



**PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

**INOVASI PEMBUATAN BIOPELET SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN  
BAKAR ALTERNATIF TERBARUKAN UNTUK AKTIVITAS  
RUMAH TANGGA**

**BIDANG KEGIATAN:  
PKM GAGASAN TERTULIS**

**Disusun oleh:**

<b>Kms Ferri Rahman</b>	<b>(F44080010/2008)</b>
<b>Rahman</b>	<b>(F34070100/2007)</b>
<b>Adila Millatillah Haqq</b>	<b>(F34080105/2008)</b>

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2011**

## LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul kegiatan : Inovasi Pembuatan Biopelet Sekam Padi sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan untuk Aktivitas Rumah Tangga
2. Bidang kegiatan : ( ) PKM-AI (  ) PKM-GT
3. Ketua Pelaksana Kegiatan :
  - a. Nama Lengkap : Kms Ferri Rahman
  - b. NIM : F440800010

Bogor, 3 Maret 2011

Menyetujui,  
Ketua Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan

Ketua Pelaksana Kegiatan,

(Prof. Dr. Ir. Asep Sapei, MS.)  
NIP. 19561025198003 1 003

(Kms Ferri Rahman)  
NIM. F44080010

Wakil Rektor  
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan

Dosen Pembimbing

(Prof. Dr. Ir. Yonny KoesModule, MS.)  
NIP. 19581228 198503 1 003

(Dr. Ir. Arief Sabdo Yuwono, M.Sc)  
NIP. 19660321 199003 1 102

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT. atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berjudul “Inovasi Pembuatan Biopellet Sekam Padi sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan pada Skala Rumah Tangga”. Karya tulis ini ditujukan untuk mengikuti Program Kreativitas Mahasiswa Gagasan Tertulis (PKM-GT) 2011 yang diadakan oleh DIKTI. Melalui karya tulis ini, penulis ingin memberikan solusi terhadap permasalahan lingkungan yang difokuskan pada bidang bahan bakar alternatif sebagai pengganti minyak tanah.

Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Arief Sabdo Yuwono, M.Sc selaku dosen pendamping dan Prof. Dr. Ir. Asep Sapei, MS. selaku Ketua Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan FATETA IPB yang telah memberikan banyak bimbingan dan arahan kepada penulis dalam penyusunan karya tulis ini. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan selama proses pembuatan karya tulis ini.

Penulis menyadari terdapat banyak kekurangan baik dari segi materi, ilustrasi, contoh, dan sistematika penulisan dalam pembuatan karya tulis ini. Oleh karena itu, saran dan kritik dari para pembaca yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Besar harapan bagi penulis bahwa karya tulis ini dapat bermanfaat baik bagi penulis pribadi dan bagi pembaca pada umumnya terutama bagi dunia teknologi pertanian di Indonesia.

Bogor, 2 Maret 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>Latar Belakang</b> .....	1
<b>Perumusan Masalah</b> .....	2
<b>Tujuan dan Manfaat</b> .....	2
<b>GAGASAN</b> .....	3
<b>Kerangka Gagasan</b> .....	3
<b>Bahan Bakar</b> .....	5
<i>Bahan Bakar Fosil</i> .....	5
<i>Bahan Bakar Biomassa</i> .....	6
<b>Potensi Sekam Padi di Indonesia</b> .....	8
<b>Model dan Teknologi Perkembangan Biopelet</b> .....	10
<i>Biopelet</i> .....	10
<i>Biopelet Sekam Padi</i> .....	11
<i>Karakterisasi Sekam Padi</i> .....	12
<i>Pengecilan Ukuran</i> .....	12
<i>Penyeragaman Ukuran</i> .....	13
<i>Pencampuran Sekam Padi dengan Bahan Perekat</i> .....	13
<i>Pencetakan Biopelet</i> .....	13
<i>Pengeringan Biopelet</i> .....	13
<b>Aplikasi Biopelet untuk Bahan Bakar Rumah Tangga</b> .....	14
<b>Prospek Pengembangan Biopelet di Masa Depan</b> .....	14
<i>Penyusunan Proposal Pengajuan Dana Penelitian</i> .....	14
<i>Penelitian Biopelet Berbasis Sekam Padi</i> .....	14
<i>Sosialisasi Biopelet Sekam Padi kepada</i> <i>Petani dan Masyarakat</i> .....	15
<b>KESIMPULAN</b> .....	15
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	15
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	17

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Tahap Pencetusan Gagasan.....	3
<b>Gambar 2.</b> Kerangka Pemikiran .....	4
<b>Gambar 3.</b> Perkembangan Industri Padi di Indonesia Tahun 2008-2010.....	8
<b>Gambar 4.</b> Sekam Padi .....	9
<b>Gambar 5.</b> Biopelet.....	10
<b>Gambar 6.</b> Diagram Alir Pembuatan Biopelet.....	12
<b>Gambar 7.</b> Ring-Matrix Pellet Mill .....	13
<b>Gambar 8.</b> Model Nyala Api Biopelet pada Kompor Biomassa .....	14

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Jenis-Jenis Bahan Bakar .....	5
<b>Tabel 2.</b> Potensi Energi Terbarukan di Indonesia .....	7
<b>Tabel 3.</b> Komposisi Kimia Sekam.....	9
<b>Tabel 4.</b> Standar Biopellet di Beberapa Negara .....	11

## RINGKASAN

Bahan bakar minyak saat ini masih menjadi sumber energi utama dalam mendukung aktivitas masyarakat. Pada umumnya, masyarakat di daerah perkotaan dan pedesaan masih menggunakan bahan bakar minyak tanah untuk keperluan rumah tangga. Meningkatnya harga minyak mentah dunia menyebabkan terjadinya kenaikan harga bahan bakar, termasuk minyak tanah. Selain mempunyai harga yang mahal, minyak tanah juga sulit ditemukan, terlebih di daerah pedesaan.

Bahan bakar biomassa merupakan solusi tepat atas kelangkaan dan mahalannya harga bahan bakar minyak tanah. Meskipun demikian, bahan bakar biomassa yang dikembangkan saat ini masih terkendala pada rendahnya nilai kalori pembakaran yang dihasilkan. Oleh sebab itu, perlu adanya suatu inovasi dalam pembuatan bahan bakar biomassa.

Biopelet merupakan inovasi terbaru bahan bakar biomassa yang dapat diaplikasikan untuk kegiatan rumah tangga. Hasil penelitian Rhen *et al.*, (2009) menunjukkan bahwa penggunaan pelet akan menghasilkan efisiensi pembakaran yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kayu bakar dan menghasilkan residu yang lebih rendah. Pelet merupakan hasil pengempaan yang memiliki tekanan lebih besar dibandingkan biobriket (El Bassam dan Maegaard, 2004).

Sekam padi merupakan potensi bahan bakar biomassa yang belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal, menurut BPS (2010), produksi padi di Indonesia pada tahun 2010 diperkirakan mencapai 65,98 juta ton Gabah Kering Giling (GKG) dengan hasil samping berupa sekam sebesar 20% (Haryadi, 2003 dalam Prihandana dan Hendroko 2007). Dengan demikian, terdapat 13,19 juta ton sekam padi yang dihasilkan pada tahun 2010. Menurut Belonio (2005) nilai kalori sekam adalah 3.000 kkal/kg. Kandungan nilai kalori yang cukup tinggi tersebut menyebabkan sekam padi sangat berpotensi untuk dijadikan sumber energi alternatif terbarukan, yaitu biopelet. Sekam padi yang ketersediaannya melimpah dapat dimodifikasi menjadi biopelet melalui proses densifikasi.

