sebulan; 5,8 ton sekam padi akan diperlukan per bulan atau sama dengan sekitar 70 ton per tahun. Keberhasilan produksi listrik akan tergantung pada kering (kurang dari 12% kelembaban) beras sekam yang tersedia di lokasi dalam jumlah yang disebutkan di atas. Untuk setiap ton panen padi, 250kg dari sekam padi dan 1 ton jerami yang dihasilkan.

2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Perlu adanya survei kesesuaian, observasi dan investigasi penghasil sekam padi serta kualitas dan daya penyediaan di lokasi tersebut. apakah kuota yang dapat dipenuhi lokasi tersebut akan sesuai dengan kebutuhan yang akan dihasilkan.

2.3 Pertimbangan Logistik

Sarana transportasi harus disediakan untuk mengangkut sekam padi yang telah dikumpulkan dari pabrik sekam padi menuju lokasi pembangkit listrik. Pertimbangan lain yaitu jarak antara pabrik dan lokasi penggilingan serta kendaraan yang diperlukan untuk mengangkut sekam tersebut, berapa biaya angkut dan bahan bakar yang dibutuhkan.

2.4 Pembelian dan Harga Bahan Baku

Umumnya sekam padi dianggap sebagai pembuangan atau limbah hasil pertanian, karena itu pemilik penggilingan padi senang untuk memberikan sekam padi mereka secara "gratis". Oleh karena itu anggaran bahan baku yang diperlukan adalah anggaran transportasi dan anggaran tenaga kerja untuk mengumpulkan dan mengelola sekam padi dari tempat penggilingan beras beras menujupembangkit listrik. Namun dengan kondisi yang berbeda bila adanya biaya yang dikenakan untuk memperoleh sekam tersebut, maka biaya iu harus diperhitungkan.

2.5 Pilihan dalam Memproses Bahan Baku untuk Pasokan Tambahan Bahan Baku

Sumber-sumber biomassa lain yang tersedia di sekitar lokasi tersebut; bahan baku tersebut harus diperiksa dan diuji untuk memastikan produksi listrik jangka panjang yang berkelanjutan. Tambahan sumber biomassa potensial di lokasi tersebut perlu disurvey lebih jauh, selain untuk penyedia bakan baku dilokasi tersebut, dapat juga diproyeksikan untuk pengembangan di lokasi lainnya.

3. Penilaian Ketersediaan Pasokan Air

Sumber air terdekat akan diminta untuk mengisi tangki air yang digunakan untuk pendingin. Air yang tersedia terletak dalam jarak yang tidak boleh terlalu jauh dari pembangkit listrik, karena itu akan meningkatkan biaya tambahan. Air dibutuhkan untuk mengisi tangka pendingin, sedangkan air tambahan hanya akan diminta untuk mengganti air yang hilang selama operasi setelah tangki diisi.

Jarak pembangkit listrik dengan sumber air, logistic yang dibutuhkan untuk mengaliri air, dan volume air yang dibutuhkan untuk tangka pendingin perlu diperhitungkan dan dipastikan bahwa air tersebut akan terus dapat memenuhi kebutuhan standar.

4. Akses ke Bahan Konstruksi dan Tenaga Kerja Lokal

Bahan yang dibutuhkan untuk pembangunan pembangkit listrik tersebut perlu disurvey, termasuk penyedia barang dan jasa dalam pembangunannya. Tenaga kerja lokal dapat dijadikan alternatif agar lebih efisien. Selain itu keterlibatan masyarakat sekitar tentu akan berdampak positif jika mereka memiliki ketertarikan dan merasakan manfaat dari pembangkit listrik tersebut. dengan kata lain, masyarakat akan turut menjaga dan mengembangkan sarana tersebut karena mereka sendiri juga yang mendapatkan manfaat langsungnya.

5. Permasalahan/ Dampak Terhadap Lingkungan

Output dari mesin gasifikasi adalah sekam padi residu yang akan dikumpulkan di luar rumah pembangkit listrik. Ini residu sekam padi dapat digunakan sebagai pupuk perkebunan seperti tanaman perkebunan yang berada disekitar lokasi/ desa tersebut sehingga dapat meningkatkan hasil panen masyarakat disana. Selain itu juga dapat dikonversi menjadi pelet atau briket yang dapat digunakan sebagai substitusi LPG gas dan api hutan untuk memasak.

