



**PEMANFAATAN LIMBAH DAUN KERING MENJADI
BRIKET UNTUK BAHAN BAKAR TUNGKU**

SKRIPSI

Oleh

**Agus Wandu
NIM 101710201058**

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

2015



**PEMANFAATAN LIMBAH DAUN KERING MENJADI
BRIKET UNTUK BAHAN BAKAR TUNGKU**

SKRIPSI

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

Oleh

Agus Wandu
NIM 101710201058

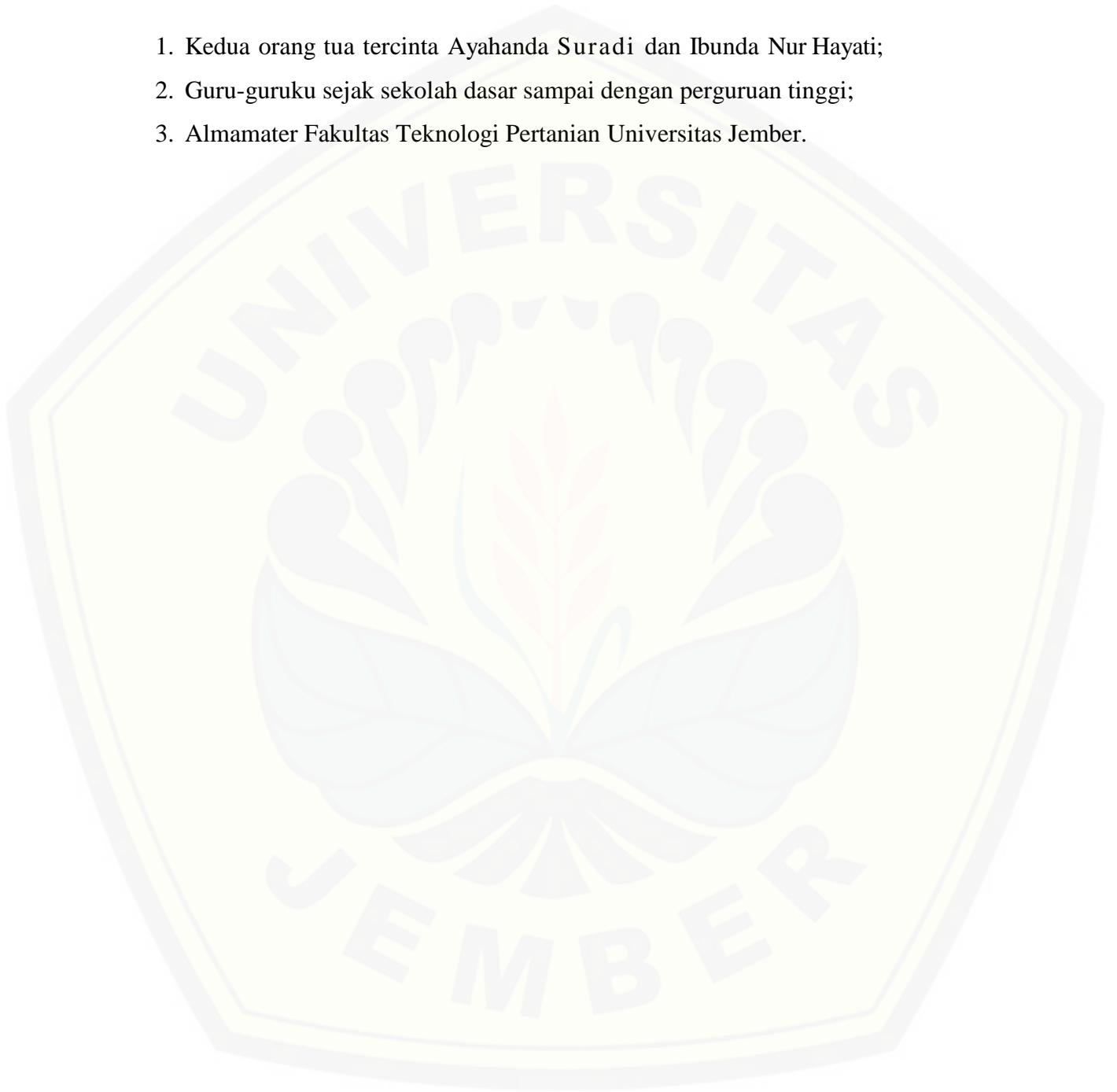
**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2015

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Suradi dan Ibunda Nur Hayati;
2. Guru-guruku sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”
(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)

Bekerjalah untuk duniamu seolah-olah kamu akan hidup selamanya dan bekerjalah untuk akhiratmu (ibadah) seolah-olah kamu akan mati besok pagi.
(HR. Imam Al Baihaqi)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agus Wandu

NIM : 101710201058

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul :

“Pemanfaatan Limbah Daun Kering Menjadi Briket untuk Bahan Bakar Tungku”

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 mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 07 Juli 2015

Yang menyatakan,

Agus Wandu
NIM 101710201058

SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH DAUN KERING MENJADI
BRIKET UNTUK BAHAN BAKAR TUNGKU**

Oleh

Agus Wandu
NIM 101710201058

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Setiyo Harri, M.S.

Dosen Pembimbing Anggota : Askin S.TP., M.MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pemanfaatan Limbah Daun Kering Menjadi Briket untuk Bahan Bakar Tungku” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Selasa, 07 Juli 2015

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

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

Ir. Ahmad Syuhri, M.T.
NIP. 196701231997021001

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P.
NIP. 196912121998021001

RINGKASAN

Pemanfaatan Limbah Daun Kering Menjadi Briket untuk Bahan Bakar Tungku; Agus Wandi, 101710201058; 2015; 82 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penelitian ditujukan untuk mengetahui karakteristik briket yang berbahan dasar arang daun kering dan telah dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Alat dan Mesin Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Bahan penyusun briket yang digunakan adalah arang daun kering : arang serbuk kayu (10g : 50g) sebagai perlakuan 1, arang daun kering : arang serbuk kayu (20g : 40g) sebagai perlakuan 2, arang daun kering : arang serbuk kayu (30g : 30g) sebagai perlakuan 3, arang daun kering : arang serbuk kayu (40g : 20g) sebagai perlakuan 4, arang daun kering : arang serbuk kayu (50g : 10g) sebagai perlakuan 5. Penelitian karakteristik briket ini meliputi dimensi briket (untuk mengetahui gaya tekan) kadar air, laju pembakaran, kadar abu, jumlah energi output, suhu air dalam panci, dan suhu pembakaran briket. Hasil uji yang didapat selanjutnya dianalisis dengan menggunakan ANOVA.

Pada P1 memiliki nilai rata-rata gaya tekan paling tinggi yaitu sebesar 2667343,65 N dan P4 memiliki nilai rata-rata gaya terendah yaitu 2465214 N. Hasil pengujian ANOVA untuk gaya tekan tidak ada perbedaan yang signifikan. Pengujian kadar air tertinggi terdapat pada P1 dengan nilai rata-rata 6,14 % dan nilai rata-rata terendah pada P5 yaitu 5,08 %. Hasil uji ANOVA untuk kadar air tidak ada perbedaan yang signifikan. Untuk uji laju pembakaran P5 memiliki nilai tertinggi yaitu 0,0064 g/s sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada P1 dan P3 yaitu 0,0054 g/s. Hasil uji ANOVA laju pembakaran memiliki perbedaan yang signifikan. Pada uji kadar abu P4 memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu 31,4 % sedangkan P2 memiliki nilai rata-rata terendah yaitu 22,1 %. Hasil uji ANOVA untuk kadar abu terjadi perbedaan yang signifikan. Pada jumlah energi P4 memiliki nilai tertinggi yaitu 145320 J dan P2 memiliki nilai terendah yaitu 121800 J. Hasil uji ANOVA untuk jumlah energi tidak memiliki perbedaan yang

signifikan. Pada P5 memiliki nilai rata-rata suhu air dalam panci tertinggi yaitu 51,30 °C dan P3 memiliki nilai rata-rata terendah yaitu 49,25 °C. Uji ANOVA untuk suhu air tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Pada P5 memiliki nilai rata-rata suhu pembakaran tertinggi yaitu 141,26 °C dan P3 memiliki nilai rata-rata terendah yaitu 106,74 °C. Uji ANOVA untuk suhu pembakaran tidak memiliki perbedaan yang signifikan.



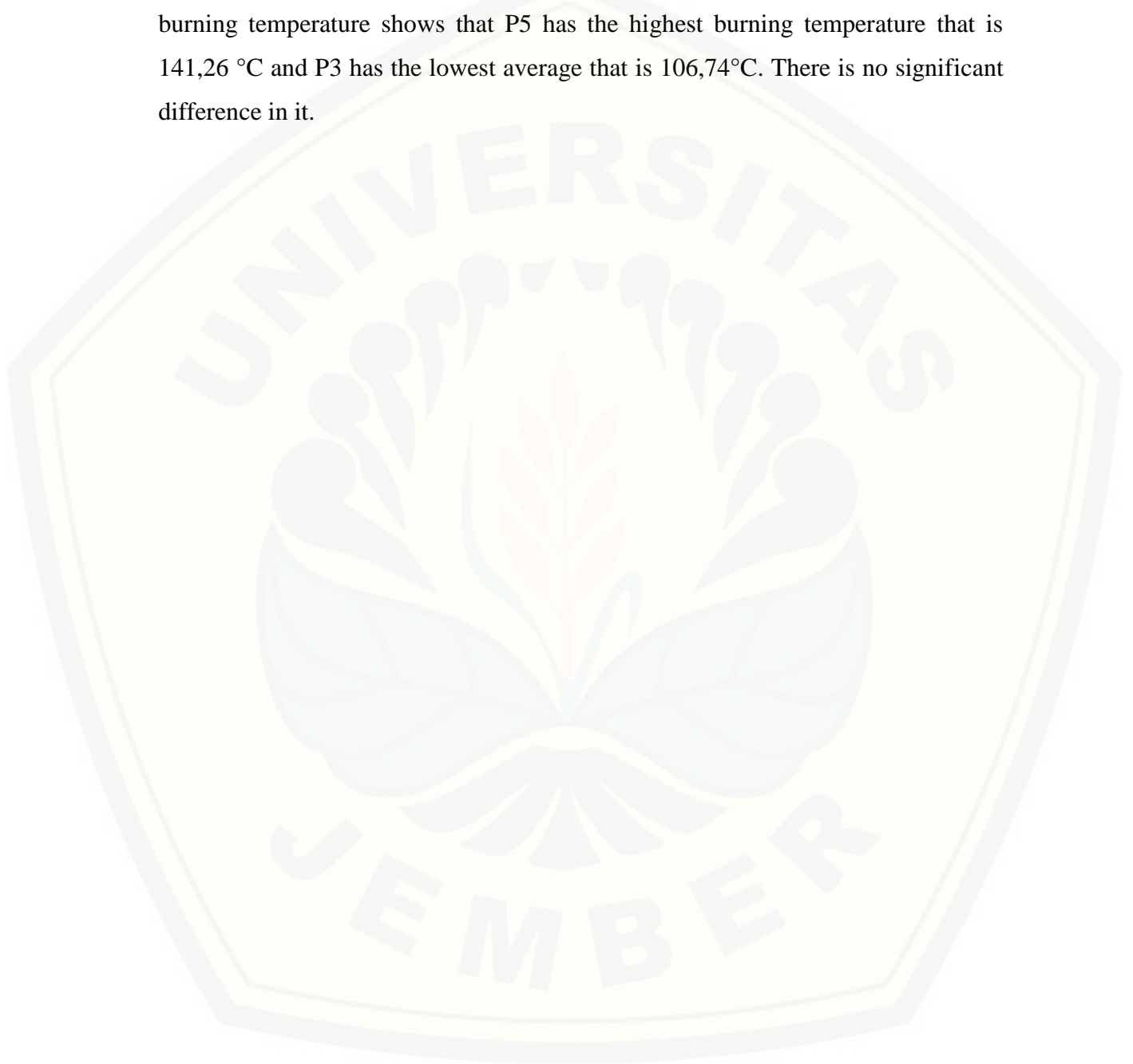
SUMMARY

Utilization of Waste To Be Dry Leaves for Fuel Briquette Furnace; Agus Wandi 101710201058; 2015; 82 page; Agricultural Engineering Department, Faculty of Agricultural Technology, Jember University.

The research aims to know the characteristics of briquette which the basic material is charcoal and arid leaf. It was done in the engineering tools and machines laboratory of faculty of Agricultural Technology, University of Jember. The materials which are used to make the briquette include charcoals of arid leaves: charcoal of wood pollen (10g: 50g) as treatment 1, charcoals of arid leaves: charcoal of wood pollen (20g: 40g) as treatment 2, charcoals of arid leaves: charcoal of wood pollen (30g: 30g) as treatment 3, charcoals of arid leaves: charcoal of wood pollen (40g : 20g) as treatment 4, charcoals of arid leaves: charcoal of wood pollen (50g : 10g) as treatment 5. This research of briquette characteristics includes dimension of briquette (to know the force of pressure) the level of water, the rate of burning, the level of dust, the number of output energy, the temperature of water in the pot, and the temperature of the briquette burning. Afterwards, the result is analyzed using ANOVA.

P1 has the highest pressure force average that is 2667343, 65 N and P4 has the lowest pressure force average that is 2465214. The result of ANOVA test for pressure force shows no significant difference. The test of water's level meanwhile, shows that P1 has the highest average that is 6,14% and P5 as the lowest average that is 5,08%. There is no significant difference. In rate of burning test, P5 has the highest average that is 0, 0064 g/s while the lowest average is possessed by P1 and P3 that is 0, 0054 g/s. The result of the test shows a significant difference. Meanwhile, there is also a significant difference in ANOVA test for level of dust test. P4 in dust level test has the highest average value that is 31,4% and P2 has the lowest average that is 22,1%. In the amount of energy test, P4 has the highest value that is 145320 J ad P2 has the lowest value. It

is 121800 J. The ANOVA test for amount of energy shows no significant difference. There is also no significant different for the test of water's temperature. P5 has the highest water temperature that is 51,30 °C and P3 has the lowest temperature of water in pot that is 49,25 °C. ANOVA test for knowing the burning temperature shows that P5 has the highest burning temperature that is 141,26 °C and P3 has the lowest average that is 106,74°C. There is no significant difference in it.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pemanfaatan Limbah Daun Kering Menjadi Briket untuk Bahan Bakar Tungku”. 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. Dekan Fakultas Teknologi Pertanian dan Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember atas segala inspirasi yang diberikan untuk kampus tercinta;
2. Ir. Setyo Harri M.S., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Askin S.TP., M.MT., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
4. Winda Amilia, S.TP., M.Sc., dan Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku Ketua Tim Penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini;
6. Ir. Ahmad Syuhri, M.T., selaku Anggota Tim Penguji yang telah memberikan saran dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini;
7. Ir. Muharjo Pudjojono selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
8. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
9. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;

10. Kedua orang tua saya, ibunda Nur Hayati dan Ayahanda Suradi yang tercinta yang selalu mendoakan dalam setiap saat;
11. Keluarga HMI Komisariat Teknologi Pertanian Universitas Jember dan keluarga X_ubal Community yang selalu memberi semangat dan doa;
12. Teman-temanku Teknik Pertanian angkatan 2010 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
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	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Limbah	4
2.2 Pengertian Briket	4
2.3 Karbonisasi	5
2.3.1 Prinsip Karbonisasi	5
2.3.2 Metode Karbonisasi	6
2.4 Densifikasi	7
2.5 Pembuatan Briket Biomasa	7
2.6 Mutu Briket	9

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	11
3.2.1 Alat Penelitian	11
3.2.2 Bahan Penelitian	11
3.3 Jalannya Penelitian	12
3.4 Prosedur Penelitian	13
3.4.1 Tahap Persiapan	13
3.4.2 Perbandingan Komposisi	14
3.4.3 Proses Pembuatan Arang	14
3.4.4 Prosedur Pembuatan Perekat.....	14
3.4.5 Prosedur Pembuatan Briket Arang.....	14
3.4.6 Tahap Uji Karakteristik.....	15
3.5 Analisis Data	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil dan Analisis Data Penelitian	19
4.1.1 Hasil Pengukuran Dimensi Briket	19
4.1.2 Hasil Pengukuran Uji Kadar Air Briket.....	21
4.1.3 Hasil Pengukuran Uji Laju Pembakaran.....	23
4.1.4 Hasil Pengukuran Uji Kadar Abu	25
4.1.5 Pengujian Jumlah Energi Output	27
4.1.6 Pengujian Suhu Air Dalam Panci	29
4.1.7 Pengujian Suhu Pembakaran Briket.....	30
4.2 Pembahasan	31
BAB 5. PENUTUP	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

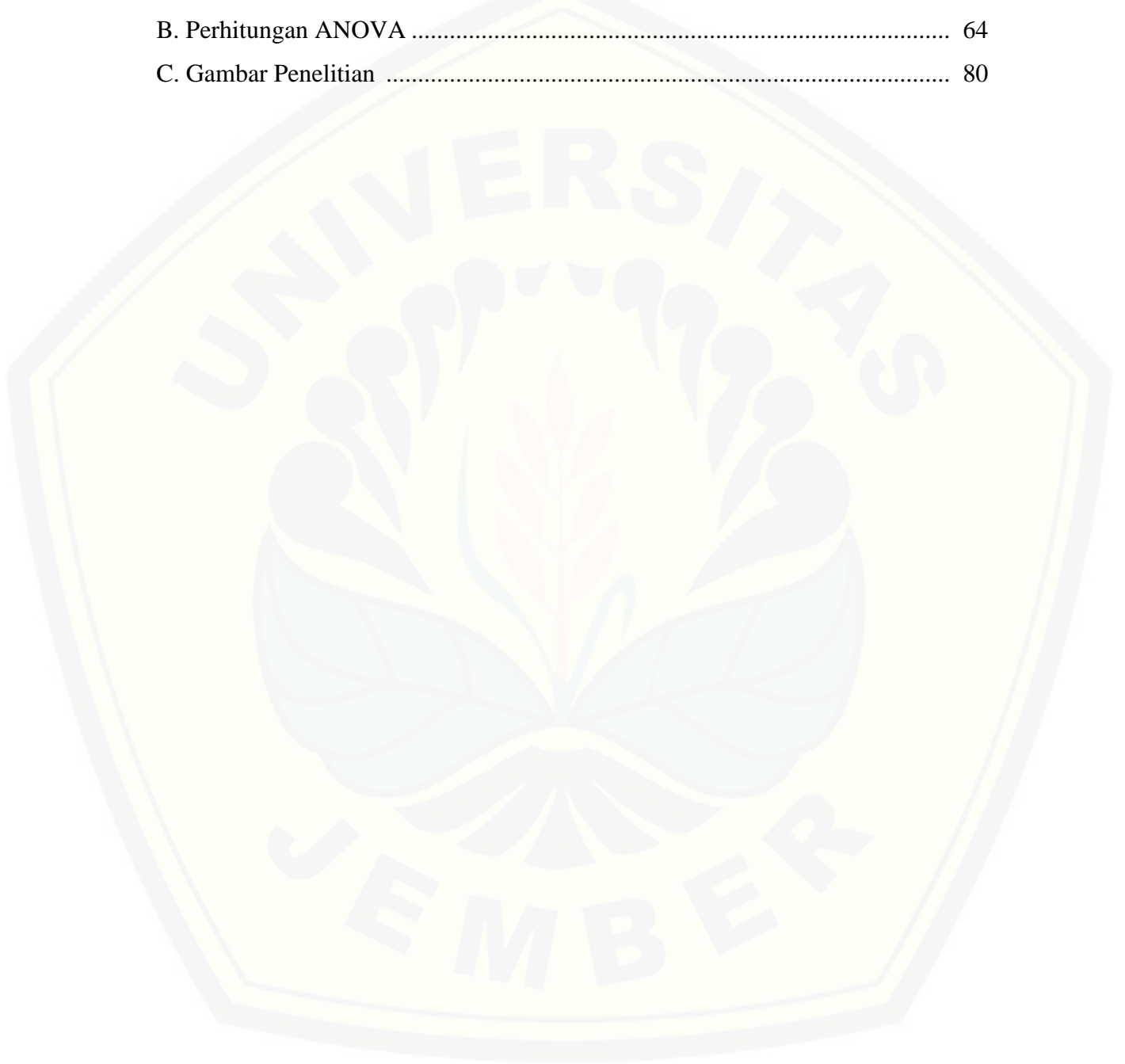
	Halaman
2.1 Potensi Limbah Biomasa sebagai Sumber Energi	5
2.2 Perbandingan Nilai Kalor Unit Bahan Bakar.....	10
2.3 Kualitas Mutu Briket Bioarang	10
3.1 Perbandingan Komposisi	13
4.1 Spesifikasi Dimensi Briket.....	19
4.2 Hasil Uji Statistik dengan ANOVA untuk Gaya Tekan.....	20
4.3 Nilai Rata-Rata Kadar Air Briket untuk Masing-masing Perlakuan Komposisi Briket.....	21
4.4 Hasil Uji Statistik dengan ANOVA untuk Kadar Air.....	22
4.5 Nilai Rata-Rata Laju Pembakaran Briket untuk Masing-masing Perlakuan Komposisi Briket.....	23
4.6 Hasil Uji Statistik dengan ANOVA untuk Laju Pembakaran.....	24
4.7 Nilai Rata-Rata Kadar Abu Briket untuk Masing-masing Perlakuan Komposisi Briket.....	25
4.8 Hasil Uji Statistik dengan ANOVA untuk Kadar Abu	26
4.9 Nilai Rata-Rata Jumlah Energi Briket untuk Masing-masing Perlakuan Komposisi Briket.....	27
4.10 Hasil Uji Statistik dengan ANOVA untuk Jumlah Energi.....	28
4.11 Hasil Uji Statistik dengan ANOVA untuk Kenaikan Suhu Air.....	30
4.12 Hasil Uji Statistik dengan ANOVA untuk Kenaikan Suhu Pembakaran	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Flowchart Penelitian	12
4.1 Grafik Pengukuran Gaya Tekan Terhadap Masing-masing Perlakuan Komposisi Briket.....	20
4.2 Grafik Pengukuran Kadar Air Terhadap Masing-masing Perlakuan Komposisi Briket.....	22
4.3 Grafik Pengukuran Laju Pembakaran Terhadap Masing-masing Perlakuan Komposisi Briket	24
4.4 Grafik Pengukuran Kadar Abu Terhadap Masing-masing Perlakuan Komposisi Briket.....	26
4.5 Grafik Pengukuran Jumlah Energi Terhadap Masing-masing Perlakuan Komposisi Briket.....	28
4.6 Grafik Pengukuran Suhu Air dalam Panci Terhadap Masing-masing Perlakuan Komposisi Briket.....	29
4.7 Grafik Pengukuran Suhu Pembakaran Terhadap Masing-masing Perlakuan Komposisi Briket.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data Hasil Pengukuran Uji Karakteristik Briket.....	39
B. Perhitungan ANOVA	64
C. Gambar Penelitian	80



