



**ANALISIS PENGARUH FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK
BRIKET MENGGUNAKAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI
BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

SKRIPSI

Oleh

Ridwan Setyo Nugroho

NIM 151710201022

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**ANALISIS PENGARUH FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK
BRIKET MENGGUNAKAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI
BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan program Studi Teknik Pertanian (S1) dan mencapai
gelar Sarjana Teknik

Oleh

Ridwan Setyo Nugroho

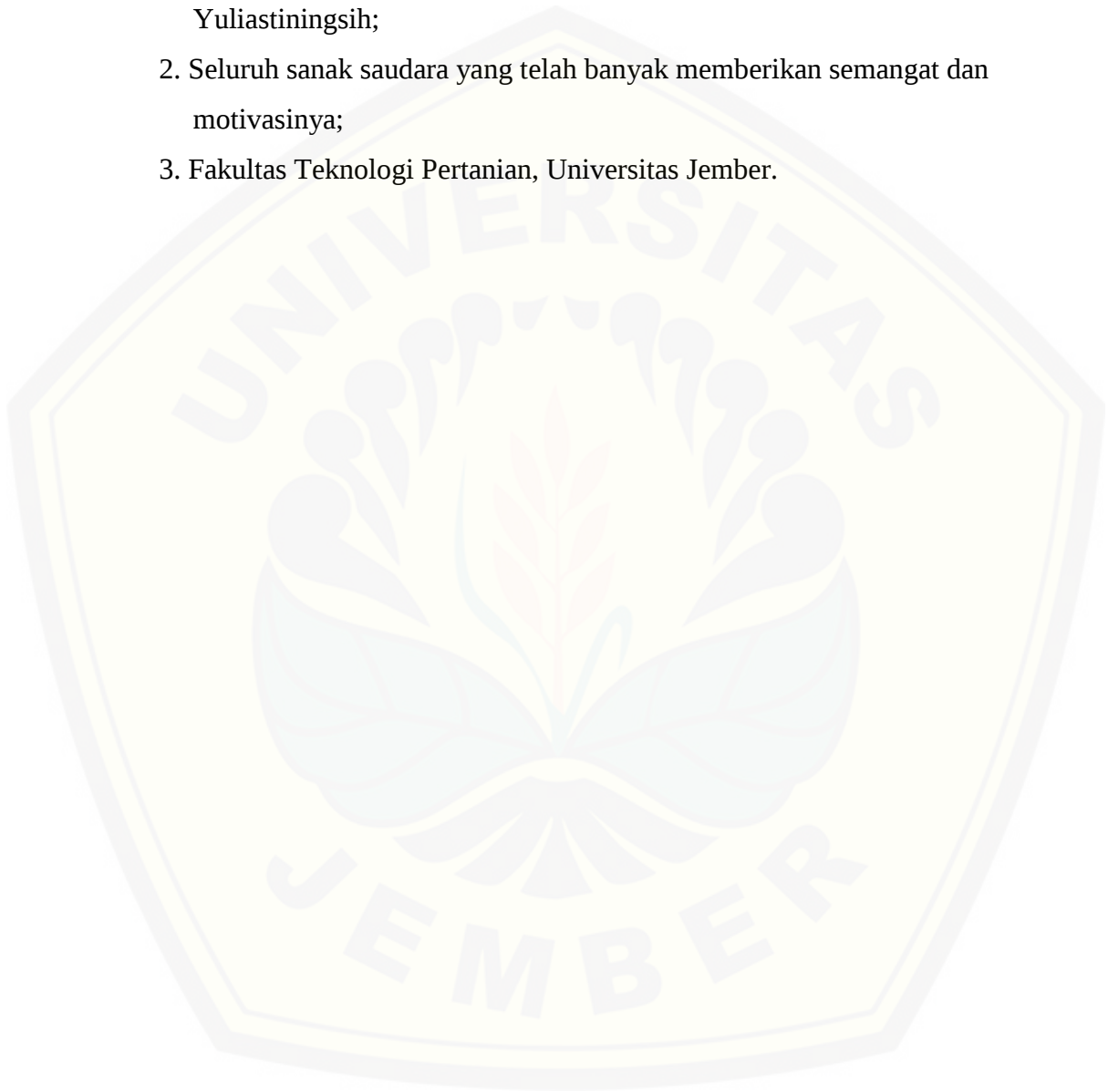
NIM 151710201022

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Sugiyono dan Ibunda Ratri Yuliastiningsih;
2. Seluruh sanak saudara yang telah banyak memberikan semangat dan motivasinya;
3. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.



MOTTO

Hai orang-orang yang beriman, makanlah di antara rezeki yang baik-baik yang Kami berikan kepadamu dan bersyukurlah kepada Allah, jika benar-benar kepada-Nya kamu menyembah.

(terjemahan Surat *Al-Baqarah*: 172)

"Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan/diperbuatnya".

(Ali Bin Abi Thalib)

"Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh."

(Confusius)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ridwan Setyo Nugroho

NIM : 151710201022

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis Pengaruh Fermentasi Terhadap Karakteristik Briket Menggunakan Limbah Ampas Tebu sebagai Bahan Bakar Alternatif” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata kemudian hari ini tidak benar.

Jember, 8 April 2020

Yang menyatakan,

Ridwan Setyo Nugroho

NIM 151710201022

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK
BRIKET MENGGUNAKAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI
BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

Oleh :

Ridwan Setyo Nugroho

NIM 151710201022

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, STP., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono.,M.Eng..M.Phil.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Pengaruh Fermentasi Terhadap Karakteristik Briket
Menggunakan Limbah Ampas Tebu sebagai Bahan Bakar Alternatif:

Hari : Kamis

Tanggal : 6 Februari 2020

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.TP., M.Si.
NIP. 197407071999031001

Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil.
NIP. 196412311989021040

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Ir. Tasliman M.Eng.
NIP. 1962080519930021001

Rufiani Nadzirah, S.TP., M.Sc.
NRP. 760018059

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP, M.Eng
NIP 19680923 199403 1 009

RINGKASAN

Analisis Pengaruh Fermentasi Terhadap Karakteristik Briket Menggunakan Limbah Ampas Tebu Sebagai Bahan Bakar Alternatif;

Ridwan Setyo Nugroho, 151710201022, 38 Halaman, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Briket merupakan salah satu bentuk bahan bakar alternatif dari bahan organik. Salah satu diantaranya adalah briket dengan menggunakan ampas tebu. Selain murah, bahan untuk membuat briket merupakan bahan yang melimpah. Bahkan, seringkali dijumpai dalam bentuk limbah karena tidak digunakan kembali dan pada akhirnya menumpuk mengotori lingkungan sekitar atau terbuang sia-sia.

Ampas tebu merupakan salah satu sisa-sisa pengolahan lahan pertanian. Ampas tebu memiliki nilai kalor yang cukup untuk diolah menjadi briket. Pada pembuatan briket ampas tebu tanpa karbonisasi belum mencukupi standar SNI briket karena juga memiliki kadar serat yang cukup tinggi sehingga perlu dilakukan proses ramah lingkungan untuk menurunkan kadar serat tinggi dan meningkatkan nilai kalor. Salah satu caranya merupakan proses fermentasi sebelum pembuatan briket.

Proses pemisahan perlakuan dimulai dari memisahkan tekstur ampas yaitu P_1 (ampas tebu tanpa fermentasi), P_2 (fermentasi dengan *Trichoderma harzianum*), P_3 (fermentasi dengan EM4). Pada P_2 fermentasi ampas tebu dilakukan dengan mencampur bahan dengan spora *Trichoderma harzianum* yang sudah dibiakkan dalam media jagung kemudian dilarutkan dalam air dan dicampur dengan molasses, sementara untuk P_3 fermentasi ampas tebu dilakukan dengan mencampur bahan dengan bakteri aktif yang disaring dari larutan EM4, dedak, molasses dan terasi. Pencetakan dimulai dari pencampuran ampas yang sudah dikeringkan seberat 50 g dengan perekat tepung tapioka 10 g yang dicampur air sebanyak 50 ml pada setiap sampel kemudian dilakukan pengempaan. Variabel perlakuan dalam pembuatan briket ini terletak pada jenis tekstur bahan. Variabel pengamatan meliputi suhu pembakaran, laju pembakaran, kadar abu, kadar air dan

nilai kalor. Analisis data menggunakan uji statistik anova satu arah. Hasil dari penelitian ini pada semua variabel pengamatan didapatkan data suhu pembakaran tertinggi terdapat pada briket ampas tebu fermentasi EM4 (P3) dengan nilai 185°C, laju pembakaran tertinggi terdapat pada briket ampas tebu tanpa fermentasi (P1) dengan nilai 0.9833 g/menit, kadar abu terendah terdapat pada briket ampas tebu tanpa fermentasi (P1) dengan nilai 8.51%, kadar air terendah terdapat pada briket ampas tebu tanpa fermentasi (P1) dengan nilai 1.08% dan nilai kalor tertinggi terdapat pada briket ampas tebu fermentasi EM4 (P3) dengan nilai 4117.501 kal/g. Briket dengan tekstur bahan terbaik terdapat pada briket ampas tebu fermentasi EM4 (P3). Hal ini dibuktikan dengan nilai kalor yang tinggi, laju pembakaran yang rendah dan suhu pembakaran yang paling tinggi dibanding tekstur briket yang lain.