Menurut Bhattacharya (1998), densifikasi merupakan proses pengkompakan residu menjadi produk yang mempunyai densitas lebih tinggi daripada bahan baku aslinya. Proses densifikasi dalam pembuatan biopelet mempunyai beberapa keunggulan, di antaranya meningkatkan nilai kalor total per satuan volume, memudahkan transportasi dan penyimpanan produk akhir, mempunyai keseragaman bentuk dan kualitas serta mampu mensubstitusi kayu hutan sehingga mengurangi kegiatan penebangan hutan. Fantozzi dan Buratti (2009) menambahkan bahwa proses pembuatan biopelet terdiri atas beberapa tahap, yaitu: perlakuan pendahuluan (*pre-treatment*) bahan baku, pengeringan (*drying*), pengecilan ukuran (*size reduction*), pencetakan biopelet (*pelleting*), pendinginan (*cooling*), dan *silage*.

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa inovasi bahan bakar biomassa dari sekam padi menjadi biopelet mampu menjadi salah satu bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak tanah untuk aktivitas rumah tangga. Diperlukan adanya kerjasama dengan para stakeholders yang ada, seperti: petani padi, lembaga riset bioteknologi, LSM Lingkungan, pemerintah, dan masyarakat, sehingga implementasi gagasan dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien.

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Bahan bakar minyak saat ini masih menjadi sumber energi utama dalam mendukung aktivitas masyarakat. Pada umumnya, masyarakat di daerah perkotaan dan pedesaan masih menggunakan bahan bakar minyak tanah untuk keperluan rumah tangga. Meningkatnya harga minyak mentah dunia menyebabkan terjadinya kenaikan harga bahan bakar, termasuk minyak tanah. Selain mempunyai harga yang mahal, minyak tanah juga sulit ditemukan, terlebih di daerah pedesaan. Oleh sebab itu, perlu adanya upaya untuk mencari bahan bakar alternatif yang lebih murah dan tersedia dengan mudah.

Sumber energi alternatif yang banyak diteliti dan dikembangkan saat ini adalah energi biomassa yang ketersediaannya melimpah, mudah diperoleh, dan dapat diperbaharui secara cepat. Menurut Kong (2010) biomassa merupakan sumber energi terbarukan dan tumbuh sebagai tanaman. Pada umumnya, biomassa yang digunakan sebagai bahan bakar adalah biomassa yang memiliki nilai ekonomis rendah atau merupakan hasil ekstraksi produk primer (El Bassam dan Maegaard, 2004). Indonesia memiliki potensi energi biomassa sebesar 50.000 MW yang bersumber dari berbagai biomassa limbah pertanian, seperti: produk samping kelapa sawit, penggilingan padi, *plywood*, pabrik gula, kakao, dan limbah pertanian. Salah satu sumber energi biomassa yang dapat dijadikan energi alternatif adalah sekam padi.

Menurut Badan Pusat Statistik (2010) produksi padi tahun 2010 diperkirakan sebesar 65,98 juta ton Gabah Kering Giling (GKG). Secara umum, proses penggilingan padi menghasilkan 55% biji utuh, 15% beras patah, 20% sekam (kulit), dan 10% dedak halus atau bekatul padi (Haryadi 2003 dalam Prihandana dan Hendroko, 2007). Dengan tingkat produksi 65,98 juta ton pada tahun 2010, maka diperoleh sebanyak 13,12 juta ton sekam. Total potensi sekam di Indonesia sendiri mencapai 13 juta ton per tahun atau setara dengan 16.500 unit PLTD berkapasitas 100 kW (Kompas, 2003 dalam Suyitno, 2009).

Pada dasarnya, limbah biomassa dapat digunakan sebagai bahan bakar secara langsung seperti halnya yang telah dilakukan oleh masyarakat sejak dulu. Namun demikian, biomassa memiliki kelemahan jika dibakar secara langsung karena sifat fisiknya yang buruk seperti kerapatan energi yang rendah dan permasalahan penanganan, penyimpanan, dan transportasi (Saptoadi, 2006).

Untuk meningkatkan kualitas pembakaran biomassa, saat ini telah dikembangkan bahan bakar biomassa dalam bentuk pellet yang dikenal dengan istilah biopellet. Di beberapa negara maju, seperti: Jerman, Kanada, dan Austria, biopellet dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif yang berasal dari kepingan kayu. Menurut Gumbira-Sa'id (2010), pellet kayu adalah salah satu jenis kayu bakar, yang umumnya dibuat dari serbuk gergaji yang dipadatkan. Pellet kayu diproduksi dengan menghancurkan bahan baku kayu menggunakan *hammer mill* sehingga menghasilkan massa partikel kayu yang seragam. Massa partikel kayu tersebut kemudian diumpankan kedalam mesin pengepres yang mempunyai diameter lubang 6-8 mm dan panjang 10-12 mm (Mani *et al.*, 2006).

Biopellet mempunyai densitas dan keseragaman ukuran yang lebih baik dibandingkan biobriket. Keunggulan dari biopellet ini adalah dapat meningkatkan



nilai kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran. Selain itu, keseragaman bentuk dan ukuran biopellet juga dapat memudahkan proses pemindahan (transportasi) dari satu tempat ke tempat lain (Bhattacharya, 1998).

Salah satu parameter kualitas bahan bakar adalah nilai kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran. Peningkatan nilai kalor bahan bakar biomassa dapat dilakukan melalui proses densifikasi. Densifikasi merupakan proses pengkompakan residu menjadi produk yang mempunyai densitas lebih tinggi daripada bahan baku aslinya (Bhattacharya, 1998). Proses densifikasi dalam pembuatan biopellet mempunyai beberapa keunggulan, di antaranya: meningkatkan nilai kalor total per satuan volume, memudahkan transportasi dan penyimpanan produk akhir, mempunyai keseragaman bentuk dan kualitas, serta mampu mensubstitusi kayu hutan sehingga mengurangi kegiatan penebangan hutan.

Sekam padi dapat dijadikan biopellet sebagai bahan bakar alternatif untuk kegiatan rumah tangga sebagai solusi atas permasalahan energi dan dampak lingkungan akibat penggunaan bahan bakar minyak.

### **Perumusan Masalah**

Perumusan masalah yang menjadi fokus tulisan ini adalah:

- a. Limbah sekam yang belum dimanfaatkan secara optimal dapat dijadikan biopellet
- b. Biopellet dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif terbarukan yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan

### **Tujuan dan Manfaat**

Penulisan karya ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

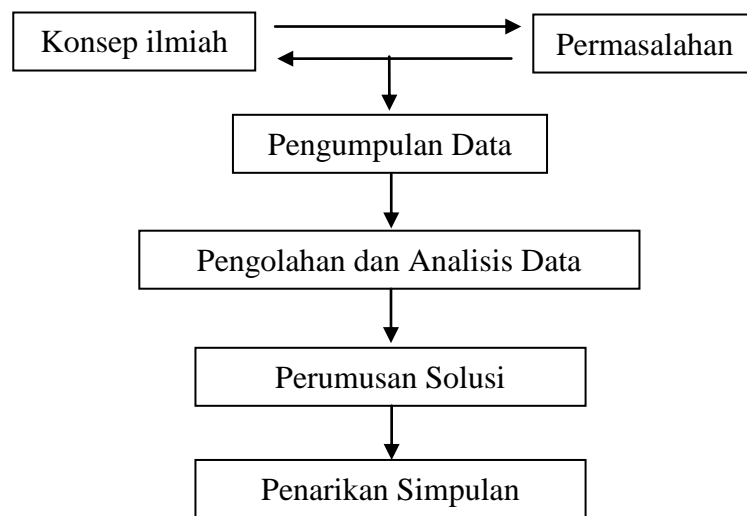
- a. Memanfaatkan limbah sekam padi sebagai bahan bakar terbarukan dalam bentuk biopellet
- b. Melakukan inovasi penggunaan biopellet sebagai bahan bakar alternatif terbarukan dengan proses pembakaran menggunakan kompor biomassa
- c. Mengaplikasikan biopellet sebagai bahan bakar untuk aktivitas rumah tangga