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 latar Belakang

Penduduk di pedesaan umumnya menggunakan kayu sebagai bahan bakar memasak karena lebih murah dan mudah didapat. Namun ketersediaan kayu sudah semakin menipis, walaupun kayu merupakan salah satu sumber kekayaan alam yang dapat diperbaharui. Hal ini dikarenakan sangat sedikit sekali para pengguna kayu yang menyadari bahwa ketersediaan kayu mulai menipis. Akibatnya masyarakat sangat tergantung pada kayu sebagai bahan bakar. Memang terdapat sebagian kecil penduduk yang menggunakan bahan bakar lain seperti minyak tanah dan LPG. Namun penggunaan minyak tanah dan LPG tersebut hanyalah sebagai cadangan saja karena harga minyak tanah dan LPG yang semakin meningkat. Hal ini menjadi beban yang semakin memberatkan masyarakat.

Kebutuhan dan konsumsi energi semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya perekonomian masyarakat. Di Indonesia kebutuhan dan konsumsi energi terfokus kepada penggunaan bahan bakar minyak, cadangannya semakin menipis sedangkan pada sisi lain terdapat sejumlah biomassa yang kuantitasnya cukup melimpah namun belum dioptimalkan penggunaannya.

Energi alternatif dapat dihasilkan dari teknologi tepat guna yang sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan seperti briket dengan memanfaatkan limbah biomassa seperti tempurung kelapa, sekam padi, serbuk gergaji kayu jati, ampas tebu dan sampah daun kering. Sejalan dengan itu, berbagai pertimbangan untuk memanfaatkan daun kering, tempurung kelapa, serbuk gergaji kayu dan ampas tebu menjadi penting mengingat limbah ini belum dimanfaatkan secara maksimal.

Biomassa secara umum lebih dikenal sebagai bahan kering material organik atau bahan yang tersisa setelah suatu tanaman atau material organik yang dihilangkan kadar airnya. Biomassa merupakan bahan alami yang biasanya dianggap sebagai sampah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Biomassa tersebut dapat diolah menjadi bioarang, yang merupakan bahan bakar dengan tingkat nilai kalor yang cukup tinggi dan dapat digunakan dalam

kehidupan sehari-hari. Limbah biomassa dan sampah bisa menjadi salah satu pilihan sumber energi alternatif. Contoh nyata adalah pemanfaatan biomassa yang berasal dari produk limbah aktivitas kehutanan dan perkebunan dan telah dilaksanakan yaitu briket dan arang (Sulistyanto, 2006:77-79).

Untuk mengetahui kualitas briket, maka harus dilakukan karakterisasi briket yang mencakup nilai kalor briket, kadar abu (hasil pembakaran), kadar air, lama penyalaan, dan emisi serta opasitas gas buang yang dihasilkan. Setiap karakteristik briket saling mempengaruhi satu dengan lainnya. Semakin banyak kandungan karbon suatu briket, maka semakin banyak gas CO yang dihasilkan. Semakin banyak biomassa pada briket, maka akan mengurangi emisi gas HC, CO, NO_x (Sulistyanto, 2006:81-84).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahannya adalah apakah layak daun kering dibuat menjadi briket dan membandingkan karakteristik briket-briket berbahan dasar daun kering.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Daun kering yang digunakan adalah daun jati.
2. Tekanan saat proses pengepresan yaitu 3000 kg/cm²
3. Penelitian ini hanya dibatasi pada pengamatan dimensi briket, uji kadar air, uji laju pembakaran, uji kadar abu, uji jumlah energi yang dihasilkan dari pembakaran briket, uji suhu pembakaran briket dan suhu air dalam panci.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik pembakaran briket yang dihasilkan dari perlakuan yang ditentukan.

2. Menentukan komposisi terbaik campuran bahan penyusun briket untuk mendidihkan air 1 kg lebih cepat.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah memberikan informasi kepada masyarakat tentang cara membuat briket dari bahan daun kering untuk bahan bakar tungku.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Limbah

Limbah pada dasarnya suatu bahan yang terbuang, atau sengaja dibuang dari suatu sumber hasil atau aktifitas manusia maupun proses-proses alam dan tidak atau belum mempunyai nilai ekonomi, bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi yang negatif. Semakin hari jumlah daun kering semakin meningkat, maka dari pada dibakar perlu adanya alternatif penanganan sampah yaitu pembakaran pirolisis dari sampah organik. Proses ini akan menghasilkan padatan (*char*) berupa arang dan berupa cairan (*tar*). Char dapat diproses menjadi briket bioarang (Sa'id, 1996: 3-4).

Bioarang merupakan arang (salah satu jenis bahan bakar) yang dibuat dari aneka macam hayati misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput, jerami, ataupun limbah pertanian lainnya yang dapat dikarbonisasi. Bioarang ini dapat digunakan melalui proses pengolahan, salah satunya menjadi briket bioarang (Sa'id, 1996: 12).

2.2 Pengertian Briket

Briket merupakan bahan bakar padat dengan dimensi tertentu yang seragam, diperoleh dari hasil pengempaan bahan berbentuk curah, serbuk, berukuran relatif kecil atau tidak beraturan sehingga sulit digunakan sebagai bahan bakar dalam bentuk aslinya (Agustina dan Syafrian, 2005: 5).

Briket bioarang adalah gumpalan-gumpalan atau batangan-batangan yang terbuat dari bioarang (bahan lunak). Bioarang sebenarnya termasuk bahan lunak yang dengan proses tertentu diolah menjadi bahan arang keras dengan bentuk tertentu. Kualitas bioarang ini tidak kalah dari bahan bakar jenis arang lainnya (Pari, 2002: 7).

Keuntungan yang diperoleh dari penggunaan briket bioarang antara lain adalah biaya murah. Alat yang digunakan untuk pembuatan briket bioarang cukup sederhana dan bahan baku sangat murah, bahkan tidak perlu membeli karena tersedia disekitar lingkungan kita yaitu berasal dari sampah daun-daun kering,

limbah pertanian yang sudah tidak berguna lagi. Potensi limbah biomassa sebagai sumber energi dapat dilihat pada tabel 2.1 (Pari, 2002: 7).

Table 2.1 Potensi limbah biomassa sebagai sumber energi

Jenis Biomasa	Penggunaan Saat Ini	Promosi Sebagai Sumber Energi
Sekam padi	Media tanam, bahan kemasan, bahan bakar tungku	Briket arang sekam, umpan <i>gas producer</i>
Bagas (ampas tebu)	Bahan bakar boiler (<i>cogeneration system</i>)	Briket, pupuk organik
Bongol jagung	Bahan bakar tungku	Bahan bakar padat
Batok kelapa	Arang, arang aktif bahan bakar tungku, alat rumah tangga, seni rupa.	Briket arang, umpan <i>gas producer</i>
Pelapah kelapa	Bahan bakar tungku	Bahan bakar padat
Lumpur Limbah CPO	Pakan ternak	Briket
Cangkang Sawit	Cuka kayu	Umpan <i>gas producer</i>
Serat sawit	Bahan bakar boiler	Bahan bakar boiler
Serbuk gergaji	Bahan bakar tungku	Briket arang, umpan <i>gas producer</i> , tungku
Serutan kayu	Bahan bakar tungku	Umpan <i>gas producer</i>
Limbah kayu	Arang, <i>parricle board</i> , kayu bakar	Arang, briket arang, umpan <i>gas producer</i>

Sumber: Suparno dan Iswandaru (2000: 478).

2.3 Karbonisasi

2.3.1 Prinsip Karbonisasi

Prinsip proses karbonisasi adalah pembakaran biomassa tanpa adanya kehadiran oksigen, sehingga yang terlepas hanya bagian *volatile matter*, sedangkan karbonnya tetap tinggal di dalamnya. Temperatur karbonisasi akan sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan

temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang yang akan dihasilkan (Pari dan Hartoyo, 1983: 68).

2.3.2 Metode Karbonisasi

Sinurat (2011: 37) menyatakan bahwa pelaksanaan karbonisasi meliputi teknik yang paling sederhana sampai yang paling canggih. Tentu saja metode pengarangan yang dipilih disesuaikan dengan kemampuan dan kondisi keuangan. Berikut dijelaskan beberapa metode karbonisasi (pengarangan).

a. Pengarangan Terbuka

Metode pengarangan terbuka artinya pengarangan tidak di dalam ruangan sebagaimana mestinya. Risiko kegagalannya lebih besar karena udara langsung kontak dengan bahan baku. Metode pengarangan ini paling murah dan paling cepat, tetapi bagian yang menjadi abu juga paling banyak, terutama jika selama proses pengarangan tidak ditunggu dan dijaga. Selain itu bahan baku harus selalu dibolak-balik agar arang yang diperoleh seragam dan merata warnanya.

b. Pengarangan di dalam Drum

Drum bekas aspal atau oli yang masih baik bisa digunakan sebagai tempat proses pengarangan. Metode pengarangan di dalam drum cukup praktis karena bahan baku tidak perlu ditunggu terus-menerus sampai menjadi arang.

c. Pengarangan di dalam Silo

Sistem pengarangan silo dapat diterapkan untuk produksi arang dalam jumlah banyak. Dinding dalam silo terbuat dari batu bata tahan api. Sementara itu, dinding luarnya disemen dan dipasang besi beton sedikitnya 4 buah tiang yang jaraknya disesuaikan dengan keliling silo. Sebaiknya sisi bawah silo diberi pintu yang berfungsi untuk mempermudah pengeluaran arang yang sudah jadi. Hal yang penting dalam metode ini adalah menyediakan air yang banyak untuk memadamkan bara.

d. Pengarangan Semi Modern

Metode pengarangan semimodern sumber apinya berasal dari plat yang dipanasi atau batu bara yang dibakar. Akibatnya udara disekeliling bara ikut

menjadi panas dan memuai ke seluruh ruangan pembakaran. Panas yang timbul dihembuskan oleh blower atau kipas angin bertenaga listrik.

e. Pengarangan Super Cepat

Pengarangan supercepat hanya membutuhkan waktu pengarangan hanya dalam hitungan menit. Metode ini menggunakan penerapan roda berjalan. Bahan baku dalam metode ini bergerak melewati lorong besi yang sangat panas dengan suhu mendekati 70°C.

2.4 Densifikasi

Abdullah *et al.* (1998: 171) menyatakan bahwa densifikasi atau pengempaan merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat fisik suatu bahan agar mudah dalam penggunaan dan pemanfaatannya selanjutnya diperoleh peningkatan efisiensi nilai dari bahan yang digunakan. Densifikasi diterapkan pada bahan curah atau dengan sifat fisik yang tidak beraturan. Besarnya tekanan pengempaan akan berpengaruh juga terhadap densitas dan porositas briket yang dihasilkan dan lebih lanjut akan berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran briket sebagai bahan bakar. Pengempaan dengan tekanan tinggi tidak selalu menghasilkan mutu briket yang lebih baik karena dapat menurunkan efisiensi pembakaran dan menyulitkan dalam penggunaannya (Agustina, 2007: 18-21).

Alat dan mesin pengempa briket yang telah ada dan digunakan di masyarakat yaitu alat kempa tuas biasa, alat kempa tipe ulir, alat kempa hidrolik (*hydraulic*). Alat kempa tuas biasa (alat kempa manual) berupa batang yang tegar, lurus dan bekerja dengan prinsip kempa (press) secara manual. Briket yang dihasilkan biasanya berbentuk silinder dengan garis tengah dan ketebalan briket yang terbatas. Alat kempa jenis ini digunakan untuk membuat briket dengan bahan dari berbagai jenis limbah pertanian dan limbah pengolahan hasil pertanian atau pangan (Agustina, 2007: 18-21).

2.5 Pembuatan Briket Biomasa

Pembuatan briket terdiri dari beberapa tahap utama, yaitu: sortasi bahan, pencampuran serbuk dan perekat, pengempaan serta pengeringan. Sortasi bahan

didahului dengan penghancuran bentuk serat menjadi struktur serasah (cacahan). Alat yang digunakan untuk membuat struktur serat menjadi bentuk cacahan antara lain *hammer mill*, *cutting mill*, ataupun *slicer*. Pengecilan ukuran adalah suatu bentuk proses penghancuran dari pemotongan bentuk padatan menjadi bentuk yang lebih kecil oleh gaya mekanik. Terdapat empat cara yang diterapkan pada mesin-mesin pengecilan ukuran, yaitu:

1. Kompresi, pengecilan ukuran dengan tekstur yang keras,
2. *Impact* atau pukulan, digunakan untuk bahan padatan dengan tekstur kasar,
3. *attrition*, digunakan untuk menghasilkan produk dengan tekstur halus dan,
4. *Cutting*, digunakan untuk menghasilkan produk dengan ukuran dan tekstur tertentu (McCabe *et al.*, 1993: 960).

Bahan baku untuk membuat briket harus cukup halus untuk dapat membentuk briket yang baik. Ukuran partikel yang terlalu besar akan sukar pada waktu melakukan perekatan sehingga mengurangi keteguhan tekan dari briket yang dihasilkan. Perbedaan ukuran serbuk mempengaruhi keteguhan tekan dan kerapatan briket yang dihasilkan (Boedjang, 1973: 33).

Pemakaian ter, *pitch*, dan molase sebagai bahan perekat menghasilkan briket yang berkekuatan tinggi tetapi mengeluarkan banyak asap jika dibakar. Bahan perekat pati, dekstrin, dan tepung beras akan menghasilkan briket yang tidak berasap dan tahan lama tetapi nilai kalornya tidak setinggi arang kayu (Hartoyo dan Roliandi 1978: 89).

Achmad (1991: 21-22), menyatakan bahwa untuk setiap 1 kg serbuk bahan cukup dicampurkan dengan perekat yang terdiri dari 30 gram tepung tapioka (3% dari berat serbuk bahan) dan air sebanyak 1 liter. Pengempaan dilakukan untuk menciptakan kontak antara permukaan bahan yang direkat dengan bahan perekat. Setelah perekat dicampurkan dan tekanan mulai diberikan maka perekat yang masih dalam keadaan cair akan mulai mengalir ke segala arah permukaan bahan. Pada saat bersamaan dengan terjadinya aliran, perekat juga mengalami perpindahan dari permukaan yang diberi perekat ke permukaan yang belum terkena perekat (Kirana, 1985: 129).

Hartoyo dan Roliandi (1978:103) menyatakan bahwa pada umumnya semakin tinggi tekanan yang diberikan maka akan cenderung memberikan hasil arang briket dengan kerapatan dan keteguhan tekan yang semakin tinggi. Suhu dan waktu pengeringan yang digunakan dalam pembuatan briket tergantung dari jumlah kadar air campuran dan macam pengering. Suhu pengeringan yang umum dilakukan adalah 60 °C selama 24 jam. Tujuan dari pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air dalam briket agar sesuai dengan ketentuan kadar air briket yang berlaku. Pengeringan dapat dilakukan dengan bermacam-macam alat seperti kiln, oven atau dengan penjemuran.

2.6 Mutu Briket

Menurut Hendra dan Pari (2000: 34), briket dikatakan memiliki mutu yang baik dan berkualitas apabila hasil pembakarannya memiliki ciri-ciri :

1. Tidak berwarna hitam dan apabila dibakar api yang dihasilkan berwarna kebiru-biruan,
2. Briket terbakar tanpa berasap, tidak memercikkan api dan tidak berbau,
3. Tidak terlalu cepat terbakar,
4. Berdenting seperti logam ketika dipukul.

Bila ditinjau dari nilai kalornya, briket arang dengan nilai kalor 6.000 – 8.000 kal/g merupakan bahan bakar yang cukup baik dibandingkan dengan bahan bakar lainnya. Kualitas briket yang baik adalah briket yang memenuhi standar mutu agar dapat digunakan sesuai dengan keperluannya. Perbandingan nilai kalor unit bahan bakar dapat dilihat pada tabel 2.2 (Suparno dan Iswandaru, 2000: 481).

Tabel 2.2 Perbandingan nilai kalor unit bahan bakar

Jenis Bahan	Nilai Kalor (kal/g)
Sekam padi	3.57
Tempurung kelapa	4.707
Kayu bakar	3.5
Minyak tanah	10.500 - 10.700
Solar	10.500 – 10.700
Batu bara	6.865 – 8.277
Arang kayu	7.433
Briket arang	6.000 – 8.000
Briket kayu	4.700 – 4.800

Sumber: Suparno dan Iswandaru (2000: 481).

Kualitas briket umumnya ditentukan berdasarkan sifat fisik dan kimianya antara lain ditentukan oleh kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat, kerapatan, ketahanan tekan, dan nilai kalor. Kadar zat mudah menguap erat hubungannya dengan kecepatan bakar, waktu pembakaran, dan kecenderungan mengeluarkan asap dari briket tersebut, sedangkan kadar abu dan kelembaban mempengaruhi nilai bakar. Kualitas mutu briket biorang dapat dilihat pada tabel 2.3 (Yulistina, 2001: 67).

