

OPTIMALISASI PEMANFAATAN SISA HASIL PERTANIAN MENUJU PERTANIAN TANPA LIMBAH

TESIS

Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat

Magister Ilmu Lingkungan

Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret



Oleh :

SUBARDI

NIM. A131408010

Program Studi Magister Ilmu Lingkungan

Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret

2016



OPTIMALISASI PEMANFAATAN SISA HASIL PERTANIAN MENUJU PERTANIAN TANPA LIMBAH

TESIS

Oleh :

SUBARDI

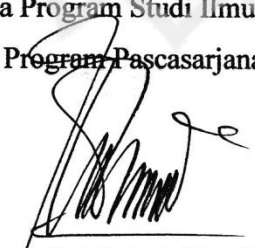
NIM. A131408010

Komisi Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	Prof. Dr. Ir. Suntoro, MS NIP. 19551217 198203 1 003		22/6-2016
Pembimbing II	Prof. Dr. Dwi Aries H., ST, MT NIP. 19740326 200003 1 001		22/6-2016

Telah dinyatakan memenuhi syarat

Pada tanggal 27 Juni 2016

Kepala Program Studi Ilmu Lingkungan
Program Pascasarjana UNS


Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, M.Si
NIP. 19591205 198503 2 001

**OPTIMALISASI PEMANFAATAN SISA HASIL PERTANIAN
MENUJU PERTANIAN TANPA LIMBAH**

TESIS

Oleh :

SUBARDI

A131408010

Telah dipertahankan di depan penguji
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
Pada tanggal 29 Juni.....2016

Tim Penguji :

Jabatan

Nama

Ketua

Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, M.Si

NIP. 19591205 198503 2 001

Sekretaris

Dr. Ir. Prabang Setyono, M.Si

NIP. 19720524 199903 1 002

Anggota Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Suntoro, MS

NIP. 19551217 198203 1 003

2. Prof. Dr. Dwi Aries H., ST, MT

NIP. 19740326 200003 1 001

Tanda
Tangan

Mengetahui :

Direktur

Program Pascasarjana



Prof. Dr. M. Furqon Hidayatullah, M.Pd

NIP. 19600727 198702 1 001

Kepala Program Studi

Ilmu Lingkungan

Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, M.Si

NIP. 19591205 198503 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Tesis yang berjudul **“Optimalisasi Pemanfaatan Sisa Hasil Pertanian Menuju Pertanian Tanpa Limbah”** ini adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis dengan acuan yang disebutkan sumbernya, baik dalam naskah karangan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi maka saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan peraturan yang berlaku.
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi tesis pada jurnal atau forum ilmiah harus menyertakan tim pembimbing sebagai author dan PPs UNS sebagai institusinya. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, 29 Juni 2016
Mahasiswa



Subardi
NIM A131408010

BIODATA

- a. Nama : Subardi, STP
- b. Tempat, Tanggal Lahir : Sleman, 19 Agustus 1981
- c. Profesi : PNS – Kementerian Pertanian Ditjen Hortikultura
- d. Alamat Kantor : Jalan AUP No 3 Pasar Minggu Jakarta Selatan
 Telp : (021) 7806760
 Fax : (021) 7816820
 Email :
- e. Alamat Rumah : Jalan Ketapang 42A Jatipadang Pasar Minggu
 Telp : 0878-3826-1064 / 0812-8066-5578
 Fax : -
 Email : ahmad_soebardi@yahoo.com

f. Riwayat Pendidikan di Perguruan Tinggi

No.	Institusi	Bidang Ilmu	Tahun	Gelar
1.	Jurusan Teknologi Industri Pertanian UGM	Industri Pertanian	2007	STP

g. Daftar Karya Ilmiah

No.	Judul	Penerbit/Forum Ilmiah	Tahun
1.	Penentuan Lokasi Terbaik (<i>Plant Location</i>) Industri dengan Metode Brown-Gibson	Skripsi	2007
2.	Peluang dan Tantangan Pemanfaatan Limbah Padat Pertanian	Seminar Nasional Energi V Politeknik Negeri Jember	2016
3.	Pemanfaatan Limbah Padat Pertanian sebagai <i>Binderless Biobriquette</i>	Jurnal Ekosains	2016
4.	<i>A Study On Organic Rice Waste Utilization To Support Organic Farming Cycle : A Case Study on KNOC Ngawi, East Java</i>	<i>International Journal Agricultural Economics and Management (IAEM)-India</i>	2016

Surakarta, Juli 2016

Subardi
NIM. A131408010

ABSTRAK

Subardi. A131408010. *Optimalisasi Pemanfaatan Sisa Hasil Pertanian Menuju Pertanian Tanpa Limbah*. Tesis : Ilmu Lingkungan. Universitas Sebelas Maret Surakarta. 2016 .