Adapun penulisan karya ini memberi manfaat, antara lain:

- a. Menyumbang ide yang aplikatif untuk mengatasi masalah krisis energi di rumah tangga
- b. Dapat menyumbangkan ide untuk pembuatan sumber energi alternatif dari biomassa limbah pertanian sebagai bahan bakar substitusi minyak tanah
- c. Memberikan alternatif pengolahan sekam padi menjadi biopellet kepada para petani sehingga dapat meningkatkan nilai tambah limbah sekam padi

## GAGASAN

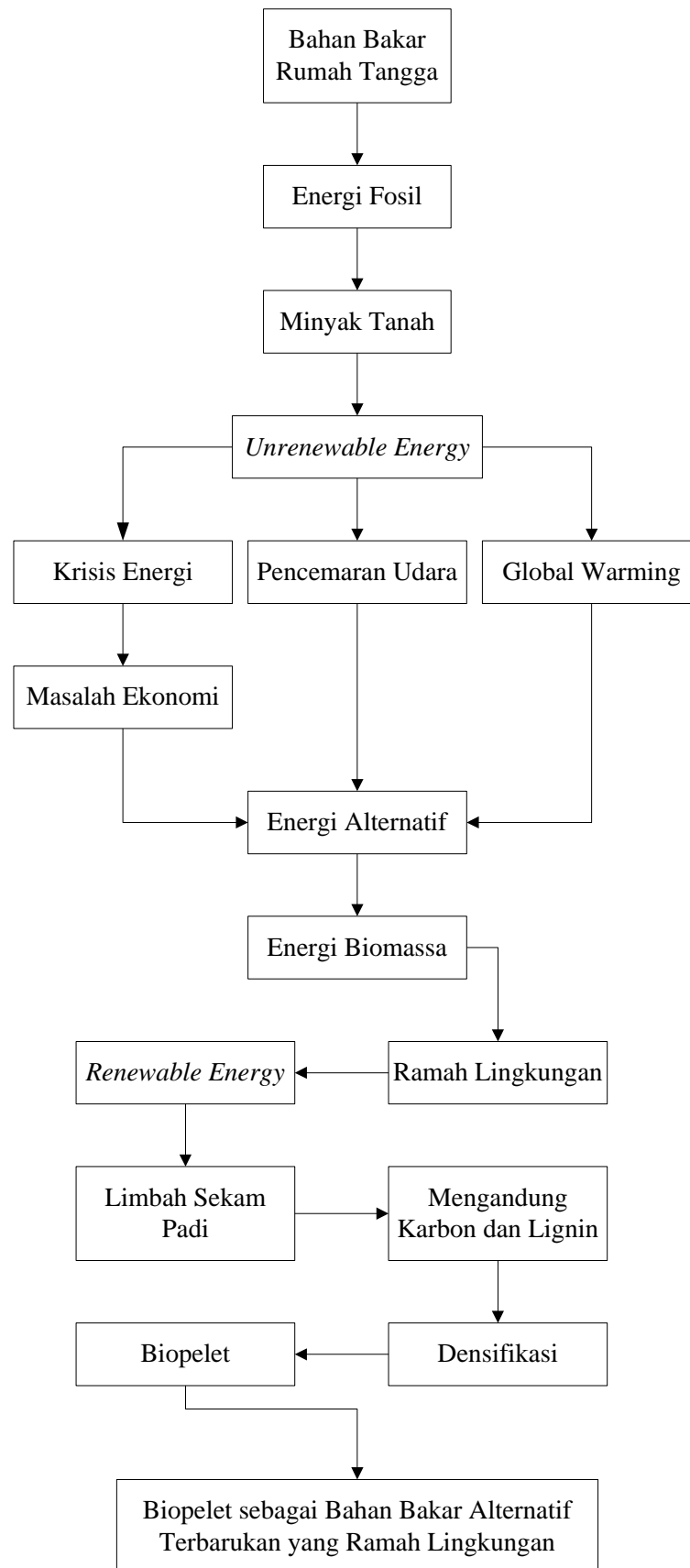
Gagasan kreatif yang diajukan dalam karya tulis ini dilakukan melalui kajian pustaka terhadap permasalahan yang berkembang di masyarakat berdasarkan konsep ilmiah. Gagasan tersebut dicetuskan setelah dilakukan pengumpulan data melalui penelusuran pustaka berupa buku, jurnal serta skripsi. Selain itu, pengumpulan data pun dilakukan melalui diskusi dengan kakak tingkat dan dosen. Setelah data terkumpul, dilakukan pengolahan dan analisis terhadap data tersebut sehingga diperoleh gagasan kreatif berupa solusi atas permasalahan yang diangkat. Selanjutnya dilakukan penyusunan saran-saran berkaitan dengan permasalahan. Tahapan pencetus gagasan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Tahapan Pencetus Gagasan

## Kerangka Gagasan

Kerangka gagasan dalam penyusunan karya tulis ini terlihat pada Gambar 2. Pembahasan diawali dengan penjelasan mengenai permasalahan bahan bakar rumah tangga akibat penggunaan bahan bakar fosil, khususnya minyak tanah. Setelah itu, pembahasan diarahkan pada dampak negatif penggunaan minyak tanah terhadap ketahanan energi dan kebersihan udara yang akan mempengaruhi ekonomi dan *global warming*. Selanjutnya, pembahasan difokuskan pada aspek pemanfaatan energi alternatif untuk mengatasi masalah yang ada. Lalu, dilakukan analisis terhadap masalah baru yang disebabkan solusi berupa pemanfaatan energi alternatif yang sudah ada. Setelah mengidentifikasi masalah baru menggunakan analisis data, penulis membangun gagasan berupa pengembangan ide yang merupakan perbaikan atas solusi yang pernah ada, sehingga dihasilkan solusi berupa pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan baku pembuatan biopelet. Setelah itu, dilakukan analisis terhadap pihak-pihak yang dapat membantu dalam penerapan gagasan kreatif. Berikutnya, dilakukan penyusunan langkah-langkah strategis untuk mengimplementasikan gagasan kreatif tersebut.



**Gambar 2.** Kerangka Pemikiran

## Bahan Bakar

Ditinjau dari sudut teknis dan ekonomis, bahan bakar diartikan sebagai bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya, disertai dengan pengeluaran kalor (Anonim, 2011). Penggunaan bahan bakar melalui proses pembakaran bertujuan memperoleh kalor, baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebagai contoh, penggunaan kalor dari proses pembakaran secara langsung adalah untuk memasak di dapur-dapur rumah tangga dan instalasi pemanas, sedangkan contoh penggunaan kalor secara tidak langsung adalah melalui proses konversi kalor menjadi energi mekanik, seperti motor bakar, serta konversi kalor menjadi energi listrik, seperti pembangkit listrik tenaga diesel, tenaga gas, dan tenaga uap. Tabel 1 menunjukkan beberapa jenis bahan bakar yang telah dikenal secara luas.

**Tabel 1.** Jenis-Jenis Bahan Bakar

Bahan bakar fosil	Bahan bakar nuklir	Bahan bakar lain (Biomassa)
Batu bara	Uranium	Sisa-sisa tumbuhan
Minyak bumi	Plutonium	Minyak nabati
Gas bumi		Minyak hewani

Sumber: Anonim (2011)

Bahan bakar fosil dan bahan bakar organik lainnya umumnya tersusun dari unsur-unsur C (karbon), H (hidrogen), O (oksigen), N (nitrogen), S (belerang), P (fosfor), dan unsur-unsur lainnya dalam jumlah kecil. Namun unsur-unsur kimia yang penting adalah C, H, dan S, yaitu unsur-unsur yang jika terbakar menghasilkan kalor, dan disebut sebagai bahan yang dapat terbakar atau *combustible matter* (disingkat dengan BDT). Unsur-unsur lain yang terkandung dalam bahan bakar namun tidak dapat terbakar adalah O, N, bahan mineral atau abu, dan air. Komponen-komponen ini disebut sebagai bahan yang tidak dapat terbakar atau *non-combustible matter* (disingkat dengan non-BDT).

