



**STUDI BAHAN BAKU BRIKET MENGGUNAKAN
KULIT BUAH KAKAO**

SKRIPSI

Oleh

**Aisyah Jamil
NIM 121710201094**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**STUDI BAHAN BAKU BRIKET MENGGUNAKAN
KULIT BUAH KAKAO**

SKRIPSI

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

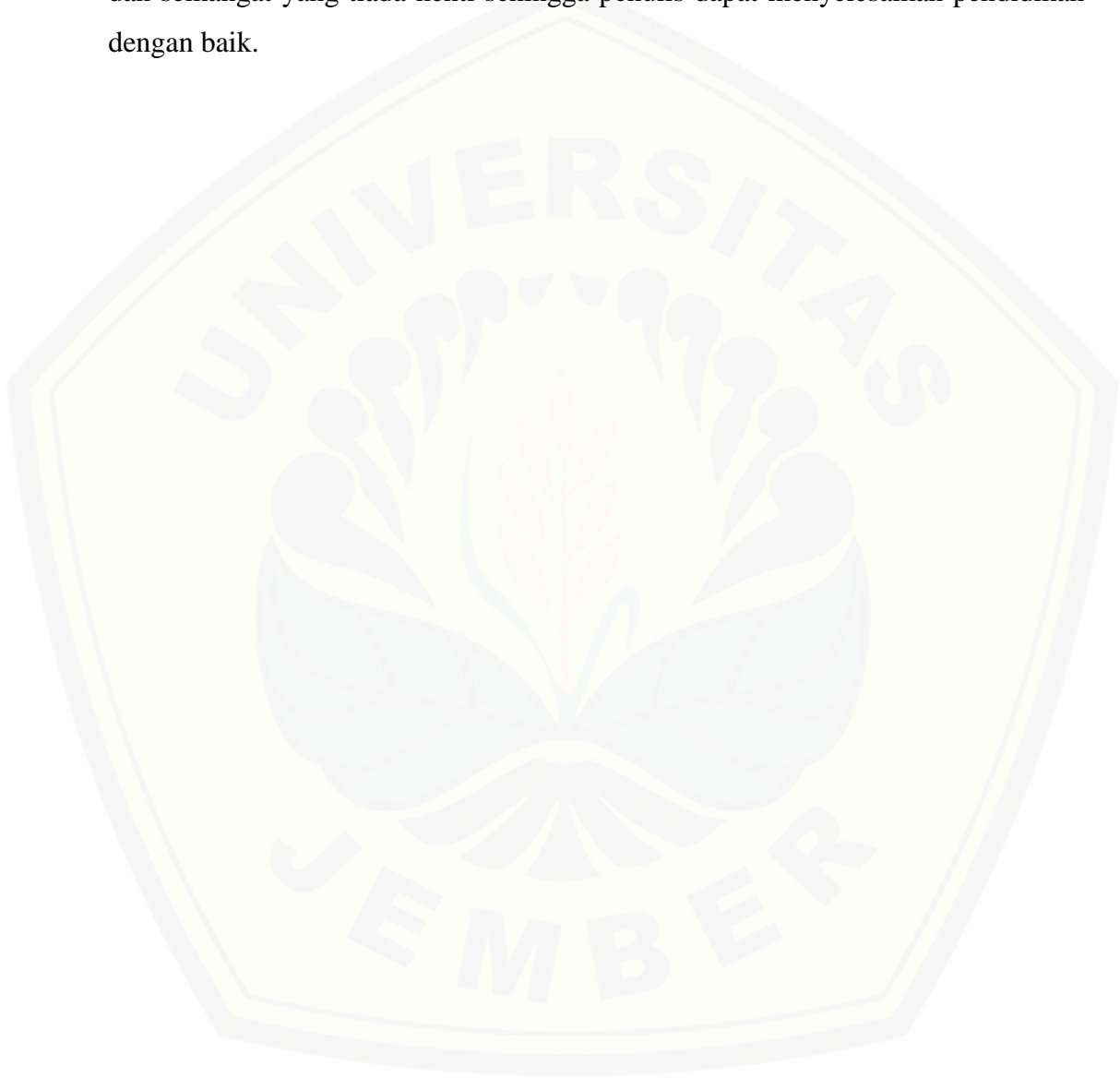
Oleh

Aisyah Jamil
NIM 121710201094

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

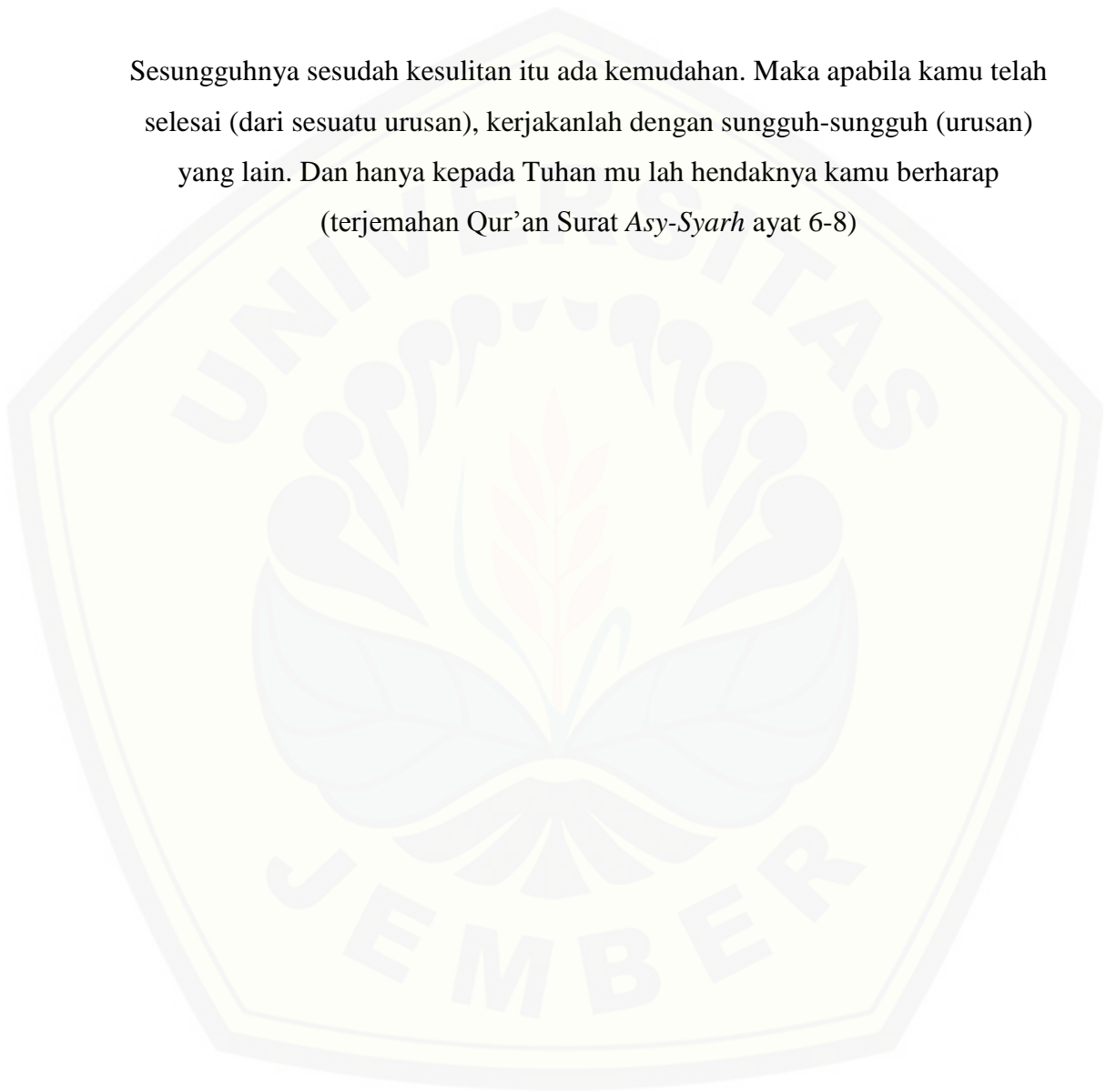
Skripsi ini saya persembahkan untuk Ibunda Idawati Ningsih dan Ayahanda Bambang Budi Hartono yang selalu memberikan dukungan berupa do'a, material dan semangat yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik.