Pemanfaatan kembali limbah pertanian penting bagi upaya mitigasi dampak emisi gas rumah kaca akibat pembusukan dan pembakaran langsung yang tidak terkendali, mendukung sistem produksi, diversifikasi sumber energi terbarukan serta menciptakan peluang nilai tambah ekonomi. Metode penelitian yang digunakan adalah observasi lapang dan eksperimental laboratorium. Proporsi petani responden di masing-masing kelompok yang memanfaatkan limbah tongkol jagung (0%), batang jagung (13,33%), klobot (22,58%), kulit singkong (26,70%) dan batang singkong (38,64%). Pemanfaatan jerami padi di kelompok tani padi organik KNOC saat ini diprioritaskan untuk mendukung daur kesuburan tanah (56,25%) dan pakan ternak (43,75%) untuk mendukung produksi biogas. Sekam padi sebagian besar dimanfaatkan untuk campuran pupuk bokashi (78,12%) dalam bentuk arang sekam.

Eksperimen pembriketan menggunakan mesin prototipe jenis *heated die screw extruder* pada putaran 30 rpm, suhu die 350 °C dan penggerak berdaya 3 PK. Sampel bahan yang digunakan meliputi jerami padi, sekam padi, tongkol jagung, kulit singkong dan serbuk grajen sengan. Karbonisasi terhadap sampel biobriket terseleksi menggunakan metode pirolisis dibawah nitrogen. Pengujian briket meliputi uji *proximate*, nilai kalor dan uji pembakaran sampel biobriket terseleksi baik yang sebelum maupun sesudah dikarbonisasi dengan metode macro-TGA pada laju kenaikan temperatur 10 °C dibawah oksigen dan berat sampel 15 gram. Data penurunan massa dan perubahan temperatur dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan karakteristik *proximate* dan nilai kalor sampel biobriket setelah dilakukan karbonisasi. Rerata laju reaksi terbesar pada sampel biobriket tongkol jagung non-karbonisasi dan campuran kulit singkong-grajen sengan karbonisasi masing-masing $5,69 \times 10^{-3}$ g/s dan $4,01 \times 10^{-3}$ g/s. Energi aktivasi terkecil diperoleh dari pembakaran biobriket tongkol jagung nonkarbonisasi sebesar 19,93 kJ/mol dan campuran tongkol jagung-grajen sengan sebesar 10,77 kJ/mol. Proses dekomposisi lignoselulosa biobriket terkarbonisasi terjadi pada suhu yang lebih tinggi serta durasi pembakaran karbon terikat lebih lama dibanding biobriket non-karbonisasi.

Kata Kunci : pemanfaatan kembali, limbah padat, pupuk organik, biogas, biobriket, uji pembakaran

ABSTRACT

Subardi. A131408010. *Optimizing Utilization of Agricultural Solid Waste Towards Sustainable Agriculture*. Thesis: Environmental Science. Universitas Sebelas Maret Surakarta. 2016.

Reuse of agricultural wastes is important to mitigate the impact of greenhouse gas emissions due to spoilage and direct burning uncontrolled, support the production system, diversification of sources of renewable energy and create economic value added opportunities. The method used is the field observation and experimental laboratory. The proportion of respondents farmers in each of the groups that use waste corn cobs (0 %), corn stalks (13.33 %), hand-rolled (22.58 %), cassava peel (26.70 %) and cassava stems (38.64 %). Utilization of rice straw in organic rice farmer group "KNOC" currently prioritized to support soil fertility cycle (56.25 %) and fodder (43.75 %) to support the production of biogas. Rice husk was used mostly to mix Bokashi fertilizer (78.12 %) in the form of husk.