SUMMARY

Analysis of the Effect of Fermentation on the Characteristics of Briquettes Using Sugarcane Waste as Alternative Fuels; Ridwan Setyo Nugroho, 151710201022, 38 pages, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Briquette is a form of alternative fuel from organic material. One of them is briquette that made from bagasse. Besides being cheap, the ingredients for making briquettes are abundant. In fact, it is often found in the form of waste because it is not reused and eventually piled up to pollute the surrounding environment or waste.

Sugarcane bagasse is one of the remnants of agricultural land management. Sugarcane bagasse is having enough heat value to be processed into briquettes. In the manufacture of bagasse briquette without carbonization, the SNI briquette standard is not sufficient because it has a high enough fiber content, so it is necessary to have an eco-friendly process to reduce high fiber content and increase the heating value. One of each way is by fermenting process before the briquettes making.

The process of separating briquettes treatment started from separating the texture of bagasse, namely P1 (unfermented bagasse), P2 (fermentated with *Trichoderma harzianum*), P3 (fermentated with EM4). In P2, sugarcane bag fermentation was done by mixing ingredients with *Trichoderma harzianum* spores which have been bred in corn media then dissolved in water and mixed with molasses, while for P3 sugarcane bagasse fermentation was done by mixing the ingredients with active bacteria filtered from EM4 solution, bran, molasses and shrimp paste. Shaping started with mixing the dried pulp weighing 50 g with 10 g tapioca flour adhesive mixed with 50 ml of water in each sample then pressing. The treatment variables in making briquettes were the type of materials. Observation variables were included combustion temperature, combustion rate, ash content, moisture content, and heating value. Data analysis using one-way

statistical test ANOVA. The results of this study were on all observational variables obtained the highest combustion temperature data contained in the EM4 fermentation bagasse briquette (P3) with a value of 185 ° C, the highest burning rate was found in unfermented bagasse briquette (P1) with a value of 0.9833 g / min, The lowest ash content was found in unfermented bagasse briquette (P1) with a value of 8.51%, the lowest moisture content was in unfermented bagasse briquette (P1) with a value of 1.08% and the highest calorific value was in the fermented bagasse briquette EM4 (P3) with a value of 4117,501 cal / g. The briquette with the best material form was found in EM4 fermented bagasse briquette (P3), This were evidenced by the high heating value, low combustion rate and the highest combustion temperature compared to other forms of briquette.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Pengaruh Fermentasi Terhadap Karakteristik Briket Menggunakan Limbah Ampas Tebu Sebagai Bahan Bakar Alternatif**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S. TP, M. Si. selaku Dosen Pembimbing Utama serta selaku Komisi Bimbingan Jurusan yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya dalam penulisan skripsi ini;
2. Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya dalam penulisan skripsi ini;
3. Ir. Tasliman M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik serta selaku Ketua Tim Penguji yang telah membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini;
4. Rufiani Nadzirah S.TP., M.Sc. selaku Anggota Tim Penguji yang telah membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini;
5. Kedua orang tua Bapak Sugiyono dan Ibu Ratri yang telah banyak memberikan doa, semangat dan motivasi serta ketulusannya kepada penulis demi kelancaran proses penulisan skripsi;
6. Teman-teman Teknik Pertanian angkatan 2015 terutama dari Teknik Pertanian kelas A yang telah membantu, mendukung dan memotivasi penulis dalam proses penulisan skripsi ini;
7. Rekan-rekan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah memberikan banyak bantuan selama penelitian berlangsung;
8. Teman-temanku Fahrur, Sony, Mas Ade, Mas Boril yang telah memberi semangat dan memberikan banyak bantuan selama penelitian berlangsung;

9. Teman-teman yang berada di kost Yudhistira khususnya Salman dan Nico yang telah banyak mewarnai perjalanan kehidupan penulis;
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian ini dan penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada mereka semua. Penulis juga menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, April 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN/SUMMARY	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB. 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Biomassa	3
2.2 Potensi Biomassa di Indonesia.....	3
2.3 Briket	3
2.4 Ampas Tebu	4
2.5 Fermentasi	5
2.6 Densifikasi.....	5
2.7 <i>Trichoderma Harzianum</i>	6
2.8 EM4.....	6
2.9 Jenis Bahan Perekat	7
2.10 Penelitian Terdahulu	9
2.10.1 Pembuatan Biobriket dari Berbagai Tekstur Ampas Tebu ...	9
2.10.2 Pembuatan Briket Kompos Serasah Daun Kering dari Hasil Fermentasi Aerobik.....	9
BAB 3. METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	11
3.3 Tahapan Penelitian	12
3.3.1 Pemisahan Perlakuan	13
3.3.2 Pencampuran Bahan	14
3.3.3 Pencetakan Briket	15
3.3.4 Pengujian Briket dan Pengambilan Data	15

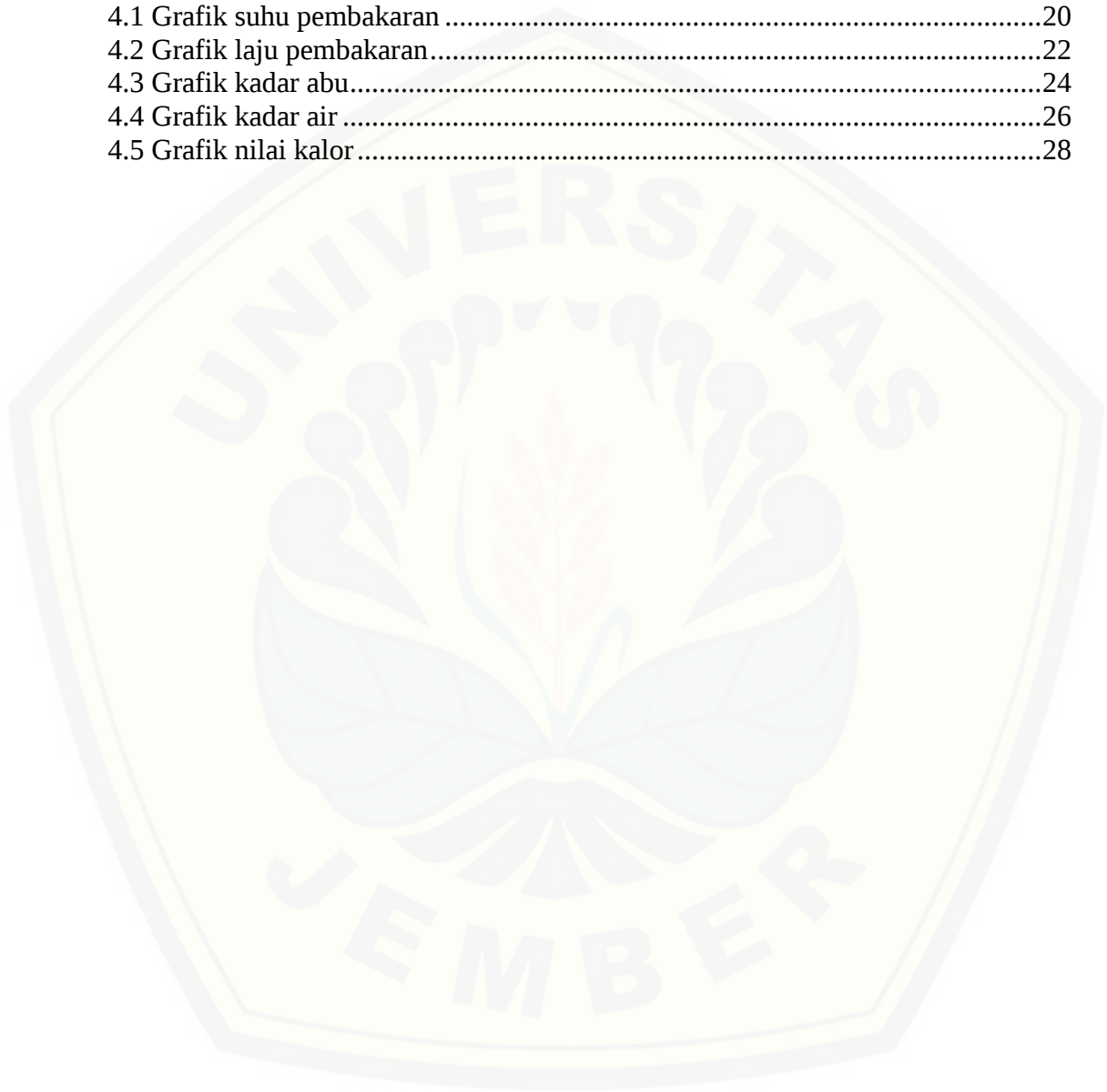
3.4 Analisis Data.....	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Proses Pembuatan Briket	19
4.1.1 Persiapan Bahan Briket.....	19
4.1.2 Pencetakan Briket	20
4.2 Suhu Pembakaran.....	20
4.3 Laju Pembakaran	22
4.4 Kadar Abu	24
4.5 Kadar Air.....	26
4.6 Nilai Kalor	28
4.7 Briket Terbaik.....	29
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Standar mutu briket.....	4
2.2 Komposisi kimiawi ampas tebu	4
2.3 Komposisi kimiawi bagian ampas tebu.....	5
3.1 Komposisi bahan.....	14
4.1 Hasil nilai suhu pembakaran	20
4.2 Hasil uji statistik dengan Anova untuk suhu pembakaran	21
4.3 Hasil nilai laju pembakaran.....	22
4.4 Hasil uji statistik dengan Anova untuk laju pembakaran.....	23
4.5 Hasil nilai kadar abu.....	24
4.6 Hasil uji statistik dengan Anova untuk kadar abu.....	25
4.7 Hasil nilai kadar air	26
4.8 Hasil uji statistik dengan Anova untuk kadar air	27
4.9 Hasil nilai kalor	27
4.10 Hasil uji statistik dengan Anova untuk nilai kalor	28