MOTTO

Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya
(terjemahan Qur'an Surat Al-Baqarah ayat 286)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah
selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan)
yang lain. Dan hanya kepada Tuhan mu lah hendaknya kamu berharap
(terjemahan Qur'an Surat *Asy-Syarah* ayat 6-8)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Aisyah Jamil

NIM : 121710201094

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Studi Bahan Baku Briket Menggunakan Kulit Buah Kakao” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Mei 2017

Yang menyatakan,

Aisyah Jamil

NIM 121710201094

SKRIPSI

**STUDI BAHAN BAKU BRIKET MENGGUNAKAN
KULIT BUAH KAKAO**

Oleh:

Aisyah Jamil
NIM 121710201005

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Studi Bahan Baku Briket Menggunakan Kulit Buah Kakao”
telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Kamis, 08 Juni 2017

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Ir. Setiyo Harri, M.S.
NIP 195309241983031001

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.
NIP 196312121990031002

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Ir. Tasliman, M. Eng.
NIP 196208051993021002

Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.
NIP 196812071995121002

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP.,M.Eng.
NIP 196809231994031009

RINGKASAN

Studi Bahan Baku Briket Menggunakan Kulit Buah Kakao; Aisyah Jamil; 121710201094; 2017; 77 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Limbah merupakan sisa suatu kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun baik secara langsung atau tidak langsung dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia atau makhluk hidup lainnya. Kulit buah kakao banyak ditemukan di lahan, di Kebun Kalikempit yang hanya dibiarkan menumpuk tanpa adanya pemanfaatan lebih lanjut. Jika hal ini dibiarkan begitu saja maka akan mengganggu para pekerja kebun. Salah satu pendekatan teknologi pada limbah pertanian adalah memanfaatkan kulit buah kakao sebagai bahan baku pembuatan briket arang. Limbah yang belum ditangani di Kebun Kalikempit yaitu kulit buah kakao dan serbuk sengon. Sehingga limbah tersebut perlu dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket. Hal ini dilakukan karena masyarakat setempat dan pihak kebun belum pernah membuat briket sebagai bahan bakar.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah memanfaatkan limbah yang terdapat di Kebun Kalikempit yaitu kulit buah kakao dan serbuk sengon untuk pembuatan briket arang dengan komposisi yang berbeda untuk mengetahui karakteristik briket yaitu tingkat kadar air, laju pembakaran dan kalor briket. Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan kulit buah kakao sebagai briket dengan penambahan komposisi kulit buah kakao yang beragam pada setiap perlakuan dan pengulangannya.

Penelitian briket dilakukan pada bulan Februari sampai dengan April 2016 di Laboratorium Instrumentasi Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Tahapan pembuatan briket dimulai dari mengeringkan bahan baku, karbonisasi, menumbuk dan mengayak bahan baku, mencampur semua bahan, serta pencetakan dan pengeringan briket. Bahan yang

digunakan adalah kulit buah kakao, serbuk kayu sengon, tepung tapioka dan air. Variasi komposisi kulit buah kakao yang digunakan adalah 80 gram, 60 gram, 40 gram, dan 20 gram dengan komposisi tepung tapioka sebagai perekat 10 gram pada setiap masing-masing perlakuan. Pengukuran kadar air briket dilakukan dengan mengeringkannya menggunakan oven. Sedangkan untuk pengukuran laju pembakaran dan kalor briket menggunakan briket sebagai bahan bakar untuk memanaskan 1 liter air. Analisis data digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan yang terjadi pada setiap perlakuan dengan variasi komposisi kulit buah kakao.

Penambahan komposisi kulit buah kakao pada setiap perlakuan mempengaruhi tingkat kadar air briket. Semakin banyak komposisi kulit buah kakao maka kadar air briket juga akan semakin tinggi. Nilai kadar air yang rendah sebesar 6,65% pada perlakuan pertama dengan komposisi kulit buah kakao 20 gram. Nilai F_{hitung} kadar air $> F_{tabel}$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Selain itu diperoleh nilai signifikansi 0,001 dan lebih kecil dari tingkat kepercayaan 0,05 yang menunjukkan data homogen. Tingkat laju pembakaran briket dipengaruhi oleh penambahan komposisi kulit buah kakao. Semakin banyak komposisi kulit buah kakao maka laju pembakaran briket akan semakin menurun. nilai laju pembakaran tertinggi sebesar 0,188 gram/s pada perlakuan pertama dengan komposisi kulit buah kakao sebesar 20 gram. Nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Selain itu diperoleh nilai signifikansi 0 dan lebih kecil dari tingkat kepercayaan 0,05 yang menunjukkan data homogen. Tingginya nilai kalor briket juga dipengaruhi oleh penambahan komposisi kulit buah kakao. Semakin banyak komposisi kulit buah kakao maka kalor briket akan semakin tinggi. Nilai kalor tertinggi terjadi pada perlakuan ketiga dengan komposisi kulit buah kakao 60 gram sebesar 884,91 kal/g. $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Selain itu diperoleh nilai signifikansi 0,005 dan lebih kecil dari tingkat kepercayaan 0,05 yang menunjukkan data homogen.

Waktu pengeringan bahan baku yaitu kulit buah kakao perlu ditingkatkan. Karena hal ini akan mempengaruhi kalor briket yang diperoleh. Apabila waktu pengeringan dilakukan lebih lama lagi, kalor briket yang dihasilkan mungkin juga

akan jauh lebih tinggi. Kurva regresi pada kadar air briket menunjukkan R^2 sebesar 0,5 yang artinya persamaan linier yang diperoleh kecil atau mempunyai tingkat daya ramal yang kurang baik. Hal ini mungkin juga dipengaruhi oleh waktu pengeringan bahan baku yang cukup singkat. Sebaiknya dalam proses pembuatan briket sampai tahap pengujian variabel perlu diperhatikan lebih baik lagi agar hasil yang diperoleh juga maksimal. Apabila akan melakukan penelitian lanjutan, sebaiknya menggunakan standar metode pengukuran laju pembakaran.



SUMMARY

Raw Materials Study of Briquettes Using Cocoa Pods; Aisyah Jamil; 121710201094; 2017; 77 Halaman; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Jember.

Waste is the remnant of an activity containing hazardous and toxic materials either directly or indirectly harm the environment, health, human survival or other living things. Cacao fruits are found on land, in Kalikempit Garden which is left only to accumulate without further utilization. If this is left alone it will disturb the garden workers. One of the technological approaches to agricultural waste is the utilization of cocoa fruits as raw material for the manufacture of charcoal briquettes. Inexperienced waste in Kalikempit Garden is cocoa peel and sengan powder. Then the waste should be utilized as raw material for making briquettes. This is done because local people and gardeners have never made briquettes as fuel.

The objective of this research is to utilize the waste contained in Kalikempit Garden which is cocoa fruit husk and sengan powder for the manufacture of charcoal briquettes with different composition to know the characteristics of briquettes ie water content level, combustion rate and briquette calorie. Benefits that can be obtained from this research is to provide information about the utilization of cocoa fruit skin as briquettes with the addition of various cocoa fruit skin composition on each treatment and repetition.

The briquette research was conducted from February to April 2016 at the Instrumentation Laboratory of the Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember. The stages of making briquettes start from drying raw materials, carbonization, pounding and sifting raw materials, mixing all the ingredients, as well as printing and drying briquettes. The materials used are cocoa peel, sengan wood powder, tapioca starch and water. Variations of cocoa fruit skin composition used were 80 grams, 60 grams, 40 grams, and 20 grams with the composition of tapioca flour as 10 gram adhesive in

each treatment. Measurement of briquette water content is done by drying it with oven. As for the measurement of combustion rate and briquette calor using briquettes as fuel to heat 1 liter of water. Data analysis was used to know the difference that happened at each treatment with variation of skin composition of cocoa fruit.

The addition of cocoa fruit skin composition to each treatment affects the water content of the briquettes. The more the composition of cocoa fruit skin then the water content of briquettes will also be higher. Low moisture value of 6.65% in the first treatment with the composition of the fruit skin of 20 grams of cocoa. Value $F_{count} \text{ moisture} > F_{table}$ so that H_0 is accepted and H_1 is rejected. In addition, the significance value of 0.001 and smaller than the 0.05 confidence level indicates homogeneous data. The rate of burning of briquettes is influenced by the addition of cocoa fruit skin composition. The more the composition of the cocoa fruit skin then the burning rate of briquettes will decrease further. The highest burning rate value of 0.188 gram/s in the first treatment with the composition of the cacao skin of 20 grams. The value of $F_{count} > F_{table}$ so that H_0 is accepted and H_1 is rejected. In addition, the significance value 0 and smaller than the 0.05 confidence level indicates homogeneous data. The high calorific value of briquettes is also influenced by the addition of cocoa fruit skin composition. The more the composition of the skin of cocoa fruit then the briquette calorie will be higher. The highest calorific value occurred in the third treatment with the composition of 60 grams of cacao peel for 884.91 cal/g. $F_{count} > F_{table}$ so that H_0 is accepted and H_1 is rejected. Besides, the significance value is 0.005 and smaller than the 0.05 trust level which shows homogeneous data.