Tabel 2.3 Kualitas mutu briket biorang

Sifat	Briket Arang Inggris	Briket Arang Jepang
Kadar Air (%)	3,59	6
Kadar Abu(%)	8,26	3-6
Nilai Kalor (kal/g)	7289,00	6000-7000

Sumber: Ringkuangan (1993:24)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Alat dan Mesin Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Mei 2014 sampai Oktober 2014.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang akan di gunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Alat pembuat briket hidrolis
- b. Alat karbonasi
- c. Alat penghancur bahan
- d. Alat pembuat perekat
- e. Pengayak
- f. *Stopwatch*
- g. Oven
- h. Desikator
- i. *Thermocouple*
- j. Gelas ukur
- k. Penggaris
- l. Timbangan analog dan digital

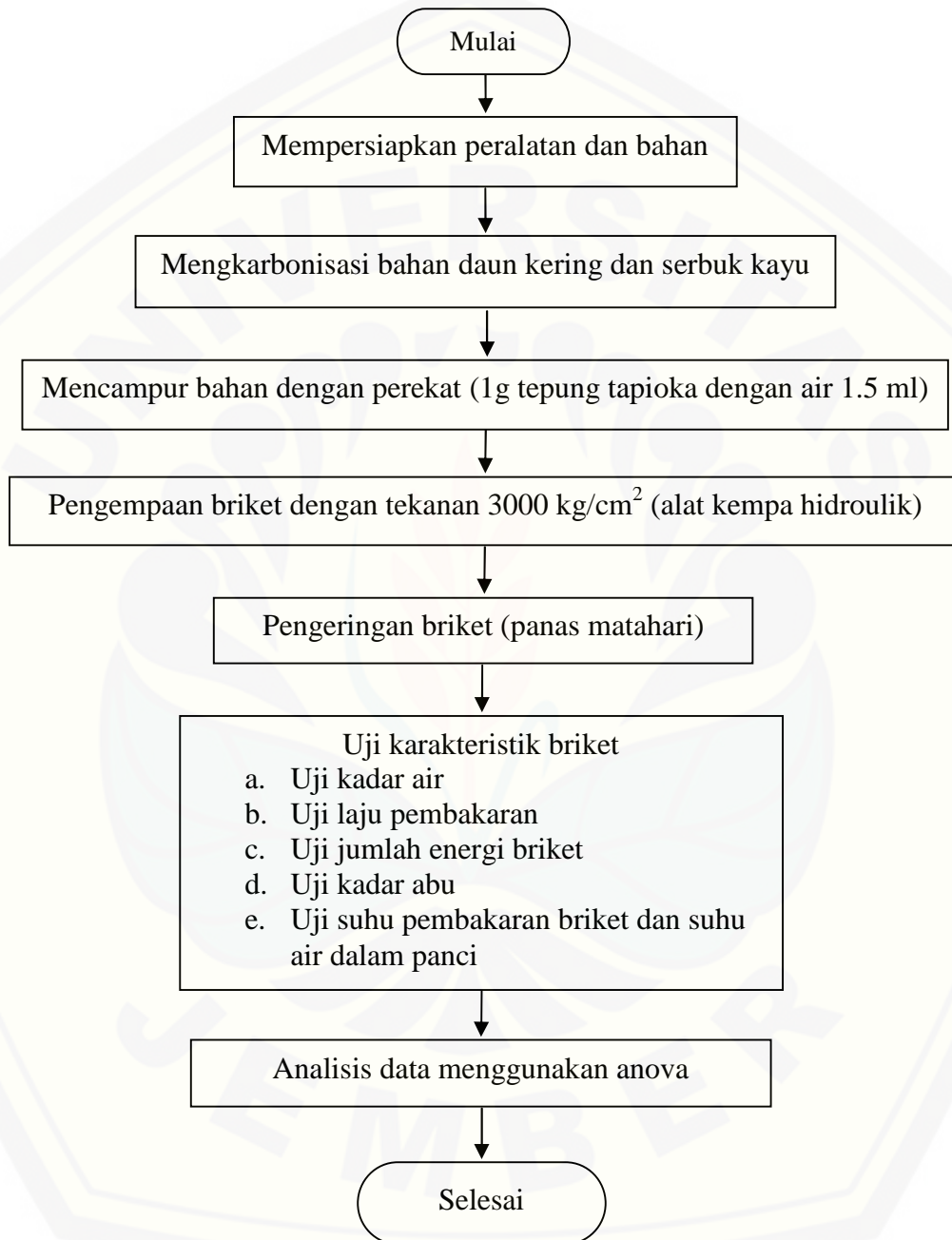
3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Daun kering
- b. Serbuk kayu
- c. Air
- d. Tepung tapioka

3.3 Jalannya Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan tahapan seperti yang tampak pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Flowchart penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

Tahapan prosedur penelitian sebagai berikut:

3.4.1 Tahap Persiapan

Persiapan yang dilakukan sebelum melakukan penelitian ini adalah menyiapkan alat karbonisasi untuk mengarangkan bahan yang akan dibuat briket, menyiapkan silinder pres untuk cetakan briket, menyiapkan satu set dongkrak hidrolis, timbangan untuk mengukur berat suatu bahan, *stopwatch* untuk mengukur lama penyalaan briket hingga menjadi abu, kompor dan panci untuk membuat perekat, oven untuk mengurangi kadar air suatu bahan, desikator untuk menyetabilkan suhu setelah di oven, tungku sebagai tempat pembakaran briket, *thermocouple* alat untuk mengukur suhu, campuran air dengan tepung tapioka sebagai perekat, arang daun dan arang serbuk kayu sebagai bahan utama pembuatan briket,

3.4.2 Perbandingan Komposisi

Tabel 3.1 Perbandingan komposisi bahan briket

Perlakuan	Komposisi (g)	
	Arang Daun Kering	Arang Serbuk kayu
P1	10	50
P2	20	40
P3	30	30
P4	40	20
P5	50	10

Keterangan :

P1 Briket kempa hidrolis 10 g arang daun kering ditambah 50 g arang serbuk kayu,

P2 Briket kempa hidrolis 20 g arang daun kering ditambah 40 g arang serbuk kayu,

P3 Briket kempa hidrolis 30 g arang daun kering ditambah 30 g arang serbuk kayu,

P4 Briket kempa hidrolik 40 g arang daun kering ditambah 20 g arang serbuk kayu,

P5 Briket kempa hidrolik 50 g arang daun kering ditambah 10 g arang serbuk kayu.

3.4.3 Proses Pembuatan Arang

Proses pembuatan arang daun dan serbuk kayu atau proses karbonisasi bahan briket sebagai berikut:

- a. Daun kering dan Serbuk kayu disortasi terlebih dahulu.
- b. Jemur serbuk kayu sampai benar – benar kering.
- c. Daun kering dimasukkan kedalam panci kemudian dibakar, sebelum menjadi abu daun yang terbakar disiram dengan air.
- d. Serbuk kayu dikarbonisasi dengan cara disangrai sampai menjadi arang.
- e. Kedua bahan yang sudah menjadi arang dihaluskan dan diayak dengan ayakan.

3.4.4 Prosedur Pembuatan Perekat

Adapun prosedur pembuatan perekat sebagai berikut:

- a. Timbang tepung tapioka sebesar 1 g.
- b. Tambahkan air 1.5 ml hingga terbentuk larutan.
- c. Panaskan larutan di atas kompor hingga mendidih (berubah menjadi kental).

3.4.5 Prosedur Pembuatan Briket Arang

Prosedur pembuatan briket arang dengan bahan dasar arang daun dan arang serbuk kayu sebagai berikut:

- a. Arang daun kering dan serbuk kayu yang telah diayak selanjutnya dicampur dengan perbandingan komposisi campuran 10 g DK : 50 g SK, 20 g DK : 40 g SK, 30 g DK : 30 g SK, 40 g DK : 20 g SK, 50 g DK : 10 g SK. Selanjutnya pada saat pencampuran ditambahkan perekat untuk masing-masing campuran.
- b. Setelah bahan - bahan tersebut dicampur secara merata, selanjutnya

dimasukkan kedalam cetakan briket kemudian dikempa dengan tekanan 3000 kg/cm².

- c. Setelah itu, briket yang sudah jadi dikeringkan selama 6 hari.
- d. Briket siap di uji.

3.4.6 Tahap Uji Karakteristik

Pada tahap uji karakteristik meliputi dimensi briket, uji kadar air, uji laju pembakaran, uji kadar abu, uji jumlah energi briket, uji suhu pembakaran briket dan suhu air hingga mendidih.

a. Pengujian kadar air briket

Kadar air ditentukan dengan metode gravimetri. Prosedur dalam pengukuran kadar air briket yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

- 1) Menimbang cawan atau wadah sampel dengan timbangan analitik .
- 2) Menimbang berat masing-masing sampel briket.
- 3) Sampel dalam cawan dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai beratnya konstan.
- 4) Bahan didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang dan hasil timbangan dikurangi berat cawan. Rumus kadar air sebagai berikut:

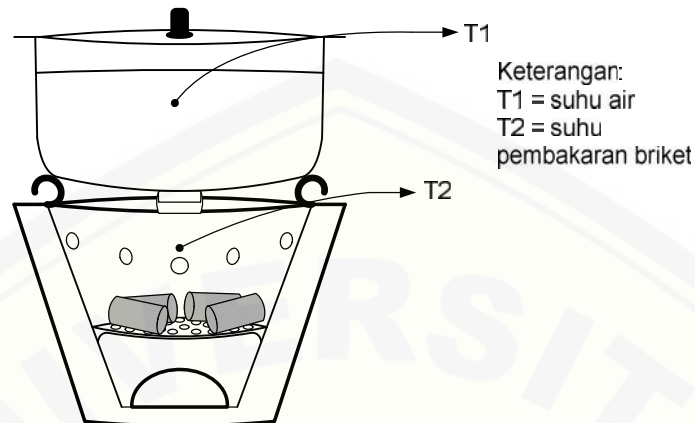
$$\text{Kadar air} = \frac{\text{massa sampel awal (g)} - \text{massa sampel akhir (g)}}{\text{massa sampel akhir (g)}} \times 100\% \dots (3.1)$$

b. Pengujian suhu pembakaran briket dan suhu air

Pengujian suhu pembakaran briket dan suhu air dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- 1) Menyiapkan air sebanyak 1 kg serta mengukur suhu awal air.
- 2) Menuangkan air dalam panci.
- 3) Membakar briket dalam tungku briket yang telah disiapkan.
- 4) Menghidupkan stopwatch mulai bara menyala hingga padam (briket habis).
- 5) Mengukur suhu air dalam panci dan suhu pembakaran briket dengan menggunakan *thermocouple* dalam rentang waktu 5 menit. Titik pengukuran

suhu pada pembakaran briket (T2) dan suhu air pada panci (T1) disajikan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Titik pengukuran suhu

c. Pengujian laju pembakaran

Pengujian laju pembakaran ini dilakukan untuk mengukur dan membandingkan karakteristik briket mengenai laju pembakarannya yang kemudian menentukan perlakuan briket mana yang terbaik. Proses pengujian laju pembakaran briket adalah sebagai berikut.

- 1) Menimbang sampel briket.
- 2) Membakar briket dalam tungku.
- 3) Mencatat waktu briket mulai bara menyala hingga padam (briket habis).
- 4) Menghitung laju pembakaran dengan persamaan :

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{\text{massa briket (g)}}{\text{waktu pembakaran (detik)}} \dots\dots\dots(3.2)$$

d. Pengujian jumlah energi output

Pengujian ini berguna untuk mengetahui jumlah energi yang dihasilkan dari pembakaran briket untuk memanaskan air. Proses pengujian jumlah energi output adalah sebagai berikut.

- 1) Menimbang sampel briket.
- 2) Menyiapkan air sebanyak 1 kg pada panci.
- 3) Membakar briket dalam tungku.

- 4) Mencatat waktu briket mulai bara menyala hingga padam (briket habis).
- 5) Mencatat suhu air pada panci mulai bara menyala hingga padam (briket habis).
- 6) Menghitung jumlah energi dengan persamaan :

$$Q = m \cdot c \cdot t \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

Q = Banyak kalor untuk mendidihkan air (Joule)

c = Kalor jenis air (J/kg.⁰C)

m = Massa zat (kg)

t = Perubahan suhu (⁰ C)

e. Pengujian Kadar Abu Briket

Pengujian kadar abu bertujuan untuk mengetahui limbah abu yang dihasilkan setelah briket mengalami proses pembakaran. Prosedur dalam pengukuran kadar abu briket yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

- 1) Menimbang cawan atau wadah sampel dengan timbangan analitik .
- 2) Menimbang berat masing-masing sampel briket.
- 3) Sampel dalam cawan dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 5 jam.
- 4) Bahan didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang dan hasil timbangan dikurangi berat cawan.
- 5) Ambil sampel untuk di bakar.
- 6) Setelah proses pembakaran selesai, limbah abu yang dihasilkan ditimbang menggunakan timbangan untuk mengetahui kadar abu yang dihasilkan.
- 7) Menghitung kadar abu dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Berat abu (g)}}{\text{Berat sampel sebelum pengabuan (g)}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.4)$$

f. Dimensi Briket (Gaya)

Pengukuran gaya tekan ini bertujuan untuk mengetahui besar gaya yang dibutuhkan untuk membuat briket setiap satu kali cetak. Proses pengukuran gaya tekan yang dibutuhkan untuk membuat briket sebagai berikut:

- 1) Menentukan besar tekanan yang dibutuhkan untuk mencetak briket.
- 2) Mengukur diameter dan tinggi briket yang sudah dicetak.
- 3) Menghitung luas permukaan briket.
- 4) Rumus untuk mencari gaya yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$\text{Gaya (N)} = \text{Tekanan} \left(\frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \right) \times \text{Luas permukaan briket (cm}^2\text{)} \dots\dots\dots(3.5)$$

3.5 Analisis Data

Data hasil pengukuran yang diperoleh dari uji karakteristik briket akan dibuat dalam bentuk grafik dan dilakukan analisis sidik ragam yang terdiri dari satu perlakuan dengan lima taraf dengan ulangan sebesar $(R - 1) (t - 1)$ 15.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Analisis Data Penelitian

Penelitian karakterisasi briket ini mencakup dimensi briket (untuk mengetahui gaya tekan) kadar air, laju pembakaran, kadar abu, jumlah energi output, suhu air dalam panci, dan suhu pembakaran briket. Berikut ini merupakan hasil pengukuran karakterisasi briket.

4.1.1 Hasil Pengukuran Dimensi Briket

Dari pembuatan briket arang daun ditambah campuran arang serbuk kayu dengan variasi komposisi berbeda setiap perlakuan diperoleh spesifikasi dimensi briket seperti pada tabel 4.1.

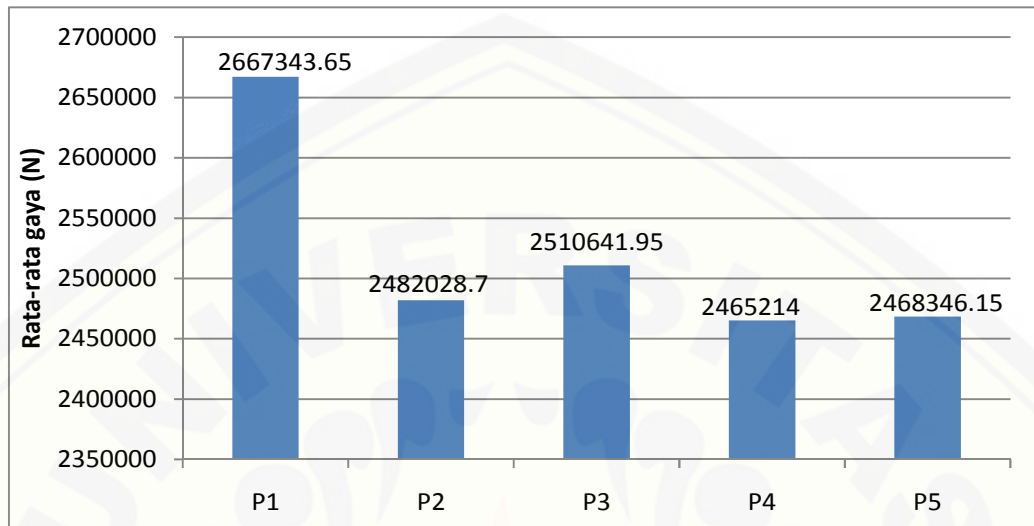
Tabel 4.1 Spesifikasi dimensi briket

Perlakuan	Ulangan	Tekanan kg/cm ²	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Gaya (N)
P1	1	3000	3.85	5.6	2729209.5
	2	3000	3.875	5.425	2712489
	3	3000	3.8	5.425	2622057
	4	3000	3.8	5.55	2666802
	5	3000	3.8	5.45	2631006
Rata-rata			3.825	5.49	2672312.7
P2	1	3000	3.8	4.6	2326740
	2	3000	3.8	4.7	2362536
	3	3000	3.8	5.275	2568363
	4	3000	3.8	5.35	2595210
	5	3000	3.85	5.125	2557294.5
Rata-rata			3.81	5.01	2482028.7
P3	1	3000	3.825	5.325	2607102.75
	2	3000	3.825	4.75	2400098.25
	3	3000	3.825	4.475	2302130.25
	4	3000	3.85	5.375	2648668.5
	5	3000	3.8	5.35	2595210
Rata-rata			3.825	5.055	2510641.95
P4	1	3000	3.85	4.45	2312139
	2	3000	3.8	4.7	2362536
	3	3000	3.8	5.525	2657853
	4	3000	3.8	5.25	2559414
	5	3000	3.8	4.9	2434128
Rata-rata			3.81	4.965	2465214
P5	1	3000	3.8	4.65	2344638
	2	3000	3.825	4.575	2336748.75
	3	3000	3.8	5.4	2613108
	4	3000	3.8	5.5	2648904
	5	3000	3.8	4.8	2398332
Rata-rata			3.805	4.985	2468346.15

(Sumber: Data diolah, 2015)

Dari tabel 4.1 terlihat bahwa terdapat perbedaan nilai pengukuran terhadap diameter dan tinggi pada masing-masing briket. Sehingga berpengaruh juga

terhadap nilai gaya tekan pada masing-masing briket. Pada gambar 4.1 dapat dilihat perbedaan nilai rata-rata gaya tekan pada masing-masing perlakuan.



Gambar 4.1 Grafik pengukuran gaya tekan terhadap masing-masing perlakuan.

Hasil analisis data dengan menggunakan uji statistik ANOVA terlihat bahwa masing-masing perlakuan komposisi briket tidak memiliki perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai F_{hitung} lebih kecil dari pada F_{tabel} (2,87) dan α 0,05, yang berarti bahwa H_0 (hipotesis nol) diterima. Ini berarti bahwa rata-rata nilai gaya setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai gaya tekan. Hasil uji statistik dengan anova selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil uji statistik dengan ANOVA untuk gaya tekan

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar kelompok	4	1,44504E+11	36126124018	2,1	2,87
Dalam kelompok (error)	20	3,35143E+11	16757148266		
Total	24	4,79647E+11			

(Sumber: Data diolah, 2015)

4.1.2 Hasil Pengukuran Uji Kadar Air Briket

Hasil pengukuran uji kadar air briket dengan lima kali pengulangan untuk setiap perlakuan ditampilkan pada tabel 4.3. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pada besar kadar air untuk setiap perlakuan komposisi briket.

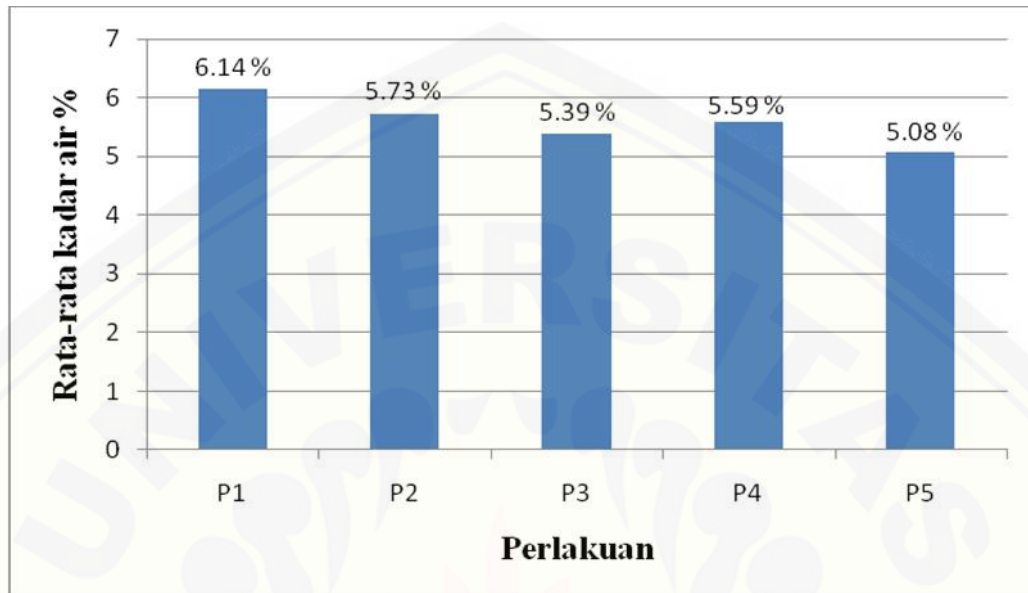
Tabel 4.3 Nilai rata-rata kadar air briket untuk masing-masing perlakuan

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)		Kadar Air %	Rata-rata kadar air %
			Awal	Akhir		
P1	1	4.5	15.45	14.79	6.41	6.14
	2	3.97	8.28	8.04	5.90	
	3	3.93	16.72	15.97	6.23	
	4	4.55	12.87	12.42	5.72	
	5	4.53	16.47	15.75	6.42	
P2	1	4.49	16.4	15.82	5.12	5.73
	2	4.73	16.37	15.8	5.15	
	3	4.47	15.9	15.16	6.92	
	4	4.59	15.47	14.78	6.77	
	5	3.91	11.76	11.41	4.67	
P3	1	4.61	18.84	18.06	5.80	5.39
	2	4.9	16.53	15.92	5.54	
	3	3.91	9.74	9.42	5.81	
	4	3.85	12.12	11.79	4.16	
	5	3.88	16.22	15.56	5.65	
P4	1	3.85	19.26	18.54	4.90	5.59
	2	4.66	13.18	12.74	5.45	
	3	5.04	15.24	14.63	6.36	
	4	4	16.05	15.42	5.52	
	5	3.9	16.8	16.1	5.74	
P5	1	3.85	15.68	15.12	4.97	5.08
	2	3.91	14.39	13.89	5.01	
	3	3.85	16.42	15.85	4.75	
	4	4.55	14.92	14.41	5.17	
	5	3.92	14.71	14.15	5.47	

(Sumber: Data diolah, 2015)

Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan kadar air pada setiap perlakuan. Sedangkan grafik nilai rata-rata kadar air untuk masing-masing perlakuan komposisi briket ditunjukkan pada gambar 4.2, terlihat bahwa

perlakuan 1 memiliki rata-rata kadar air yang paling besar dibandingkan perlakuan yang lain.