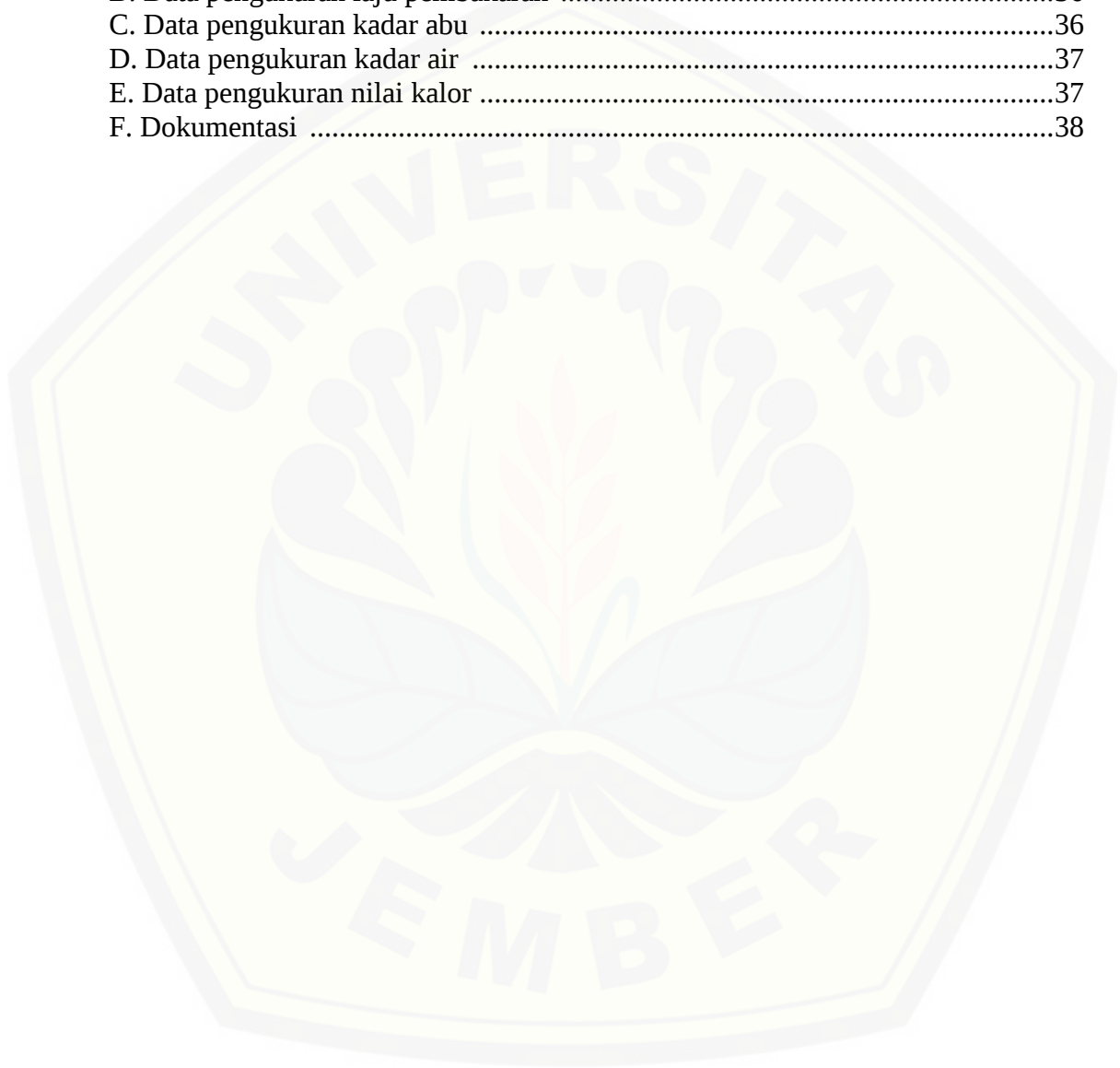
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram alir penelitian.....	12
4.1 Grafik suhu pembakaran	20
4.2 Grafik laju pembakaran.....	22
4.3 Grafik kadar abu.....	24
4.4 Grafik kadar air	26
4.5 Grafik nilai kalor	28



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data pengukuran suhu pembakaran	34
B. Data pengukuran laju pembakaran	36
C. Data pengukuran kadar abu	36
D. Data pengukuran kadar air	37
E. Data pengukuran nilai kalor	37
F. Dokumentasi	38



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi sangat penting bagi kehidupan manusia. Energi berbahan baku nabati (biofuel) diharapkan menjadi peluang baru untuk menghasilkan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan (Prihandana dan Hendroko, 2007). Ampas tebu termasuk bahan yang murah, dan merupakan bahan yang melimpah. Bahkan, seringkali dijumpai dalam bentuk limbah karena menumpuk mengotori lingkungan sekitar atau terbuang sia sia.

Potensi ampas tebu di Indonesia cukup besar. Menurut data statistik Indonesia tahun 2002, luas tanaman tebu di Indonesia 395.399,44 ha. Luasan tanaman tersebut tersebar di Pulau Sumatera seluas 99.383,8 ha, Pulau Jawa seluas 265.671,82 ha, Pulau Kalimantan seluas 13.970,42 ha, dan Pulau Sulawesi seluas 16.373,4 ha. Diperkirakan setiap ha tanaman tebu mampu menghasilkan 100 ton bagasse. Potensi bagasse nasional yang dapat tersedia dari total luas tanaman tebu mencapai 39.539.944 ton per tahun (Fauzi, 2005).