The drying time of raw material of cocoa fruit skin needs to be improved. Because this will affect the calorific briquettes obtained. If the drying time is longer, the resulting briquette heat may also be much higher. The regression curve on the briquette water content shows R^2 of 0.5 which means that the linear equation obtained is small or has an unfavorable level of predictive power. This may also be influenced by the short drying time of the raw material. Better in the process of making briquettes until the stage of testing variables need to be

considered better for the results obtained also maximal. In case of further research, it is better to use standard methods of measuring the rate of combustion.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Studi Bahan Baku Briket Menggunakan Kulit Buah Kakao”. 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. Ir. Setyo Harri, M.S., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini;
2. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Anggota sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan perhatian dalam penyelesaian skripsi ini;
3. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si; selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
4. Ir. Tasliman, M.Eng.; selaku Ketua Penguji yang telah bersedia menguji, memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.; selaku Penguji Anggota yang telah bersedia menguji, memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian skripsi ini;
6. Seluruh dosen pengampu Matakuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
8. Teman seperjuangan TEP angkatan 2012 beserta seluruh Mahasiswa FTP yang telah membantu dan memberikan informasi serta motivasi selama ini;
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik do'a, tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Jember, April 2017

Penulis



DAFTAR ISI

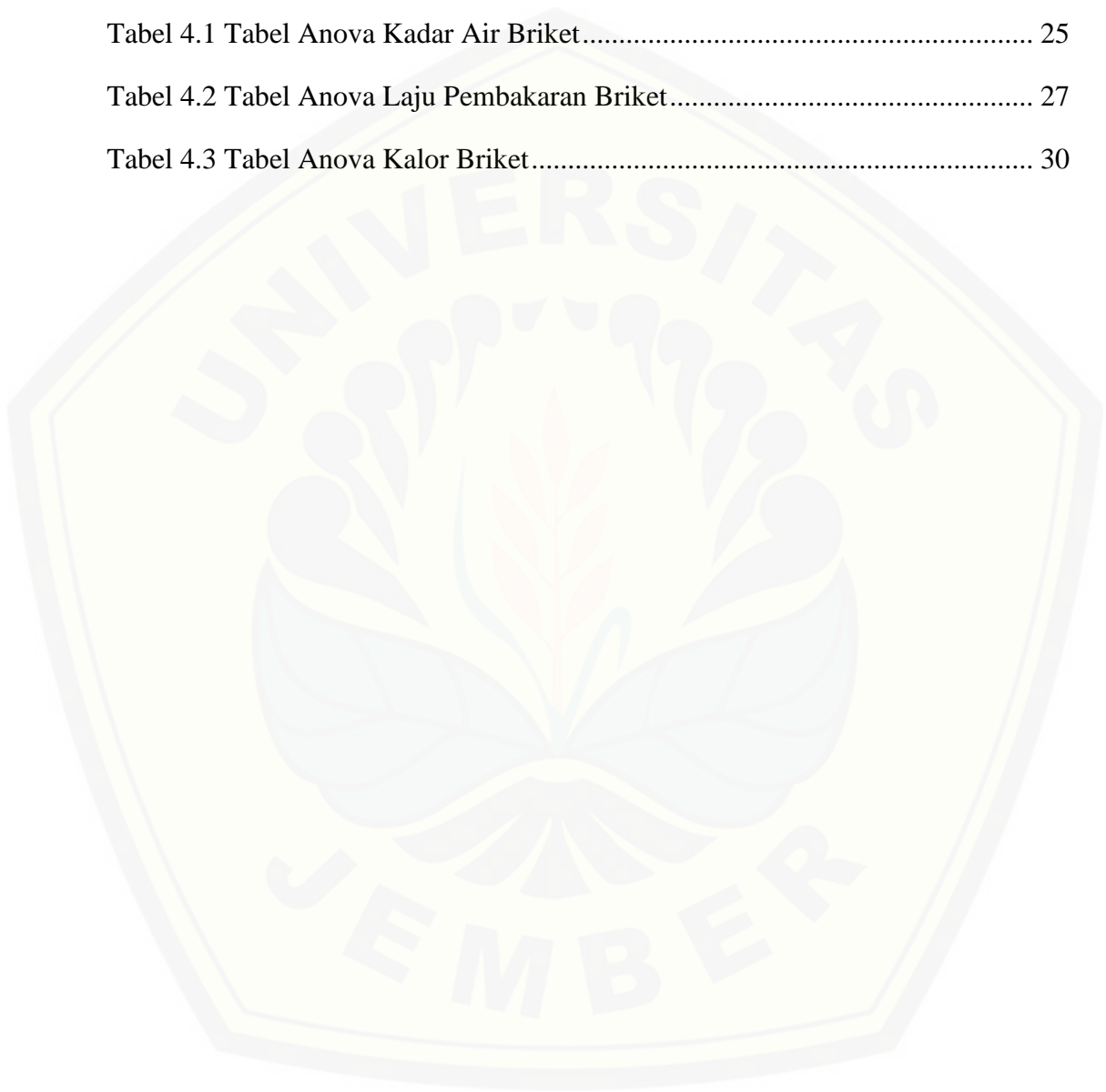
| | Halaman |
|--------------------------------------|----------------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAN MOTTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| HALAMAN PEMBIMBING | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| SUMMARY | xii |
| PRAKATA | xiv |
| DAFTAR ISI | xvi |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR GAMBAR | xx |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxi |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Manfaat | 2 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Energi Terbarukan | 3 |
| 2.2.1 Energi Panas Bumi | 3 |
| 2.2.2 Energi Surya | 4 |
| 2.2.3 Tenaga Angin | 4 |
| 2.2.4 Tenaga Air | 4 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 2.2.5 | Biomassa | 4 |
| 2.2 | Biomassa | 5 |
| 2.3 | Limbah Biomassa | 5 |
| 2.3.1 | Serbuk gergaji..... | 5 |
| 2.3.2 | Sekam Padi | 6 |
| 2.3.3 | Jerami | 6 |
| 2.3.4 | Serbuk Kelapa (<i>Cocodust</i>)..... | 6 |
| 2.3.5 | Daun-daun kering | 7 |
| 2.3.6 | Kulit buah kakao | 7 |
| 2.4 | Produk dan Pemanfaatan Biomassa | 7 |
| 2.4.1 | Produk biomassa..... | 7 |
| 2.4.2 | Pemanfaatan biomassa | 7 |
| 2.5 | Briket | 9 |
| 2.5.1 | Parameter Pembuatan Briket Bioarang | 10 |
| 2.5.2 | Tahapan Pembuatan Briket Bioarang..... | 10 |
| 2.6 | Karbonisasi | 11 |
| 2.7 | Densifikasi | 12 |
| 2.8 | Bahan Perekat | 13 |
| 2.8.1 | Berdasarkan sifat / bahan baku perekat briket..... | 13 |
| 2.8.2 | Berdasarkan Jenis | 14 |
| BAB 3. | METODOLOGI PENELITIAN | 16 |
| 3.1 | Tempat dan Waktu Penelitian | 16 |
| 3.2 | Bahan dan Alat Penelitian | 16 |
| 3.2.1 | Alat | 16 |
| 3.2.2 | Bahan..... | 16 |
| 3.3 | Prosedur Penelitian | 17 |
| 3.4 | Pengumpulan Studi Literatur | 17 |
| 3.5 | Pengumpulan Bahan Baku | 17 |
| 3.6 | Pembuatan Briket | 18 |
| 3.7 | Perlakuan Pada Masing-masing Briket | 18 |
| 3.8 | Parameter Penelitian | 19 |

| | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------|
| 3.8.1 | Pengukuran Kadar Air..... | 19 |
| 3.8.2 | Pengukuran Laju Pembakaran..... | 19 |
| 3.8.3 | Pengukuran Kalor Briket..... | 19 |
| 3.9 | Analisis Data | 20 |
| 3.9.1 | Uji Analisis Varian (Anova)..... | 20 |
| 3.9.1 | Regresi Kuadratik..... | 21 |
| BAB 4. | HASIL DAN PEMBAHASAN | 22 |
| 4.1 | Persiapan Briket..... | 22 |
| 4.1.1 | Persiapan Bahan | 22 |
| 4.1.2 | Pembuatan briket..... | 23 |
| 4.2 | Kadar Air Briket | 23 |
| 4.3 | Laju Pembakaran..... | 26 |
| 4.4 | Kalor Briket | 28 |
| BAB 5. | PENUTUP..... | 32 |
| 5.1 | Kesimpulan | 32 |
| 5.2 | Saran..... | 32 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 34 |
| LAMPIRAN..... | | 35 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 3.1 Perlakuan Briket Arang Kulit Buah Kakao dan Serbuk Sengon | 18 |
| Tabel 4.1 Tabel Anova Kadar Air Briket..... | 25 |
| Tabel 4.2 Tabel Anova Laju Pembakaran Briket..... | 27 |
| Tabel 4.3 Tabel Anova Kalor Briket..... | 30 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 2.1 Bagan Proses Karbonisasi | 12 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian | 17 |
| Gambar 4.1 Grafik Pengukuran Kadar Air Briket | 24 |
| Gambar 4.2 Kurva Regresi Kuadratik Pengukuran Kadar Air | 25 |
| Gambar 4.3 Grafik Pengukuran Laju Pembakaran Briket | 26 |
| Gambar 4.4 Kurva Regresi Pengukuran Laju Pembakaran Briket | 27 |
| Gambar 4.5 Grafik Pengukuran Kalor Briket | 28 |
| Gambar 4.6 Proses Pemanasan Air Menggunakan Tungku..... | 29 |
| Gambar 4.7 Kurva Regresi Pengukuran Kalor Briket | 30 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|----------------|
| Lampiran A. Data Hasil Pengukuran Suhu Air..... | 35 |
| Lampiran B. Data Hasil Perhitungan Kadar Air Briket | 39 |
| Lampiran C. Data Hasil Perhitungan Laju Pembakaran Briket | 42 |
| Lampiran D. Data Hasil Perhitungan Kalor Briket..... | 45 |
| Lampiran E. Perhitungan Anova..... | 49 |
| Lampiran F. Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita 0,05..... | 53 |
| Lampiran G. Dokumentasi | 54 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan sisa suatu kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun baik secara langsung atau tidak langsung karena sifat, konsentrasi dan jumlahnya dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia atau makhluk hidup lainnya. Salah satu tempat yang banyak menghasilkan limbah dan belum ditangani lebih lanjut adalah PTPN XII kebun Kalikempit yang terletak di Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi dengan lahan seluas 1.907,12 Ha. Beberapa komoditas utama di Kebun Kalikempit yaitu kakao (edel dan *bulk*), karet, dan gamelina. Selain itu terdapat tanaman naungan seperti pohon kelapa dan lamtoro yang juga dimanfaatkan untuk gula kelapa dan kayu bakar. Namun komoditas yang diunggulkan adalah tanaman kakao karena mempunyai nilai jual yang tinggi.