### *Bahan Bakar Fosil*

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa bahan bakar fosil terdiri atas batu bara, minyak bumi, dan gas bumi. Minyak bumi memegang peran utama dalam hal pemenuhan kebutuhan energi nasional. Produk hasil konversi minyak bumi yang banyak digunakan, antara lain: minyak tanah, bensin, dan solar. Penggunaan bahan bakar fosil hampir menyentuh seluruh aspek kehidupan, mulai dari kegiatan industri, transportasi, hingga kegiatan rumah tangga. Pada karya tulis, pembahasan difokuskan pada bahan bakar untuk kegiatan rumah tangga, yaitu minyak tanah.

Pada umumnya, masyarakat di daerah perkotaan dan pedesaan masih menggunakan bahan bakar minyak tanah untuk keperluan rumah tangga.

Meningkatnya harga minyak mentah dunia menyebabkan terjadinya kenaikan harga bahan bakar, termasuk minyak tanah. Selain mempunyai harga yang mahal, minyak tanah juga sulit ditemukan, terlebih di daerah pedesaan. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa sekarang telah terjadi krisis energi. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil juga menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya *global warming*. Dualisme dampak negatif penggunaan bahan bakar fosil, yaitu krisis energi dan *global warming* menuntut perlu adanya solusi bijak yang mampu mengatasi masalah tersebut.

Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar alternatif terbarukan merupakan solusi tepat atas permasalahan yang muncul akibat penggunaan bahan bakar fosil. Hal ini didasarkan pada beberapa keunggulan yang dimiliki oleh biomassa, yaitu (Kong, 2010):

- Tidak menimbulkan emisi sulfur sehingga mengurangi hujan asam
- Biomassa dapat mendaur ulang CO<sub>2</sub>, sehingga dapat dikategorikan sebagai “bebas emisi”
- Pembakaran biomassa menghasilkan abu dalam jumlah lebih kecil daripada pembakaran batubara karena abu eks-batubara tersebut harus dibuang ke tempat lain.

#### *Bahan Bakar Biomassa*

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan dan tumbuh sebagai tanaman. Mascoma Corporation (Cambridge, Massachusetts, AS) merinci sumber-sumber biomassa sebagai berikut (Kong, 2010):

- *Agricultural residues* atau sisa-sisa hasil pertanian, seperti ampas tebu (bagas), batang, dan serat jagung
- *Forestry waste* atau sisa-sisa hutan, misalnya serbuk gergaji industri penolahan kayu
- *Municipal waste* atau sampah perkotaan, misalnya kertas-kertas bekas dan dedaunan kering
- *Industrial waste*, seperti lumpur sisa pulp
- Sumber-sumber masa depan, seperti tanaman energi yang khusus ditanam baik tanaman herbal maupun berbasis kayu
- Jenis tanaman lain yang tidak mengandung pati maupun gula yang dipakai untuk memproduksi bioetanol, baik di Brasilia maupun di AS

Potensi energi terbarukan di Indonesia ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Potensi Energi Terbarukan di Indonesia

Sumber	Potensi (MW)	Kapasitas Terpasang (WM)	Pemanfaatan (%)
<i>Large hydro</i>	75.000	4.200	5,600
Biomassa	50.000	302	0,604
<i>Geothermal</i>	20.000	812	4,060
<i>Mini/micro hydro</i>	459	54	11,764
Energi cahaya/ solar	156.487	5	$3,19 \times 10^{-3}$
Energi angin	9.286	0.50	$5,38 \times 10^{-3}$
Total	311.232	5.373,5	22,03

Sumber: Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi (2001) dalam Prihandana dan Hendroko (2007)

Potensi energi biomassa sebesar 50.000 MW antara lain bersumber dari produk sampingan dari kelapa sawit, penggilingan padi, kayu, *plywood*, pabrik gula, kakao, dan limbah pertanian lainnya. Energi biomassa saat ini yang dimanfaatkan dari total potensi energi biomassa yang ada baru 302 MW atau setara dengan 0,64%. Pada dasarnya, pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar telah dilakukan sejak dahulu, yaitu dengan cara proses pembakaran langsung. Namun demikian, terdapat kendala pada proses penyimpanan dan distribusi (transportasi). Hal tersebut disebabkan oleh ketidakseragaman bentuk dan ukuran biomassa yang digunakan. Oleh sebab itu, saat ini telah dikembangkan teknologi bioenergi yang dapat memperbaiki sifat fisik biomassa seperti biobriket. Menurut Kong (2010), biobriket merupakan sisa-sisa pengolahan lahan pertanian atau kehutanan yang masih memiliki nilai kalori dalam jumlah cukup, seperti: bagas tebu, bungkil jarak pagar serta serabut dan tempurung kelapa sawit, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Keunggulan biobriket antara lain:

- Mempermudah proses distribusi ke daerah-daerah penggunanya
- Mudah untuk disimpan di tempat-tempat penyimpanan
- Dengan harga yang relatif murah banyak membantu rumah tangga sederhana memperoleh bahan bakar untuk keperluan masak-memasak

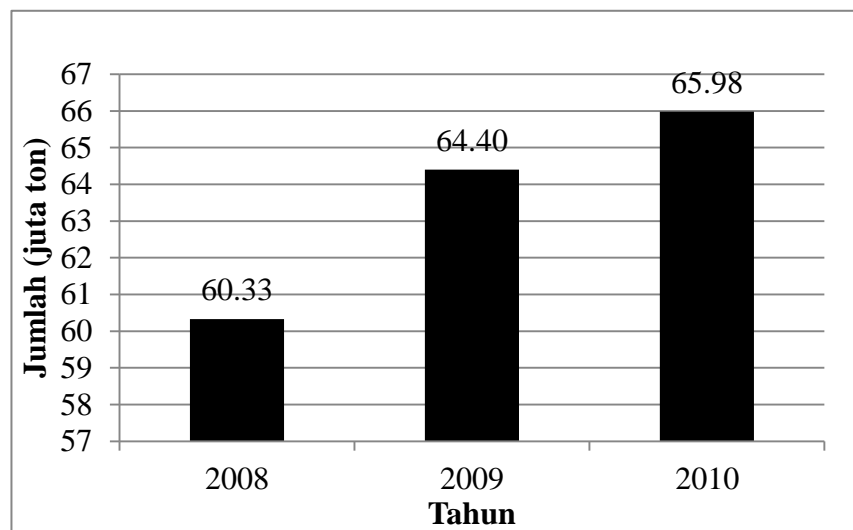
Di samping keunggulan-keunggulan di atas, perlu juga dipertimbangkan kemungkinan terjadinya polusi udara, terutama polusi berbentuk asap yang antara lain dapat menimbulkan gejala penyakit sesak napas (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) dan pada kasus-kasus tertentu lambat laun dapat menimbulkan efek karsinogenik, terutama di paru-paru manusia (Kong, 2010). Oleh sebab itu, kondisi di atas harus diimbangi dengan upaya inovasi bahan bakar biomassa yang mempunyai kualitas lebih baik dibandingkan biobriket. Kualitas tersebut di antaranya dapat diukur dari parameter nilai kalori pembakaran dan emisi gas pencemar. Inovasi tersebut adalah bahan bakar biopellet. Menurut Gumbira-Sa'id

(2010), pelet kayu (biopellet) adalah salah satu jenis kayu bakar yang umumnya dibuat dari serbuk gergaji yang dipadatkan. Pelet merupakan hasil pengempaan yang memiliki tekanan lebih besar dibandingkan biobriket (El Bassam dan Maegaard, 2004). Penelitian Rhen *et al.* (2009) menunjukkan bahwa penggunaan pelet akan menghasilkan efisiensi pembakaran yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kayu bakar dan menghasilkan residu yang lebih rendah.