Gambar 4.2 Grafik pengukuran kadar air terhadap masing-masing perlakuan komposisi briket

Hasil analisis data dengan menggunakan uji statistik ANOVA terlihat bahwa masing-masing perlakuan komposisi briket tidak memiliki perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai F_{hitung} lebih kecil dari pada F_{tabel} (2,87) dan alpha 0,05, yang berarti bahwa H_0 (hipotesis nol) diterima. Ini berarti bahwa rata-rata nilai kadar air setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai kadar air. Hasil uji statistik dengan anova selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil uji statistik dengan ANOVA untuk kadar air

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar kelompok	4	3,109656	0,777414	1,93	2,87
Dalam kelompok (error)	20	8,07236	0,403618		
Total	24	11,18202			

(Sumber: Data diolah, 2015)

4.1.3 Hasil Pengukuran Uji Laju Pembakaran Briket

Hasil pengukuran uji laju pembakaran briket dengan lima kali pengulangan untuk setiap perlakuan ditampilkan pada tabel 4.5. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai pada laju pembakaran untuk setiap perlakuan komposisi briket.

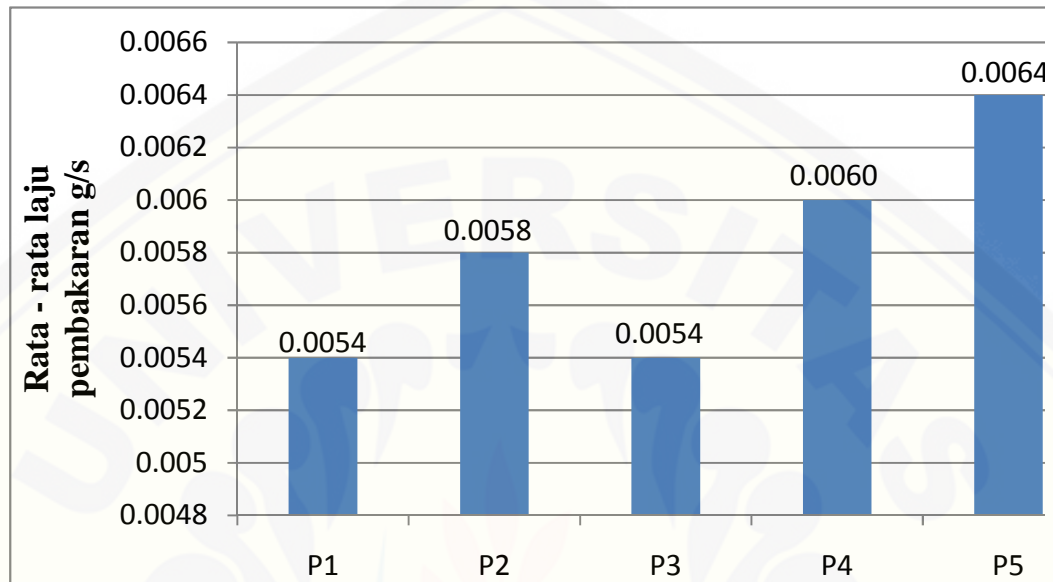
Tabel 4.5 Nilai rata-rata laju pembakaran briket untuk masing-masing perlakuan

Perlakuan	Ulangan	Massa briket (g)	Waktu pembakaran (s)	Laju pembakaran (g/s)
P1	1	22.5	4244	0.0053
	2	20	4216	0.0047
	3	20	3921	0.0051
	4	27.5	4555	0.0060
	5	25	4242	0.0059
Rata - rata		23	4235.6	0.0054
P2	1	22.5	3924	0.0057
	2	27.5	4507	0.0061
	3	22.5	4120	0.0055
	4	22.5	3953	0.0057
	5	22.5	3793	0.0059
Rata - rata		23.5	4059.4	0.0058
P3	1	27.5	4669	0.0059
	2	25	4562	0.0055
	3	22.5	4255	0.0053
	4	22.5	4315	0.0052
	5	20	4002	0.0050
Rata - rata		23.5	4360.6	0.0054
P4	1	27.5	4080	0.0067
	2	22.5	3764	0.0060
	3	25	3910	0.0064
	4	20	3628	0.0055
	5	20	3803	0.0053
Rata - rata		23	3837	0.0060
P5	1	25	3868	0.0065
	2	20	3426	0.0058
	3	27.5	3964	0.0069
	4	22.5	3347	0.0067
	5	22.5	3619	0.0062
Rata - rata		23.5	3644.8	0.0064

(Sumber: Data diolah, 2014)

Pada tabel 4.5 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan laju pembakaran pada setiap perlakuan komposisi briket. Sedangkan grafik besar rata-rata laju

pembakaran untuk masing-masing perlakuan komposisi briket ditunjukkan pada gambar 4.3, terlihat bahwa perlakuan 5 memiliki rata-rata laju pembakaran yang paling besar dibandingkan perlakuan yang lain.



Gambar 4.3 Grafik pengukuran laju pembakaran terhadap masing-masing perlakuan

Hasil analisis data dengan menggunakan uji statistik ANOVA terlihat bahwa masing-masing perlakuan komposisi briket memiliki perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai F_{hitung} lebih besar dari pada F_{tabel} (2,87) dan alpha 0,05, yang berarti bahwa H_0 (hipotesis nol) ditolak atau diterimanya hipotesis alternatif (H_1). Ini berarti bahwa rata-rata nilai laju pembakaran setiap perlakuan terdapat perbedaan secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan mempunyai efek terhadap laju pembakaran. Hasil uji statistik dengan anova selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil uji statistik dengan ANOVA untuk laju pembakaran

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar kelompok	4	3,8504	9,626	4,77	2,87
Dalam kelompok (error)	20	4,036	2,018		
Total	24	7,8864			

(Sumber: Data diolah, 2015)

4.1.4 Hasil Pengukuran Uji Kadar Abu

Hasil pengukuran uji kadar abu briket dengan lima kali pengulangan untuk setiap perlakuan ditampilkan pada tabel 4.7. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pada besar kadar abu untuk setiap perlakuan komposisi briket.

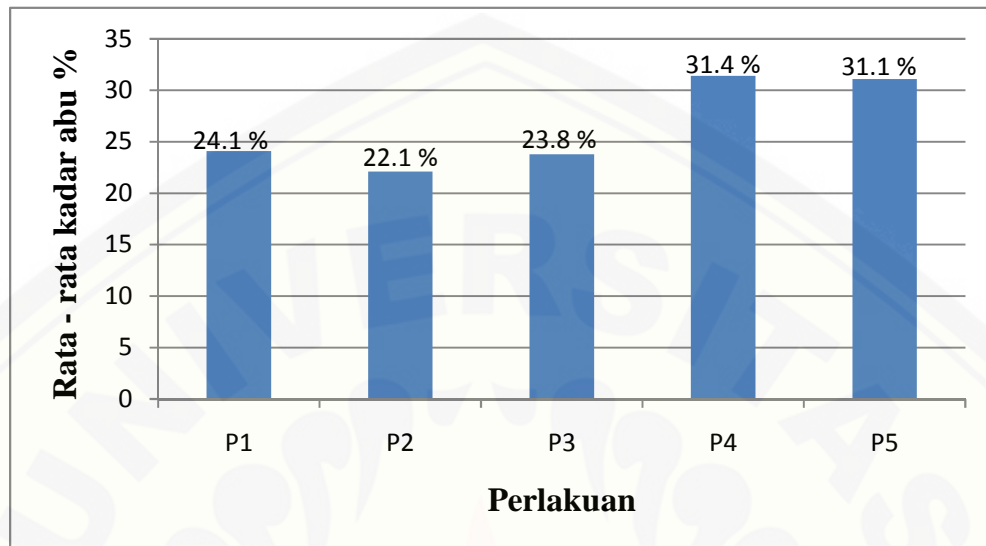
Tabel 4.7 Nilai rata-rata kadar abu untuk masing-masing perlakuan komposisi briket

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)	Berat Abu (g)	Kadar Abu %	Rata-rata kadar abu %
P1	1	4.5	14.79	2.73	26.5	24.1
	2	3.97	8.04	0.87	21.4	
	3	3.93	15.97	2.93	24.3	
	4	4.55	12.42	2.07	26.3	
	5	4.53	15.75	2.48	22.1	
P2	1	4.49	15.82	1.85	16.3	22.1
	2	4.73	15.8	2.64	23.8	
	3	4.47	15.16	2.84	26.6	
	4	4.59	14.78	2.43	23.8	
	5	3.91	11.41	1.5	20.0	
P3	1	4.61	18.06	2.49	18.5	23.8
	2	4.9	15.92	2.05	18.6	
	3	3.91	9.42	1.98	35.9	
	4	3.85	11.79	1.85	23.3	
	5	3.88	15.56	2.62	22.4	
P4	1	3.85	18.54	3.71	25.3	31.4
	2	4.66	12.74	2.44	30.2	
	3	5.04	14.63	2.61	27.2	
	4	4	15.42	4.37	38.3	
	5	3.9	16.1	4.39	36.0	
P5	1	3.85	15.12	2.55	22.6	31.1
	2	3.91	13.89	3.25	32.6	
	3	3.85	15.85	3.44	28.7	
	4	4.55	14.41	3.61	36.6	
	5	3.92	14.15	3.58	35.0	

(Sumber: Data diolah, 2014)

Pada tabel 4.7 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan kadar abu pada setiap perlakuan komposisi briket. Sedangkan grafik rata-rata kadar abu untuk masing-masing perlakuan komposisi briket di tunjukkan pada gambar 4.4, terlihat bahwa

perlakuan 4 memiliki rata-rata kadar abu yang paling besar dibandingkan perlakuan yang lain.



Gambar 4.4 Grafik pengukuran kadar abu terhadap masing-masing perlakuan

Hasil analisis data dengan menggunakan uji statistik ANOVA terlihat bahwa masing-masing perlakuan komposisi briket memiliki perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai F_{hitung} lebih besar dari pada F_{tabel} (2,87) dan alpha 0,05, yang berarti bahwa H_0 (hipotesis nol) ditolak atau diterimanya hipotesis alternatif (H_1). Ini berarti bahwa rata-rata nilai kadar abu setiap perlakuan terdapat perbedaan secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan mempunyai efek terhadap kadar abu. Hasil uji statistik dengan anova selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil uji statistik dengan ANOVA untuk kadar abu

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar kelompok	4	389,05	97,26	3,6	2,87
Dalam kelompok (error)	20	540,52	27,02		
Total	24	929,57			

(Sumber: Data diolah, 2015)

4.1.5 Pengujian Jumlah Energi Output

Hasil pengukuran jumlah energi briket dengan lima kali pengulangan untuk setiap perlakuan ditampilkan pada tabel 4.9. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai jumlah energi untuk setiap perlakuan komposisi briket.

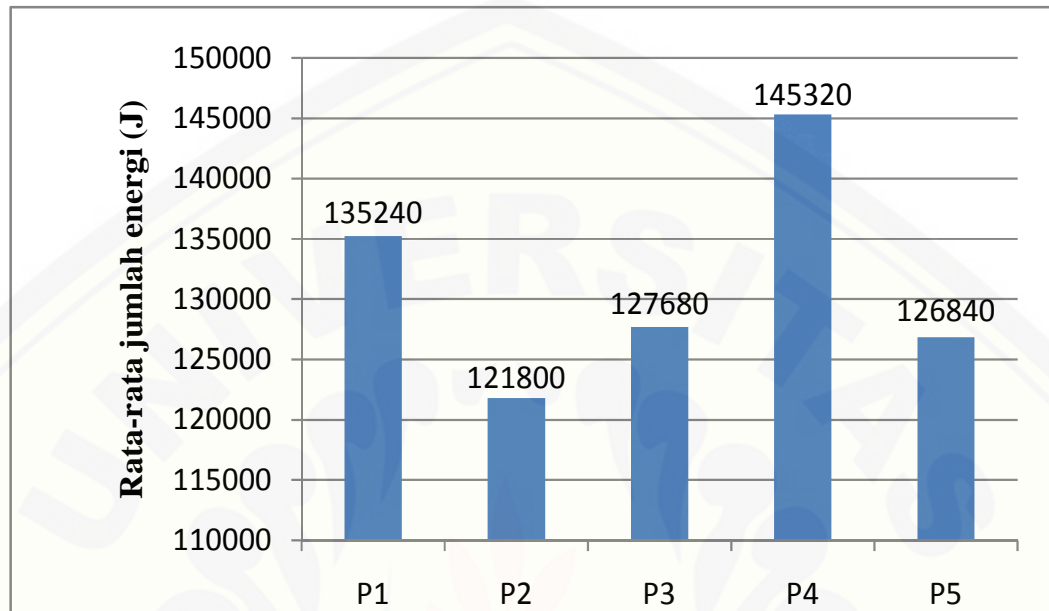
Tabel 4.9 Nilai rata-rata jumlah energi untuk masing-masing perlakuan

Perlakuan	Ulangan	Massa air (kg)	Kalor jenis air (j/kg. °C)	Suhu air °C		Jumlah kalor (joule)
				Max	Min	
P1	1	1	4200	59	28	130200
	2	1	4200	59	28	130200
	3	1	4200	58	28	126000
	4	1	4200	65	30	147000
	5	1	4200	61	27	142800
Rata - rata		1	4200	60.4	28.2	135240
P2	1	1	4200	65	30	147000
	2	1	4200	60	29	130200
	3	1	4200	46	28	75600
	4	1	4200	58	28	126000
	5	1	4200	60	29	130200
Rata - rata		1	4200	57.8	28.8	121800
P3	1	1	4200	66	30	151200
	2	1	4200	52	29	96600
	3	1	4200	57	28	121800
	4	1	4200	66	28	159600
	5	1	4200	55	29	109200
Rata - rata		1	4200	59.2	28.8	127680
P4	1	1	4200	65	27	159600
	2	1	4200	62	28	142800
	3	1	4200	59	25	142800
	4	1	4200	63	24	163800
	5	1	4200	57	29	117600
Rata - rata		1	4200	61.2	26.6	145320
P5	1	1	4200	62	27	147000
	2	1	4200	61	27	142800
	3	1	4200	62	28	142800
	4	1	4200	57	30	113400
	5	1	4200	51	30	88200
Rata - rata		1	4200	58.6	28.4	126840

(Sumber: Data diolah, 2015)

Pada tabel 4.9 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai jumlah energi pada setiap perlakuan komposisi briket. Sedangkan grafik rata-rata nilai jumlah

energi untuk masing-masing perlakuan komposisi briket ditunjukkan pada gambar 4.5, terlihat bahwa perlakuan 4 memiliki rata-rata jumlah energi yang paling besar dibandingkan perlakuan yang lain.



Gambar 4.5 Grafik pengukuran jumlah energi terhadap masing-masing perlakuan

Hasil analisis data dengan menggunakan uji statistik ANOVA terlihat bahwa masing-masing perlakuan komposisi briket tidak memiliki perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai F_{hitung} lebih kecil dari pada F_{tabel} (2,87) dan alpha 0,05, yang berarti bahwa H_0 (hipotesis nol) diterima. Ini berarti bahwa rata-rata nilai jumlah energi setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai jumlah energi. Hasil uji statistik dengan anova selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

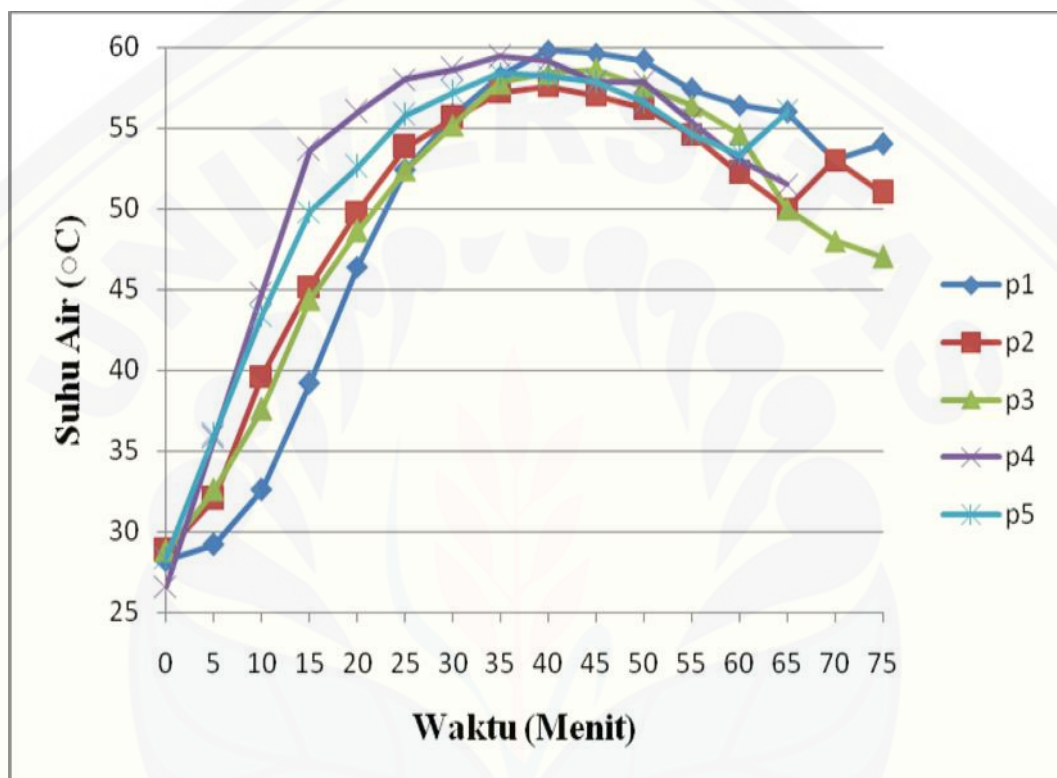
Tabel 4.10 Hasil uji statistik dengan ANOVA untuk jumlah energi

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar kelompok	4	1676505600	419126400	0,83	2,87
Dalam kelompok (error)	20	10090080000	504504000		
Total	24	11766585600			

(Sumber: Data diolah, 2015)

4.1.6 Pengujian Suhu Air Dalam Panci

Hasil pengukuran pengujian suhu air di dalam panci dengan lima kali pengulangan untuk setiap perlakuan ditampilkan pada gambar grafik 4.6. Pada grafik tersebut terlihat bahwa pada perlakuan 5 mempunyai nilai rata-rata suhu air yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain.



Gambar 4.6 Grafik pengukuran suhu air dalam panci terhadap masing-masing perlakuan

Hasil analisis data dengan menggunakan uji statistik ANOVA terlihat bahwa masing-masing perlakuan komposisi briket tidak memiliki perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai F_{hitung} lebih kecil dari pada F_{tabel} (2,87) dan alpha 0,05, yang berarti bahwa H_0 (hipotesis nol) diterima. Ini berarti bahwa rata-rata nilai kenaikan suhu air di dalam panci setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai kenaikan suhu di dalam panci. Hasil uji statistik dengan anova selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.11.