Briket merupakan salah satu bentuk bahan bakar alternatif dari bahan organik. Salah satu diantaranya adalah briket dengan menggunakan ampas tebu. Pembuatan briket ampas tebu tanpa fermentasi belum mencukupi standar SNI briket karena memiliki kadar serat yang cukup tinggi sehingga perlu dilakukan proses ramah lingkungan seperti fermentasi untuk menurunkan kadar serat tinggi dan meningkatkan nilai kalor dan meningkatkan karakteristik briket lainnya. Penelitian terdahulu menjelaskan bahwa ampas tebu dapat difermentasi dengan EM4 dan *Trichoderma harzianum*. EM4 dan *Trichoderma harzianum* dapat menurunkan kadar serat kasar dengan cukup baik. Hal ini diharapkan dapat membantu meningkatkan kualitas briket dengan menggunakan ampas tebu.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimana pengaruh fermentasi pada laju pembakaran dan nilai kalor?
2. Bagaimana karakteristik briket ampas tebu yang telah di fermentasi pada segi suhu pembakaran, kadar air dan kadar abu?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini meliputi pengukuran laju pembakaran, kadar abu, kadar air, nilai kalor dan mengetahui komposisi bahan baku terbaik serta suhu yang dihasilkan pada pembuatan briket tersebut dengan menggunakan metode densifikasi

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Membuat variasi tekstur briket ampas tebu.
2. Mengetahui karakteristik briket ampas tebu yang telah difermentasi berupa nilai kalor, laju pembakaran, suhu pembakaran, kadar air, dan kadar abu.
3. Mengetahui komposisi briket terbaik dari variasi tekstur bahan penyusun.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Bagi IPTEK penelitian ini diharapkan menambah pengetahuan di bidang pemanfaatan limbah sebagai acuan penelitian lebih lanjut.
2. Bagi pemerintah penelitian ini dapat dijadikan pedoman pengembangan sumber daya energi alternatif terbarukan.
3. Bagi masyarakat dapat memberikan informasi dan wawasan kepada masyarakat tentang briket limbah ampas tebu fermentasi sebagai salah satu sumber daya energi alternatif.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biomassa

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan dan tumbuh sebagai tanaman yang selalu dapat ditanam ulang dan dituai dengan cara-cara sebagaimana manusia memanfaatkannya sebagai bahan bakar sejak dahulu kala. Hasil pembakaran biomassa menghasilkan tingkat polusi yang jauh lebih rendah daripada bahan bakar fosil misalnya, bahan bakar batu bara. Jenis-jenis tanaman yang bisa dimanfaatkan untuk dijadikan biomassa contohnya jarak pagar, kelapa sawit, tebu, singkong, jagung, sekam padi, kulit kakao, dan tempurung kelapa (Kong, 2010).

2.2 Potensi Biomassa di Indonesia

Indonesia sebagai negara agraris sangat kaya potensi energi terbarukan, salah satunya energi biomassa. Menurut data Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi (2001), potensi energi terbarukan mencapai 311.232 MW. Potensi tersebut hanya dimanfaatkan kurang dari 20% hal ini disebabkan karena harga BBM murah yang disubsidi pemerintah, sehingga potensi energi terbarukan tidak tergali sedangkan sumber energi terbarukan yang tersedia cukup banyak, antara lain bersumber dari tenaga air (*hydro*), panas bumi, energi angin dan biomassa. Indonesia memiliki potensi energi biomassa sebesar 50.000 MW. Potensi tersebut bersumber dari produk samping sawit, penggilingan padi, kayu, plywood, pabrik gula, kakao dan limbah pertanian lain. Potensi yang besar tersebut baru 302 MW atau 0,64% yang dimanfaatkan (Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2001).

2.3 Briket

Briket merupakan sisa-sisa pengolahan lahan pertanian atau kehutanan yang masih memiliki jumlah kalor dalam nilai cukup seperti bagas tebu, bungkil jarak pagar, tempurung kelapa, dan sekam padi yang mampu diolah menjadi briket yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar (Kong, 2010). Briket adalah

suatu bahan organik yang berupa serbuk atau potongan-potongan kecil yang telah dipadatkan menggunakan mesin *press* sehingga menjadi bentuk yang solid. Pemilihan proses pembuatan briket harus mengacu pada segmen pasar agar dicapai nilai ekonomi, teknis dan lingkungan yang optimal. Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat briket adalah berat jenis bahan bakar, kehalusan serbuk, suhu, pencampuran formula dan tekanan pengempaan (Setiawan *et al*, 2012). Kriteria mutu briket mengacu pada SNI Briket arang kayu. Tabel 2.1 berikut adalah standar mutu briket arang kayu berdasarkan SNI 01-6235-2000.

Tabel 2.1 Standar mutu briket

Variabel	SNI
Nilai kalor (kal/g)	≥ 5.000
Kadar air (%)	≤ 8
Kadar abu (%)	≤ 8

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2000)

2.4 Ampas Tebu

Ampas tebu adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Hasil penelitian pembuat ketel uap Yoshimine, Jepang, menyebutkan bahwa ampas tebu mempunyai nilai kalor 1.700-1900 kal/g (Tim Penulis Penebar Swadaya, 2000). Diperkirakan setiap hektar tanaman tebu mampu menghasilkan 100 ton bagas. Maka potensi bagas nasional yang dapat tersedia dari total luas tanaman tebu mencapai 39.539944 ton per tahun (Fauzi, 2005). Berikut ini komposisi kimiawi ampas tebu ditampilkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi kimiawi ampas tebu

Komposisi	Kandungan %
Karbon	23,7
Hidrogen	3
Oksigen	22,8
Kadar Abu	1,5
Kadar Air	49

Sumber: Daniyanto *et al.*, (2014)

Ampas tebu berkadar protein rendah, sebesar 2,7% dan berkadar serat kasar tinggi sebesar 43%. Sifat-sifat limbah tebu tersebut perlu diproses dengan teknologi ramah lingkungan untuk menurunkan kadar serat tinggi dan meningkatkan nilai kalor. Tabel 2.3 berikut ini merupakan komposisi kimiawi bagian ampas tebu.

Tabel 2.3 Komposisi kimiawi bagian ampas tebu

Komponen	Pucuk	Molasse	Ampas	Kisaran standar pakan
Protein (%)	5,5	4,5	2,7	12–15
Serat kasar (%)	35	0	43	15–21
Lemak (%)	1,4	0	0	2–3
Kadar abu (%)	5,3	7,3	2,2	-
Total pencernaan (%)	43–62	80	33	58–65

Sumber: Indraningsih *et al.*, (2006)

2.5 Fermentasi

Menurut Murni *et al.*, (2008) fermentasi merupakan penguraian metabolik senyawa organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan energi yang pada umumnya berlangsung dengan kondisi anaerobik dan dengan pembebasan gas yang dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas bahan pertanian. EM4 dan *Trichoderma harzianum* adalah beberapa contoh bakteri yang dapat digunakan untuk fermentasi. Molasses adalah limbah yang potensial berasal dari pengolahan tebu karena banyak mengandung gula, kandungan protein, dan total pencernaan yang tinggi. Sedangkan molase itu sendiri adalah sejenis sirup yang merupakan sisa dari proses pengkristalan gula pasir.

2.6 Densifikasi

Densifikasi atau pengempaan merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat fisik suatu bahan agar mudah dalam penggunaan dan pemanfaatannya. Secara keseluruhan biomassa memiliki nilai densitas yang sangat rendah, sehingga akan menimbulkan kendala dalam proses penanganannya.

Proses densifikasi biomassa bertujuan untuk menaikkan densitas dengan mengkonversi bentuk menjadi bahan bakar padat.

Densifikasi biomassa merupakan teknologi untuk mengkonversi biomassa menjadi bahan bakar. Teknologi ini dapat membantu dalam memperluas penggunaan biomassa dalam produk energi, karena densifikasi meningkatkan nilai kalor volumetrik bahan bakar dan dapat membantu dalam meningkatkan situasi bahan bakar di daerah pedesaan. Menurut Bhattacharya *et al.*, (1996) secara umum densifikasi mempunyai beberapa keuntungan:

- a. menaikkan nilai kalor per unit *volume*
- b. mudah disimpan dan diangkut
- c. mempunyai kualitas dan ukuran yang seragam.

2.7 *Trichoderma harzianum*

Trichoderma harzianum merupakan jamur antagonis yang baik dalam mengendalikan patogen serta menghasilkan enzim eksoglukanase (komponen enzim selulase). *Trichoderma harzianum* dapat menurunkan kadar serat dan sekaligus dapat meningkatkan kadar protein kasarnya. *Trichoderma* memiliki potensi yang baik mendekomposisi selulosa dan hemiselulosa dibandingkan lignin. penurunan kadar selulosa sebesar 2,53% terjadi akibat adanya penguraian selulosa yang dibantu oleh jamur *Trichoderma harzianum* dalam suasana asam. *Trichoderma harzianum* mampu menghasilkan enzim selulase, yaitu enzim yang mampu mengurai selulosa menjadi glukosa (Iskandar, 2009).

2.8 EM4

Effective Microorganism4 (EM4) adalah suatu larutan kultur (biakan) dari mikroorganisme yang dimanfaatkan untuk fermentasi. Bakteri yang terdapat dalam EM4 adalah *Lactobacillus sp*, *Streptomyces sp*, Ragi (*yeast*), *Actinomycetes* dan *Rhodopseudomonas palutris* yang dapat mencerna selulosa, pati, gula, protein, lemak (Maman, 1994).