Inovasi biopellet yang akan dikembangkan adalah biopellet berbahan baku sekam padi yang akan diaplikasikan untuk kegiatan rumah tangga seperti memasak. Hal tersebut didasarkan pada kelimpahan sekam padi di Indonesia dengan nilai kalorinya yang relatif tinggi.

### Potensi Sekam Padi di Indonesia

Padi tergolong sebagai tanaman yang ketersediannya melimpah hampir di seluruh pulau di Indonesia, terutama di pulau Jawa. Produksi padi tahun 2010 berdasarkan angka ramalan (ARAM) III diperkirakan sebesar 65,98 juta ton Gabah Kering Giling (GKG), naik 1,58 juta ton (2,46%) dibandingkan produksi tahun 2009. Perkembangan produksi padi di Indonesia tahun 2008 hingga 2010 ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Perkembangan Produksi Padi di Indonesia Tahun 2008-2010 (BPS, 2010)

Secara umum, proses penggilingan padi menghasilkan 55% biji utuh, 15% beras patah, 20% sekam (kulit), dan 10% dedak halus atau bekatul padi (Haryadi 2003 dalam Prihandana dan Hendroko (2007). Dengan tingkat produksi 65,98 juta ton pada tahun 2010, maka diperoleh 36,29 juta ton beras utuh; 9,89 juta ton beras patah; 13,12 juta ton sekam; dan 6,59 juta ton bekatul. Sekam padi ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Sekam Padi

Total potensi sekam padi di Indonesia mencapai 13 juta ton per tahun atau setara dengan 16.500 unit PLTD berkapasitas 100 kW (Kompas, 2003 dalam Suyitno, 2009). Jumlah sekam padi ini sangat melimpah dan sampai sekarang hanya sejumlah kecil saja yang dimanfaatkan untuk pembakaran dan pembuatan batu bata. Aktivitas lain pemanfaatan sekam padi adalah untuk membuat arang sekam untuk media tanaman (Suyitno, 2009). Komposisi kimia sekam disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Komposisi Kimia Sekam

Komponen	Kandungan (%)
Kadar air	9,02
Protein kasar	3,03
Lemak	1,18
Serat Kasar	35,68
Abu	17,17
Karbohidrat dasar	33,71

Sumber: Suharno (1979) dalam Sugiarti dan Widyatama (2009)

Dengan komposisi kimia seperti pada tabel di atas, sekam dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan di antaranya:

- Sebagai bahan baku pada industri kimia, terutama kandungan zat kimia furfural yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri kimia
- Sebagai bahan baku pada industri bahan bangunan, terutama kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang dapat digunakan untuk campuran pada pembuatan semen *portland*, bahan isolasi, *husk-board*, dan campuran pada industri bata merah
- Sebagai sumber energi panas pada berbagai keperluan manusia, kadar selulosa yang cukup tinggi dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil.

Menurut Belonio (2005) nilai kalori sekam adalah 3000 kkal/kg. Kandungan nilai kalori yang cukup tinggi tersebut menyebabkan sekam padi sangat berpotensi untuk dijadikan sumber energi alternatif terbarukan, yaitu biopellet.



## Model dan Teknologi Perkembangan Biopelet

### *Biopelet*

Pelet merupakan salah satu bentuk energi biomassa yang diproduksi pertama kali di Swedia pada tahun 80-an. Pelet diproduksi dengan menghancurkan bahan baku biomassa menggunakan *hammer mill* sehingga diperoleh massa partikel biomassa yang berukuran seragam. Massa partikel tersebut kemudian diumpungkan ke dalam mesin pengepres dengan *dies* 6-8 mm dan panjang 10-12 mm (Mani *et al.*, 2006). Tekanan yang sangat tinggi menyebabkan suhu massa kayu meningkat, sehingga senyawa lignin pada kayu berubah sifat plastisitasnya membentuk perekat alami dan menghasilkan pelet-pelet kayu yang padat dan kompak pada saat dingin. Fantozzi dan Buratti (2009) menambahkan bahwa proses pembuatan biopelet terdiri atas beberapa tahap, yaitu: perlakuan pendahuluan (*pre-treatment*) bahan baku, pengeringan (*drying*), pengecilan ukuran (*size reduction*), pencetakan biopelet (*pelleting*), pendinginan (*cooling*), dan *silage*. Model fisik biopelet yang telah dikenal disajikan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Biopelet

Penggunaan biopelet telah dikenal luas oleh masyarakat di negara-negara Eropa dan Amerika. Pada umumnya biopelet digunakan sebagai bahan bakar *boiler* pada industri dan pemanas ruangan di musim dingin. Biopelet yang tersebut mempunyai standar seperti yang disajikan pada Tabel 4.

Penelitian tentang biopelet sebagai bahan bakar untuk aktivitas rumah tangga di Indonesia telah dilakukan dengan menggunakan bahan baku limbah bungkil jarak pagar. Hasil penelitian Liliana (2010) menyatakan bahwa pada biopelet bungkil jarak pagar diperoleh kualitas terbaik melalui penambahan 20% arang jarak pagar dengan ukuran diameter biopelet 8 mm. Parameter kualitas tersebut adalah nilai kalori pembakaran. Semakin tinggi nilai kalori pembakaran yang dihasilkan, maka kualitas biopelet semakin baik. Zamirza (2009) menambahkan bahwa penambahan bahan perekat tapioka sebanyak 3% (b/b) pada biopelet bungkil jarak mampu meningkatkan nilai kalori pembakaran biopelet hingga 4914 kkal. Namun demikian, Obernberger dan Thek (2004) menyatakan bahwa jumlah bahan perekat yang boleh ditambahkan ke dalam biopelet hanyalah 2% (b/b) dari total bahan.