Briquetting experiments using heated die type machine screw extruder at 30 rpm rotation, the die temperature of 350 °C and the driving power 3 PK. Type of material samples used include rice straw, rice husks, corn cobs, cassava peels and albasia sawdust. Carbonization on selected samples of briquettes using pyrolysis method (under nitrogen). Testing includes proximate test, calorific value, and combustion test on selected samples both before and after carbonized by macro-TGA method at heating rate 10 °C under oxygen and 15 g sample weight. Data loss of mass and temperature changes are analyzed. The results showed an increase proximate characteristics and calorific value after carbonization. The mean rate of reaction on the sample non-carbonized corncob and a mixture of cassava peel-albasia sawdust carbonization each 5.69×10^{-3} g/s and 4.01×10^{-3} g/s. The smallest activation energy obtained from non carbonized corn cobs amounted to 19.93 kJ / mol and a corn cob mix- albasia sawdust at 10.77 kJ / mol. Lignocellulose decomposition in carbonized type, occur at higher temperatures. The carbon combustion of carbonized type occurs on longer duration than the non-carbonized type.

Keywords: reuse, solid waste, organic fertilizer, biogas, binderless bio-briquette, combustion test

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan Tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai derajat Magister pada Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Tesis ini Berjudul **“Optimalisasi Pemanfaatan Sisa Hasil Pertanian Menuju Pertanian Tanpa Limbah”**.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tesis ini banyak mendapat bantuan, dukungan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Ibunda Yatinah, Ayahanda Medi Utomo, Ayahanda H. Suhardi (mertua), Istri dan Anak-Anak yang sangat saya sayangi.
2. Prof. Dr. H. Ravik Karsidi, MS selaku Rektor Universitas Sebelas Maret Surakarta
3. Prof. Dr. Mohammad Furqon Hidayatullah, M.Pd selaku Direktur Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta
4. Prof. Dr. Ir. MTh Sri Budiastuti, M.Si selaku Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas Maret Surakarta
5. Prof. Dr. Ir. Suntoro Wongso Atmojo, MS selaku Pembimbing I
6. Prof. Dr. Dwi Aries Himawanto, ST, MT selalu Pembimbing II
7. Dr. Ir. Prabang Setyono, M.Si selaku Dosen Penguji
8. Teman-teman Program Studi Ilmu Lingkungan angkatan 2014
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulisan tesis ini

Semoga Allah SWT, Tuhan Yang Maha Baik, membalas semua kebaikan dan bantuan yang diberikan selama penelitian dan semoga karya ini dapat bermanfaat bagi petani, pemerintah, masyarakat dan perkembangan Ilmu Lingkungan.

Surakarta, Juli 2016

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PUBLIKASI	iv
BIODATA	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penulisan	3
D. Manfaat Penulisan	3
 BAB II. LANDASAN TEORI.....	 5
A. Tinjauan Pustaka.....	5
1. Konsep Pertanian Tanpa Limbah.....	5
2. Profil Potensi Limbah Padat Pertanian di Indonesia.....	6
a. Definisi Biomassa	6
b. Potensi Produksi Limbah Padat Pertanian	7
c. Pemanfaatan Limbah Padat Pertanian Saat Ini	9
d. Potensi Limbah Pertanian untuk Mendukung Daur Hara Pertanian	 10
e. Potensi Limbah Padat Pertanian sebagai Sumber Energi	13
3. Pengembangan Biobriket Berbahan Limbah Biomassa.....	14

a. Biobriket	14
b. Keuntungan dan Kerugian Pembriketan	16
4. Teknologi Pembriketan	17
a. Mesin Pencetak Biobriket	17
b. Kelebihan Binderless Biobriquette	19
c. Pirolisis Limbah Padat Pertanian	19
5. Uji Karakteristik Biobriket.....	23
a. Uji Proximate	23
b. Uji Nilai kalor	25
c. Uji Thermogravimetri	25
6. Kriteria dan Standard Biobriket	28
7. Asas Lingkungan Terkait	30
B. Penelitian yang Relevan	32
C. Kerangka Pemikiran	37
D. Hipotesis	37
BAB III. METODE PENELITIAN	39
A. Tempat Penelitian	39
B. Waktu Penelitian	39
C. Tata Laksana Penelitian.....	39
1. Rancangan Penelitian.....	39
2. Bahan dan Alat	40
3. Prosedur Penelitian	42
4. Diagram Penelitian Lapang	47
5. Diagram Penelitian Eksperimental	48
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian dan Pembahasan Survey Lapang.....	49
1. Profil Lokasi Penelitian	49
2. Profil Responden	49
3. Potensi Limbah Biomassa di Lokasi Penelitian.....	50
4. Pemanfaatan <i>Existing</i> Limbah Padat Pertanian di Lokasi	51
5. Studi Lapang Pemanfaatan Limbah Padi Organik sebagai	