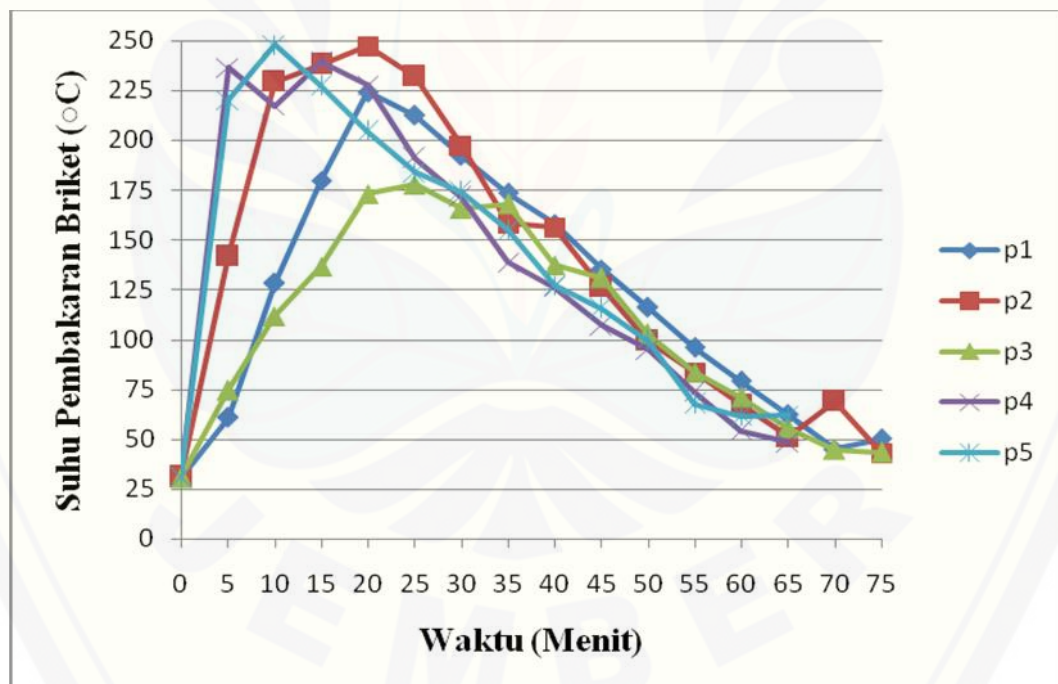
Tabel 4.11 Hasil uji statistik dengan ANOVA untuk kenaikan suhu air dalam panci

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar kelompok	4	753,10	188,27	1,15	2,87
Dalam kelompok (error)	20	11566,6	162,9		
Total	24	12319,74			

(Sumber: Data diolah, 2015)

4.1.7 Pengujian Suhu Pembakaran Briket

Hasil pengukuran pengujian suhu pembakaran briket dengan lima kali pengulangan untuk setiap perlakuan ditampilkan pada gambar grafik 4.7. Pada grafik tersebut terlihat bahwa pada perlakuan 5 mempunyai nilai rata-rata suhu pembakaran briket yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain.



Gambar 4.7 Grafik pengukuran suhu pembakaran terhadap masing-masing perlakuan

Hasil analisis data dengan menggunakan uji statistik ANOVA terlihat bahwa masing-masing perlakuan komposisi briket tidak memiliki perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai F_{hitung} lebih kecil dari pada F_{tabel} (2,87) dan alpha 0,05, yang berarti bahwa H_0 (hipotesis nol) diterima. Ini berarti bahwa rata-

rata nilai kenaikan suhu pembakaran briket setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai kenaikan pembakaran briket. Hasil uji statistik dengan anova selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil uji statistik dengan ANOVA untuk kenaikan suhu pembakaran briket

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F _{hitung}	F _{tabel}
Antar kelompok	4	13769,17	3442,29	0,7	2,87
Dalam kelompok (error)	20	345308,7	4863,5		
Total	24	359077,9			

(Sumber: Data diolah, 2015)

4.2 Pembahasan

Pada hasil dan analisis bahwa perlakuan komposisi pada setiap briket memberikan hasil pengukuran yang berbeda-beda pada setiap uji karakterisasi briket. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi jumlah komposisi dan jenis bahan penyusun briket memberikan pengaruh terhadap karakteristik briket. Penelitian ini dilakukan dengan 5 kali pengulangan setiap perlakuan dengan variasi jumlah bahan yang berbeda, data penelitian selengkapnya disajikan pada lampiran A.

Pada tabel 4.1 terlihat bahwa ukuran pada masing-masing briket setiap perlakuan memiliki ukuran yang berbeda-beda. Sehingga berpengaruh pada besar kecilnya gaya tekan yang dibutuhkan saat mencetak briket. Dari data yang ditunjukkan pada gambar 4.1 diperoleh gaya tekan yang berbeda pada setiap dimensi briket, dimana berat briket yang digunakan untuk semua dimensi pengempaan sama yaitu rata-rata sebesar 60 g dan akan mengalami pengurangan berat setelah dilakukan pengeringan pada briket. Dengan adanya tekanan kempa pada dimensi briket yang semakin kecil maka akan mempengaruhi nilai gaya tekan pada masing-masing briket. Hal ini sesuai dengan penunjukan grafik pada perlakuan 1 memiliki nilai rata-rata gaya tekan paling tinggi yaitu sebesar

2672312.7 *newton* dan pada perlakuan 4 memiliki nilai rata-rata gaya tekan terkecil yaitu sebesar 2465214 *newton*. Terjadinya perbedaan nilai gaya tekan pada masing-masing briket dipengaruhi oleh *losses* atau kehilangan bahan yang terjadi saat dikempa. Meskipun jumlah komposisi bahan penyusun briket antar perlakuan berbeda, tetapi hasil uji anova menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak memiliki perbedaan gaya tekan yang signifikan.

Pada tabel 4.3 terlihat bahwa nilai kadar air dari yang tertinggi hingga terendah yaitu perlakuan 1 dengan perbandingan jumlah bahan 10 g : 50 g sebesar 6,14%; perlakuan 2 dengan perbandingan jumlah bahan 20 g : 40 g sebesar 5,73%; perlakuan 4 dengan perbandingan jumlah bahan 40 g : 20 g sebesar 5,59%; perlakuan 3 dengan perbandingan jumlah bahan 30 g : 30 g sebesar 5,39%; dan perlakuan 5 dengan perbandingan jumlah bahan 50 g : 10 g sebesar 5,08%.

Kadar air sangat mempengaruhi kualitas dari produk briket. Kadar air pada produk briket diharapkan serendah mungkin agar tidak sulit dalam penyalaan dan briket tidak banyak mengeluarkan asap pada saat pembakaran. Penetapan kadar air ini bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis briket, yaitu kemampuan briket untuk menyerap air dari udara sekelilingnya pada pori-pori di permukaan produk. Nilai kadar air pada setiap perlakuan terjadi perbedaan hal tersebut diduga karena adanya perbedaan hilangnya air saat briket dikempa dan terjadinya penguapan kadar air saat proses pengeringan.

Berdasarkan tabel 4.5 dalam pengujian briket arang daun dengan perbandingan jumlah bahan penyusun briket antara 10 g : 50 g membutuhkan waktu 4235,6 detik untuk melakukan proses pembakaran briket sampai briket terbakar habis. Pengujian briket arang daun dengan perbandingan jumlah bahan penyusun briket antara 20 g : 40 g membutuhkan waktu 4059,4 detik untuk melakukan proses pembakaran briket sampai briket terbakar habis. Pengujian briket arang daun dengan perbandingan jumlah bahan penyusun briket antara 30 g : 30 g membutuhkan waktu 4360,6 detik untuk melakukan proses pembakaran briket sampai briket terbakar habis. Pengujian briket arang daun dengan perbandingan jumlah bahan penyusun briket antara 40 g : 20 g membutuhkan

waktu 3837 detik untuk melakukan proses pembakaran briket sampai briket terbakar habis. Pengujian briket arang daun dengan perbandingan jumlah bahan penyusun briket antara 50 g : 10 g membutuhkan waktu 3644,8 detik untuk melakukan proses pembakaran briket sampai briket terbakar habis. Semakin mudah bahan briket terbakar, maka semakin cepat lama penyalaan briket hingga menjadi abu.

Laju pembakaran sangat erat kaitannya dengan nilai kerapatan. Semakin tinggi kerapatan briket maka semakin lambat laju pembakarannya. Dengan tingginya nilai kerapatan maka briket memiliki sedikit sekali kontak dengan udara (O_2) sehingga pembakaran menjadi lambat. Pada Gambar 4.3 terlihat nilai laju pembakaran rata-rata tertinggi sebesar 0,0064 g/detik diperoleh dari briket perlakuan 5 dengan perbandingan jumlah penyusun bahan briket sebesar 50 g : 10 g. Sedangkan laju pembakaran rata-rata terendah sebesar 0,0054 g/detik diperoleh dari briket perlakuan 1 dan 3. Hal ini diduga bahwa pada saat uji pembakaran, abu hasil pembakaran tidak berjatuhan hanya menempel pada briket sehingga sedikit udara yang masuk kedalam pori-pori briket dan perlakuan 1 dan 3 memiliki nilai kalor paling tinggi yang mengakibatkan laju pembakaran semakin lama.

Berdasarkan hasil analisis terlihat bahwa masing-masing perlakuan komposisi briket memiliki perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai F_{hitung} lebih besar dari pada F_{tabel} (2,87) dan alpha 0,05, yang berarti bahwa H_0 ditolak, atau diterimanya hipotesis alternatif (H_1) yaitu terdapat perbedaan rata-rata laju pembakaran dari setiap perlakuan komposisi briket. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan mempunyai efek terhadap laju pembakaran.

Kadar abu merupakan bahan sisa dari proses pembakaran yang sudah tidak memiliki nilai kalor atau tidak memiliki unsur karbon lagi. Salah satu unsur penyusun abu adalah silika. Pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa perlakuan 4 dengan perbandingan komposisi 40 g : 20 g memiliki kadar abu tertinggi yaitu 31,4%. Sedangkan perlakuan 2 dengan perbandingan komposisi 20 g : 40 g memiliki kadar abu yang terendah yaitu 22,1%. Hal ini disebabkan oleh perbandingan antara bahan baku yang digunakan, arang daun kering lebih banyak

menghasilkan kadar abu dari pada arang serbuk kayu. Menurut Hendra dan Darmawan (2000:46), salah satu unsur kadar abu adalah silika yang berpengaruh terhadap kurang baiknya nilai kalor briket. Jika bahan pembuatan briket dikarbonisasi terlebih dahulu, maka nilai kadar abu yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal tersebut dikarenakan kandungan silika dan mineral yang terdapat dalam bahan pembuatan briket telah banyak yang terbuang saat proses karbonisasi.

Pada tabel 4.9 merupakan hasil pengukuran jumlah energi briket untuk setiap perlakuan komposisi briket, terlihat bahwa perlakuan 4 memiliki nilai energi tertinggi yaitu 145320 joule. Perlakuan 1 memiliki energi sebesar 135240 joule, perlakuan 3 memiliki energi sebesar 127680 joule dan perlakuan 5 memiliki energi sebesar 126840 joule. Sedangkan pada perlakuan 2 memiliki jumlah energi terendah yaitu 121800 joule. Hal ini diduga jika selisih suhu semakin besar maka semakin besar pula nilai kalor briket tersebut. Meskipun variasi komposisi bahan penyusun briket antar perlakuan berbeda, tetapi hasil uji anova menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak memiliki perbedaan jumlah energi yang signifikan.

Proses pengujian suhu air dilakukan dengan memasak air pada panci hingga briket yang ada didalam tungku habis terbakar sepenuhnya. Stopwatch dinyalakan untuk mengetahui waktu yang diperlukan untuk briket memanaskan air pada suhu maksimal. Suhu pembakaran briket menghasilkan suhu air yang juga meningkat seiring naiknya suhu pembakaran briket. Pada Gambar 4.6 disajikan grafik perbandingan suhu air tiap perlakuan briket. Pada grafik terlihat perbandingan suhu air yang dihasilkan dari pembakaran briket untuk semua perlakuan. Suhu rata-rata air didalam panci untuk P1 memiliki suhu air sebesar 49,84 °C, P2 memiliki suhu air 49,60 °C, P3 memiliki suhu air 49,25, P4 memiliki suhu air 51,96 °C, dan pada P5 sebesar 51,30 °C. Hasil yang didapatkan tersebut memiliki hubungan dengan suhu pembakaran briket, sehingga suhu air tertinggi terdapat pada P4 yaitu pada komposisi arang daun kering 40 g dengan campuran arang serbuk kayu 20 g. Hal ini diduga karena pada P4 mempunyai suhu pembakaran dan energi briket yang paling tinggi sehingga mengakibatkan suhu maksimal air juga meningkat.

Berdasarkan data yang diperoleh terdapat perbedaan nilai suhu antara P1, P2, P3, P4, dan P5. Untuk membuktikan perbedaan tersebut perlu dilakukan metode pengujian ANOVA yang disajikan pada Tabel 4.11. Hasil tersebut membuktikan bahwa masing-masing perlakuan komposisi briket tidak memiliki perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai F_{hitung} lebih kecil dari pada F_{tabel} (2,87) dan alpha 0,05, yang berarti bahwa H_0 (hipotesis nol) diterima. Ini berarti bahwa rata-rata nilai kenaikan suhu air di dalam panci setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai kenaikan suhu di dalam panci.

Pada Gambar 4.7 disajikan grafik perbandingan suhu pembakaran briket tiap perlakuan. Pada grafik terlihat bahwa pada suhu pembakaran briket untuk semua perlakuan mengalami perbedaan nilai suhu. Suhu rata-rata pembakaran briket untuk P1 memiliki suhu sebesar 121,54 °C, P2 memiliki suhu 135,74 °C, P3 memiliki suhu 106,74 °C, P4 memiliki suhu 139,79 °C, dan pada P5 sebesar 141,26 °C. Hal ini diduga karena pada P4 mempunyai energi briket yang paling tinggi dan juga mempunyai waktu tercepat untuk menaikkan suhu air yang maksimal.

Berdasarkan data yang diperoleh terdapat perbedaan nilai suhu pembakaran antara P1, P2, P3, P4, dan P5. Untuk membuktikan perbedaan tersebut perlu dilakukan metode pengujian ANOVA yang disajikan pada Tabel 4.12. Hasil tersebut membuktikan bahwa masing-masing perlakuan komposisi briket tidak memiliki perbedaan yang signifikan ditunjukkan dengan nilai F_{hitung} lebih kecil dari pada F_{tabel} (2,87) dan alpha 0,05, yang berarti bahwa H_0 (hipotesis nol) diterima. Ini berarti bahwa rata-rata nilai kenaikan suhu air di dalam panci setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai suhu pembakaran.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis pengujian briket arang daun kering dengan campuran arang serbuk kayu dengan variasi jumlah komposisi bahan penyusun briket antara lain 10 g : 50 g, 20 g : 40 g, 30 g : 30 g, 40 g : 20 g, dan 50 g : 10 g dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Perlakuan dengan komposisi arang daun dan arang serbuk kayu dengan perbandingan 50 g : 10 g memiliki nilai kadar air terendah yaitu 5,08 %. Semakin rendah kadar air yang diperoleh, maka semakin mudah untuk penyalaan briket.
2. Pada P2 dengan pebandingan bahan 20 g : 40 g memiliki kadar abu yang terendah yaitu 22,1 %. Semakin rendah kadar abu yang diperoleh, maka semakin sedikit jumlah silika yang tersisa dari hasil pembakaran.
3. Pada perbandingan bahan 10 g : 50 g dan 30 g : 30 g adalah memiliki nilai laju pembakaran terendah yaitu 0,0054 g/detik. Semakin mudah bahan briket terbakar, maka semakin cepat lama penyalaan briket hingga menjadi abu.
4. Perlakuan dengan perbandingan bahan 50 g : 10 g memiliki nilai suhu air dan suhu pembakaran briket tertinggi yaitu 51,30 °C dan 141,26 °C. Semakin besar selisih suhu maka semakin besar juga jumlah energi output.
5. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada setiap perlakuan, briket dengan perbandingan bahan 40 g : 20 g mempunyai kualitas terbaik karena mampu menghasilkan kalor tertinggi yaitu sebesar 145320 J dan cepat untuk mendidihkan air sebanyak 1 kg.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran untuk peyempurnaan penelitian lebih lanjut agar menghasilkan kualitas briket yang baik yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai berbagai komposisi bahan, baik bahan baku maupun perekat dan variasi tekanan. Selain itu juga dilakukan penelitian tentang lama proses karbonisasi untuk mengetahui briket yang dihasilkan memiliki mutu yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Agustina, Hartulistiwa, Irwanto, Nelwan, Purwanto, Siregar, Tambunan, Wulandani, dan Yamin. 1998. *Energi dan Elektrifikasi Pertanian*. Bogor: Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi IPB.
- Achmad, R. 1991. Briket Arang Lebih Baik dari Kayu Bakar. *Neraca*, Vol. 10(4):21-22.
- Agustina, S.E. dan Syafrian, A. 2005. *Mesin Pengempa Briket Limbah Biomasa, Salah Satu Solusi Penyediaan Bahan Bakar Pengganti BBM untuk Rumah Tangga dan Industri Kecil*. Bandung: Dalam Seminar Nasional dan Kongres Perteta.
- Agustina, S.E. 2007. *Potensi Limbah produksi Bio-Fuel sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Jakarta: Paper Konferensi Nasional Pemanfaatan Hasil Samping Industri Bio-Fuel Serta Peluang Pengembangan Industri Integreted.
- Boedjang. 1973. *Pembuatan Arang Cetak*. Bandung: Laporan Karya Utama Departemen Teknologi Kimia Fakultas Teknologi Industri ITB.
- Hartoyo, Y. A. dan Roliandi, H. 1978. *Percobaan Pembuatan Briket Arang dari Lima Jenis Kayu*. Bogor: Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan.
- Hendra dan Darmawan. 2000. *Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perekat dan Tekanan Kempa terhadap Kualitas Briket Arang*. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Hendra, D dan Pari, G. 2000. *Penyempurnaan Teknologi Pengolahan Arang. Laporan Hasil Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Kirana, M. 1985. *Pengaruh Tekanan Pengempaan dan Jenis Perekat dalam Pembuatan Arang Briket dari Tempurung Kelapa Sawit (Elaeis Guenensis Jacq)*. Bogor: Fateta IPB.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., dan Harriot, P. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering*. Fifth Edition. Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- Pari, G., dan Hartoyo.1983. *Beberapa Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang dari Limbah Arang Aktif*. Puslitbang Hasil Hutan: Bogor.

- Pari, G. 2002. "Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu." Tidak Diterbitkan. Makalah. Bogor: Program Pasca Sarjana S3 Institut Pertanian Bogor.
- Ringkuangan. 1993. *Pengembangan Pembuatan Bahan Briket dari Arang Tempurung*. Menado: Balai Penelitian dan Pengembangan Industri.
- Sa'id, E.G. 1996. *Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit*. Bogor: Trubus Agriwidya.
- Sinurat, E. 2011. *Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete dan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Makasar: Jurusan Mesin Fakultas Teknik UNHAS.
- Sulistyanto, A. 2006. Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa. *Media Mesin*. Vol.7(2): 77-84.
- Suparno, H.P. dan Iswandaru. 2000. *Pengaruh Jenis Serbuk dan Kerapatan Ogalit terhadap Rendemen Kualitas Briket Arang*. Prosiding Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia Hal 472-486. BIGRAF Publishing.
- Yulistina, N. D. 2001. "Analisis Energi dan Biomasa dalam Proses Pembuatan Briket Arang." Tidak Diterbitkan. Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB.