Enzim pencernaan serat yang dihasilkan dalam jumlah besar terutama kelompok bakteri yaitu *Lactobacillus casei* dan *Rhodopseudomonas palutris*. Menurut Suryani *et al.*, (2017) kandungan serat kasar yang menurun pada bahan ampas tebu sebesar 3,21 % disebabkan karena mikroorganisme EM4 yang menghasilkan enzim pengurai serat kasar seperti selulase dan mannase. Selain itu bakteri dalam EM4 menguntungkan karena tidak menghasilkan serat kasar dalam aktivitasnya, sehingga lebih efektif dalam menurunkan serat kasar dari pada ragi dan jamur. EM4 diaplikasikan untuk fermentasi dan meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme di dalam tanah dan tanaman yang selanjutnya dapat meningkatkan kesehatan, pertumbuhan, kualitas dan kuantitas produksi tanaman.

Karakteristik dari EM4 adalah sebagai berikut:

- (1) Berbentuk cair dan berwarna coklat dengan bau yang enak.
- (2) EM4 dapat bertahan di kondisi suhu ruang yaitu antara 25°C sampai 30°C
- (3) Mempercepat proses fermentasi.
- (4) Makanan-makanan untuk EM4 adalah bahan organik, molase, rabuk hijau, kotoran hewan, dan bekatul.

2.9 Jenis Bahan Perekat

Pemakaian bahan perekat digunakan untuk mengikat partikel dan membentuk tekstur yang padat. Dengan adanya bahan perekat maka susunan partikel akan semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekan dan briket akan semakin baik. Bahan perekat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti pati (tapioka) memiliki keuntungan dimana jumlah perekat yang dibutuhkan untuk jenis ini jauh lebih sedikit bila dibandingkan dengan bahan perekat hidrokarbon. Kelemahannya adalah briket yang dihasilkan kurang tahan terhadap kelembaban. Hal ini disebabkan tapioka memiliki sifat dapat menyerap air dari udara. Molase memiliki sifat relatif tahan terhadap kelembaban (Goutara dan Wijandi, 1975).

Menurut Sudrajat (1983) jenis perekat yang digunakan dalam pembuatan briket arang berpengaruh terhadap kerapatan, kekuatan bahan, nilai kalor bakar,

kadar air dan kadar abu. Pada hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perekat dari pati menghasilkan briket dengan kerapatan dan kadar abu lebih tinggi daripada perekat molase, tetapi menghasilkan kekuatan bahan, dan nilai kalor bakar lebih rendah.

Menurut Ndraha (2009) bahan perekat dibedakan menjadi tiga jenis seperti berikut.

a. Perekat anorganik

Perekat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Perekat anorganik memiliki kelemahan yaitu sifatnya yang banyak meninggalkan abu pada waktu pembakaran sehingga menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Adapun contoh perekat anorganik yaitu natrium silikat, magnesium, *cement* dan *sulphite*.

b. Perekat organik

Perekat organik relatif menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket. Pada umumnya perekat organik merupakan jenis perekat yang efektif. Adapun contoh perekat organik yaitu tepung tapioka, aspal, amilum, tar dan parafin.

c. *Hydrocarbon*

Bahan perekat jenis ini sering digunakan sebagai bahan perekat untuk pembuatan arang cetak ataupun batubara cetak.

2.10 Penelitian Terdahulu

2.10.1 Pembuatan Biobriket dari Berbagai Tekstur Ampas Tebu

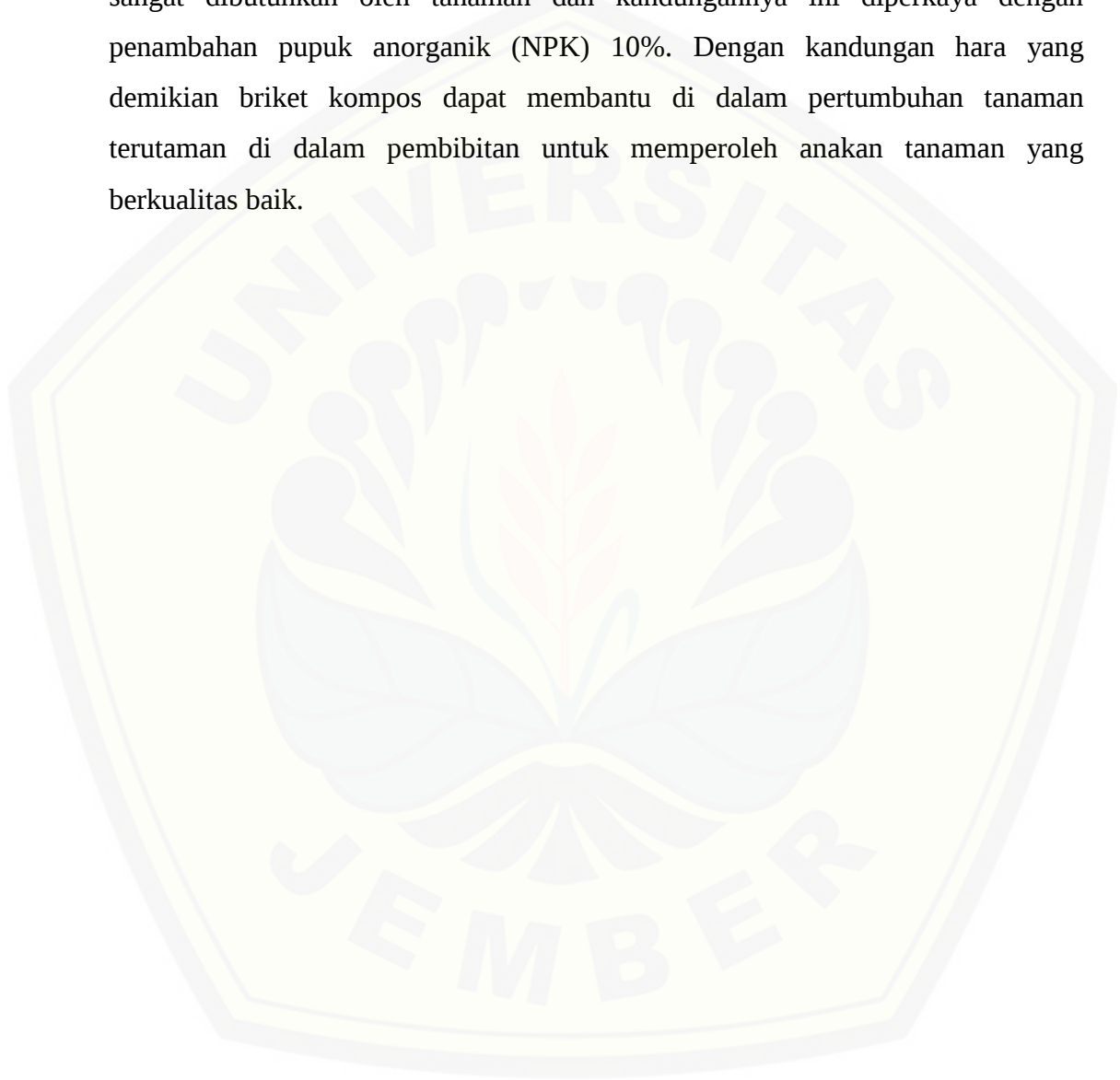
Hasil analisis dari penelitian Karim (2019) dengan menggunakan pemisahan tekstur ampas tebu menjadi sampel P1 (Arang ampas tebu halus), sampel P2 (Arang ampas tebu kasar), sampel P3 (Ampas tebu halus) dan sampel P4 (Ampas tebu kasar). Untuk perekat yang digunakan yaitu tepung tapioka sebanyak 20% dari total berat bahan atau 50 g pada masing masing perlakuan. Briket dengan suhu tertinggi terdapat pada briket arang ampas tebu kasar (P2) dengan suhu 105°C, laju pembakaran tertinggi terdapat pada briket ampas tebu kasar (P4) dengan nilai 0,8409 g/menit, kadar abu terendah terdapat pada briket arang ampas tebu kasar (P2) dengan nilai 8,78%, kadar air terendah terdapat ampas tebu kasar (P4) dengan nilai 1,50%, dan terakhir untuk nilai kalor tertinggi terdapat pada briket arang ampas tebu halus (P1) dengan nilai 4266,514 kal/g.

Karakteristik briket menjadi sangat penting dalam penentuan briket terbaik dalam semua perlakuan tekstur bahan. Karakteristik yang paling utama dalam penentuan briket dengan tekstur bahan berbeda yaitu pada nilai kalor. Dari beberapa briket dengan tekstur bahan yang berbeda, briket arang ampas tebu halus (P1) memiliki nilai kalor tertinggi sebesar 4266,514 kal/g. Arang ampas tebu halus (P1) memiliki nilai kadar air rendah sebesar 1,75% dan kadar abu sebesar 8,96%.