**Tabel 4.** Standar Biopelet dari Beberapa Negara

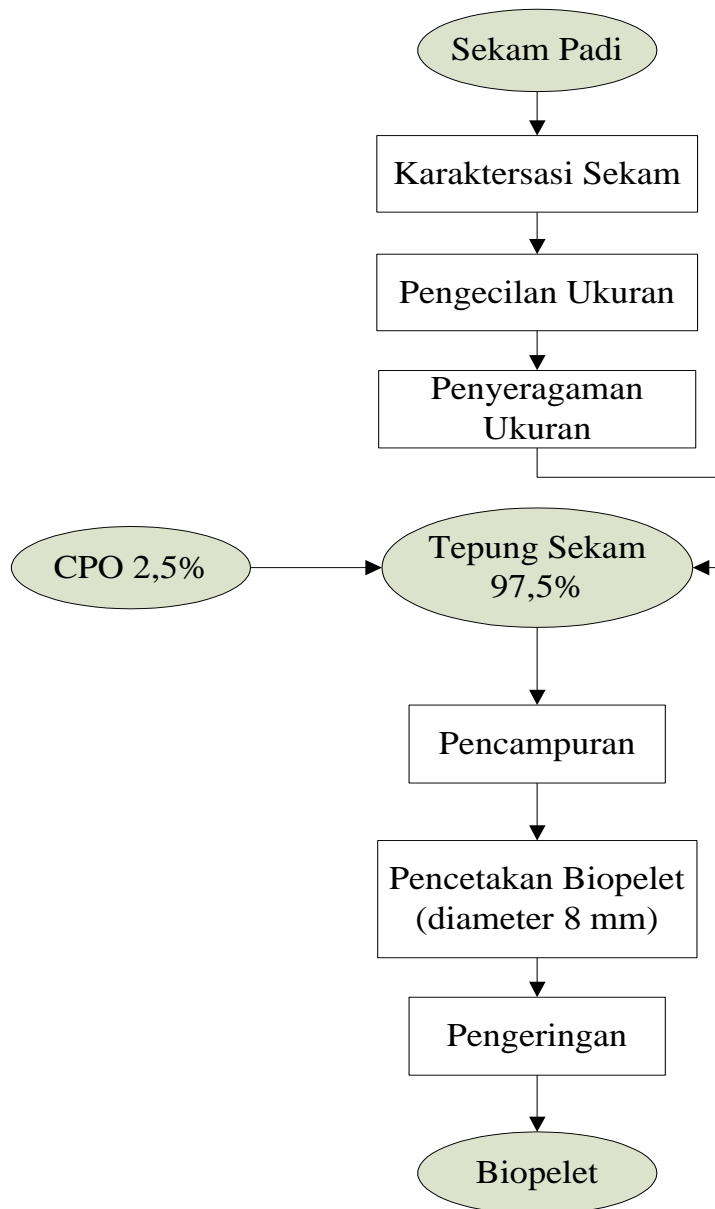
Parameter	Unit	Austria <sup>(a)</sup>	Jerman <sup>(a)</sup>	Amerika <sup>(b)</sup>	Prancis <sup>(c)</sup>
Diameter	mm	4-10	4-10	6,35-7,94	6-16
Panjang	mm	5 x D	<50	<3,81	10-50
Densitas	kg/dm <sup>3</sup>	>1,2	1,0-1,4	>0,64	>1,15
Kadar air	%	<10	<12	-	≤15
Kadar abu	%	<0,50	<1,50	<2	≤6
				(standar)	
				<1	
				(premium)	
Nilai kalor	MJ/kg	>18	17,5-19,5	>19,08	>16,9
Sulfur	%	<0,04	<0,08	-	<0,10
Nitrogen	%	<0,3	<0,3	-	≤0,5
Klroin	%	<0,02	<0,03	<0,03	<0,07
Abrasi	%	<2,3	-	-	-
Bahan tambahan	%	<2	-	-	≤2

Sumber: <sup>(a)</sup>Hahn (2004); <sup>(b)</sup>PFI (2007); <sup>(c)</sup>Douard (2007)

#### *Biopelet Sekam Padi*

Inovasi baru dalam pembuatan biopelet berbasis sekam padi dilakukan dengan teknik densifikasi. Menurut Bhattacharya (1998), densifikasi merupakan proses pengkompakan residu menjadi produk yang mempunyai densitas lebih tinggi daripada bahan baku aslinya. Proses densifikasi dalam pembuatan biopelet mempunyai beberapa keunggulan, di antaranya meningkatkan nilai kalor total per satuan volume, memudahkan transportasi dan penyimpanan produk akhir, mempunyai keseragaman bentuk dan kualitas serta mampu mensubstitusi kayu hutan sehingga mengurangi kegiatan penebangan hutan. Namun demikian, densifikasi juga mempunyai beberapa kelemahan, antara lain investasi dan kebutuhan energi yang tinggi pada proses densifikasi serta ditemukannya karakteristik pembakaran yang tidak diinginkan, seperti sulit menyala dan asap.

Pada pembuatan biopelet sekam padi ini, mula-mula sekam padi dihaluskan hingga berukuran 16 mesh, kemudian dilakukan proses densifikasi dengan menggunakan *pellet mill* menjadi biopelet. Secara lebih terperinci, proses pembuatan biopelet disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Diagram Alir Pembuatan Biopellet

#### *Karakterisasi Sekam Padi*

Karakterisasi diperlukan untuk dapat mengetahui perbaikan karakteristik dengan mengubah sekam padi tersebut menjadi biopellet.

#### *Pengecilan Ukuran*

Pengecilan ukuran bertujuan menghaluskan bahan menggunakan *hammer mill* dengan ukuran saringan 1 mm. Hal tersebut untuk mempermudah proses densifikasi biopellet. Untuk mengantisipasi keretakan, ukuran partikel biopellet disarankan tidak melebihi 1 mm (Franke dan Rey, 2006).

### *Penyeragaman Ukuran*

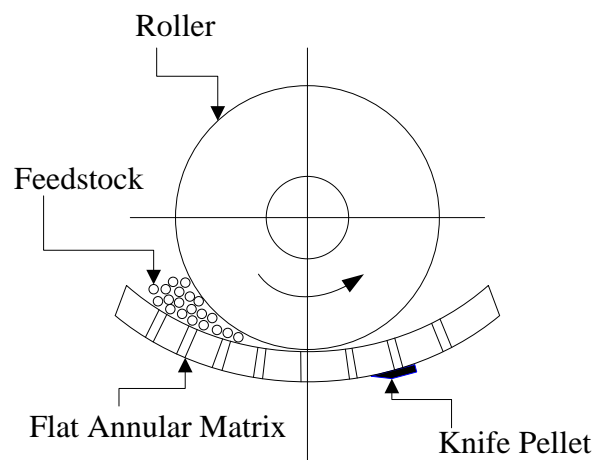
Penyeragaman ukuran dilakukan menggunakan alat penyaring (*screener*) berukuran 16 mesh.

### *Pencampuran Sekam Padi dengan Bahan Perekat*

Bahan perekat yang digunakan adalah CPO dengan konsentrasi 2,5% (b/b) dari berat bahan.

### *Pencetakan Biopelet*

Pencetakan biopelet dilakukan menggunakan mesin pelet (*pellet mill*) bertekanan tinggi. Tipe *pellet mill* yang digunakan adalah *ring-matrix pellet mill* seperti yang disajikan pada Gambar 7. Ukuran diameter pelet yang digunakan adalah 8 mm, sedangkan panjang biopelet yang akan dihasilkan adalah 15-25 mm. Bagian mesin yang berperan dalam pencetakan biopelet yaitu dua buah *rolls* yang berputar dan *dies* (*open-ended cylindrical holes*). Pencetakan biopelet terjadi karena adanya dorongan bahan oleh *rolls* hingga masuk ke dalam lubang-lubang pada *dies*. Biopelet yang keluar dari *dies* akan terpotong oleh mata pisau yang jaraknya dengan *dies* bisa diatur sesuai dengan panjang biopelet yang diinginkan.



**Gambar 7.** Ring-Matrix Pellet Mill

Sumber: Bhattacharya (1998)

### *Pengeringan Biopelet*

Pengeringan dilakukan terhadap biopelet yang baru keluar dari mesin pencetak pelet. Pengeringan dapat dilakukan menggunakan oven selama 24 jam atau dijemur di bawah sinar matahari selama 2-3 hari.

## Aplikasi Biopelet untuk Bahan Bakar Rumah Tangga

Aplikasi biopelet sekam padi yang akan dibuat difokuskan untuk bahan bakar rumah tangga. Pada proses pembakaran biopelet sekam padi, akan digunakan kompor biomassa seperti yang disajikan pada Gambar 8. Cara penggunaan kompor biomassa ini tergolong sangat sederhana, sehingga dapat digunakan dengan mudah oleh semua lapisan masyarakat. Selain itu, kompor biomassa juga bersifat *portable* dan mempunyai harga yang relatif murah. Dengan demikian, kompor biomassa dapat dipindahkan secara praktis serta mampu dibeli oleh seluruh masyarakat, termasuk kalangan ekonomi menengah ke bawah.

Kompor biomassa dengan bahan bakar biopelet sekam padi dapat digunakan untuk kegiatan memasak, seperti: merebus air, menanak air, dan memasak sayur-sayuran serta lauk-pauk.