Kulit buah kakao banyak ditemukan di lahan, di Kebun Kalikempit yang hanya dibiarkan menumpuk tanpa adanya pemanfaatan lebih lanjut. Jika hal ini dibiarkan begitu saja maka akan mengganggu para pekerja kebun. Salah satu pendekatan teknologi pada limbah pertanian adalah memanfaatkan kulit buah kakao sebagai bahan baku pembuatan briket arang. Dalam penelitian yang berjudul Mutu Briket Arang Kulit Buah Kakao dengan Menggunakan Kanji Sebagai Perekat (2007: 58), Usman menyatakan bahwa briket arang kulit buah kakao memiliki mutu yang rendah namun masih dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif. Oleh karena itu pada penelitian ini kulit buah kakao dikombinasikan dengan bahan lain yaitu serbuk kayu sengon. Penambahan serbuk sengon pada pembuatan briket karena selain terdapat limbah kulit buah kakao, Kebun Kalikempit juga menghasilkan limbah serbuk sengon hasil dari proses pemotongan kayu sengon.

Briket merupakan salah satu bentuk bahan bakar yang terbuat dari bahan biomassa (terbarukan) sehingga limbah yang awalnya tidak digunakan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif dalam kehidupan sehari-hari. Selain bermanfaat untuk mengurangi limbah yang ada, briket arang juga dapat

digunakan sebagai bahan bakar untuk membantu proses pengeringan biji kakao menggunakan mesin pengering sehingga akan menghemat biaya bahan bakar yang digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Limbah yang belum ditangani di Kebun Kalikempit yaitu kulit buah kakao dan serbuk sengon. Sehingga limbah tersebut perlu dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket. Hal ini dilakukan karena masyarakat setempat dan pihak kebun belum pernah membuat briket sebagai bahan bakar.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah memanfaatkan limbah yang terdapat di Kebun Kalikempit yaitu kulit buah kakao dan serbuk sengon untuk pembuatan briket arang dengan komposisi yang berbeda untuk mengetahui karakteristik briket yaitu tingkat kadar air, laju pembakaran dan kalor briket.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan kulit buah kakao sebagai briket dengan penambahan komposisi kulit buah kakao yang beragam pada setiap perlakuan dan pengulangannya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah sumber energi yang berasal dari proses alam yang dapat diperbarui dalam waktu yang cepat dan berkelanjutan. Konsep energi terbarukan mulai dikenal sejak 1970an sebagai upaya untuk mengimbangi pengembangan energi berbahan nuklir dan fosil. Menurut Fatoni (2015: 5-6), jenis-jenis dari sumber energi terbarukan diantaranya adalah sebagai berikut.

2.1.1 Energi panas bumi

Energi panas bumi berasal dari peluruhan radioaktif di pusat bumi yang membuat bumi panas dari dalam. Sedangkan panas yang terjadi di permukaan bumi disebabkan oleh panas matahari langsung. Panas bumi adalah energi panas atau energi termal yang dihasilkan dan disimpan di dalam bumi. Energi panas adalah energi yang menentukan temperatur suatu benda.

Temperatur inti bumi mencapai lebih dari 5000 °C. Panas mengalir secara konduksi menuju bebatuan di sekitar inti bumi. Panas ini menyebabkan bebatuan meleleh dan membentuk magma. Magma akan mengalirkan panas secara konveksi dan bergerak naik karena magma yang berupa bebatuan cair memiliki massa jenis yang lebih rendah dari bebatuan padat. Magma memanaskan kerak bumi dan air yang mengalir di dalam kerak bumi, memanaskannya hingga mencapai 300 °C. Air yang panas ini akan menimbulkan tekanan tinggi sehingga air keluar dari kerak bumi. Energi panas bumi dari inti bumi lebih dekat ke permukaan di beberapa daerah. Uap panas atau air bawah tanah dapat dimanfaatkan, dibawa ke permukaan dan dapat digunakan untuk membangkitkan listrik. Terdapat tiga cara pemanfaatan panas bumi diantaranya yaitu sebagai tenaga pembangkit listrik, sebagai sumber panas yang dimanfaatkan secara langsung menggunakan pipa ke perut bumi dan sebagai pompa panas yang dipompa langsung dari perut bumi.

2.1.2 Energi surya

Energi surya adalah energi yang dikumpulkan secara langsung dari cahaya matahari. Sel surya sering digunakan untuk mengisi daya baterai pada siang hari. Kemudian daya yang dihasilkan dari baterai tersebut digunakan pada malam hari ketika cahaya matahari tidak tersedia. Terdapat beberapa manfaat tenaga surya diantaranya yaitu menghasilkan listrik menggunakan sel surya dan menara surya, memanaskan gedung secara langsung, memanaskan gedung melalui pompa panas serta memanaskan makanan menggunakan oven surya.

2.1.3 Tenaga angin

Perbedaan temperatur di dua tempat yang berbeda menghasilkan tekanan udara yang berbeda sehingga menghasilkan angin. Angin adalah gerakan udara dan mampu menggerakkan turbin. Turbin angin dimanfaatkan untuk menghasilkan energi kinetik maupun listrik. Energi yang tersedia dari angin adalah fungsi kecepatan angin yaitu ketika kecepatan angin meningkat maka energi keluarannya juga akan meningkat hingga ke batas maksimum energi yang mampu dihasilkan turbin tersebut.

2.1.4 Tenaga air

Energi air digunakan karena memiliki massa dan mampu mengalir. Air memiliki massa jenis 800 kali dibandingkan udara. Bahkan gerakan air yang lambat mampu diubah ke dalam bentuk energi lain. Turbin air didesain untuk mendapatkan energi dari berbagai jenis reservoir yang diperhitungkan dari jumlah massa air, ketinggian, dan kecepatan air. Energi air ini dapat dimanfaatkan dalam bentuk bendungan pembangkit listrik, mikrohidro yang dibangun untuk membangkitkan listrik hingga skala 100 kilowatt, dan *Run of the river* yang dibangun dengan memanfaatkan energi kinetik dari aliran air tanpa membutuhkan reservoir air yang besar.

2.1.5 Biomassa

Biomassa menjadi sumber energi terbarukan jika laju pengambilan tidak melebihi laju produksinya, karena pada dasarnya biomassa merupakan bahan yang

diproduksi oleh alam dalam waktu relatif singkat melalui berbagai proses biologis.

2.2 Biomassa

Biomassa adalah sumber daya yang diperoleh dari bahan-bahan biologis atau hayati. Selain digunakan untuk pembuatan bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati dan bahan bangunan, biomassa juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi (bahan bakar). Potensi biomassa di Indonesia yang biasa digunakan sebagai sumber energi jumlahnya sangat melimpah. Tanaman pangan dan perkebunan menghasilkan jumlah limbah yang sangat banyak dan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan lain seperti bahan bakar. Pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar memberikan tiga keuntungan secara langsung. Pertama, secara keseluruhan dapat meningkatkan efisiensi energi karena kandungannya yang terdapat pada limbah cukup besar. Kedua, dapat menghemat biaya karena seringkali membuang limbah biasa lebih mahal daripada memanfaatkannya. Ketiga, dapat mengurangi keperluan akan tempat penimbunan sampah karena penyediaan tempat penimbunan akan menjadi lebih sulit dan mahal khususnya di daerah perkotaan.

2.3 Limbah Biomassa

Menurut Kurniawan dan Marsono (2008:16-17), limbah biomassa yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket yaitu sekam padi, jerami, serbuk gergaji kayu, serbuk kelapa, daun kering, kulit kakao.

2.3.1 Serbuk gergaji

Serbuk gergaji kayu merupakan limbah dari hasil proses penggergajian kayu atau pengolahan kayu. Selama ini serbuk gergaji kayu hanya dimanfaatkan sebagai media jamur tiram putih. Bahkan di beberapa tempat hanya dibiarkan menumpuk saja. Serbuk gergaji kayu juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket arang. Karena kandungan lignin dan selulosa yang terdapat pada sel-sel kayu mempengaruhi kulaitas yang tinggi pada briket. Salah satu serbuk

kayu yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket adalah serbuk kayu sengon.

2.3.2 Sekam padi

Sekam atau kulit padi adalah limbah buangan dari pabrik penggilingan padi (*huller*) yang banyak beroperasi di pedesaan. Karena beras merupakan makanan pokok bangsa Indonesia, limbah yang berupa sekam padi banyak ditemukan menumpuk tanpa pengolahan lebih lanjut. Selama ini pemanfaatan sekam padi hanya terbatas untuk campuran pupuk organik, media tanam hortikultura, peternakan ayam boiler, dan bahan bakar batu bata. Padahal sekam padi dapat digunakan untuk produksi superkarbon. Bahan baku sekam yang dipakai untuk produksi superkarbon sebaiknya yang masih kering. Tujuannya agar rendemen karbon yang diperoleh mencapai 50% dari bahan bakar.