2.10.2 Pengaruh Fermentasi Serasah Daun Kering Briket Kompos

Hasil analisis dari penelitian Salim (1993) dengan pemisahan perlakuan yaitu blok dengan pemanasan (A1) dan tanpa pemanasan sebagai blok (A2) dan gaya tekan (B) dengan 4 taraf yaitu 2,5 ton (B1); 5 ton (B2); 7,5 ton (B3) dan 10 ton (B4). Kompos dihaluskan dan disaring dengan alat yang berukuran 40 mesh. Selanjutnya dibentuk dalam sebuah piston sehingga diperoleh bentukan briket kompos yang silinder dengan diameter 5,5 cm dan tinggi 1,8-2,3 cm. Pembuatan briket kompos yang dilakukan dengan pemanasan 10 menit dengan tekanan alat 10 ton memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan yang dilakukan dengan tanpa pemanasan. Ini dapat dilihat dari penampakan briket kompos yang

dihasilkan dan kekuatannya. Sehingga dengan kondisi ini akan memudahkan di dalam pengemasan, transportasi maupun dalam penyimpanan. Perlakuan yang terbaik ini adalah A2B4 yaitu briket dengan pemanasan selama 10 menit dengan taraf gaya tekan 10 ton. Briket kompos ini mengandung unsur-unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman dan kandungannya ini diperkaya dengan penambahan pupuk anorganik (NPK) 10%. Dengan kandungan hara yang demikian briket kompos dapat membantu di dalam pertumbuhan tanaman terutama di dalam pembibitan untuk memperoleh anakan tanaman yang berkualitas baik.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai bulan Oktober 2019 di Laboratorium Rekayasa Alat dan Mesin Pertanian, Laboratorium Instrumentasi Pertanian, Laboratorium Enjinering Hasil Pertanian Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember dan Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Satu set alat briket digunakan sebagai alat pengempa
- b. Timbangan digunakan mengukur bahan
- c. Tungku briket sebagai tempat pembakaran briket
- d. Multimeter digital untuk mengukur suhu api briket
- e. Bomb calorimeter merek IKA[®] C2000 *basic* untuk mengukur nilai kalor briket
- f. *Stopwatch* menghitung laju pembakaran
- g. Ember
- h. Oven
- i. Desikator

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

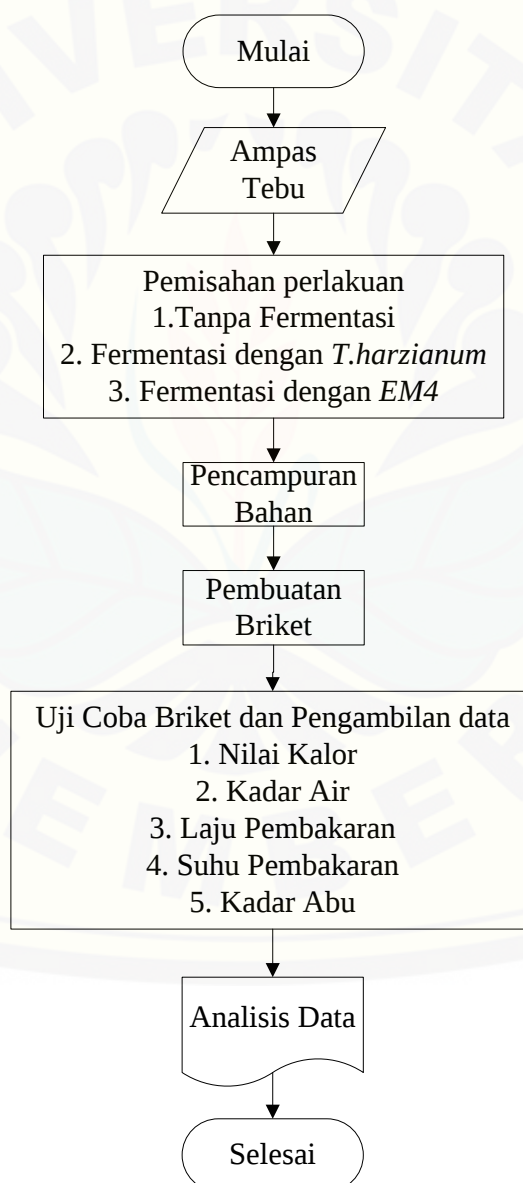
- a. Ampas tebu
- b. Tepung Tapioka
- c. Air
- d. Molasses
- e. *EM4*
- f. Terasi
- g. Dedak
- h. Biji jagung

- i. *T. harzianum*
- j. Urea

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dari pembuatan briket yang meliputi pemisahan perlakuan, pencampuran dan pembuatan briket kemudian dilakukan pengujian berupa nilai kalor, laju pembakaran, suhu pembakaran, kadar air dan kadar abu.

Diagram alir prosedur penelitian ditampilkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan yaitu menyiapkan bahan briket, proses fermentasi, pencampuran, dan pembuatan briket.

3.3.1 Pemisahan Perlakuan Tekstur Ampas

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan yaitu memisahkan perlakuan bahan briket, pencampuran, dan pembuatan briket. Tahap fermentasi dilakukan dengan tujuan menurunkan kadar serat kasar ampas tebu, sehingga serat ampas tebu menjadi halus. Tahapan fermentasi bahan briket adalah sebagai berikut.

Tahapan pemisahan perlakuan bahan briket ditujukan untuk mendapatkan ampas tebu adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan ampas tebu yang didapatkan dari penjual es tebu.
2. Mengeringkan ampas tebu menggunakan sinar matahari selama 4-5 hari hingga kering.
3. Ampas tebu dicacah dengan ukuran sekitar 1-2 cm.
4. Pada perlakuan fermentasi dengan EM4 dimulai dengan memanaskan 2,5 liter air hingga mendidih. Masukkan dedak, molase, terasi dan aduk hingga rata. Mendinginkan adonan tersebut, lalu masukkan cairan EM4 kemudian aduk hingga rata. Lalu menutupnya dengan rapat dan simpan.
5. Pada hari ketiga mengendurkan tutup, dan mengaduknya selama 10 menit setiap hari.
6. Setelah 1 minggu, bakteri disaring ke dalam botol. Simpan botol dan hindarkan dari sinar matahari langsung.
7. Memasukkan bahan ampas tebu ke dalam tong pengomposan. Lalu menyemprotkan larutan EM4 yang telah diaktifkan.
8. Menutup tong pengomposan tersebut sampai rapat sehingga tidak ada udara yang masuk ke dalam tong tersebut. Fermentasi berlangsung 1 minggu.
9. Mengeringkan Sampel setelah fermentasi berakhir.
10. Pada fermentasi dengan menggunakan *T. harzianum*, mencacah ampas tebu dengan ukuran sekitar 1-2 cm dan mengamoniasi dengan

menambahkan urea 4% dari bahan kering (ampas tebu kering) selama 14 hari.

11. Membiakkan *T. harzianum* dalam media jagung sebanyak 200 g, dilarutkan dalam 2 liter air (1:6) hingga seluruh sporanya larut dalam air.
12. Menambahkan molasses ke dalam larutan spora *T. harzianum* 10% dari bahan kering, selanjutnya diaduk hingga homogen. Fermentasi berlangsung selama 21 hari.

3.3.2 Pencampuran Bahan Perekat dengan Serat Ampas Tebu

Tahapan selanjutnya ialah mencampur 50 g adonan briket dengan bahan perekat tepung tapioka 10 g yang telah dilarutkan dengan air sebanyak 50 ml. Larutan tapioca sebagai bahan perekat sebanyak 10% dari berat briket yang dimasak dengan air. Perekat siap dicampur dengan kondisi warna sudah tidak berwarna putih. Briket dibuat dengan cetakan persegi panjang dengan ukuran 10 x 5 cm. Berikut merupakan komposisi bahan baku briket.

Tabel 3.1 Komposisi bahan

Perlakuan	Bahan Pembuatan Briket	
	Ampas Tebu	Tepung Tapioka
P1	Ampas Tebu Tanpa Fermentasi 50 g	10 g
P2	Ampas Tebu Fermentasi <i>T.harzianum</i> 50 g	10 g
P3	Ampas Tebu Fermentasi EM4 50 g	10 g

Proses pencampuran bahan penyusun briket adalah sebagai berikut ini.

- a. Siapkan wadah sebagai tempat pencampuran.
- b. Untuk P₁ masukkan 50 g ampas tebu tanpa fermentasi kedalam wadah.
- c. Aduk dengan perekat hingga bahan tercampur rata.
- d. Mengulangi langkah diatas untuk briket P₂ (fermentasi dengan *Trichoderma harzianum*), P₃ (fermentasi dengan EM4).