**Gambar 8.** Model Nyala Api Biopelet pada Kompor Biomassa  
(a) Tampak depan; (b) Tampak atas

## Prospek Pengembangan Biopelet di Masa Depan

### *Penyusunan Proposal Pengajuan Dana Penelitian*

Tahap pertama yang dilakukan dalam mengimplementasikan gagasan kreatif ini adalah penyusunan proposal pengajuan dana penelitian kepada pihak-pihak yang dipertimbangkan dapat memberikan bantuan berupa dana penelitian, seperti Kementerian Lingkungan Hidup, Kementerian Riset dan Teknologi, dan LSM lingkungan. Dana yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk memulai proses penelitian terhadap pemanfaatan sekam padi sebagai bahan baku biopelet.

### *Penelitian Biopelet berbasis Sekam Padi*

Langkah kedua yang perlu dilakukan dalam mengimplementasikan gagasan kreatif ini adalah melakukan penelitian mengenai proses pembuatan biopelet berbasis sekam padi. Selain perlu dilakukan penelitian terhadap proses yang paling efektif dan efisien, juga perlu dilakukan penelitian terhadap karakteristik produk yang dihasilkan. Dengan begitu, penerapan biopelet sebagai bahan bakar

dapat lebih mudah. Penelitian direncanakan akan dilaksanakan di laboratorium Pusat Penelitian Surfactant dan Bioenergi (SBRC), LPPM-IPB.

#### *Sosialisasi Biopelet Sekam Padi kepada Petani dan Masyarakat*

Tahap terakhir dalam mengimplementasikan gagasan kreatif ini adalah melakukan sosialisasi kepada masyarakat dan petani, terutama petani padi. Alasan utama pemilihan masyarakat dan petani sebagai target sosialisasi adalah karena kedua objek tersebut merupakan pihak yang paling berkepentingan atas produk yang dihasilkan. Sosialisasi kepada masyarakat bertujuan agar masyarakat tahu dan mulai terbiasa menggunakan bahan bakar alternatif yang berbahan baku biomassa. Sedangkan sosialisasi kepada petani bertujuan untuk meningkatkan semangat petani dalam bertani padi, karena terdapat nilai tambah bagi limbah tanaman padi mereka. Sosialisasi dapat dilakukan melalui kerja sama dengan pemerintah daerah setempat, mulai dari tingkat Kelurahan, Kecamatan, Kabupaten, Provinsi, dan Kementerian RI. Selain itu, sosialisasi produk juga dapat dilakukan melalui kerja sama dengan LSM Lingkungan.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan pembahasan gagasan sebelumnya, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa sekam padi dapat dikonversi menjadi biopelet sebagai bahan bakar alternatif untuk kegiatan rumah tangga. Biopelet dapat dikembangkan sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan. Pembuatan biopelet dari sekam padi dilakukan dengan teknik densifikasi. Pembuatannya dimulai dari penghalusan sekam padi hingga berukuran 16 mesh kemudian dilakukan proses densifikasi dengan menggunakan *pellet mill* menjadi biopelet. Upaya implementasi dari gagasan ini dilakukan dengan cara bekerjasama dengan *stakeholder* yang ada, seperti: masyarakat, petani padi, LSM lingkungan, pemerintah daerah setempat, dan Kementerian RI. Banyaknya *stakeholder* strategis yang mampu mendukung pengimplementasian gagasan tertulis ini, diharapkan mampu menjadi solusi efektif atas permasalahan krisis energi dan mengurangi dampak *global warming*.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2011. *Bahan Bakar dan Pembakaran*. <http://www.chemeng.ui.ac.id/~wulan/Materi/lecture%20notes/umum.PDF> [diakses tanggal 24 Februari 2011]
- Bhattacharya SC. 1998. *Appropriate biomass energy technologies: issues and problems*. Renewable Energy Sources for Rural Areas in Asia and The Pacific. Japan: Tatsumi Printing Co., Ltd. hlm 26-53.
- Belonio AT. 2005. *Rice Husk Stove Handbook*. Iloilo City: Central Philippine City University.

- BPS. 2010. *Produksi Padi, jagung, dan Kedelai*. No.68/11/th.XIII, 1 November 2010.
- Douard F. 2007. *Challenges in the Expanding French Pellet Market*. ITEBE Pellet 2007 Conference. Wels, Austria.
- El Bassam N, Maegaard P. 2004. *Integrated Renewable Energy on Rural Communities. Planning Guidelines, Technologies and Applications*. Elsevier. Amsterdam.
- Fantozzi S, and Buratti C. 2009. *Life Cycle Assessment Of Biomass Chains: Wood Pellet from Short Rotation Coppice Using Data Measured on A Real Plant*. Biomass Energy 34 (2010): 1796-1804.
- Franke M, Rey A. 2006. *Pelleting Quality*. World Grain 2006 May: 78-79. Di dalam Kaliyan N. dan R.V. Morey. 2008. *Factors Affecting Strength and Durability of Densified Biomass Product*. Biomass and Bioenergy. in Press.
- Gumbira Sa-id E. 2010. *Wawasan, Tantangan, dan Peluang Agrotechnopreneur Indonesia*. Bogor: IPB Press.
- Kong, G.T. 2010. *Peran Biomassa Bagi Energi Terbarukan*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Liliana W. 2010. *Peningkatan Kualitas Biopellet Bungkil Jarak Pagar sebagai Bahan Bakar Melalui Teknik Karbonasi*. [Tesis]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Mani S, Tabil LG, Sokhansanj S. 2004. *Economics of Producing Fuel Pellets from Biomass*. Applied Engineering in Agriculture 22(3): 421-426.
- Obernberger I, Thek G. 2004. *Physical Characterization and Chemical Composition of Densified Biomass Fuels with Regard to Their Combustion Behavior*. Biomass and Energy 27:653-659.
- Prihandana R, Hendroko R. 2007. *Energi Hijau*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rhen C, Ohman M, Gref R, Wasterlund I. 20007. *Effect of Raw Material Composition in Woody Biomass Pellets on Combustion Characteristic*. Biomass and Bioenergy 31: 66-67.
- Sugiarti W, Widyatama W. 2009. *Pemanfaatan Kulit Biji Mete, Bungkil Jarak, Sekam Padi dan Jerami Menjadi Bahan Bakar Briket yang Ramah Lingkungan dan Dapat Diperbarui*. Makalah pada Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Kimia UNDIP 2009, Semarang.
- Suyitno. 2009. *Pengolahan Sekam Padi Menjadi Bahan Bakar Alternatif Melalui Proses Pirolisis Lambat*. Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah. Vol.7 No.2, Desember 2009.
- Zamirza F. 2009. *Pembuatan Biopellet dari Bungkil Jarak (*Jatropha curcas L.*) dengan Penambahan Sludge dan Perekat Tapioka*. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

## RIWAYAT HIDUP

Nama : Kms Ferri Rahman  
NRP : F44080010  
Tempat dan Tanggal lahir : Muaradua, 14 Mei 1990  
Karya-karya Ilmiah :

- Sosialisasi Tanaman *Sansevieria* untuk Meminimalisir Pencemaran Udara di Daerah Babakan Raya dan Babakan Tengah

Penghargaan Ilmiah yang pernah diraih :

- Siswa Berprestasi Tk. SMP se-Kabupaten OKU Selatan Tahun 2004
- Peserta Seleksi Siswa Berprestasi Tk. SMP se-Sumatera Selatan Tahun 2004

(Kms Ferri Rahman)

## RIWAYAT HIDUP

Nama : Rahman  
NRP : F34070100  
Tempat dan Tanggal lahir : Jambi, 11 Februari 1989  
Karya-karya Ilmiah :

- Royal Tea: Minuman Segar Teh Daun Jambu Biji Dan Madu Yang Berkhasiat dengan Sensasi Herbal
- Pemanfaatan Limbah Tanaman Jagung sebagai Bahan Baku Pembuatan *Pulp* dengan Delignifikasi Biologis Menggunakan Jamur Pelapuk Putih
- Integrasi dan Sinergisitas Badan Pemeriksa Keuangan dengan Lembaga Penegak Hukum sebagai Upaya Peningkatan Transparansi dan Akuntabilitas Keuangan Negara