LAMPIRAN A. DATA HASIL PENGUKURAN UJI KARAKTERISTIK BRIKET

A.1 Pengujian Briket Perlakuan 1 (10 g Daun Kering dengan 50 g Serbuk Kayu)

A.1.1 Pengujian Suhu Pembakaran Briket

Waktu (menit)	Pengulangan (Suhu Pembakaran Briket °C)					Rata-rata	Std
	1	2	3	4	5		
0	30	32	33	31	27	30.6	2.30
5	47	65	88	60	44	60.8	17.54
10	135	136	135	101	135	128.4	15.32
15	160	173	214	172	181	180	20.43
20	227	216	209	274	195	224.2	30.16
25	171	190	178	288	235	212.4	49.05
30	173	244	100	235	210	192.4	58.53
35	183	196	102	196	191	173.6	40.38
40	132	151	100	212	196	158.2	45.96
45	116	155	84	168	154	135.4	34.68
50	114	129	57	155	126	116.2	36.31
55	105	102	41	125	107	96	32.03
60	82	80	38	110	85	79	25.92
65	57	49		82	61	62.25	14.08
70	54	34		53	40	45.25	9.84
75				50		50	
80							
Min	30	32	33	31	27	30.6	2.30
Max	227	244	214	288	235	241.6	28.18

A.1.2 Pengujian Suhu Air di Dalam Panci

Waktu (menit)	Pengulangan (Suhu air °C)					Rata- Rata	Std
	1	2	3	4	5		
0	28	28	28	30	27	28.2	1.10
5	29	28	30	31	28	29.2	1.30
10	32	33	32	34	32	32.6	0.89
15	37	39	41	39	40	39.2	1.48
20	44	44	51	46	47	46.4	2.88
25	48	50	57	54	53	52.4	3.51
30	51	54	58	59	57	55.8	3.27
35	55	57	58	62	59	58.2	2.59
40	58	59	57	64	61	59.8	2.77
45	59	59	55	64	61	59.6	3.29
50	59	58	53	65	61	59.2	4.38
55	58	56	50	63	60	57.4	4.88
60	58	54	50	61	59	56.4	4.39
65	57	51		60	56	56	3.74
70	54	48		57	53	53	3.74
75				54		54	
80							
Min	28	28	28	30	27	28.20	1.10
Max	59	59	58	65	61	60.40	2.79

A.1.3 Pengujian Kadar Air Briket

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)		Kadar Air %	Rata-rata kadar air %
			Awal	Akhir		
P1	1	4.5	15.45	14.79	6.41	6.14
	2	3.97	8.28	8.04	5.90	
	3	3.93	16.72	15.97	6.23	
	4	4.55	12.87	12.42	5.72	
	5	4.53	16.47	15.75	6.42	

$$Kadar\ air = \frac{massa\ sampel\ awal\ (g) - massa\ sampel\ akhir\ (g)}{massa\ sampel\ akhir\ (g)} \times 100\%$$

$$Pengulangan\ 1 = \frac{((15,45)-(4,5)) - ((14,79)-(4,5))}{((14,79)-(4,5))} \times 100\% = 6,41\%$$

$$Pengulangan\ 2 = \frac{((8,28)-(3,97)) - ((8,04)-(3,97))}{((8,04)-(3,97))} \times 100\% = 5,90\%$$

$$Pengulangan\ 3 = \frac{((16,72)-(3,93)) - ((15,97)-(3,93))}{((15,97)-(3,93))} \times 100\% = 6,23\%$$

$$Pengulangan\ 4 = \frac{((12,87)-(4,55)) - ((12,42)-(4,55))}{((12,42)-(4,55))} \times 100\% = 5,72\%$$

$$Pengulangan\ 5 = \frac{((16,47)-(4,53)) - ((15,75)-(4,53))}{((15,75)-(4,53))} \times 100\% = 6,42\%$$

A.1.4 Pengujian Laju Pembakaran

Perlakuan	Ulangan	Massa briket (g)	Waktu pembakaran (s)	Laju pembakaran (g/s)
P1	1	22.5	4244	0.0053
	2	20	4216	0.0047
	3	20	3921	0.0051
	4	27.5	4555	0.0060
	5	25	4242	0.0059
Rata2		23	4235.6	0.0054

$$\text{Laju pembakaran (g/detik)} = \frac{massa\ briket\ (g)}{waktu\ pembakaran\ (detik)}$$

$$Pengulangan\ 1 = \frac{22,5\ g}{4244\ s} = 0,0053\ g/s$$

$$Pengulangan\ 2 = \frac{20\ g}{4216\ s} = 0,0047\ g/s$$

$$Pengulangan\ 3 = \frac{20\ g}{3921\ s} = 0,0051\ g/s$$

$$Pengulangan\ 4 = \frac{27,5\ g}{4555\ s} = 0,0060\ g/s$$

$$Pengulangan\ 5 = \frac{25\ g}{4242\ s} = 0,0059\ g/s$$

A.1.5 Pengujian Kadar Abu

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)	Berat Abu (g)	Kadar Abu %	Rata-rata kadar abu %
P1	1	4.5	14.79	2.73	26.5	24.1
	2	3.97	8.04	0.87	21.4	
	3	3.93	15.97	2.93	24.3	
	4	4.55	12.42	2.07	26.3	
	5	4.53	15.75	2.48	22.1	

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu (g)}}{\text{berat briket sebelum pengabuan (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Pengulangan 1} = \frac{2,73}{(14,79-4,5)} \times 100\% = 26,5 \%$$

$$\text{Pengulangan 2} = \frac{0,87}{(8,04-3,97)} \times 100\% = 21,4 \%$$

$$\text{Pengulangan 3} = \frac{2,93}{(15,97-3,93)} \times 100\% = 24,3 \%$$

$$\text{Pengulangan 4} = \frac{2,07}{(12,42-4,55)} \times 100\% = 26,3 \%$$

$$\text{Pengulangan 5} = \frac{2,48}{(15,75-4,53)} \times 100\% = 22,1 \%$$

A.1.6 Dimensi Briket (Gaya)

Perlakuan	Ulangan	Tekanan kg/cm ²	Diameter (cm)	Tinggi(cm)	Gaya (N)
P1	1	3000	3.85	5.6	2729209.5
	2	3000	3.875	5.425	2687643.75
	3	3000	3.8	5.425	2622057
	4	3000	3.8	5.55	2666802
	5	3000	3.8	5.45	2631006
Rata2			3.825	5.49	2667343.65

$$\text{Gaya (N)} = \text{Tekanan} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \text{Luas permukaan briket cm}^2$$

$$\text{Pengulangan 1} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 9096,9 \text{ mm}^2 = 2729209.5 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 2} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8958,4 \text{ mm}^2 = 2687643.7 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 3} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8740,19 \text{ mm}^2 = 2622057 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 4} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8889,3 \text{ mm}^2 = 2666802 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 5} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 11166,3 \text{ mm}^2 = 2631006 \text{ N}$$

A.1.7 Jumlah Energi Output

Perlakuan	Ulangan	Massa air (kg)	Kalor jenis air (j/kg. °C)	Suhu air °C		Jumlah kalor (joule)
				Max	Min	
P1	1	1	4200	59	28	130200
	2	1	4200	59	28	130200
	3	1	4200	58	28	126000
	4	1	4200	65	30	147000
	5	1	4200	61	27	142800
Rata2				60.4	28.2	135240

$$Q \text{ (Joule)} = m \text{ (kg)} \cdot C_{\text{air}} \text{ (4200 (J/kg. } ^\circ\text{C))} \cdot t$$

$$\text{Pengulangan 1} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (59^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) = 130200 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 2} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (59^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) = 130200 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 3} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (58^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) = 126000 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 4} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (65^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 147000 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 5} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (61^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) = 142800 \text{ J}$$

A.2 Pengujian Briket Perlakuan 2 (20 g Daun Kering Dengan 40 g Serbuk Kayu)

A.2.1 Pengujian Suhu Pembakaran Briket

Waktu (menit)	Pengulangan (Suhu Pembakaran Briket °C)					Rata-rata	Std
	1	2	3	4	5		
0	32	31	31	31	31	31.2	0.45
5	175	96	99	170	170	142	40.69
10	229	187	246	235	250	229.4	25.15
15	243	282	200	245	220	238	30.73
20	247	319	214	209	247	247.2	43.92
25	239	280	170	187	284	232	52.26
30	222	228	162	173	202	197.4	29.20
35	196	190	170	155	81	158.4	46.23
40	208	203	134	120	117	156.4	45.31
45	157	160	108	116	91	126.4	30.68
50	109	132	96	73	87	99.4	22.46
55	79	149	73	63	54	83.6	37.79
60	66	110	62	52	46	67.2	25.20
65	44	88	37	36		51.25	24.76
70		69				69	
75		43				43	
80							
Min	32	31	31	31	31	31.2	0.45
Max	247	319	246	245	284	268.2	32.83

A.2.2 Pengujian Suhu Air Dalam Panci

Waktu (menit)	Pengulangan (Suhu air °C)					Rata-rata	Std
	1	2	3	4	5		
0	30	29	28	28	29	28.8	0.84
5	34	31	30	31	34	32	1.87
10	43	37	32	37	49	39.6	6.54
15	51	42	37	44	52	45.2	6.30
20	56	47	41	49	56	49.8	6.38
25	61	52	44	53	59	53.8	6.69
30	62	55	45	56	60	55.6	6.58
35	65	58	46	57	60	57.2	6.98
40	64	60	46	58	60	57.6	6.84
45	64	58	46	58	59	57	6.63
50	63	58	46	57	57	56.2	6.22
55	61	58	45	55	54	54.6	6.02
60	58	55	44	52	52	52.2	5.22
65	53	55	42	50		50	5.72
70		53				53	
75		51				51	
80							
Min	30	29	28	28	29	28.8	0.84
Max	65	60	46	58	60	57.8	7.09

A.2.3 Pengujian Kadar Air

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)		Kadar Air %	Rata-rata kadar air %
			Awal	Akhir		
P2	1	4.49	16.4	15.82	5.12	5.73
	2	4.73	16.37	15.8	5.15	
	3	4.47	15.9	15.16	6.92	
	4	4.59	15.47	14.78	6.77	
	5	3.91	11.76	11.41	4.67	

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{massa sampel awal (g)} - \text{massa sampel akhir (g)}}{\text{massa sampel akhir (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Pengulangan 1} = \frac{(16,4-4,49)-(15,82-4,49)}{(15,82-4,49)} \times 100\% = 5,12 \%$$

$$\text{Pengulangan 2} = \frac{(16,37-4,73)-(15,8-4,73)}{(15,8-4,73)} \times 100\% = 5,15 \%$$

$$\text{Pengulangan 3} = \frac{(15,9-4,47)-(15,16-4,47)}{(15,16-4,47)} \times 100\% = 6,92 \%$$

$$\text{Pengulangan 4} = \frac{(15,47-4,59)-(14,78-4,59)}{(14,78-4,59)} \times 100\% = 6,77 \%$$

$$\text{Pengulangan 5} = \frac{(11,76-3,91)-(11,41-3,91)}{(11,41-3,91)} \times 100\% = 4,67 \%$$

A.2.4 Pengujian Laju Pembakaran

Perlakuan	Ulangan	Massa briket (g)	Waktu pembakaran (s)	Laju pembakaran (g/s)
P2	1	22.5	3924	0.0057
	2	27.5	4507	0.0061
	3	22.5	4120	0.0055
	4	22.5	3953	0.0057
	5	22.5	3793	0.0059
Rata2		23.5	4059.4	0.0058

$$\text{Laju pembakaran (g/detik)} = \frac{\text{massa briket (g)}}{\text{waktupembakaran (detik)}}$$

$$\text{Pengulangan 1} = \frac{22,5 \text{ g}}{3924 \text{ s}} = 0,0057 \text{ g/s}$$

$$\text{Pengulangan 2} = \frac{27,5 \text{ g}}{4507 \text{ s}} = 0,0061 \text{ g/s}$$

$$\text{Pengulangan 3} = \frac{22,5 \text{ g}}{4120 \text{ s}} = 0,0055 \text{ g/s}$$

$$\text{Pengulangan 4} = \frac{22,5 \text{ g}}{3953 \text{ s}} = 0,0057 \text{ g/s}$$

$$\text{Pengulangan 5} = \frac{22,5 \text{ g}}{3793 \text{ s}} = 0,0059 \text{ g/s}$$

A.2.5 Pengujian Kadar Abu

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)	Berat Abu (g)	Kadar Abu %	Rata-rata kadar abu %
P2	1	4.49	15.82	1.85	16.3	22.1
	2	4.73	15.8	2.64	23.8	
	3	4.47	15.16	2.84	26.6	
	4	4.59	14.78	2.43	23.8	
	5	3.91	11.41	1.5	20.0	

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu (g)}}{\text{berat briket sebelum pengabuan (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Pengulangan 1} = \frac{1,85}{15,82 - 4,49} \times 100\% = 16,3 \%$$

$$\text{Pengulangan 2} = \frac{2,64}{15,8 - 4,73} \times 100\% = 23,8 \%$$

$$\text{Pengulangan 3} = \frac{2,84}{15,16 - 4,47} \times 100\% = 26,6 \%$$

$$\text{Pengulangan 4} = \frac{2,43}{14,78 - 4,59} \times 100\% = 23,8 \%$$

$$\text{Pengulangan 5} = \frac{1,5}{11,41 - 3,91} \times 100\% = 20 \%$$

A.2.6 Dimensi Briket (Gaya)

Perlakuan	Ulangan	Tekanan kg/cm ²	Diameter (cm)	Tinggi(cm)	Gaya (N)
P2	1	3000	3.8	4.6	2326740
	2	3000	3.8	4.7	2362536
	3	3000	3.8	5.275	2568363
	4	3000	3.8	5.35	2595210
	5	3000	3.85	5.125	2557294.5
Rata2			3.81	5.01	2482028.7

$$\text{Gaya (N)} = \text{Tekanan} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \text{Luas permukaan briket cm}^2$$

$$\text{Pengulangan 1} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 7755,8 \text{ mm}^2 = 2326740 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 2} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 7875,12 \text{ mm}^2 = 2362536 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 3} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8561,21 \text{ mm}^2 = 2568363 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 4} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8650,7 \text{ mm}^2 = 2595210 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 5} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 10319,31 \text{ mm}^2 = 2557294.5 \text{ N}$$

A.2.7 Jumlah Energi Output

Perlakuan	Ulangan	Massa air (kg)	Kalor jenis air (j/kg. °C)	Suhu air °C		Jumlah kalor (joule)
				Max	Min	
P2	1	1	4200	65	30	147000
	2	1	4200	60	29	130200
	3	1	4200	46	28	75600
	4	1	4200	58	28	126000
	5	1	4200	60	29	130200
Rata2		1	4200	57.8	28.8	121800

$$Q \text{ (Joule)} = m \text{ (kg)} \cdot C_{\text{air}} \text{ (4200 (J/kg. } ^\circ\text{C))} \cdot t$$

$$\text{Pengulangan 1} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (65^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 147000 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 2} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (60^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}) = 130200 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 3} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (46^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) = 75600 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 4} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (58^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) = 126000 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 5} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (60^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}) = 130200 \text{ J}$$

A.3 Pengujian Briket Perlakuan 3 (30 g Daun Kering Dengan 30 g Serbuk Kayu)

A.3.1 Pengujian Suhu Pembakaran Briket

Waktu (menit)	Pengulangan (Suhu Pembakaran Briket °C)					Rata- rata	Std
	1	2	3	4	5		
0	31	31	30	31	31	30.8	0.45
5	56	70	101	84	62	74.6	18.11
10	69	134	156	136	64	111.8	42.28
15	82	164	140	159	139	136.8	32.60
20	115	171	200	200	180	173.2	34.91
25	126	173	185	216	189	177.8	32.95
30	130	176	165	201	156	165.6	26.08
35	146	188	153	171	182	168	18.12
40	151	180	90	138	128	137.4	32.92
45	165	162	89	135	104	131	34.01
50	126	110	80	105	93	102.8	17.40
55	88	86	64	92	87	83.4	11.08
60	97	81	40	89	48	71	25.45
65	88	56	39	56	38	55.4	20.22
70	63	41	36	39		44.75	12.34
75	53	34				43.5	13.44
80							
Min	31	31	30	31	31	30.8	0.45
Max	165	188	200	216	189	191.6	18.66

A.3.2 Pengujian Suhu Air Dalam Panci

Waktu (menit)	Pengulangan (Suhu air °C)					Rata-rata	Std
	1	2	3	4	5		
0	30	29	28	28	29	28.8	0.84
5	32	32	32	33	34	32.6	0.89
10	32	36	38	43	39	37.6	4.04
15	35	41	46	53	47	44.4	6.77
20	41	45	49	59	49	48.6	6.69
25	47	49	50	62	54	52.4	5.94
30	53	50	53	65	55	55.2	5.76
35	63	51	54	66	55	57.8	6.38
40	66	51	56	65	54	58.4	6.73
45	65	52	57	65	54	58.6	6.11
50	62	52	57	64	53	57.6	5.32
55	60	51	56	63	52	56.4	5.13
60	59	49	54	61	50	54.6	5.32
65	56	47	42	58	47	50	6.75
70	53	45	40	54		48	6.68
75	51	43				47	5.66
80							
Min	30	29	28	28	29	28.8	0.84
Max	66	52	57	66	55	59.2	6.46

A.3.3 Pengujian Kadar Air

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)		Kadar Air %	Rata-rata kadar air %
			Awal	Akhir		
P3	1	4.61	18.84	18.06	5.80	5.39
	2	4.9	16.53	15.92	5.54	
	3	3.91	9.74	9.42	5.81	
	4	3.85	12.12	11.79	4.16	
	5	3.88	16.22	15.56	5.65	

$$Kadar\ air = \frac{massa\ sampel\ awal\ (g) - massa\ sampel\ akhir\ (g)}{massa\ sampel\ akhir\ (g)} \times 100\%$$

$$Pengulangan\ 1 = \frac{(18,84 - 4,61) - (18,06 - 4,61)}{(18,06 - 4,61)} \times 100\% = 5,80\%$$

$$Pengulangan\ 2 = \frac{(16,53 - 4,9) - (15,92 - 4,9)}{(15,92 - 4,9)} \times 100\% = 5,54\%$$

$$Pengulangan\ 3 = \frac{(9,74 - 3,91) - (9,42 - 3,91)}{(9,42 - 3,91)} \times 100\% = 5,81\%$$

$$Pengulangan\ 4 = \frac{(12,12 - 3,85) - (11,79 - 3,85)}{(11,79 - 3,85)} \times 100\% = 4,16\%$$

$$Pengulangan\ 5 = \frac{(16,22 - 3,88) - (15,56 - 3,88)}{(15,56 - 3,88)} \times 100\% = 5,65\%$$

A.3.4 Pengujian Laju Pembakaran

Perlakuan	Ulangan	Massa briket (g)	Waktu pembakaran (s)	Laju pembakaran (g/s)
P3	1	27.5	4669	0.0059
	2	25	4562	0.0055
	3	22.5	4255	0.0053
	4	22.5	4315	0.0052
	5	20	4002	0.0050
Rata2		23.5	4360.6	0.0054

$$\text{Laju pembakaran (g/detik)} = \frac{massa\ briket\ (g)}{waktu\ pembakaran\ (detik)}$$

$$Pengulangan\ 1 = \frac{27,5\ g}{4669\ s} = 0,0059\ g/s$$

$$Pengulangan\ 2 = \frac{25\ g}{4562\ s} = 0,0055\ g/s$$

$$Pengulangan\ 3 = \frac{22,5\ g}{4255\ s} = 0,0053\ g/s$$

$$Pengulangan\ 4 = \frac{22,5\ g}{4315\ s} = 0,0052\ g/s$$

$$Pengulangan\ 5 = \frac{20\ g}{4002\ s} = 0,0050\ g/s$$

A.3.5 Pengujian Kadar Abu

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)	Berat Abu (g)	Kadar Abu %	Rata-rata kadar abu %
P3	1	4.61	18.06	2.49	18.5	23.8
	2	4.9	15.92	2.05	18.6	
	3	3.91	9.42	1.98	35.9	
	4	3.85	11.79	1.85	23.3	
	5	3.88	15.56	2.62	22.4	

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu (g)}}{\text{berat briket sebelum pengabuan (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Pengulangan 1} = \frac{2,49}{18,06 - 4,61} \times 100\% = 18,5 \%$$

$$\text{Pengulangan 2} = \frac{2,05}{15,92 - 4,9} \times 100\% = 18,6 \%$$

$$\text{Pengulangan 3} = \frac{1,98}{9,42 - 3,91} \times 100\% = 35,9 \%$$

$$\text{Pengulangan 4} = \frac{1,85}{11,79 - 3,85} \times 100\% = 23,3 \%$$

$$\text{Pengulangan 5} = \frac{2,62}{15,59 - 3,88} \times 100\% = 22,4 \%$$

A.3.6 Dimensi Briket (Gaya)

Perlakuan	Ulangan	Tekanan kg/cm ²	Diameter (cm)	Tinggi(cm)	Gaya (N)
P3	1	3000	3.825	5.325	2607102.75
	2	3000	3.825	4.75	2400098.25
	3	3000	3.825	4.475	2302130.25
	4	3000	3.85	5.375	2648668.5
	5	3000	3.8	5.35	2595210
Rata2			3.825	5.055	2510641.95

$$\text{Gaya (N)} = \text{Tekanan} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \text{Luas permukaan briket cm}^2$$

$$\text{Pengulangan 1} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8692,5 \text{ mm}^2 = 2607102.75 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 2} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8001,9 \text{ mm}^2 = 2400098.25 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 3} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 7671,7 \text{ mm}^2 = 2302130.25 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 4} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8824,9 \text{ mm}^2 = 2648668.5 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 5} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8650,7 \text{ mm}^2 = 2595210 \text{ N}$$

A.3.7 Jumlah Energi Ouput

Perlakuan	Ulangan	Massa air (kg)	Kalor jenis air (j/kg. °C)	Suhu air °C		Jumlah kalor (joule)
				Max	Min	
P3	1	1	4200	66	30	151200
	2	1	4200	52	29	96600
	3	1	4200	57	28	121800
	4	1	4200	66	28	159600
	5	1	4200	55	29	109200
Rata2		1	4200	59.2	28.8	127680

$$Q \text{ (Joule)} = m \text{ (kg)} \cdot C_{\text{air}} \text{ (4200 (J/kg. } ^\circ\text{C))} \cdot t$$

$$\text{Pengulangan 1} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (66^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 151200 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 2} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (52^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}) = 96600 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 3} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (57^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) = 121800 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 4} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (66^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) = 159600 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 5} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (55^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}) = 109200 \text{ J}$$