3.3.3 Pencetakan Briket

Pencetakan briket dilakukan dengan cara pengempaan dan pengeringan pada bahan yang digunakan. Berikut merupakan proses pembuatan briket.

- 1) Ambil 50 g serat yang telah tercampur (kombinasi P_1).
- 2) Memasukkan bahan ke dalam cetakan sehingga menjadi briket.
- 3) Melakukan pengempaan.
- 4) Mengulang kembali langkah di atas untuk perlakuan P_2 dan P_3 .
- 5) Penjemuran dilakukan selama 4 hari untuk mengurangi kadar air dan mengeraskannya agar terhindar dari tumbuhnya jamur dan benturan fisik.

3.3.4 Uji Coba Briket dan Proses Pengambilan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh nilai kalor dan karakteristik briket yang meliputi kadar air, kadar abu, laju pembakaran dan suhu pembakaran. Berikut ini adalah prosedur uji coba briket dan pengambilan data.

a. Nilai kalor.

Setelah proses pembuatan briket selesai, maka briket siap di uji dengan menggunakan *bomb calorimeter* untuk mengetahui nilai kalor menggunakan standar ASTM D240. Cek alat ukur dan sensor-sensor yang terhubung dengan *bomb calorimeter* dan catat suhu air pendingin sebelum dinyalakan. Berikut tahapan proses pengujian.

- 1) Siapkan 2 liter aquades, kemudian masukkan ke dalam *oval bucket*.
- 2) Lakukan kalibrasi dengan memasukkan 1 g tablet *asam benzoate*
- 3) Timbang bahan yang akan diuji, kemudian masukkan ke dalam *combustion capsule*.
- 4) Pasang pematik api, sehingga mengenai bahan bakar yang diuji.
- 5) Masukkan bahan yang diuji dalam *combustion capsule*.
- 6) Isi *oxygen bomb* dengan oksigen bertekanan 30 atm menggunakan bantuan *auto charger*.
- 7) Kemudian masukkan tabung *oxygen bomb* ke dalam *oval bucket* yang telah terisi air.

- 8) Kemudian masukkan *oval bucket* ke dalam *adiabatic calorimeter*, lalu ditutup.
- 9) Pindahkan posisi *switch* ke posisi on.
- 10) Setelah sama, catat suhu yang terjadi.

Hitung data menggunakan rumus

$$\text{Nilai kalor bahan} = \frac{\Delta T_b}{\Delta T_s} \times \text{NKs} \times \frac{M_b}{M_s} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

- ΔT_b : perubahan suhu bahan
 ΔT_s : perubahan suhu standard (asam benzoat)
 NKs : nilai kalor standard (asam benzoat)
 M_s : massa sampel standard (asam benzoat)
 M_b : massa bahan

b. Kadar air

Perhitungan persentase kadar air (*moisture content*) yang terkandung di dalam briket menggunakan metode Termogravimetri. Pemanasan digunakan menggunakan oven dengan suhu 105° C selang waktu 60 menit sampai diperoleh kadar air yang konstan. Perhitungan persentase kadar air yang terkandung di dalam briket tersebut menggunakan standar ASTM D-3173-03 dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a - b}{b} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan: a : massa awal briket (g).
 b : massa briket setelah pemanasan (g)

c. Pengambilan Data Laju Pembakaran dan Suhu Pembakaran

Berikut langkah pengukuran laju pembakaran dan suhu pembakaran.

- 1) Hidupkan multimeter dan set pada pengukuran temperatur.
- 2) Timbang briket yang akan diuji
- 3) Masukkan 4 buah briket pada kompor.

- 4) Menyalakan briket pada kompor.
- 5) Tempatkan set pin pada nyala api briket.
- 6) Mencatat waktu awal setelah briket menyala.
- 7) Mencatat temperatur api briket yang ditunjukkan oleh alat multimeter digital setiap 5 menit sampai briket habis terbakar.
- 8) Mencatat lama waktu pembakaran ditandai sampai briket tidak menyala.
- 9) Mengulangi langkah diatas untuk briket P₂, P₃.

Perhitungan laju pembakaran briket tersebut dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Laju pembakaran (g/s)} = \frac{b}{a} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan: a : waktu (s) sampai briket habis terbakar
 b : massa briket yang dibakar (g)

d. Kadar abu

Perhitungan persentase kadar abu (*ash content*) briket bioarang menggunakan standar ASTM D-3174-04 sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu} = \frac{d}{a} \times 100\% \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan: a : massa awal briket (g)
 d : abu sisa pembakaran briket (g)

3.4 Analisis Data

Data hasil pengukuran yang diperoleh dari uji karakteristik briket akan dibuat dalam bentuk grafik dan dianalisis. Analisis data dilakukan dengan menggunakan cara *Analisis of Variance* (ANOVA) dan ditampilkan menggunakan program Microsoft Office Excel 2007. Pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan ANOVA satu faktor. Sampel dibagi menjadi beberapa variasi bahan dan ulangan. Dengan kolom merupakan variasi dan baris merupakan ulangan. Diketahui jika $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$ maka berbeda nyata dan $F_{\text{Hitung}} \leq F_{\text{Tabel}}$ maka berbeda tidak nyata, dan jika $F_{\text{Hitung}} < F_{\text{Tabel}}$ maka berbeda tidak nyata. (Riduwan, 2008).

1. Menentukan taraf nyata (α) dan nilai F_{Tabel}

- a) Taraf nyata yang digunakan 5%
 - b) $v_1 = k-1$, $v_2 = k(n-1)$, dimana k = kolom, n = baris
2. Menentukan hipotesis pengujian
- a) H_0 = tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan dari perlakuan fermentasi terhadap karakteristik briket
 - b) H_1 = ada perbedaan rata-rata yang signifikan dari perlakuan fermentasi perekat terhadap karakteristik briket
3. Menentukan kriteria pengujian
- a) H_0 diterima apabila $F_{hitung} \leq F_{tabel}(v_1)$
 - b) H_0 ditolak apabila $F_{hitung} \geq F_{tabel}(v_1)$

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian disimpulkan sebagai berikut.

1. Briket dengan suhu tertinggi terdapat pada briket ampas tebu dengan fermentasi EM4 (P3) pada suhu 185 °C, laju pembakaran tertinggi terdapat pada briket ampas tebu tanpa fermentasi (P1) dengan nilai 0.9833 g/menit, kadar abu terendah pada ampas tebu tanpa fermentasi (P1) dengan nilai 8.51 %, kadar air terendah pada ampas tebu tanpa fermentasi (P1) dengan nilai 1.08%, dan untuk nilai kalor tertinggi pada ampas tebu dengan fermentasi EM4 (P3) dengan 4117.501 kal/g dan briket dengan bahan terbaik dari seluruh perlakuan adalah briket ampas tebu dengan fermentasi EM4 (P3) karena memiliki nilai kalor tertinggi dibandingkan briket dengan bentuk bahan yang lain.
2. Hasil uji Anova menunjukkan perbedaan perlakuan jenis bentuk bahan briket memiliki pengaruh berbeda nyata.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini yaitu perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai berbagai jenis bentuk bahan dan variasi tekanan agar menghasilkan kualitas briket yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D. 2002. *Standard Test Method of Drop Shatter Test for Coal*. American Standard Testing and Material International. America: ASTM
- Badan Pusat Statistik. 2002. *Statistik Indonesia*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Briket Arang Kayu SNI 01-6235-2000* http://sisni.bsn.go.id/index.php/sni_main/sni/detail_sni/5781. [2 Mei 2018]
- Bhattacharya, S. C., A. M. Leon, dan M. M. Rahman. 1996. *A Study on Improved Biomass Briquetting. Energy Program*. Thailand: SERD-AIT
- Chaerawan, A. M. 2016. *Pembuatan Briket Karbon dari Campuran Ampas Tebu dan Jerami Padi. Skripsi*. Bogor: Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Chalimatus, S,C,H. 2013. *Efektifitas Jamur Trichoderma Harzianum dan Mikroba Kotoran Sapi pada Pengomposan Limbah Sludge Pabrik Kertas*. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Daniyanto, Sutidjan, Darlianto, Budiman. 2014. *Torrefaction of Indonesian Sugar-Cane Bagasse to Improve Bio-Syngas Quality for Gasification Process*. Bandung: Elsevier Ltd [Serial Online]. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215005500>. [2 Mei 2019].
- Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi. 2001. *Potensi Energi Terbarukan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi ESDM
- Fauzi, A. 2005. *Pemanfaatan Ampas Tebu (Bagasse) untuk Bahan Baku Pulp dan Kertas Masih Hadapi Kendala*. <http://www.menlh.go.id/pemanfaatan-ampas-tebu-bagasse-untuk-bahan-baku-pulp-dan-kertas-masih-hadapi-kendala>. [24 Februari 2019].
- Goutara dan S. Wijandi. 1975. *Dasar Pengolahan Gula*. Bogor: Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hendra dan Darmawan. 2000. *Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perkat dan Tekanan Kempa terhadap Kualitas Briket Arang*. Bogor: Pusat Penelitian dan

Pengembangan Hasil Hutan.