2.3.3 Jerami

Jerami atau batang padi berasal dari sisa pemanenan padi. Umumnya limbah jerami di sawah dibiarkan membusuk oleh petani. Sementara itu, sebagian besar lainnya dibakar menjadi abu dan dibenamkan kembali ke dalam tanah. Di beberapa daerah tumpukan jerami padi dimanfaatkan untuk campuran pakan ternak dan media jamur kompos. Setiap tahun tumpukan jerami selalu bertambah seiring dengan laju pencetakan sawah baru. Jerami yang melimpah tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembuatan superkarbon. Jerami kering dipotong-potong dalam ukuran yang lebih kecil sebelum dijadikan arang. Tujuannya adalah memudahkan proses karbonisasi dan mendepetkan rendemen arang hingga 50%. Selain itu arang yang dihasilkan bersifat mudah dihancurkan dalam mesin penggiling tepung sehingga dalam waktu singkat dapat dicetak.

2.3.4 Serbuk kelapa (*Cocodust*)

Serbuk kelapa merupakan limbah buangan dari industri pengolahan sabut kelapa. *Cocodust* diperoleh dengan cara dipisahkan dari serat-serat pada sabut (*cocofibre*) melalui mesin pengayak berukuran 0,2 mm yang diputar pada sumbu horizontal. Fiber akan tertinggal dalam ayakan, sedangkan serbuk *cocodust* keluar dengan sendirinya menuju tempat pembuangan. Pemanfaatan *cocodust* saat ini

masih terbatas pada pembuatan kompos. Selain itu *cocodust* juga sangat baik untuk produksi superkarbon.

2.3.5 Daun-daun kering

Sebagai gambaran, untuk hutan seluas 10.000 m² dalam waktu 3 hari diperoleh daun sebanyak 1 ton, sebulan mencapai 10 ton, dan setahun akan tertimbun 120 ton. Semua daun kering dapat dijadikan bahan baku potensial untuk produksi superkarbon. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa rendemen karbon yang dicapai pada saat pengarangan sebesar 40% dari berat kasar.

2.3.6 Kulit buah kakao

Limbah kulit kakao merupakan limbah perkebunan tanaman kakao (*Theobroma cacao L.*) yang berbentuk padat. Limbah ini diperoleh dari proses pemisahan biji dan buah kakao. Kulit buah kakao mempunyai 10 alur dan tebal kulit buah berkisar antara 1 hingga 2 cm. Kulit buah kakao tersedia cukup banyak yaitu sekitar 75% dari satu buah kakao utuh, 23% biji kakao, dan 2% plasenta (Syamsulbahri, 1985: 28-29).

2.4 Produk dan Pemanfaatan Biomassa

2.4.1 Produk biomassa

Terdapat tiga tipe bahan bakar yang dihasilkan oleh biomassa dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam kebutuhan, antara lain sebagai berikut.

1. Cairan : etanol, biodiesel dan metanol
2. Gas : biogas, produser gas, syngas
3. Padat : arang

Penggunaan etanol dan biodiesel sebagai bahan bakar kendaraan dapat mengurangi emisi gas CO₂. Oleh karena itu biomassa bukan hanya energi terbarukan tapi juga ramah lingkungan dan dapat digunakan sebagai sumber energi secara global. Berikut merupakan diagram teknologi konversi biomassa.

2.4.2 Pemanfaatan biomassa

Dalam pemanfaatan sumber energi biomassa sebagai bahan bakar maka diperlukan sebuah teknologi untuk mengkonversinya. Proses pembakaran secara

langsung adalah teknologi yang paling sederhana. Biomassa akan dibakar dan akan menghasilkan energi panas yang digunakan untuk memanaskan tungku. Konversi termokimiawi adalah teknologi konversi biomassa yang memerlukan perlakuan panas untuk memicu reaksi kimia yang akan menghasilkan gas yang memiliki karakteristik tertentu bahan bakar. Sedangkan konversi biokimiawi adalah teknologi konversi biomassa yang menggunakan bantuan mikroba dalam menghasilkan bahan bakar, contohnya adalah sebagai berikut.

1. Biobriket

Briket adalah gumpalan (sebesar kepalan tangan) dari barang lunak yang dikeraskan melalui proses pembakaran. Briket juga merupakan suatu blok bahan yang dapat dibakar dan digunakan sebagai bahan bakar. Briket yang paling umum digunakan yaitu briket batubara, briket gambut dan briket arang. Biasanya briket arang terbuat dari limbah biomassa seperti jerami, dedaunan kering, sekam, serbuk kayu dan limbah biomassa lainnya. Briket arang biasanya digunakan untuk mengkonversi sumber energi biomassa ke bentuk biomassa lain dengan cara dimampatkan sehingga bentuknya akan lebih teratur dan seragam. Briket yang terkenal adalah briket batubara namun biomassa lain seperti sekam, serbuk gergaji kayu dan limbah biomassa lainnya juga dapat digunakan sebagai briket.

2. Pirolisis

Pirolisis adalah penguraian biomassa karena adanya panas pada suhu yang lebih dari 500 °C. Pirolisis juga diartikan sebagai dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Pada pirolisis terdapat beberapa tingkatan proses yaitu pirolisis primer dan pirolisis sekunder. Pirolisis primer adalah pirolisis yang terjadi pada bahan baku (umpan), sedangkan pirolisis sekunder adalah pirolisis yang terjadi atas partikel dan gas atau uap hasil pirolisis primer.

3. *Liquefaction*

Liquefaction merupakan proses perubahan wujud dari gas ke cair dengan proses kondensasi. Biasanya proses ini terjadi melalui pendinginan atau perubahan dari padat ke cair dengan peleburan, bisa juga dengan pemanasan atau penggilingan dan pencampuran dengan cairan lain untuk memutuskan ikatan. Pada bidang energi *liquefaction* terjadi pada batubara dan gas menjadi bentuk cairan untuk menghemat transportasi dan memudahkan dalam pemanfaatan.

4. Biokimia

Pemanfaatan energi biomassa yang lain adalah dengan cara proses biokimia. Contohnya adalah hidrolisis, fermentasi dan *an aerobic digestion* yaitu penguraian bahan organik atau selulosa menjadi CH_4 dan gas lain melalui proses biokimia.

2.5 Briket

Briket adalah gumpalan (sebesar kepalan tangan) dari barang lunak yang dikeraskan melalui proses pembakaran. Briket juga merupakan suatu blok bahan yang dapat dibakar dan digunakan sebagai bahan bakar. Briket yang paling umum digunakan yaitu briket batubara, briket gambut dan briket arang. Biasanya briket arang terbuat dari limbah biomassa seperti jerami, dedaunan kering, sekam, serbuk kayu dan limbah biomassa lainnya. Sifat briket arang dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti berat jenis bahan atau berat jenis serbuk arang, kehalusan serbuk, suhu karbonasi, tekanan pengempaan, dan pencampuran formula bahan baku briket. Proses pembriketan adalah pengolahan limbah (organik) yang mengalami perlakuan penumbukan, pencampuran bahan baku, pencetakan dengan sistem hidrolik dan pengeringan pada kondisi tertentu, sehingga diperoleh briket yang mempunyai bentuk, ukuran fisik, dan sifat kimia tertentu. Beberapa bentuk dan tipe briket yang umum dikenal yaitu bantalan (*oval*), sarang tawon (*honey comb*), silinder (*cylinder*), telur (*egg*), dan lain-lain.

Syarat briket yang baik adalah memiliki permukaan yang halus dan tidak meninggalkan bekas hitam ditangan. Selain itu, sebagai bahan bakar briket juga harus memenuhi kriteria mudah dinyalakan, tidak mengeluarkan asap, emisi gas

hasil pembakaran tidak mengandung racun, tidak berjamur bila disimpan pada waktu lama, serta menunjukkan laju pembakaran dan suhu pembakaran yang baik.

2.5.1 Parameter Pembuatan Briket Bioarang

Beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam pembuatan briket adalah sebagai berikut.

1. Ukuran butir. Semakin kecil ukuran butir bahan baku pembuatan briket maka akan semakin kuat daya rekat antar butir (apabila ditambah dengan bahan perekat).
2. Tekanan mesin pencetak. Diusahakan agar briket yang dihasilkan tidak rapuh dan tidak mudah pecah apabila dipindah-pindah. Selain itu diusahakan masih terdapat pori-pori yang memungkinkan udara masih ada di dalamnya. Keberadaan oksigen dalam briket sangat penting karena akan mempermudah proses pembakaran.
3. Kandungan air akan berpengaruh pada nilai kalor yang dihasilkan. Apabila kandungan airnya tinggi maka sebagian kalor yang dihasilkan briket akan dipergunakan terlebih dahulu untuk menguapkan air yang terdapat di dalamnya. Sisa kalor baru dapat dimanfaatkan sebagai penghasil panas baik dengan cara pemanasan kontak langsung ataupun dengan cara pemanasan kontak tidak langsung.

2.5.2 Tahapan Pembuatan Briket Bioarang

Secara umum proses pembuatan briket melalui tahapan penggerusan, pencampuran, pencetakan dan pengepakan.