A.4 Pengujian Briket Perlakuan 4 (40 g Daun Kering Dengan 20 g Serbuk Kayu)

A.4.1 Pengujian Suhu Pembakan Briket

Waktu (menit)	Pengulangan (Suhu Pembakaran Briket °C)					Rata-rata	Std
	1	2	3	4	5		
0	31	31	31	30	31	30.8	0.45
5	192	267	293	221	210	236.6	41.97
10	210	276	300	256	44	217.2	102.31
15	210	217	272	260	236	239	26.76
20	216	193	241	220	268	227.6	28.29
25	195	141	203	209	207	191	28.46
30	166	139	190	169	193	171.4	21.78
35	107	120	147	137	183	138.8	29.11
40	98	90	137	141	165	126.2	31.41
45	91	70	108	115	151	107	30.11
50	93	67	107	107	101	95	16.67
55	80	51	76	76	86	73.8	13.39
60	62	37	72	45	55	54.2	13.77
65	57		40			48.5	12.02
70							
80							
Min	31	31	31	30	31	30.8	0.45
Max	216	276	300	260	268	264	30.72

A.4.2 Pengujian Suhu Air Dalam Panci

Waktu (menit)	Pengulangan (Suhu air °C)					Rata-rata	Std
	1	2	3	4	5		
0	27	28	25	24	29	26.6	2.07
5	36	40	37	30	36	35.8	3.63
10	45	50	44	41	44	44.8	3.27
15	53	57	50	59	49	53.6	4.34
20	58	61	55	53	53	56	3.46
25	62	61	57	56	54	58	3.39
30	63	62	58	55	55	58.6	3.78
35	65	61	59	56	56	59.4	3.78
40	64	60	58	57	57	59.2	2.95
45	61	57	56	59	56	57.8	2.17
50	60	56	56	63	54	57.8	3.63
55	58	53	54	61	51	55.4	4.04
60	56	50	51	58	50	53	3.74
65	54		49			51.5	3.54
70							
80							
Min	27	28	25	24	29	26.6	2.07
Max	65	62	59	63	57	61.2	3.19

A.4.3 Pengujian Kadar Air

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)		Kadar Air %	Rata-rata kadar air %
			Awal	Akhir		
P4	1	3.85	19.26	18.54	4.90	5.59
	2	4.66	13.18	12.74	5.45	
	3	5.04	15.24	14.63	6.36	
	4	4	16.05	15.42	5.52	
	5	3.9	16.8	16.1	5.74	

$$Kadar\ air = \frac{massa\ sampel\ awal\ (g) - massa\ sampel\ akhir\ (g)}{massa\ sampel\ akhir\ (g)} \times 100\%$$

$$Pengulangan\ 1 = \frac{(19,26 - 3,85) - (18,54 - 3,85)}{(18,54 - 3,85)} \times 100\% = 4,90\%$$

$$Pengulangan\ 2 = \frac{(13,18 - 4,66) - (12,74 - 4,66)}{(12,74 - 4,66)} \times 100\% = 5,45\%$$

$$Pengulangan\ 3 = \frac{(15,25 - 5,04) - (14,63 - 5,04)}{(14,63 - 5,04)} \times 100\% = 6,36\%$$

$$Pengulangan\ 4 = \frac{(16,05 - 4) - (15,42 - 4)}{(15,42 - 4)} \times 100\% = 5,52\%$$

$$Pengulangan\ 5 = \frac{(16,8 - 3,9) - (16,1 - 3,9)}{(16,1 - 3,9)} \times 100\% = 5,74\%$$

A.4.4 Pengujian Laju Pembakaran

Perlakuan	Ulangan	Massa briket (g)	Waktu pembakaran (s)	Laju pembakaran (g/s)
P4	1	27.5	4080	0.0067
	2	22.5	3764	0.0060
	3	25	3910	0.0064
	4	20	3628	0.0055
	5	20	3803	0.0053
Rata2		23	3837	0.0060

$$\text{Laju pembakaran (g/detik)} = \frac{massa\ briket\ (g)}{waktu\ pembakaran\ (detik)}$$

$$Pengulangan\ 1 = \frac{27,5\ g}{4080\ s} = 0,0067\ g/s$$

$$Pengulangan\ 2 = \frac{22,5\ g}{3764\ s} = 0,0060\ g/s$$

$$Pengulangan\ 3 = \frac{25\ g}{3910\ s} = 0,0064\ g/s$$

$$Pengulangan\ 4 = \frac{20\ g}{3628\ s} = 0,0055\ g/s$$

$$\text{Pengulangan 5} = \frac{20 \text{ g}}{3803 \text{ s}} = 0,0053 \text{ g/s}$$

A.4.5 Pengujian Kadar Abu

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)	Berat Abu (g)	Kadar Abu %	Rata-rata kadar abu %
P4	1	3.85	18.54	3.71	25.3	31.4
	2	4.66	12.74	2.44	30.2	
	3	5.04	14.63	2.61	27.2	
	4	4	15.42	4.37	38.3	
	5	3.9	16.1	4.39	36.0	

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu (g)}}{\text{berat briket sebelum pengabuan (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Pengulangan 1} = \frac{3,71}{18,54 - 3,85} \times 100\% = 25,3 \%$$

$$\text{Pengulangan 2} = \frac{2,44}{12,74 - 4,66} \times 100\% = 30,2 \%$$

$$\text{Pengulangan 3} = \frac{2,61}{14,63 - 5,04} \times 100\% = 27,2 \%$$

$$\text{Pengulangan 4} = \frac{4,37}{15,42 - 4} \times 100\% = 38,3 \%$$

$$\text{Pengulangan 5} = \frac{4,39}{16,1 - 3,9} \times 100\% = 36,0$$

A.4.6 Dimensi Briket (Gaya)

Perlakuan	Ulangan	Tekanan kg/cm ²	Diameter (cm)	Tinggi(cm)	Gaya (N)
P4	1	3000	3.85	4.45	2312139
	2	3000	3.8	4.7	2362536
	3	3000	3.8	5.525	2657853
	4	3000	3.8	5.25	2559414
	5	3000	3.8	4.9	2434128
Rata2			3.81	4.965	2465214

$$\text{Gaya (N)} = \text{Tekanan} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \text{Luas permukaan briket cm}^2$$

$$\text{Pengulangan 1} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 7706,7 \text{ mm}^2 = 2312139 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 2} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 7875,12 \text{ mm}^2 = 2362536 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 3} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8859,51 \text{ mm}^2 = 2657853 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 4} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8531,38 \text{ mm}^2 = 2559414 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 5} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8113,76 \text{ mm}^2 = 2434128 \text{ N}$$

A.4 7 Jumlah Energi Output

Perlakuan	Ulangan	Massa air (kg)	Kalor jenis air (j/kg. °C)	Suhu air °C		Jumlah kalor (joule)
				Max	Min	
P4	1	1	4200	65	27	159600
	2	1	4200	62	28	142800
	3	1	4200	59	25	142800
	4	1	4200	63	24	163800
	5	1	4200	57	29	117600
Rata2		1	4200	61.2	26.6	145320

$$Q \text{ (Joule)} = m \text{ (kg)} \cdot C_{\text{air}} (4200 \text{ (J/kg. } ^\circ\text{C)}) \cdot t$$

$$\text{Pengulangan 1} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (65^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) = 159600 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 2} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (62^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) = 142800 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 3} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (59^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) = 142800 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 4} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (63^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C}) = 163800 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 5} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (57^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}) = 117600 \text{ J}$$

A.5 Pengujian Briket Perlakuan 5 (50 g Daun Kering Dengan 10 g Serbuk Kayu)

A.5.1 Pengujian Suhu Pembakaran Briket

Waktu (menit)	Pengulangan (Suhu Pembakaran Briket °C)					Rata-rata	Std
	1	2	3	4	5		
0	31	31	30	31	31	30.80	0.45
5	218	215	190	289	190	220.40	40.59
10	190	250	302	281	216	247.80	45.82
15	208	200	307	236	186	227.40	48.09
20	195	192	270	203	163	204.60	39.56
25	180	188	268	153	131	184.00	52.10
30	155	150	238	193	135	174.20	41.58
35	168	138	212	150	106	154.80	39.16
40	134	105	192	122	84	127.40	40.72
45	107	104	160	120	87	115.60	27.46
50	112	78	151	93	63	99.40	34.08
55	79	57	113	41	48	67.60	29.13
60	58		91		36	61.67	27.68
65			62			62.00	
70							
80							
Min	31	31	30	31	31	30.80	0.45
Max	218	250	307	289	216	256.00	41.14

A.5.2 Pengujian Suhu Air Dalam Panci

Waktu (menit)	Pengulangan (Suhu air °C)					Rata-rata	Std
	1	2	3	4	5		
0	27	27	28	30	30	28.40	1.52
5	36	36	34	37	37	36.00	1.22
10	43	44	43	45	42	43.40	1.14
15	50	51	50	51	47	49.80	1.64
20	54	51	56	53	49	52.60	2.70
25	57	58	59	55	50	55.80	3.56
30	59	59	61	56	51	57.20	3.90
35	62	60	62	57	51	58.40	4.62
40	61	61	62	57	50	58.20	4.97
45	62	60	62	56	49	57.80	5.50
50	61	59	61	54	48	56.60	5.59
55	59	55	60	52	47	54.60	5.32
60	56		58		46	53.33	6.43
65			56			56.00	
70							
80							
Min	27	27	28	30	30	28.40	1.52
Max	62	61	62	57	51	58.60	4.72

A.5.3 Pengujian Kadar Air

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)		Kadar Air %	Rata-rata kadar air %
			Awal	Akhir		
P5	1	3.85	15.68	15.12	4.97	5.08
	2	3.91	14.39	13.89	5.01	
	3	3.85	16.42	15.85	4.75	
	4	4.55	14.92	14.41	5.17	
	5	3.92	14.71	14.15	5.47	

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{massa sampel awal (g)} - \text{massa sampel akhir (g)}}{\text{massa sampel akhir (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Pengulangan 1} = \frac{(15,68 - 3,85) - (15,12 - 3,85)}{(15,12 - 3,85)} \times 100\% = 4,97 \%$$

$$\text{Pengulangan 2} = \frac{(14,39 - 3,91) - (13,89 - 3,91)}{(13,89 - 3,91)} \times 100\% = 5,01 \%$$

$$\text{Pengulangan 3} = \frac{(16,42 - 3,85) - (15,85 - 3,85)}{(15,85 - 3,85)} \times 100\% = 4,75 \%$$

$$\text{Pengulangan 4} = \frac{(14,92 - 4,55) - (14,41 - 4,55)}{(14,41 - 4,55)} \times 100\% = 5,17 \%$$

$$\text{Pengulangan 5} = \frac{(14,71 - 3,92) - (14,15 - 3,92)}{(14,15 - 3,92)} \times 100\% = 5,47 \%$$

A.5.4 Pengujian Laju Pembakaran

Perlakuan	Ulangan	Massa briket (g)	Waktu pembakaran (s)	Laju pembakaran (g/s)
P5	1	25	3868	0.0065
	2	20	3426	0.0058
	3	27.5	3964	0.0069
	4	22.5	3347	0.0067
	5	22.5	3619	0.0062
Rata2		23.5	3644.8	0.0064

$$\text{Laju pembakaran (g/detik)} = \frac{\text{massa briket (g)}}{\text{waktu pembakaran (detik)}}$$

$$\text{Pengulangan 1} = \frac{25 \text{ g}}{3868 \text{ s}} = 0,0065 \text{ g/s}$$

$$\text{Pengulangan 2} = \frac{20 \text{ g}}{3426 \text{ s}} = 0,0058 \text{ g/s}$$

$$\text{Pengulangan 3} = \frac{27,5 \text{ g}}{3964 \text{ s}} = 0,0069 \text{ g/s}$$

$$\text{Pengulangan 4} = \frac{22,5 \text{ g}}{3347 \text{ s}} = 0,0067 \text{ g/s}$$

$$\text{Pengulangan 5} = \frac{22,5 \text{ g}}{3619,5} = 0,0062 \text{ g/s}$$

A.5.5 Pengujian Kadar Abu

Perlakuan	Ulangan	Berat Wadah (g)	Berat Wadah + Sampel (g)	Berat Abu (g)	Kadar Abu %	Rata-rata kadar abu %
P5	1	3.85	15.12	2.55	22.6	31.1
	2	3.91	13.89	3.25	32.6	
	3	3.85	15.85	3.44	28.7	
	4	4.55	14.41	3.61	36.6	
	5	3.92	14.15	3.58	35.0	

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu (g)}}{\text{berat briket sebelum pengabuan (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Pengulangan 1} = \frac{2,55}{15,12 - 3,85} \times 100\% = 22,6 \%$$

$$\text{Pengulangan 2} = \frac{3,25}{13,89 - 3,91} \times 100\% = 32,6 \%$$

$$\text{Pengulangan 3} = \frac{3,44}{15,85 - 3,85} \times 100\% = 28,7 \%$$

$$\text{Pengulangan 4} = \frac{3,61}{14,41 - 4,55} \times 100\% = 36,6 \%$$

$$\text{Pengulangan 5} = \frac{3,58}{14,15 - 3,92} \times 100\% = 35,0 \%$$

A.5.6 Dimensi Briket (Gaya)

Perlakuan	Ulangan	Tekanan kg/cm ²	Diameter (cm)	Tinggi(cm)	Gaya (N)
P5	1	3000	3.8	4.65	2344638
	2	3000	3.825	4.575	2336748.75
	3	3000	3.8	5.4	2613108
	4	3000	3.8	5.5	2648904
	5	3000	3.8	4.8	2398332
Rata2			3.805	4.985	2468346.15

$$\text{Gaya (N)} = \text{Tekanan} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \text{Luas permukaan briket cm}^2$$

$$\text{Pengulangan 1} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 7815,46 \text{ mm}^2 = 2344638 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 2} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 7791,8 \text{ mm}^2 = 2336748.75 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 3} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8710,36 \text{ mm}^2 = 2613108 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 4} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 8829,68 \text{ mm}^2 = 2648904 \text{ N}$$

$$\text{Pengulangan 5} = 300 \text{ N/mm}^2 \times 6801,24 \text{ mm}^2 = 2398332 \text{ N}$$

A.5.7 Jumlah Energi Output

Perlakuan	Ulangan	Massa air (kg)	Kalor jenis air (j/kg. °C)	Suhu air °C		Jumlah kalor (joule)
				Max	Min	
P5	1	1	4200	62	27	147000
	2	1	4200	61	27	142800
	3	1	4200	62	28	142800
	4	1	4200	57	30	113400
	5	1	4200	51	30	88200
Rata2		1	4200	58.6	28.4	126840

$$Q \text{ (Joule)} = m \text{ (kg)} \cdot C_{\text{air}} (4200 \text{ (J/kg. } ^\circ\text{C)}) \cdot t$$

$$\text{Pengulangan 1} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (62^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) = 147000 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 2} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (61^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) = 142800 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 3} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (62^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) = 142800 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 4} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (57^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 113400 \text{ J}$$

$$\text{Pengulangan 5} = 1 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (51^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 88200 \text{ J}$$

LAMPIRAN B. PERHITUNGAN ANOVA**B.1 Analisis statistik one-way ANOVA kadar air**

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	p_1^2	p_2^2	p_3^2	p_4^2	p_5^2
6.41	5.12	5.8	4.9	4.97	41.0881	26.2144	33.64	24.01	24.7009
5.9	5.15	5.54	5.45	5.01	34.81	26.5225	30.6916	29.7025	25.1001
6.23	6.92	5.81	6.36	4.75	38.8129	47.8864	33.7561	40.4496	22.5625
5.72	6.77	4.16	5.52	5.17	32.7184	45.8329	17.3056	30.4704	26.7289
6.42	4.67	5.65	5.74	5.47	41.2164	21.8089	31.9225	32.9476	29.9209
30.68	28.63	26.96	27.97	25.37	188.6458	168.2651	147.3158	157.5801	129.0133

Dari tabel di atas dapat diambil kesimpulan:

$$Tp_1=30,68 \quad Tp_2=28,63 \quad Tp_3=26,97 \quad Tp_4=27,97 \quad Tp_5=25,37$$

$$np_1=5 \quad np_2=5 \quad np_3=5 \quad np_4=5 \quad np_5=5$$

$$G=139,61 \quad k=5 \quad N=25 \quad XP^2= 790,82$$

Penyusunan hipotesis:

H_0 = tidak ada perbedaan antar kelompok

H_1 = paling sedikit satu kelompok tidak sama dengan kelompok lain

Penentuan alpha:ditetapkan 0,05

Penentuan derajat kebebasan:

$$dk SS_t = N-1$$

$$= 25-1$$

$$= 24$$

$$dk SS_w = N-k$$

$$= 25-5$$

$$= 20$$

$$dk SS_b = k-1$$

$$= 5-1$$

$$= 4$$

Perhitungan F hitung:

$$\begin{aligned} SS_t &= \sum X^2 - \frac{G^2}{N} \\ &= 790,82 - \frac{(139,61)^2}{25} \\ &= 11,18202 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_b &= \frac{T^2}{N} - \frac{G^2}{N} \\ &= \frac{30,68^2}{5} + \frac{28,63^2}{5} + \frac{26,97^2}{5} + \frac{27,97^2}{5} + \frac{25,37^2}{5} - \frac{139,61^2}{25} \\ &= 3,109656 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_w &= SS_t - SS_b \\ &= 11,18202 - 3,109656 \\ &= 8,07236 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MS_b &= SS_b : dk SS_b \\ &= 3,109656 : 4 \\ &= 0,777414 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MS_w &= SS_w : dk SS_w \\ &= 8,07236 : 20 \\ &= 0,403618 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= MS_b : MS_w \\ &= 8,07236 : 0,403618 \\ &= 1,93 \end{aligned}$$

Untuk F tabel adalah :

Dengan alpha 0,05, F (4,20) = 2,87

Oleh karena itu F hitung lebih kecil dari pada F tabel maka hipotesis nol diterima. Ini berarti bahwa rata-rata nilai kadar air setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai kadar air.

Ringkasan perhitungan di atas sebagai berikut:

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F _{hitung}	F _{tabel}
Antar kelompok	4	3,109656	0,777414	1,93	2,87
Dalam kelompok (error)	20	8,07236	0,403618		
Total	24	11,18202			

B.2 Analisis statistik one-way ANOVA laju pembakaran

P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₁ ²	P ₂ ²	P ₃ ²	P ₄ ²	P ₅ ²
0.0053	0.0057	0.0059	0.0067	0.0065	0.00002809	0.00003249	0.00003481	0.00004489	0.00004225
0.0047	0.0061	0.0055	0.006	0.0058	0.00002209	0.00003721	0.00003025	0.000036	0.00003364
0.0051	0.0055	0.0052	0.0064	0.0069	0.00002601	0.00003025	0.00002704	0.00004096	0.00004761
0.006	0.0057	0.0052	0.0055	0.0067	0.000036	0.00003249	0.00002704	0.00003025	0.00004489
0.0059	0.0059	0.005	0.0053	0.0062	0.00003481	0.00003481	0.000025	0.00002809	0.00003844
0.027	0.0289	0.0268	0.0299	0.0321	0.000147	0.00016725	0.00014414	0.00018019	0.00020683

Dari tabel di atas dapat diambil kesimpulan:

$$T_{p_1} = 0,27 \quad T_{p_2} = 0,289 \quad T_{p_3} = 0,0268 \quad T_{p_4} = 0,0299 \quad T_{p_5} = 0,0321$$

$$np_1 = 5 \quad np_2 = 5 \quad np_3 = 5 \quad np_4 = 5 \quad np_5 = 5$$

$$G = 0,1447 \quad k = 5 \quad N = 25 \quad XP^2 = 0,00084541$$

Penyusunan hipotesis:

H₀ = tidak ada perbedaan antar kelompok

H₁ = paling sedikit satu kelompok tidak sama dengan kelompok lain

Penentuan alpha: ditetapkan 0,05

Penentuan derajat kebebasan:

$$dk \ SS_t = N - 1$$

$$= 25 - 1$$

$$= 24$$

$$dk SS_w = N - k$$

$$= 25 - 5$$

$$= 20$$

$$dk SS_b = k - 1$$

$$= 5 - 1$$

$$= 4$$

Perhitungan F hitung:

$$SS_t = \sum X^2 - \frac{G^2}{N}$$

$$= 0,00084541 - \frac{0,1447^2}{25}$$

$$= 7,8864$$

$$SS_b = \frac{T^2}{N} - \frac{G^2}{N}$$

$$= \frac{0,27^2}{5} + \frac{0,289^2}{5} + \frac{0,0268^2}{5} + \frac{0,0299^2}{5} + \frac{0,0321^2}{5} - \frac{0,1447^2}{25}$$

$$= 3,8504$$

$$SS_w = SS_t - SS_b$$

$$= 7,8864 - 3,8504$$

$$= 4,036$$

$$MS_b = SS_b : dk SS_b$$

$$= 3,8504 : 4$$

$$= 9,626$$

$$MS_w = SS_w : dk SS_w$$

$$= 4,036 : 20$$

$$= 2,018$$

$$F = MS_b : MS_w$$

$$= 9,626 : 2,018$$

$$= 4,77$$

Untuk F tabel adalah :

Dengan alpha 0,05, F (4,20) = 2,87

Oleh karena itu F hitung lebih besar dari pada F tabel maka hipotesis nol ditolak. Dengan kata lain terdapat perbedaan rata-rata nilai laju pembakaran yang signifikan antara perlakuan 1, 2, 3, 4 dan 5.