Dampak lingkungan yang ditimbulkan tentu dapat sangat diminimalisir dengan pemanfaatan tersebut diatas, namun perlu juga adanya pertimbangan dalam tingkat kebisingan, polusi udara dan tingkat Bahasa akibat pembakaran yang dilakukan. Segala dampak negatif atau kemungkinan yang akan terjadi perlu diperhitungkan dengan baik.

F. BIOMASSA UNTUK MASA DEPAN

Biomassa merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui dan berkelanjutan, tetapi ada beban dalam memproduksi dan mengkonversi biomassa menjadi bahan bakar dan listrik. Jumlah dari bahan baku biomassa ternyata sangat berbeda dari pengumpulan dan proses pemanenannya, pemanen yang memiliki lebih banyak pengalaman menghasilkan jumlah bahan baku yg lebih banyak dan waktu yang lebih sedikit sehingga menjadi jauh lebih efisien. Persediaan biomassa lebih banyak dari energi terbarukan lainnya seperti tenaga surya dan angin, dan memiliki potensi untuk memasok lebih banyak lagi.

Sementara itu, biomassa adalah salah satu bentuk terbaik dari energi terbarukan, itu bukan bahan bakar besar yang dapat menimbulkan dampak negatif yang sangat tinggi. Namun selain itu Mengambil biomassa terlalu banyak (dari sektor kehutanan) dapat mengurangi nutrisi untuk tanah dan mungkin meningkatkan erosi.

Biomassa adalah alternatif yang potensial untuk pengganti bahan bakar fosil tetapi belum cukup layak untuk saat ini karena membutuhkan biaya yang tinggi serta ketersediaan dan mobilisasi bahan baku yang masih terbatas dan sulit. Hal tersebut menunjukkan bahwa perluanya pengembangan lebih jauh di sektor energy biomassa agar dimasa depan, sumber energy terbarukan ini menjadi produsen energy utama dunia.

PANDUAN PENGAMBILAN DATA BIOMASSA

A. POTENSI LIMBAH PERTANIAN SEBAGAI PENGHASIL BIOMASSA

IDENTITAS PETANI/RESPONDEN

1. Nama Petani : ……..

2. Alamat petani : Desa……

Kecamatan……..

3. Umur : ……..tahun

4. Jumlah anggota keluarga : ……..……orang

5. Pendidikan : (lingkari jawaban yang sesuai)

   a. Tidak tamat SD

   b. Sekolah dasar

   c. SLTP

   d. SLTA

   e. Perguruan tinggi

6. Kepemilikan lahan :

Status	Jenis Lahan				Total
	Sawah	Tegalan	Lahan Penggembalaan	Lainnya	
	----------Ha----------				
1.Milik					
2.Sewa					
3.Sakap					
4.					
5.					

LOKASI DAN MUSIM/POLA TANAM

7. Desa: ……..

8. Kecamatan: ……

9 Bulan musim tanam : (isi bulan dengan angka)

   a. Musim Hujan 1 : bulan …….s/d ……..

   b. Musim Hujan 2 : bulan …….s/d……..

   c. Musim Kering : bulan …….s/d ……

10. Pola Tanam : (isian sesuai komoditi yang ditanam)

   a. Musim Hujan 1 : bulan …….s/d ……..

b. Musim Hujan 2 : bulan …….s/d…….

c. Musim Kering : bulan …….s/d ……

11. Waktu panen (bulan) : (lingkari bulan panen yang sesuai)

a. Musim Hujan 1 : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

b. Musim Hujan 2 : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

c. Musim Kering : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

13. Keberadaan sumber air terdekat?

(Jenisnya:……..)

14. Apakah sumber air tersebut permanen?

15. Jarak terdekat antara kebun dengan pemukiman?

KOMODITI YANG DISURVEI

16. Musim tanam (lingkari jawaban sesuai)

a. Rendeng/Hujan 1 b. Rendeng/Hujan 2

c. Gadu/Kering

17. Jenis tanaman yang diubin (lingkari jawaban sesuai)

a. Padi sawah b. Padi ladang/gogo c. Ubi kayu

d. Kedele e. Kacang tanah f. Kacang hijau

g. Ubi jalar h. Jagung

18. Varietas tanaman yang diubin :……...

19. Umur tanaman/panen : ……..….bulan

20. Lahan yang ditanami (lingkari jawaban sesuai)

a. Sawah irigasi b. Kebun c. Sawah tadah hujan

d. Lainnya……..