1. Karbonisasi adalah proses pengarangan bahan baku briket dengan cara membakarnya di drum atau tong bekas hingga menjadi arang.
2. Penggerusan adalah menggerus bahan baku briket untuk mendapatkan ukuran butiran tertentu. Alat yang digunakan *crusher* atau *blender*.
3. Pencampuran adalah mencampurkan bahan baku briket pada komposisi tertentu dengan bahan perekat untuk mendapatkan adonan yang seragam. Alat yang digunakan adalah *mixer* dan *combining blender*.

4. Densifikasi adalah proses mencetak atau memampatkan adonan briket menggunakan alat pengepres briket untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan.
5. Pengeringan adalah proses mengeringkan briket menggunakan udara panas pada temperatur tertentu untuk menurunkan kandungan air briket.
6. Pengepakan adalah pengemasan produk briket sesuai dengan spesifikasi kualitas dan kuantitas yang telah ditentukan.

2.6 Karbonisasi

Karbonisasi adalah proses untuk mengkonversi atau mengubah bahan organik menjadi arang. Proses bahan-bahan dipanaskan dalam ruangan tanpa kontak dengan udara selama proses pembakaran sehingga menghasilkan arang. Karbonisasi merupakan proses pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen terbatas yang menghasilkan arang serta menyebabkan penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk uap air, metanol, uap-uap asam asetat dan hidrokarbon

Pelaksanaan organisasi meliputi teknik yang paling sederhana hingga yang modern. Berikut ini merupakan metode karbonisasi (pengarangan).

1. Pengarangan terbuka

Metode pengarangan terbuka yaitu pengarangan tidak dilakukan di dalam ruangan sebagaimana mestinya. Resiko kegagalannya lebih besar karena udara langsung kontak dengan bahan baku. Metode pengarangan ini paling murah dan paling cepat, tetapi bagian yang menjadi abu juga 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.

2. Pengarangan di dalam drum

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

3. Pengarangan di dalam silo

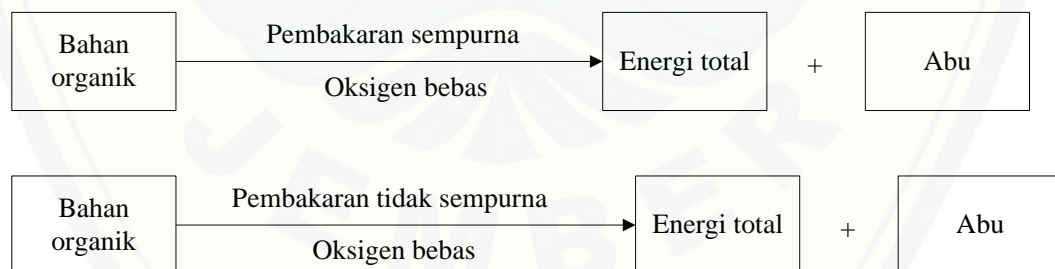
Sistem pengarangan dalam silo diterapkan untuk produksi arang dalam jumlah banyak. Dimana dinding dalam terbuat dari batu bata tahan api dan dinding luarnya hanya disemen serta dipasang 4 buah tiang yang jaraknya disesuaikan dengan keliling silo. Di sisi bawah silo diberi pintu yang berfungsi untuk mempermudah pengeluaran arang yang sudah jadi. Hal yang penting dalam metode ini adalah menyediakan air yang banyak untuk memadamkan bara.

4. Pengarangan semi modern

Sumber api pada pengarangan ini berasal dari plat yang dipanasi atau batu bara yang dibakar. Akibatnya udara disekeliling bara menjadi panas dan memuai ke seluruh ruangan pembakaran. Panas yang ada kemudian dihembuskan oleh kipas angin bertenaga listrik.

5. Pengarangan supercepat

Waktu yang dibutuhkan pada jenis pengarangan ini hanya dalam hitungan menit. Metode ini menggunakan penerapan roda berjalan. Bahan baku akan melewati lorong besi yang panas dengan suhu mendekati 70 °C. Secara ringkas proses karbonisasi dapat dijelaskan pada bagan di bawah ini.



Gambar 2.1 Bagan Proses Karbonisasi (Sumber: Kong, 2010)

2.7 Densifikasi

Densifikasi merupakan proses pemadatan biomassa dengan proses pengempaan (penekanan) sehingga antara suatu bahan akan memiliki kerapatan yang tinggi. Limbah pertanian yang akan dibuat menjadi bahan bakar briket harus

diperkecil ukurannya terlebih dahulu agar mudah dalam proses pembuatannya. Secara umum proses densifikasi biomassa mempunyai beberapa keuntungan seperti meningkatkan nilai kalor per unit volume, mudah disimpan dan diangkut, mempunyai ukuran dan kualitas yang seragam.

Menurut Patabang (2012: 287), tekanan pemampatan dilakukan untuk menciptakan kontak antara permukaan bahan yang akan diberi perekat dengan bahan perekat. Setelah bahan perekat dicampurkan dan tekanan mulai dilakukan maka perekat yang masih dalam keadaan cair akan mengalir ke permukaan bahan. Selain itu dengan perekat akan mengalami perpindahan aliran dari permukaan yang diberi perekat ke permukaan yang belum terkena perekat. Jadi penambahan perekat pada pembuatan briket sangat penting karena untuk mempermudah proses densifikasi dan menghasilkan briket yang tidak mudah pecah.

2.8 Bahan Perekat

Suatu bahan baku pembuatan briket yang telah dihaluskan dan melalui proses pengayakan cenderung saling memisah. Oleh karena itu diperlukan suatu perekat atau lem agar butiran halus bahan baku dapat disatukan dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Menurut Sitomurang (2012: 19-21), berdasarkan fungsi dari perekat dan kualitasnya, pemilihan bahan perekat dapat dibagi sebagai berikut.

2.8.1 Berdasarkan sifat / bahan baku perekat briket

Adapun karakteristik bahan baku perekat untuk pembuatan briket diantaranya yaitu:

1. memiliki gaya kohesi yang baik bila dicampurkan dengan semikokas atau batu bara
2. mudah terbakar dan tidak berasap
3. mudah didapat dalam jumlah yang banyak dan murah harganya
4. tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya.

2.8.2 Berdasarkan jenis

Jenis bahan baku yang umum dipakai sebagai perekat untuk pembuatan briket yaitu:

1. Perekat anorganik

Perekat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar terganggu. Pengikat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan perekat sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh dari pengikat anorganik ini yaitu semen dan natrium silikat.

2. Perekat organik

Perekat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik diantaranya yaitu sebagai berikut.

a. Clay (lempung)

Clay (lempung) atau juga sering disebut tanah liat, umumnya banyak digunakan sebagai bahan perekat briket. Jenis lempung yang dapat dipakai untuk perekat briket terdiri dari jenis lempung warna kemerah-merahan, kekuningan dan abu-abu. Perekat jenis ini menyebabkan briket membutuhkan waktu yang lama untuk proses pengeringannya dan briket menjadi agak sulit menyala ketika dibakar.

b. Tapioka

Jenis tapioka beragam kualitasnya tergantung dari proses pembuatannya terutama pencampuran airnya dan pada saat dimasak sampai mendidih. Tapioka juga banyak digunakan sebagai bahan pengisi dan bahan perekat dalam industri makanan.

c. Getah karet

Daya lekat getah karet lebih kuat dibandingkan dengan tanah liat dan tapioka. Namun, ongkos produksinya lebih mahal dan agak sulit

mendapatkannya. Briket dengan jenis ini akan menghasilkan asap tebal berwarna dan beraroma kurang sedap bila dibakar.

d. Getah pinus

Keunggulan perekat ini terletak pada daya benturannya yang kuat meskipun dijatuhkan ditempat yang tinggi briket akan tetap utuh serta mudah menyala jika dibakar. Namun asap yang keluar cukup banyak dan menghasilkan bau yang menyengat.

Dari jenis-jenis bahan perekat di atas, yang paling umum digunakan adalah bahan perekat tapioka. Hal ini karena tepung tapioka banyak terdapat di pasaran dengan harga yang relatif murah. Selain itu perekat ini juga menimbulkan asap yang relatif sedikit dibandingkan dengan bahan lain. Menurut Saleh (2013: 83), tapioka adalah pati dengan bahan baku singkong dan merupakan salah satu bahan untuk kebutuhan industri makanan, farmasi, tekstil, perekat, dan lain-lain. Pati tersusun dari dua macam karbohidrat, amilosa dan amilopektin dengan komposisi yang berbeda. Amilosa memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian briket dilakukan pada bulan Februari sampai dengan April 2016 di Laboratorium Instrumentasi Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Alat pembuat briket hidrolis
2. Ayakan
3. Timbangan analog dan digital
4. *Stopwatch*
5. Oven
6. Desikator
7. Gelas ukur
8. Tong/drum bekas
9. Mesin penepung
10. Kompor biomassa
11. Panci
12. Multimeter digital.