Pupuk Bokashi dan mendukung Produksi Biogas	57
B. Hasil Penelitian dan Pembahasan Eksperimental Pemanfaatan	
Limbah Padat Pertanian sebagai <i>Binderless Bio-briquette</i>	66
1. Proses Produksi Briket Non-Karbonasi	67
2. Proses karbonasi	70
3. Analisis <i>Proximate</i> dan Nilai Kalor.....	71
4. Karakteristik Pembakaran Biobriket.....	79
5. Analisis Sosial Ekonomi Lingkungan Biobriket	90
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	102
A. Kesimpulan	102
B. Saran	103

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Jenis- Jenis Biomassa	7
Tabel 2. Kandungan Lignin, Selulosa And Hemiselulosa Biomassa	13
Tabel 3. Perbandingan Mesin Cetak Piston dan <i>Screw Extruder</i>	18
Tabel 4. Keunggulan dan Kelemahan Teknologi Pembriketan	18
Tabel 5. Sifat briket arang buatan Jepang, Amerika, Inggris dan Indonesia	29
Tabel 6. Sifat Fisik dan Kimia Arang Kayu dan Briket Arang Kayu	29
Tabel 7. Penelitian Terkait yang Telah Dilakukan oleh Peneliti Sebelumnya	32
Tabel 8. Waktu Penelitian	40
Tabel 9. Variasi Komposisi Bahan Pembuatan Biobriket	43
Tabel 10. Sampel dan Lokasi Observasi Lapang	49
Tabel 11. Profil Umum Responden	50
Tabel 12. Konversi Produksi Limbah Padat Biomassa	50
Tabel 13. Potensi Volume Biomassa Limbah Pertanian sebagai Sumber	51
Tabel 14. Bahan Pembuatan Pupuk Organik Bokashi di KNOC Ngawi	58
Tabel 15. Penggunaan Biaya Produksi pada Usaha Pengolahan Pupuk Bokashi di	60
Tabel 16. Perkiraan Rata-Rata Produksi, Harga Jual, dan Nilai Produksi	61
Tabel 17. Perkiraan Keuntungan Usaha Pengolahan Pupuk Bokashi di Lokasi Penelitian	62
Tabel 18. Nilai RC_{ratio} , BEP_{hj} , dan BEP_{op} pada Usaha	62
Tabel 19. Spesifikasi Perangkat Bioelektrik KNOC Ngawi	64
Tabel 20. Resume hasil pembriketan	67
Tabel 21. Sampel biobriket terseleksi	79
Tabel 22. Perbandingan Nilai Laju Reaksi Rata-Rata Masing-Masing	80
Tabel 23. Rangkuman Karakteristik Penurunan Massa berdasarkan grafik	84
Tabel 24. Rangkuman Karakteristik Suhu Uji Pembakaran Biobriket	87
Tabel 25. Nilai Energi Aktivasi berdasarkan perhitungan metode grafik	90
Tabel 26. Perbandingan Karakteristik Bulan Panen Puncak berbagai	91
Tabel 27. Potensi Stok Karbon Limbah Pertanian	98
Tabel 28. Pengurangan Emisi dari Upaya Pemanfaatan Limbah Jerami	100