21. Luas lahan : ……ha

22. Luas tanam : ……ha

23. Luas panen : ……ha

24. Apakah tanaman di beri pupuk (lingkari jawaban sesuai)

a. Ya b. Tidak

25. Jenis pupuk yang diberikan :

a. Urea: ……..kg b. TSP : ……..kg

c. KCl : ……..kg d. ZA : ……..kg

e. kompos : ……..kg f. Lainnya : ……..kg

DATA HASIL PENGUBINAN

Ulangan	Kode Sampel	Produksi Limbah Pertanian (Kg/25m²)
26. Ulangan Pertama		
27. Ulangan Kedua		
28. Ulangan Ketiga		

29. Sistem panen yang dilakukan (lingkari yang sesuai)
    a. Mesin perontok padi b. Dibanting (sampa)
    c. Lainnya ……
30. Limbah pertanian yang dihasilkan digunakan untuk:
    a. Dibuat pupuk/kompos b. Dibenamkan di tanah/dibiarkan
    c. Makanan ternak d. Dibakar
    e. Dijual, untuk ……
31. Persentase penggunaan limbah pertanian yang dihasilkan

Penggunaan	Persentase (% dari produksi limbah)
Pupuk/kompos	
Makanan ternak	
Dibenamkan di tanah (lahan)/dibiarkan	
Dibakar	
Dijual	

32. Jika untuk makanan ternak, digunakan sebagai pakan ternak ……..
33. Penggunaan limbah untuk kebutuhan lain, seperti……
34. Penghasilan yang diperoleh dari penjualan limbah pertanian Rp…….. /Kg
35. Sudah adakah penampung akan limbah pertanian tersebut?
    a. Ya b. Tidak
36. Jika ada sarana dalam pemanfaatan limbah pertanian yang lebih menguntungkan dan efisien, apakah anda tertarik?

WAKTU SURVEI : Tanggal…….Bulan…….Tahun…….

B. ANALISIS EKONOMI DAN SOSIAL MASYARAKAT

(Studi kasus:_____)

Desa : .....

Hari/Tanggal : .....

No. responden : .....

IDENTITAS RESPONDEN

1. Nama :
2. Umur :
3. Jenis Kelamin :
4. Pendidikan Terakhir :
5. Suku :
6. Agama :
7. Status :
8. Pekerjaan utama :
9. Pekerjaan sampingan :
10. Lama Menetap (sejak kapan) :
11. Status Kependudukan :
12. Asal :
13. Jumlah Tanggungan dalam Keluarga :

KEUANGAN RESPONDEN

1. Pemasukan Uang Tunai Dalam Keluarga

No	Status	Pekerjaan utama	Penghasilan (Rp)	Frek	Pekerjaan sampingan	Penghasilan (Rp)	Frek
1	Responden						
2	Pendamping						
3	Anak						
4	Orang Tua						
5	Kakak/Adik						
6	Lainnya (sebutkan)						
7	Lainnya (sebutkan)						

Kode Frekwensi: 1= Perhari 2= Perminggu 3=Perbulan 4=Lainnya (Sebutkan)

2. Pemasukan Uang Tunai dari Pengolahan Lahan dan Pemanfaatan Sumberdaya Alam Lainnya

No	Sumber	Penghasilan (rp)	Luas / Banyaknya	Frekwensi
1	Sawah padi			
2	Kebun (sebutkan)			
3	Ternak (sebutkan)			
4	Berdagang (Sebutkan)			
5	Lainnya (sebutkan)			
6	Lainnya (sebutkan)			
7	Lainnya (sebutkan)			

Kode Frekwensi: 1= Perhari 2= Perminggu 3=Perbulan 4=Lainnya (Sebutkan)

3. Pengeluaran

No	Jenis Pengeluaran	Jumlah Pengeluaran (Rp)	Frekwensi
1	Makan/konsumsi		
2	Pendidikan		
3	Transportasi		
4	Bahan bakar minyak		
5	Listrik		
6	Komunikasi		
7	Lainnya (sebutkan)		

Kode Frekwensi: 1= Perhari 2= Perminggu 3=Perbulan 4=Lainnya (Sebutkan)

4. Apakah dapat menyisihkan sebagian penghasilan untuk disimpan?

*(Berapa)*_____

*(untuk)*_____

PENGELOLAAN LAHAN

1. **Apakah bapak/ibu meiliki rencana untuk menanam (atau mengganti tanaman) di lahan/kebun saat ini? (YA) (TIDAK)**