- Indraningsih, R. Widiastuti, dan Y. Sani. 2006. *Limbah Pertanian dan Perkebunan sebagai Pakan Ternak: Kendala dan Prospeknya. Loka-karya Nasional Ketersediaan Iptek dalam Pengendalian Penyakit Strategis pada Ternak Ruminansia Besar*. Balai Penelitian Veteriner. Bogor.
- Iskandar, B. 2009. *Kajian Perbedaan Aras dan Lama Pemeraman Ampas Tebu dengan Trichoderma harzianum terhadap Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar*. Seminar Nasional Peternakan Universitas di Ponegoro. Semarang
- Karim, S. A. 2019. *Analisis Karakteristik Biobriket dari Berbagai Bentuk Ampas Tebu sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Universitas Jember, Jember
- Kong, G. T. 2010. *Peran Biomassa bagi Energi Terbarukan*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Maman, S. 1994, *EM4 Mikroorganisma yang Efektif*, Sukabumi: KTNA.
- Murni, R., S. Akmal, dan B.L. Ginting. 2008. *Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan*. Universitas Jambi. Jambi
- Ndraha, N. 2009. *Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa dan Serbuk Kayu terhadap Mutu yang Dihasilkan*. Medan: Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Prihandana, R., dan R. Hendroko. 2007. *Energi Hijau: Pilihan Bijak Menuju Negeri Mandiri Energi*. Depok: Penebar Swadaya.
- Riduwan. 2008. *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta
- Salim, A, F. 1993. *Pembuatan Briket Kompos Serasah Dauh Kering dari Hasil Fermentasi Aerobik*. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Setiawan, A., O. Andrio, dan P. Coniwati. 2012. *Pengaruh Komposisi Pembuatan Biobriket dari Campuran Kulit Kacang dan Serbuk Gergaji terhadap Nilai Pembakaran*. <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/12/15>. [4 Juli 2019].
- Suparman, M. 1994, *EM4 Mikroorganisma yang Efektif*. Sukabumi: KTNA.

- Sudrajat, R. 1983. *Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perekat dan Keteguhan Kempa terhadap Kualitas Briket Arang*. Laporan No. 165. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Suryani, Y., Hernaman, I dan N.H. Hamidah. 2017. *Pengaruh Tingkat Penggunaan Em4 (Effective Microorganisms-4) pada Fermentasi Limbah Padat Bioetanol terhadap Kandungan Protein dan Serat Kasar*. <https://journal.uinsgd.ac.id/index.php/istek/article/view/1463>. [4 Juli 2019]
- Syamsiro, M dan H. Saptoadi. 2007. *Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheat*. Yogyakarta. Seminar Nasional Teknologi (SNT 2007).
- Tim Penulis Penebar Swadaya. 2000. *Pembudidayaan Tebu di Lahan Sawah dan Tegalan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wandi, A., S. Harri, dan Askin. 2015. *Pemanfaatan Limbah Daun Kering Menjadi Briket untuk Bahan Bakar Tungku*. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/66692>. [4 Juli 2019].
- Yanti, R., L.S. Muh, dan Ihsan. 2014. *Studi Penentuan Nilai Kalori pada Buah Durian (Durio Zibethinus)*. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/teknosains/article/view/1900>. [4 Juli 2019].



LAMPIRAN

A. Data Pengukuran Suhu Pembakaran

1. Ampas Tebu Tanpa Fermentasi

Menit	P1			rata-rata
	SUHU			
	1	2	3	
0	32	31	32	32
5	86	84	86	85
10	92	90	89	90
15	109	107	103	106
20	113	111	110	111
25	126	123	120	123
30	132	130	128	130
35	145	143	138	142
40	126	123	118	122
45	107	102	100	103
50	86	82	76	81
55	54	51	33	46
60	34	33		34
Max	145	143	141	143

3. Ampas Tebu Fermentasi EM4

Menit	P3			rata-rata
	SUHU			
	1	2	3	
0	33	31	31	32
5	86	84	86	85
10	92	92	94	93
15	108	105	106	106
20	118	114	116	116
25	127	126	126	126
30	137	136	134	136
35	144	142	143	143
40	153	151	152	152
45	161	159	160	160
50	175	173	175	174
55	185	184	186	185
60	165	162	168	165
65	157	155	158	157
70	133	128	126	129
75	121	118	116	118
80	112	110	111	111
85	103	101	100	101
90	83	81	84	83
95	65	62	64	64
100	36	34	36	35
Max	185	184	186	185

2. Ampas Tebu Fermentasi

Γ.Harzianum

Menit	P2			rata-rata
	SUHU			
	1	2	3	
0	33	32	31	32
5	84	80	83	82
10	94	90	95	93
15	102	103	104	103
20	115	112	116	114
25	121	119	122	121
30	133	131	135	133
35	141	139	140	140
40	152	150	149	150
45	168	167	171	169
50	156	153	159	156
55	143	149	145	146
60	121	127	125	124
65	90	102	103	98
70	64	85	80	76
75	35	60	62	52
80		36	34	35
Max	168	167	171	169

B. Data Pengukuran Laju Pembakaran

Perlakuan	Ulangan	Lama Pembakaran	Menit (min)	Waktu Pembakaran (min)	Massa Briket (g)	Laju Pembakaran (g/menit)	Rata-Rata (g/menit)
P1	1	60	1	60	59	0.9833	0.9727
	2	60	1	60	55	0.9167	
	3	55	1	55	56	1.0182	
P2	1	75	1	75	45	0.6000	0.6000
	2	80	1	80	48	0.6000	
	3	80	1	80	48	0.6000	
P3	1	100	1	100	49	0.4900	0.4667
	2	100	1	100	47	0.4700	
	3	100	1	100	44	0.4400	

C. Data Pengukuran Kadar Abu

Perlakuan	Ulangan	Massa Awal (gr)	Sisa Abu (gr)	Kadar Abu (%)	Rata-Rata (%)
P1	1	47	4	8.51	9.27
	2	44	4	9.09	
	3	49	5	10.20	
P2	1	45	5	11.11	11.34
	2	48	6	12.50	
	3	48	5	10.42	
P3	1	59	7	11.86	12.97
	2	55	8	14.55	
	3	56	7	12.50	

D. Data Pengukuran Kadar Air

Perlakuan	Ulangan	Berat Cawan (g)	Berat sampel (g)	Berat cawan dan sampel setelah di oven (g)	Berat sampel setelah di oven (g)	Kadar Air (%)	Rata-rata (%)
P1	1	3.014	3.223	6.203	3.189	1.08	1.30
	2	3.029	3.219	6.207	3.178	1.29	
	3	3.045	3.231	6.227	3.182	1.54	
P2	1	3.046	3.259	6.226	3.180	2.48	1.92
	2	3.032	3.291	6.273	3.241	1.54	
	3	3.015	3.285	6.244	3.229	1.73	
P3	1	3.044	3.207	6.069	3.025	6.02	5.97
	2	3.040	3.268	6.134	3.094	5.62	
	3	3.021	3.210	6.042	3.021	6.26	

E. Data Pengukuran Nilai Kalor

Perlakuan	Ulangan	Nilai kalor (Kal/gram)	Rata-rata
P1	1	4065.256	4084.7107
	2	4103.325	
	3	4085.551	
P2	1	4102.342	4102.6603
	2	4108.513	
	3	4097.126	
P3	1	4114.677	4117.8057
	2	4121.239	
	3	4117.501	

F.Dokumentasi



1. Bakteri untuk fermentasi



2. Ampas tebu tanpa fermentasi



3. Ampas tebu fermentasi EM4

4. Ampas tebu fermentasi *T.Harzianum*

5. Pencetakan Briket



6. Briket Ampas Tebu Tanpa Fermentasi

7. Briket Ampas Tebu Fermentasi
T.Harzianum

8. Briket Ampas Tebu Fermentasi EM4



9 Pengukuran Kadar Abu



10 Pengukuran Suhu Pembakaran



11 Pengukuran Kadar Air



12 Pengukuran Nilai Kalor