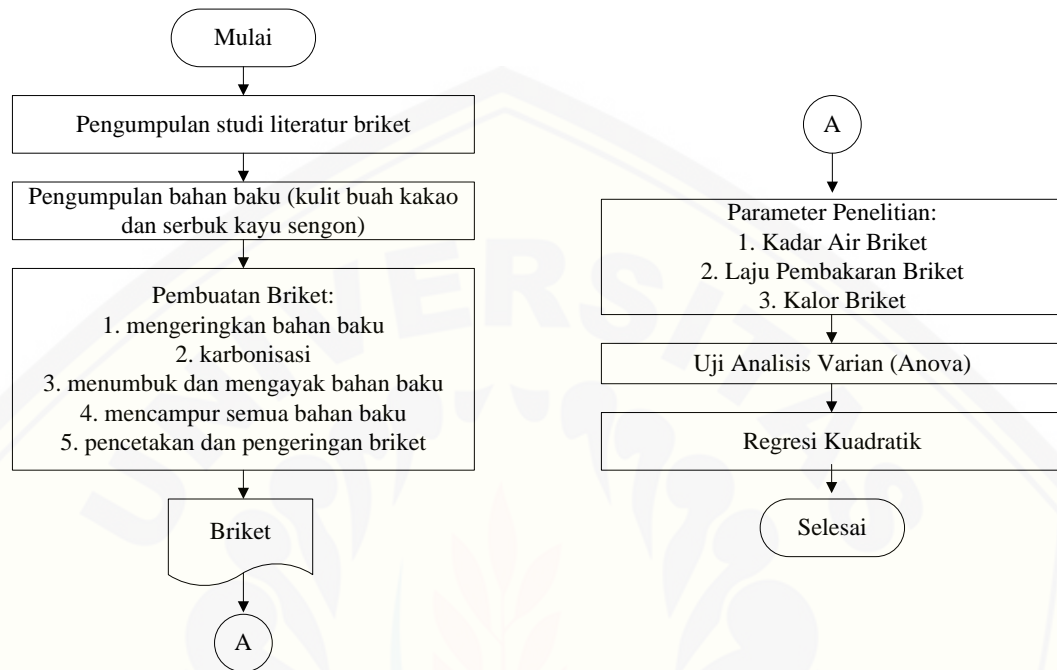
3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kulit buah kakao
2. Serbuk kayu sengon
3. Tepung tapioka
4. Air

3.3 Prosedur Penelitian

Secara umum prosedur penelitian yang dilakukan dijelaskan pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.4 Pengumpulan Studi Literatur

Tahap awal sebelum melakukan penelitian yaitu dengan mengumpulkan beberapa literatur yang berhubungan dengan briket arang menggunakan bahan baku kulit buah kakao dengan perekat kanji. Salah satu contoh literatur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pemanfaatan kulit buah kakao menjadi briket arang dengan perekat kanji.

3.5 Pengumpulan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Kebun Kalikempit, Glenmore-Banyuwangi. Kulit buah kakao diperoleh dengan mengumpulkannya dari kebun yang terletak di bawah-bawah pohon kakao. sedangkan serbuk kayu sengon diperoleh dari sisa-sisa pemotongan kayu sengon di pabrik milik kebun.

3.6 Pembuatan Briket

Tahapan proses pembuatan briket arang kulit kakao dan serbuk kayu sengon adalah sebagai berikut.

1. Mengeringkan kulit buah kakao selama 4 hari dan serbuk gergaji kayu sengon selama 3 hari langsung di bawah sinar matahari (pengeringan dimulai pada pukul 08.00 – 16.00 WIB).
2. Melakukan proses pengarangan atau karbonisasi bahan baku selama 4 hari untuk kulit buah kakao dan 5 hari untuk serbuk kayu sengon menggunakan tong/drum bekas.
3. Menghaluskan bahan baku menggunakan mesin penepung.
4. Melakukan proses pengayakan menggunakan ayakan 50 mesh.
5. Mencampur bahan baku briket yaitu kulit buah kakao dan serbuk gergaji kayu sengon dengan bahan perekat tepung tapioka sebanyak 10 gram pada masing-masing perlakuan dan setiap pengulangan.
6. Mencetak briket menggunakan pengempa hidrolis.
7. Melakukan pengempaan sebanyak 20 biji untuk 4 kali pengulangan.
8. Melakukan proses pengeringan briket dengan menjemurnya langsung di bawah sinar matahari selama 14 hari (pengeringan dimulai dari pukul 08.00 – 16.00 WIB) sampai kadar air 8%.

3.7 Perlakuan Pada Masing-masing Briket

Pada penelitian ini pencampuran bahan baku briket berupa arang serbuk gergaji sebanyak 20 gram, perekat tepung tapioka sebanyak 10 gram, dan arang kulit buah kakao dengan jumlah masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perlakuan Briket Arang Kulit Kakao dan Serbuk Gergaji Kayu Sengon

| Perlakuan | Arang kulit buah kakao (gram) | Arang serbuk sengon (gram) | Perekat (gram) |
|----------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| P ₁ | 20 | 20 | 10 |
| P ₂ | 40 | 20 | 10 |
| P ₃ | 60 | 20 | 10 |
| P ₄ | 80 | 20 | 10 |

3.8 Parameter Penelitian

Briket arang yang telah dikeringkan kemudian diukur kadar air, laju pembakaran, dan kalor briketnya.

3.8.1 Pengukuran Kadar Air

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

- Menimbang cawan sampel menggunakan timbangan analitik
- Menimbang berat masing-masing sampel briket
- Sampel dikeringkan langsung di bawah sinar matahari hingga mencapai kadar air sebesar 8%
- Menghitung nilai kadar air briket dengan persamaan:

$$kadarair = \frac{((B)-(A))-((C)-(A))}{(C-A)} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan: A= wadah
B= berat awal + wadah (gram)
C= berat akhir + wadah (gram)

3.8.2 Pengukuran Laju Pembakaran

Proses pengujian laju pembakaran briket terdiri atas beberapa tahap, yaitu :

- menimbang sampel briket.
- membakar briket dalam tungku.
- mencatat waktu briket saat bara menyala hingga padam.
- menghitung laju pembakaran briket dengan persamaan :

$$lajupembakaran = \frac{massabriket(g)}{waktupembakaran(s)} \dots \dots \dots (3.2)$$

3.8.3 Pengukuran Kalor Briket

Pengujian kalor briket bertujuan untuk mengetahui nilai kalor yang dihasilkan setelah briket mengalami proses pembakaran. Nilai kalorpada briket dapat diperoleh dengan cara manual yaitu mencatat suhu air dari proses memanaskan 1 liter air menggunakan bahan bakar briket hingga habis. Menghitung nilai kalor pada briket dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q = (m_{air} \times C_p_{air}(T_2 - T_1) + (m_{uap} \times H_f g)) \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan :

- Q = kalor yang diterima air (kj)
 m_{air} = massa air (kg)
 $C_{\text{p air}}$ = panas spesifikasi air (4,1662 kj/kg°C)
 T_1 = suhu awal mendidihkan air (°C)
 T_2 = suhu akhir mendidihkan air (°C)
 m_{uap} = massa air teruapkan selama pemanasan (kg)
 H_{fg} = panas laten penguapan air (225 kj/kg)

3.9 Analisis Data

3.9.1 Uji Analisis Varian (Anova)

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah uji anova satu arah dengan 1 perlakuan dan 4 kali pengulangan menggunakan bahan baku yang berbeda yaitu limbah kulit buah kakao dan serbuk gergaji kayu. Analisis ini digunakan untuk mengetahui kualitas briket arang seperti pengaruh lama pembakaran briket, kadar air dan nilai kalor. Berikut rumus anova satu arah yang digunakan dalam pengujian :

$$JKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{T_{\#}^2}{N} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$JKT = \sum_{i=1}^k \frac{T_{\#i}^2}{n_i} - \frac{T_{\#}^2}{N} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$JKG = JKT - JKK \dots \dots \dots (3.6)$$

- Keterangan : k : Banyaknya kolom
 N : Banyaknya pengamatan/keseluruhan data
 n_i : Banyaknya ulangan di kolom ke – i
 x_{ij} : Data pada kolom ke i ulangan ke j
 $T_{\#i}$: Total (jumlah ulangan pada kolom ke i)
 $T_{\#}$: Total (jumlah) seluruh pengamatan.

Berdasarkan hasil anova yang diperoleh menggunakan rumus di atas, kemudian nilai F tabel dan F Hitung dibandingkan dengan membuat hipotesa sebagai berikut.

- H_0 = terdapat pengaruh penambahan serbuk kulit buah kakao pada kadar air briket

H1 = tidak terdapat pengaruh penambahan serbuk kulit buah kakao pada kadar air briket.