   Jika Ya, Lanjut ke nomor 2. Jika Tidak, maka Langsung ke Nomor 5
2. **Apakah sudah terpikir oleh bapak/ibu untuk tanaman pengganti?**

   Tanaman asli:…… Tanaman pengganti:……
3. **Alasan mengganti tanaman tersebut?**
4. **Menurut bapak/ibu apakah kendala dan hambatan untuk pemilik kebun/sawah?**

No	Hambatan/kendala	Penjelasan
1	Permodalan	
2	Jumlah tenaga kerja	
3	Keahlian dalam merawat	
4	Ketersediaan bibit	
5	Ketersediaan pupuk	
6	Struktur tanah dan air	
7	Penglahan limbah	

5. Alasan mengapa tidak/ belum ingin mengganti?

No	Hambatan/kendala	Penjelasan
1	Permodalan	
2	Tenaga kerja	
3	Keahlian dalam merawat	
4	Ketersediaan bibit	
5	Ketersediaan pupuk	
6	Struktur tanah dan air	
7	Sudah mencukupi	

DINAMIKA SOSIAL

1. Apakah ada kelompok atau paguyuban di desa ini?

No	Nama kelompok	Fungsi	Keanggotaan	Frek. Peremuan
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Ket= Keanggotaan seperti khusus Laki-laki, khusus Perempuan, Bebas, atau personal tertentu

2. Apakah anda bergabung dengan kelompok tersebut?

Ya (Sebutkan)……

Tidak (alasan)……

3. Apakah ada program pemerintah/ swasta yang mendukung usaha yang anda miliki?

Ya (Sebutkan)……

Tidak (alasan)……

4. Jika ya, maka jelaskan manfaat/ dampak dari program tersebut

……

……

……

5. Apakah anda memiliki keluarga di Desa ini?

Ya

Tidak (langsung ke nomor 9**)**

6. Apakah ada ikatan kerja sama dengan keluarga tersebut dalam bertani/ pekerjaan lain?

Ya **Tidak**

7. Saling memberi/ meminta makanan dengan keluarga anda?

Ya **Tidak**

8. Saling memberi/ meminta dana tunai dengan keluarga anda?

Ya **Tidak**

9. Apakah anda memiliki keluarga di luar Desa ini?

Ya

Tidak (langsung ke nomor 13**)**

10. Apakah ada ikatan kerja sama dengan keluarga tersebut dalam bertani/ pekerjaan lain?

Ya **Tidak**

11. Saling memberi/ meminta makanan dengan keluarga anda?

Ya **Tidak**

12. Saling memberi/ meminta dana tunai dengan keluarga anda?

Ya **Tidak**

13. Frekwensi perselisihan antar anggota masyarakat di Desa ini?

- Tidak pernah terjadi
- Jarang terjadi (dalam 1 tahun, kurang dari 5 kali)
- Sering terjadi (dalam 1 tahun, lebih dari 5 kali)
- Sangat sering terjadi (dalam 1 bulan, bisa lebih dari 1 kali)

14. Sumber perselisihan? (jelaskan**)**

15. Nama pihak yang paling sering diminta untuk menyelesaikan perselisihan?

16. Jabatan pihak tersebut?

17. Nama pihak yang paling dihormati/ dituakan di Desa ini?

18. Jabatan pihak tersebut?

19. Nama pihak yang paling dipercaya dalam mewakili Desa ini?

20. Jabatan pihak tersebut?

PENGETAHUAN TENTANG BIOMASSA

1. Biomassa secara umum

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Bapak/Ibu mengetahui tentang Biomassa?		
2	Apakah Bapak/Ibu mengetahui fungsi Biomassa?		
3	Apakah Bapak/Ibu mengetahui bentuk –bentuk dari Biomassa?		
4	Apakah Bapak/Ibu merasa ingin menggunakan Biomassa sebagai bahan bakar?		
5	Apakah kesehatan penting bagi keluarga Bapak/Ibu?		
6	Apakah Bapak/Ibu mengetahui program tentang Biomassa?		
7	Apakah Bapak/Ibu siap mengikuti program tersebut?		
8	Apakah ada alternatif bahan bakar lain selain BBM?		
9	Apakah ada lembaga/perorangan yang mengenalkan tentang Biomassa sebelumnya?		
10	Apakah ada sumber Biomassa disekitar pemukiman anda?		
11	Apakah sumber Biomassa tersebut dimanfaatkan untuk hal lain?		
12	Apakah dengan pemakaian tersebut dapat efektif dan menambah penghasilan?		
13	Apakah sumber Biomassa tersebut dapat diperoleh dengan mudah?		
14	Apakah Bapak/Ibu mengetahui tentang pemanfaatan Biomassa sebagai bahan bakar?		
15	Apakah Bapak/Ibu tertarik untuk menggunakan Biomassa sebagai pengganti BBM dan Gas LPG?		