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pirolisis Partikel Biomassa	20
Gambar 2. Struktur Hemiselulosa, Selulosa dan Lignin	22
Gambar 3. Tahapan Dalam Proses Pembakaran Bahan Bakar Padat	27
Gambar 4. Bagan Asas-Asas Lingkungan	31
Gambar 5. Bagan Kerangka Umum Pemikiran Penelitian	38
Gambar 6. <i>Disc Mill</i>	41
Gambar 7. Timbangan Digital	41
Gambar 8. Skematik Alat Uji Pembakaran	46
Gambar 9. Diagram Observasi Lapang	47
Gambar 10. Diagram Eksperimen Pembuatan <i>Binderless Biobriquette</i>	48
Gambar 11. <i>Pie Chart</i> limbah padi organik yang belum termanfaatkan di Kelompoktani KNOC Ngawi	51
Gambar 12. Bagan Pohon Industri Pemanfaatan Limbah Padat Jagung di KT Sido Rahayu Grobogan	54
Gambar 13. Bagan Pohon Industri Pemanfaatan Limbah Padat Singkong di Lokasi Penelitian	55
Gambar 14. Hasil Pembriketan Komposisi Tunggal	68
Gambar 15. Hasil Pembriketan Komposisi Campuran (1)	68
Gambar 16. Hasil Pembriketan Komposisi Campuran (2)	69
Gambar 17. Hasil Pembriketan Komposisi Campuran (3)	69
Gambar 18. Seleksi Hasil Biobriket Non Karbonisasi Type Screw	70
Gambar 19. Hasil Biobriket Karbonisasi.....	70
Gambar 20. Perbandingan Kadar Air 7 (Tujuh) Varians Biobriket Non-Karbonisasi dan Biobriket Karbonisasi	72
Gambar 21. Kadar Air Biobriket Ujicoba dibandingkan dengan Standard Kadar Air Briket Pasar Internasional.....	73
Gambar 22. Kadar <i>Volatile Matter</i> Biobriket Ujicoba dibandingkan dengan Standard Kadar <i>Volatile Matter</i> Briket Pasar Internasional	74
Gambar 23. Kadar Abu Biobriket Ujicoba dibandingkan dengan Standard Kadar Abu	

Briket Pasar Internasional.....	76
Gambar 24. Kadar Karbon Terikat Biobriket Ujicoba dibandingkan dengan Standard Kadar Karbon Terikat Briket Pasar Internasional	77
Gambar 25. Perbandingan Nilai Kalor dari Varians Biobriket Non-Karbonisasi dan Biobriket Karbonisasi	78
Gambar 26. Nilai Kalor Biobriket dibandingkan dengan Standard Nilai Kalor Briket Pasar Internasional.....	78
Gambar 27. Grafik Regresi linier Hubungan massa dan waktu	81
Gambar 28. Grafik Penurunan Massa terhadap Waktu Biobriket Biomassa Limbah Pertanian Terseleksi Tanpa Pengikat Non-Karbonisasi	82
Gambar 29. Grafik Penurunan Massa Terhadap Waktu Biobriket Biomassa Limbah Pertanian Terseleksi Tanpa Pengikat Terkarbonisasi	82
Gambar 30. Grafik Karakteristik Laju Penurunan massa (dY/dt) Pembakaran Biobriket Non Karbonisasi	85
Gambar 31. Grafik Karakteristik Laju Penurunan massa (dY/dt) Pembakaran Biobriket Karbonisasi	85
Gambar 32. Grafik Contoh Penentuan Dekomposisi Termal Lignoselulosa	86
Gambar 33. Perhitungan Energi Aktivasi metode grafik pada sampel biobriket kulit singkong non-karbonisasi	89
Gambar 34. Diagram Proporsi Preferensi Jenis Bahan Bakar untuk Keperluan Domestik Rumah Tangga Petani.....	92
Gambar 35. Motif Preferensi Pemilihan Jenis Bahan Bakar berdasarkan Rumah Tangga Petani	93
Gambar 36. <i>Pie Chart</i> Manfaat yang Diharapkan Petani dari Teknologi Biobriket Limbah Pertanian.....	95
Gambar 37. <i>Pie Chart</i> Jenis Fasilitas yang diharapkan dari Pemerintah	96
Gambar 38. Diagram Batang Bentuk Fasilitas Pemerintah Yang Diharapkan (Berdasarkan Jenis RTP)	96

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian Observasi Lapang	107
Lampiran 2. Format Kuesioner Petani Komoditas	112
Lampiran 3. Data Produksi Sengon Wonogiri.....	125
Lampiran 4. Data Uji Pembakaran macro-TGA.....	126
Lampiran 5. Grafik TGA Pembakaran Sampel Biobriket Terseleksi.....	145
Lampiran 6. Grafik Penentuan Energi Aktivasi Pembakaran Biobriket	148
Lampiran 7. Grafik Degradasi Lignoselulosa	155
Lampiran 8. Hasil Uji <i>Proximate</i> dan Nilai Kalor	158
Lampiran 9. Gambar Teknik Peralatan Uji TGA- <i>Macrobalance</i>	160