Ringkasan perhitungan di atas sebagai berikut:

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F _{hitung}	F _{tabel}
Antar kelompok	4	3,8504	9,626	4,77	2,87
Dalam kelompok (error)	20	4,036	2,018		
Total	24	7,8864			

B.3 Analisis statistik one-way ANOVA kadar abu

P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₁ ²	P ₂ ²	P ₃ ²	P ₄ ²	P ₅ ²
26.5	16.3	18.5	25.3	22.6	702.25	265.69	342.25	640.09	510.76
21.4	23.8	18.6	30.2	32.6	457.96	566.44	345.96	912.04	1062.76
24.3	26.6	35.9	27.2	28.7	590.49	707.56	1288.81	739.84	823.69
26.3	23.8	23.3	38.3	36.6	691.69	566.44	542.89	1466.89	1339.56
22.1	20	22.4	36	35	488.41	400	501.76	1296	1225
120.6	110.5	118.7	157	155.5	2930.8	2506.13	3021.67	5054.86	4961.77

Dari tabel di atas dapat diambil kesimpulan:

$$T_{p_1} = 120,6 \quad T_{p_2} = 110,5 \quad T_{p_3} = 118,7 \quad T_{p_4} = 157 \quad T_{p_5} = 155,5$$

$$np_1 = 5 \quad np_2 = 5 \quad np_3 = 5 \quad np_4 = 5 \quad np_5 = 5$$

$$G = 662,3 \quad k = 5 \quad N = 25 \quad XP^2 = 18475,23$$

Penyusunan hipotesis:

H₀ = tidak ada perbedaan antar kelompok

H₁ = paling sedikit satu kelompok tidak sama dengan kelompok lain

Penentuan alpha: ditetapkan 0,05

Penentuan derajat kebebasan:

$$\begin{aligned} \text{dk } SS_t &= N-1 \\ &= 25-1 \\ &= 24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dk } SS_w &= N-k \\ &= 25-5 \\ &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dk } SS_b &= k-1 \\ &= 5-1 \\ &= 4 \end{aligned}$$

Perhitungan F hitung:

$$\begin{aligned} SS_t &= XP^2 - \frac{G^2}{N} \\ &= 18475,23 - \frac{662,3^2}{25} \\ &= 929,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_b &= \frac{T^2}{N} - \frac{G^2}{N} \\ &= \frac{120,6^2}{5} + \frac{110,5^2}{5} + \frac{118,7^2}{5} + \frac{157^2}{5} + \frac{155,5^2}{5} - \frac{662,3^2}{25} \\ &= 389,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_w &= SS_t - SS_b \\ &= 929,5 - 389,5 \\ &= 540,52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MS_b &= SS_b : \text{dk } SS_b \\ &= 389,05 : 4 \\ &= 97,26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MS_w &= SS_w : \text{dk } SS_w \\ &= 540,52 : 20 \\ &= 27,02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= MS_b : MS_w \\ &= 97,26 : 27,02 \\ &= 3,6 \end{aligned}$$

Untuk F tabel adalah :

Dengan alpha 0,05, $F(4,20) = 2,87$

Oleh karena itu F hitung lebih besar dari pada F tabel maka hipotesis nol ditolak.

Dengan kata lain terdapat perbedaan rata-rata kadar abu yang signifikan antara perlakuan 1, 2, 3, 4 dan 5.

Ringkasan perhitungan di atas sebagai berikut:

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F _{hitung}	F _{tabel}
Antar kelompok	4	389,05	97,26	3,6	2,87
Dalam kelompok (error)	20	540,52	27,02		
Total	24	929,57			

B.4 Analisis statistik one-way ANOVA Suhu Air

P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₁ ²	P ₂ ²	P ₃ ²	P ₄ ²	P ₅ ²
28.2	28.8	28.8	26.6	28.4	795.24	829.44	829.44	707.56	806.56
29.2	32	32.6	35.8	36	852.64	1024	1062.76	1281.64	1296
32.6	39.6	37.6	44.8	43.4	1062.76	1568.16	1413.76	2007.04	1883.56
39.2	45.2	44.4	53.6	49.8	1536.64	2043.04	1971.36	2872.96	2480.04
46.4	49.8	48.6	56	52.6	2152.96	2480.04	2361.96	3136	2766.76
52.4	53.8	52.4	58	55.8	2745.76	2894.44	2745.76	3364	3113.64
55.8	55.6	55.2	58.6	57.2	3113.64	3091.36	3047.04	3433.96	3271.84
58.2	57.2	57.8	59.4	58.4	3387.24	3271.84	3340.84	3528.36	3410.56
59.8	57.6	58.4	59.2	58.2	3576.04	3317.76	3410.56	3504.64	3387.24
59.6	57	58.6	57.8	57.8	3552.16	3249	3433.96	3340.84	3340.84
59.2	56.2	57.6	57.8	56.6	3504.64	3158.44	3317.76	3340.84	3203.56
57.4	54.6	56.4	55.4	54.6	3294.76	2981.16	3180.96	3069.16	2981.16
56.4	52.2	54.6	53	53.33	3180.96	2724.84	2981.16	2809	2844.089
44.8	40	50	51.5	56	2007.04	1600	2500	2652.25	3136
42.4	10.6	38.4			1797.76	112.36	1474.56		
10.8	10.2	18			116.64	104.04	324		
732.4	700.4	749.4	727.5	718.13	36676.88	34449.92	37395.88	39048.25	37921.85

Dari tabel di atas dapat diambil kesimpulan:

$T_{p1} = 732,4$ $T_{p2} = 700,4$ $T_{p3} = 749,4$ $T_{p4} = 727,5$ $T_{p5} = 718,13$

$$np_1=16 \quad np_2=16 \quad np_3=16 \quad np_4=14 \quad np_5=14$$

$$G=3627,83 \quad k=5 \quad N=25 \quad XP^2=185492,77$$

Penyusunan hipotesis:

H_0 = tidak ada perbedaan antar kelompok

H_1 = paling sedikit satu kelompok tidak sama dengan kelompok lain

Penentuan alpha: ditetapkan 0,05

Penentuan derajat kebebasan:

$$\begin{aligned} dk \ SS_t &= N-1 \\ &= 25-1 \\ &= 24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dk \ SS_w &= N-k \\ &= 25-5 \\ &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dk \ SS_b &= k-1 \\ &= 5-1 \\ &= 4 \end{aligned}$$

Perhitungan F hitung:

$$\begin{aligned} SS_t &= XP^2 - \frac{G^2}{N} \\ &= 185492,77 - \frac{3627,83^2}{25} \\ &= 12319,74 \\ SS_b &= \frac{T^2}{N} - \frac{G^2}{N} \\ &= \frac{732,4^2}{16} + \frac{700,4^2}{16} + \frac{749,4^2}{16} + \frac{727,5^2}{14} + \frac{718,13^2}{14} - \frac{3627,83^2}{25} \\ &= 753,10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_w &= SS_t - SS_b \\ &= 12319,74 - 753,10 \\ &= 11566,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MS_b &= SS_b : dk SS_b \\ &= 753,10 : 4 \\ &= 188,27 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MS_w &= SS_w : dk SS_w \\ &= 11566,6 : 20 \\ &= 162,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= MS_b : MS_w \\ &= 188,27 : 162,9 \\ &= 1,15 \end{aligned}$$

Untuk F tabel adalah :

Dengan alpha 0,05, F (4,20) = 2,87

Oleh karena itu F hitung lebih kecil dari pada F tabel maka hipotesis nol diterima. Ini berarti bahwa rata-rata nilai suhu air setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai kenaikan suhu air.

Ringkasan perhitungan di atas sebagai berikut:

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F _{hitung}	F _{tabel}
Antar kelompok	4	753,10	188,27	1,15	2,87
Dalam kelompok (error)	20	11566,6	162,9		
Total	24	12319,74			

B.5 Analisis statistik one-way ANOVA Suhu Pembakaran

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_1^2	P_2^2	P_3^2	P_4^2	P_5^2
30.6	31.2	30.8	30.8	30.8	936.36	973.44	948.64	948.64	948.64
60.8	142	74.6	236.6	220.4	3696.64	20164	5565.16	55979.56	48576.16
128.4	229.4	111.8	217.2	247.8	16486.56	52624.36	12499.24	47175.84	61404.84
180	238	136.8	239	227.4	32400	56644	18714.24	57121	51710.76
224.2	247.2	173.2	227.6	204.6	50265.64	61107.84	29998.24	51801.76	41861.16
212.4	232	177.8	191	184	45113.76	53824	31612.84	36481	33856
192.4	197.4	165.6	171.4	174.2	37017.76	38966.76	27423.36	29377.96	30345.64
173.6	158.4	168	138.8	154.8	30136.96	25090.56	28224	19265.44	23963.04
158.2	156.4	137.4	126.2	127.4	25027.24	24460.96	18878.76	15926.44	16230.76
135.4	126.4	131	107	115.6	18333.16	15976.96	17161	11449	13363.36
116.2	99.4	102.8	95	99.4	13502.44	9880.36	10567.84	9025	9880.36
96	83.6	83.4	73.8	67.6	9216	6988.96	6955.56	5446.44	4569.76
79	67.2	71	54.2	61.67	6241	4515.84	5041	2937.64	3803.189
62.25	41	55.4	48.5	62	3875.063	1681	3069.16	2352.25	3844
45.25	13.8	35.8			2047.563	190.44	1281.64		
50	8.6	17.4			2500	73.96	302.76		
1944.7	2072	1672.8	1957.1	1977.67	296796.1	373163.4	218243.4	345288	344357.7

Dari tabel di atas dapat diambil kesimpulan:

$$T_{p1} = 1944,7 \quad T_{p2} = 2072 \quad T_{p3} = 1672,8 \quad T_{p4} = 1957,1 \quad T_{p5} = 1977,67$$

$$n_{p1} = 16 \quad n_{p2} = 16 \quad n_{p3} = 16 \quad n_{p4} = 14 \quad n_{p5} = 14$$

$$G = 9624,27 \quad k = 5 \quad N = 25 \quad XP^2 = 1577848,66$$

Penyusunan hipotesis:

H_0 = tidak ada perbedaan antar kelompok

H_1 = paling sedikit satu kelompok tidak sama dengan kelompok lain

Penentuan alpha: ditetapkan 0,05

Penentuan derajat kebebasan:

$$dk \ SS_t = N - 1$$

$$= 25 - 1$$

$$= 24$$

$$dk SS_w = N - k$$

$$= 25 - 5$$

$$= 20$$

$$dk SS_b = k - 1$$

$$= 5 - 1$$

$$= 4$$

Perhitungan F hitung:

$$SS_t = \sum X^2 - \frac{\sum G^2}{N}$$

$$= 1577848,66 - \frac{9624,27^2}{25}$$

$$= 359077,9$$

$$SS_b = \frac{\sum T^2}{N} - \frac{\sum G^2}{N}$$

$$= \frac{1944,7^2}{16} + \frac{2072^2}{16} + \frac{1672,8^2}{16} + \frac{1957,1^2}{14} + \frac{1977,67^2}{14} - \frac{9624,27^2}{25}$$

$$= 13769,17$$

$$SS_w = SS_t - SS_b$$

$$= 359077,9 - 13769,17$$

$$= 345308,7$$

$$MS_b = SS_b : dk SS_b$$

$$= 13769,17 : 4$$

$$= 3442,29$$

$$MS_w = SS_w : dk SS_w$$

$$= 345308,7 : 20$$

$$= 4863,5$$

$$F = MS_b : MS_w$$

$$= 3442,29 : 4863,5$$

$$= 0,7$$

Untuk F tabel adalah :

Dengan alpha 0,05, F (4,20) = 2,87

Oleh karena itu F hitung lebih kecil dari pada F tabel maka hipotesis nol diterima. Ini berarti bahwa rata-rata nilai suhu pembakaran setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai suhu pembakaran briket.

Ringkasan perhitungan di atas sebagai berikut:

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F hitung	F tabel
Antar kelompok	4	13769,17	3442,29	0,7	2,87
Dalam kelompok (error)	20	345308,7	4863,5		
Total	24	359077,9			

B.6 Analisis statistik one-way ANOVA dimensi (gaya)

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_1^2	P_2^2	P_3^2	P_4^2	P_5^2
2729209.5	2326740	2607103	2312139	2344638	7.4E+12	5.4E+12	6.8E+12	5.3E+12	5.5E+12
2687643.75	2362536	2400098	2362536	2336749	7.2E+12	5.6E+12	5.8E+12	5.6E+12	5.5E+12
2622057	2568363	2302130	2657853	2613108	6.9E+12	6.6E+12	5.3E+12	7.1E+12	6.8E+12
2666802	2595210	2648669	2559414	2648904	7.1E+12	6.7E+12	7.0E+12	6.6E+12	7.0E+12
2631006	2557295	2595210	2434128	2398332	6.9E+12	6.5E+12	6.7E+12	5.9E+12	5.8E+12
13336718.3	12410144	12553210	12326070	12341731	3.6E+13	3.1E+13	3.2E+13	3.0E+13	3.1E+13

Dari tabel di atas dapat diambil kesimpulan:

$$Tp_1 = 13336718,25 \quad Tp_2 = 12410144 \quad Tp_3 = 12553210$$

$$Tp_4 = 12326070 \quad Tp_5 = 12341731$$

$$np_1 = 5 \quad np_2 = 5 \quad np_3 = 5 \quad np_4 = 5 \quad np_5 = 5$$

$$G = 62967873,25 \quad k = 5 \quad N = 25 \quad XP^2 = 1,59078E+14$$

Penyusunan hipotesis:

H_0 = tidak ada perbedaan antar kelompok

H_1 = paling sedikit satu kelompok tidak sama dengan kelompok lain

Penentuan alpha: ditetapkan 0,05

Penentuan derajat kebebasan:

$$\begin{aligned} \text{dk } SS_t &= N-1 \\ &= 25-1 \\ &= 24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dk } SS_w &= N-K \\ &= 25-5 \\ &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dk } SS_b &= k-1 \\ &= 5-1 \\ &= 4 \end{aligned}$$

Perhitungan F hitung:

$$\begin{aligned} SS_t &= XP^2 - \frac{G^2}{N} \\ &= 1,59078E+14 - \frac{62967873,25^2}{25} \\ &= 4,79647E+11 \\ SS_b &= \frac{T^2}{N} - \frac{G^2}{N} \\ &= \frac{13336718,25^2}{5} + \frac{12410144^2}{5} + \frac{12553210^2}{5} + \frac{12326070^2}{5} + \frac{12341731^2}{5} - \frac{62967873,25^2}{25} \\ &= 1,44504E+11 \\ SS_w &= SS_t - SS_b \\ &= 4,79647E+11 - 1,44504E+11 \\ &= 3,35143E+11 \\ MS_b &= SS_b : \text{dk } SS_b \\ &= 1,44504E+11 : 4 \\ &= 36126124018 \\ MS_w &= SS_w : \text{dk } SS_w \\ &= 3,35143E+11 : 20 \\ &= 16757148266 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F &= MS_b : MS_w \\
 &= 36126124018 : 16757148266 \\
 &= 2,1
 \end{aligned}$$

Untuk F tabel adalah :

Dengan alpha 0,05, F (4,20) = 2,87

Oleh karena itu F hitung lebih kecil dari pada F tabel maka hipotesis nol diterima. Ini berarti bahwa rata-rata nilai gaya setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai gaya tekan.

Ringkasan perhitungan di atas sebagai berikut:

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F _{hitung}	F _{tabel}
Antar kelompok	4	1,44504E+11	36126124018	2,1	2,87
Dalam kelompok (error)	20	3,35143E+11	16757148266		
Total	24	4,79647E+11			

B.7 Analisis statistik one-way ANOVA jumlah energi output

P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₁ ²	P ₂ ²	P ₃ ²	P ₄ ²	P ₅ ²
130200	147000	151200	159600	147000	16952040000	21609000000	22861440000	25472160000	21609000000
130200	130200	96600	142800	142800	16952040000	16952040000	9331560000	20391840000	20391840000
126000	75600	121800	142800	142800	15876000000	5715360000	14835240000	20391840000	20391840000
147000	126000	159600	163800	113400	21609000000	15876000000	25472160000	26830440000	12859560000
142800	130200	109200	117600	88200	20391840000	16952040000	11924640000	13829760000	7779240000
676200	609000	638400	726600	634200	91780920000	77104440000	84425040000	1.06916E+11	83031480000

Dari tabel di atas dapat diambil kesimpulan:

$$Tp_1 = 676200 \quad Tp_2 = 609000 \quad Tp_3 = 638400$$

$$Tp_4 = 726600 \quad Tp_5 = 634200$$

$$np_1 = 5 \quad np_2 = 5 \quad np_3 = 5$$

$$np_4 = 5 \quad np_5 = 5$$

$$G= 3284400 \quad k=5 \quad N=25 \quad XP^2= 4,43258E+11$$

Penyusunan hipotesis:

H_0 = tidak ada perbedaan antar kelompok

H_1 = paling sedikit satu kelompok tidak sama dengan kelompok lain

Penentuan alpha:ditetapkan 0,05

Penentuan derajat kebebasan:

$$dk SS_t = N-1$$

$$= 25-1$$

$$= 24$$

$$dk SS_w = N-K$$

$$= 25-5$$

$$= 20$$

$$dk SS_b = k-1$$

$$= 5-1$$

$$= 4$$

Perhitungan F hitung:

$$SS_t = XP^2 - \frac{G^2}{N}$$

$$= 4,43258E+11 - \frac{3284400^2}{25}$$

$$= 11766585600$$

$$SS_b = \frac{T^2}{N} - \frac{G^2}{N}$$

$$= \frac{676200^2}{5} + \frac{609000^2}{5} + \frac{638400^2}{5} + \frac{726600^2}{5} + \frac{634200^2}{5} - \frac{3284400^2}{25}$$

$$= 1676505600$$

$$SS_w = SS_t - SS_b$$

$$= 11766585600 - 1676505600$$

$$= 10090080000$$

$$MS_b = SS_b : dk SS_b$$

$$= 1676505600 : 4$$

$$= 419126400$$

$$\begin{aligned} MS_w &= SS_w : dk SS_w \\ &= 10090080000 : 20 \\ &= 504504000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= MS_b : MS_w \\ &= 419126400 : 504504000 \\ &= 0,83 \end{aligned}$$

Untuk F tabel adalah :

$$\text{Dengan } \alpha 0,05, F(4,20) = 2,87$$

Oleh karena itu F hitung lebih kecil dari pada F tabel maka hipotesis nol diterima. Ini berarti bahwa rata-rata nilai kalor setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini mengandung implikasi bahwa perbedaan komposisi setiap perlakuan tidak mempunyai efek terhadap nilai kalor.

Ringkasan perhitungan di atas sebagai berikut:

Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F _{hitung}	F _{tabel}
Antar kelompok	4	1676505600	419126400	0,83	2,87
Dalam kelompok (error)	20	10090080000	504504000		
Total	24	11766585600			

LAMPIRAN C. GAMBAR PENELITIAN



Gambar C.1 Arang Daun Kering



Gambar C.2 Oven



Gambar C.3 Arang Serbuk Kayu



Gambar C.4 Desikator



Gambar C.5 Alat Pembuat Briket



Gambar C.6 *Thermocouple*



Gambar C.7 Gelas Ukur



Gambar C.8 Pengeringan Briket



Gambar C.9 Mengukur Dimensi
Briket



Gambar C.10 Mengukur Kadar Air



Gambar C.11 Mengukur Massa
Briket



Gambar C.12 Mengukur Kadar Abu



Gambar C.13 Pembakaran Briket



Gambar C.14 Hasil Cetakan



Gambar C.15 Menghaluskan Arang



Gambar C.16 Pengukuran Suhu