2. Pendapat masyarakat tentang biomassa

No	Pertanyaan	Nominal *	5	4	3	2	1
	Apakah anda mengetahui						
1	Program tentang Biomassa?						
2	Sumber bahan bakar Biomassa?						
3	Cara penggunaan bahan bakar Biomassa?						
4	Pengoperasian alat penghasil Biomassa?						
5	Jenis-jenis Biomassa seperti apa saja?						
	Apakah anda merasa puas						
6	Dengan menggunakan bahan bakar yang ada saat ini?						
7	Dengan pelayanan dalam penyediaan bahan bakar saat ini?						
8	Penghasilan yang diperoleh?						
9	Pengolahan limbah yang ada disekitar anda saat ini?						
10	Program pemerintah terkait penggunaan Gas LPG?						
	Berapakah						
11	Biaya rata-rata yang dikeluarkan untuk BBM dan listrik?						
12	Luas lahan yang anda miliki?						
13	Penghasilan yang diterima dari limbah pertanian?						
14	Produktivitas limbah pertanian?						
15	Tingkat pendidikan anda?						
16	Penghasilan perbulan?						

17	Pengeluaran perbulan?						
18	Penghasilan dari penjualan limbah?						

Alternatif jawaban memiliki 5(lima) kemungkinan dengan skala:

5 = Sangat tahu	5 = Sangat puas	5 = Sangat besar
4 = Tahu	4 = Puas	4 = Besar
3 = Ragu-ragu	3 = Ragu-ragu	3 = Sedang
2 = Kurang paham	2 = Kurang puas	2 = Kecil
1 = Tidak paham	1 = Tidak puas	1 = Tidak ada

C. LEMBAR ISIAN PENGUMPULAN DATA POTENSI BIOMASSA

Observer	**Entry data**
Nama:	Nama:
Waktu	**Informasi Lain**
Jam : Bulan : Hari : Tahun :	

INFORMASI LOKASI

Nomor Titik :	Titik koordinat :	Titik koordinat di GPS :
Elevasi/ Ketinggian :	Daerah:	Desa :
Kecamatan :	Kabupaten :	Provinsi :

FOTO LOKASI

Foto	**Nomor Foto**	**Foto Tambahan**	**Nomor Foto**	**Ketinggian**
Alat GPS		Atas		
Utara		Bawah		**Keterangan**
Timur		Foto lain		
Selatan		Foto lain		
Barat		Foto lain		

INFROMASI LAHAN

Tipe dan luas Lahan	**Tutupan/ vegetasi lahan**	**Catatan**

Umur tanaman	**Frekwensi panen**	**Catatan**

Jenis limbah pertanian	Banyak limbah yang dihasilkan	Catatan

KONDISI LAHAN

Terawat	Tidak terawat	Catatan

Tipe lahan	Umur tanam	Catatan
(a) Perkebunan besar (b) Perkebunan kecil (c) Kebun rakyat/ pribadi	(a) Pembibitan (b) Akan panen (c) Pasca panen	

KEBERADAAN AKSES DAN SUMBER AIR

Keberadaan Jalan	Keberadaan sumber air	Catatan
Baik / Buruk / Tidak ada	Baik / Buruk / Tidak ada	
Jarak dari jalan	**Jarak dari sumber air**	**Catatan**

PENGARUH MANUSIA

Akibat	Level	Keterangan
Pencemaran air		
Pencemaran udara		
Kemacetan		
Rusaknya sarana dan prasarana		

Konversi lahan		
Ubah fungsi lahan		
Kebakaran		
Kerusakan lahan lainnya (sebutkan)		
Kerusakan lahan lainnya (sebutkan)		
Kerusakan lahan lainnya (sebutkan)		

Keterangan level: 1= Pengaruh sangat tinggi
2= Pengaruh sedang
3= Pengaruh sedikit

S E K I A N