Penghargaan Ilmiah yang pernah diraih:

- Finalis International Student Paper Contest pada Acara Renewable Energy Conference (Renews) 2010, Berlin, Germany
- Delegasi Indonesia pada *Asia-Pacific Environment Forum* 2010, Seoul, South Korea
- Penerima beasiswa IELSP (*Indonesia English Language Scholarship Program*) Cohort 9, 2011, belajar bahasa Inggris di Amerika selama 2 bulan.
- PKM GT 2010 dengan Judul:  
“Pemanfaatan Hidrolisat Pati Bonggol Pisang (*Musa Paradisiaca*) Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Plastik *Biodegradable Poly-β-Hidroksialkanoat*”

(Rahman)



## RIWAYAT HIDUP

Nama : Adila Millatillah Haqq

Tempat dan Tanggal lahir : Bandar Lampung, 22 Mei 1990

Karya-karya Ilmiah :

- Asap Cair Aromatik Hasil Pirolisis Terpadu sebagai Penggumpal Lateks dan Pengawet Kayu (2010)

Penghargaan Ilmiah yang pernah diraih : -

(Adila Millatillah Haqq)

## RIWAYAT HIDUP DOSEN PEMBIMBING

### Data Pribadi

Nama : Dr. Ir. Arief Sabdo Yuwono, MSc  
 Tempat tanggal Lahir : Magetan, 21 Maret 1966  
 Jenis kelamin : Laki-laki  
 Alamat : Gardu Dalam RT. 02/01 Margajaya, Bogor 16116  
 Tel. 0251-8620093. PO Box. 220 Bogor 16002  
 Pekerjaan : Dosen, Dept. Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB  
 Email : arief\_sabdo\_yuwono@yahoo.co.id

### Pendidikan

Sept 1999–Sept. 2003 Doctor. *Institut für Landtechnik*, Universität Bonn, Germany. Research Topic: Odour Pollution in the Environment. Advisor: Prof. Dr.-Ing. P. Schulze Lammers.  
 Sept. 1994–Sept. 1996 Master of Science (MSc) in Environmental Sanitation, University of Gent, Belgium. Advisor: Prof. Dr. Ir. Raoul Lemeur.  
 Jan 1992-Dec. 1992 Non Degree Course in “Environmental Control Engineering in Agriculture”, University of Tokyo, Japan. Supervisor: Prof. Dr. Tadashi Takakura.  
 May 1984–Mar. 1989 Engineer (*Sarjana*), Dept. of Agricultural Engineering, Bogor Agricultural University (IPB)

### Pekerjaan Profesional

Th	Posisi	Pekerjaan
2009	Air Quality and Noise Expert	Environmental Impact Assessment of Collection and Recycling of Aluminium Scrap. PT.Cipta Mandiri Utama. Karawang.
2009	Air Quality and Noise Expert	Environmental Impact Assessment of Ruby Field Development of Sebuku Block, Makassar Straits.
2009	Environmental Engineer	State of The Environment Report (SLH), Bogor Regency, West Java
2009	Air Quality and Noise Expert	Environmental Baseline Study of West Timor Exploration Area, ENI, Timor Tengah Selatan.
2008-2009	Air Quality and Noise Expert	Environmental Impact Assessment of Batam Marina Shipyard Development, Batam, Kepulauan Riau.
2008-2009	Air Quality Expert	Additional Environmental Impact Management and Monitoring Plan (RKL-RPL Tambahan), Premier Oil, Natuna
2008	Air Quality Expert	Environmental Impact Monitoring Pearl Oil, Tebo Regency, Jambi Province
2008	Air Quality & Noise Expert Member (Komisi Penilai AMDAL Pusat)	Environmental Impact Assessment (AMDAL) of Manggarai-Soekarno Hatta Airport Railway, State Ministry of Environment.
2008	Air Quality Expert	Environmental Impact Assessment, Bulk LPG Filling Station, Pertamina.
2008	Environmental Engineering Expert	Environmental Impact Assessment, Gasing Industrial Complex, Banyuasin Regency, South Sumatra
2008	Air Quality & Noise Expert (Komisi Penilai AMDAL Pusat)	Term of Reference (KA) for Environmental Impact Assessment of Manggarai-Soekarno Hatta Airport Railway, State Ministry of Environment.
2008	Air Quality Expert	Additional Environmental Impact Management and Monitoring Plan (RKL RPL Tambahan), TOTAL E&P Indonesia, East

Th	Posisi	Pekerjaan
		Kalimantan.
2008	Air Quality Expert	Environmental Impact Management and Monitoring Effort (UKL UPL Seismic 3D), TOTAL E&P Indonesia, East Kalimantan.
2008	Air Quality Expert	Environmental Impact Management and Monitoring, Elnusa Oil Co., Banyuasin, South Sumatra.
2008	Air Quality Expert	Environmental Baseline Study in Natuna Islands, Premier Oil, Riau Islands.
2008	Team Leader	Study on Dispersion Simulation of Sulphur Dioxide (SO <sub>2</sub> ) and Hydrogen Sulphide (H <sub>2</sub> S) from Oil Well in Ambient Air
2008	Air Quality Expert	Environmental Impact Assessment of Pertamina-Mitsui Cilacap Residual Fluid Catalytic Cracking (RFCC) Complex Development
2008	Air Quality Expert	Integrated Environmental Impact Assessment of Tin Mining in Bangka - Belitung Province.
2007	Team Leader	Development of Local regulation for Monitoring and Control of Waste Gases, Liquid Wastes and Solid Wastes in Tangerang Regency, Banten Province
2007	Sanitary Landfill Specialist	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Sanitary Landfill (TPA) of Aceh Besar Development Project, Province of Nanggroe Aceh Darussalam.
2007	Noise Expert (Komisi Penilai AMDAL Pusat)	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Cirebon-Kroya Double Track Railway, State Ministry of Environment.
2007	Noise Expert (Komisi Penilai AMDAL Pusat)	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Serpong-Maja Double Track Railway, State Ministry of Environment.
2007	Air Quality Specialist	Additional Environmental Monitoring and Management of Madura BD, Husky Indonesia Co.
2007	Air Quality Specialist	Environmental Impact Assessment of North Java Sea Block Development, BP West Java.
2007	Air Quality Specialist	Environmental Management Study of Offshore Bawean Block Development. Husky Indonesia Co.
2007	Air Quality Specialist	Environmental Impact Assessment of Bangka Belitung Mining Development
2007	Air Quality Specialist	Environmental Impact Assessment of Ulee Lheue Port, Province of Nanggroe Aceh Darussalam.
2007	Team Leader	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Cut Nyak Dien Airport Development Project, Meulaboh, Province of Nanggroe Aceh Darussalam.
2007	Deputy Team Leader	Environmental Status Study, Handil Gas Debottlenecking, TOTAL E&P Indonesia.
2007	Team Leader	Modelling and Simulation of Smoke and Flue Gas Dispersion due to Drill Stem Test (DST). ENI Bukat Indonesia
2007	Team Leader	Environmental Monitoring. Tiaka – Tomori Block, Banggai-Morowali, Central Sulawesi. JOB Pertamina - Medco Energy.
2007-2009	Air Quality and Noise Expert	Environmental Impact Management and Monitoring, Natuna Block, ConocoPhillips Indonesia.
2007	Air Quality and Noise Expert	Environmental Impact Management and Monitoring, PT. KEP, Kutai Kartanegara, East Kalimantan.
2007-2008	Team Leader	Environmental Monitoring, Maleo Block of Santos Co., Madura Offshore.
2008	Team Leader	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Sinabang Airport Development Project, Province of Nanggroe Aceh Darussalam.
2008	Team Leader	Term of Reference for Environmental Impact Assessment of Sibigo Airstrip Development Project, Province of Nanggroe Aceh