3.9.2 Regresi Kuadratik

Penelitian ini juga menggunakan analisis regresi kuadratik pada setiap pengukuran parameternya seperti tingkat kadar air, laju pembakaran, dan kalor briket. Hal ini dilakukan karena untuk mengetahui seberapa jauh penyimpangan garis regresi dengan data pencar. Menurut Irianto (2004: 165), semakin dekat jarak antara garis persamaan regresi dengan garis batas interval kepercayaan mempunyai arti bahwa persamaan regresi linier yang diperoleh mempunyai daya ramal yang semakin baik. Sebaliknya jika antara garis persamaan regresi dengan batas interval ternyata besar (jauh), maka persamaan regresi tidak mempunyai daya ramal yang baik. Berikut ini merupakan rumus persamaan regresi kuadratik.

$$\hat{Y} = a + bX + cX^2 \dots \dots \dots (3.7)$$

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas mengenai studi bahan briket menggunakan kulit buah kakao diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan komposisi kulit buah kakao pada setiap perlakuan mempengaruhi tingkat kadar air briket. Semakin banyak komposisi kulit buah kakao maka kadar air briket juga akan semakin tinggi. Nilai Fhitung kadar air $> F_{tabel}$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Selain itu diperoleh nilai signifikansi 0,001 dan lebih kecil dari tingkat kepercayaan 0,05 yang menunjukkan data homogen.
2. Tingkat laju pembakaran briket dipengaruhi oleh penambahan komposisi kulit buah kakao. Semakin banyak komposisi kulit buah kakao maka laju pembakaran briket akan semakin menurun. Nilai Fhitung $> F_{tabel}$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Selain itu diperoleh nilai signifikansi 0 dan lebih kecil dari tingkat kepercayaan 0,05 yang menunjukkan data homogen.
3. Tingginya nilai kalor briket juga dipengaruhi oleh penambahan komposisi kulit buah kakao. Semakin banyak komposisi kulit buah kakao maka kalor briket akan semakin tinggi. Fhitung $> F_{tabel}$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Selain itu diperoleh nilai signifikansi 0,005 dan lebih kecil dari tingkat kepercayaan 0,05 yang menunjukkan data homogen.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas mengenai studi bahan briket menggunakan kulit buah kakao, maka diperlukan saran sebagai berikut.

1. Waktu pengeringan bahan baku yaitu kulit buah kakao perlu ditingkatkan. Karena hal ini akan mempengaruhi kalor briket yang diperoleh. Apabila waktu pengeringan dilakukan lebih lama lagi, kalor briket yang dihasilkan mungkin juga akan jauh lebih tinggi.
2. Kurva regresi pada kadar air briket menunjukkan R^2 sebesar 0,5 yang artinya persamaan linier yang diperoleh kecil atau mempunyai tingkat daya ramal yang kurang baik. Hal ini mungkin juga dipengaruhi oleh waktu pengeringan bahan

baku yang cukup singkat. Sebaiknya dalam proses pembuatan briket sampai tahap pengujian variabel perlu diperhatikan lebih baik lagi agar hasil yang diperoleh juga maksimal.

3. Apabila akan melakukan penelitian lanjutan, sebaiknya menggunakan standar metode pengukuran laju pembakaran.



DAFTAR PUSTAKA

- Irianto, A. 2004. *Statistik Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Prenada Media.
- Kong, G. T. 2010. *Peran Biomassa Bagi Energi Terbarukan*. Jakarta: PT. Gramedia. [serial online]. https://books.google.co.id/books?id=10sVVF7FNkC&printsec=frontcover&dq=Peran+Biomassa+Bagi+Energi+Terbarukan&hl=id&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Peran%20Biomassa%20Bagi%20Energi%20Terbarukan&f=false. [8 November 2016].
- Kurniawan, O. dan Marsono. 2008. *Superkarbon Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah dan Gas*. Depok: Penebar Swadaya. [serial online]. https://books.google.co.id/books?id=wo3hAXPnYicC&pg=PA19&dq=superkarbon&hl=id&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=superkarbon&f=false. [8 November 2016].
- Suprapti dan Ramlah, S. 2013. Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Untuk Briket Arang. *Bioporal Industri*. Vol. 4(2): 71. <http://ejournal.kemnenperin.go.id/bioporal/article/view/814>. [8 November 2016].
- Syamsulbahri. 1985. *Bercocok Tanam Tanaman Perkebunan Tahunan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Usman, M. N. 2007. Mutu Briket Arang Kulit Buah Kakao dengan Menggunakan Kanji Sebagai Perekat. *Jurnal Perennial*. Vol 3(2): 58. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/perennial/article/view/172>. [8 November 2016].

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Data Hasil Pengukuran Suhu Air

A1. Perlakuan 80:20

| Waktu (menit) | Suhu (°C) | | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 | Ulangan 4 |
| 0 | 29 | 33 | 30 | 33 |
| 5 | 31 | 36 | 42 | 45 |
| 10 | 32 | 41 | 48 | 50 |
| 15 | 35 | 52 | 58 | 52 |
| 20 | 49 | 64 | 70 | 73 |
| 25 | 78 | 76 | 76 | 79 |
| 30 | 82 | 81 | 80 | 84 |
| 35 | 84 | 86 | 81 | 86 |
| 40 | 86 | 87 | 85 | 87 |
| 45 | 89 | 88 | 88 | 88 |
| 50 | 87 | 91 | 90 | 86 |
| 55 | 83 | 86 | 91 | 85 |
| 60 | 81 | 84 | 82 | 83 |
| 65 | 80 | 83 | 80 | 82 |
| 70 | 78 | 82 | 79 | 81 |
| 75 | 75 | 81 | 77 | 79 |
| 80 | 73 | 79 | 74 | 78 |
| 85 | 72 | 78 | 72 | 77 |
| 90 | 70 | 75 | 70 | 75 |
| 95 | 66 | 74 | 68 | 74 |
| 100 | 64 | 71 | 65 | 73 |
| 105 | 62 | 70 | 61 | 70 |
| 110 | 60 | 67 | 60 | 69 |
| 115 | 58 | 65 | 56 | 68 |
| 120 | 54 | 62 | 50 | 58 |
| 125 | 52 | 48 | 47 | 54 |
| 130 | 51 | 42 | 45 | 40 |
| 135 | 49 | 37 | | 36 |
| 140 | 30 | 35 | | |

A2. Perlakuan 60:20

| Waktu (menit) | Suhu (°C) | | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 | Ulangan 4 |
| 0 | 32 | 29 | 27 | 34 |
| 5 | 42 | 42 | 44 | 45 |
| 10 | 57 | 54 | 58 | 52 |
| 15 | 68 | 65 | 72 | 57 |
| 20 | 77 | 75 | 81 | 64 |
| 25 | 81 | 83 | 86 | 68 |
| 30 | 85 | 88 | 89 | 73 |
| 35 | 89 | 90 | 91 | 88 |
| 40 | 91 | 92 | 88 | 89 |
| 45 | 92 | 93 | 87 | 90 |
| 50 | 90 | 94 | 86 | 91 |
| 55 | 89 | 91 | 85 | 88 |
| 60 | 87 | 90 | 80 | 86 |
| 65 | 85 | 89 | 77 | 84 |
| 70 | 83 | 88 | 74 | 81 |
| 75 | 81 | 86 | 72 | 79 |
| 80 | 79 | 84 | 71 | 77 |
| 85 | 78 | 82 | 70 | 75 |
| 90 | 75 | 80 | 69 | 74 |
| 95 | 74 | 77 | 68 | 69 |
| 100 | 71 | 74 | 67 | 66 |
| 105 | 68 | 72 | 66 | 65 |
| 110 | 67 | 67 | 63 | 60 |
| 115 | 64 | 63 | 61 | 58 |
| 120 | 61 | 61 | 60 | 40 |
| 125 | 57 | 57 | 55 | 39 |
| 130 | 55 | 54 | 52 | 30 |
| 135 | 52 | 52 | 48 | |
| 140 | 33 | 50 | 42 | |
| 145 | | 47 | 35 | |

A3. Perlakuan 40:20

| Waktu (menit) | Suhu (°C) | | | |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 | Ulangan 4 |
| 0 | 32 | 32 | 20 | 20 |
| 5 | 46 | 35 | 27 | 25 |
| 10 | 55 | 45 | 40 | 34 |
| 15 | 62 | 48 | 52 | 48 |
| 20 | 74 | 54 | 65 | 58 |
| 25 | 84 | 65 | 68 | 64 |
| 30 | 86 | 72 | 69 | 68 |
| 35 | 88 | 75 | 70 | 70 |
| 40 | 86 | 76 | 65 | 67 |
| 45 | 83 | 78 | 64 | 65 |
| 50 | 80 | 75 | 63 | 64 |
| 55 | 77 | 73 | 60 | 63 |
| 60 | 74 | 70 | 59 | 62 |
| 65 | 70 | 69 | 56 | 61 |
| 70 | 69 | 68 | 53 | 60 |
| 75 | 66 | 67 | 50 | 54 |
| 80 | 64 | 66 | 48 | 53 |
| 85 | 62 | 63 | 45 | 51 |
| 90 | 59 | 61 | 41 | 47 |
| 95 | 55 | 59 | 38 | 43 |
| 100 | 53 | 58 | 35 | 40 |
| 105 | 50 | 54 | 31 | 36 |
| 110 | 47 | 48 | 27 | 26 |
| 115 | 44 | 46 | | |
| 120 | 39 | 44 | | |
| 125 | 34 | 38 | | |
| 130 | | 34 | | |

A4. Perlakuan 20:20

| Waktu (menit) | Suhu (°C) | | | |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 | Ulangan 4 |
| 0 | 29 | 20 | 20 | 20 |
| 5 | 32 | 33 | 28 | 33 |
| 10 | 34 | 46 | 35 | 45 |
| 15 | 43 | 58 | 40 | 48 |
| 20 | 52 | 62 | 45 | 54 |
| 25 | 56 | 69 | 47 | 65 |
| 30 | 58 | 68 | 48 | 68 |
| 35 | 60 | 67 | 52 | 62 |
| 40 | 58 | 63 | 54 | 60 |
| 45 | 57 | 58 | 62 | 57 |
| 50 | 55 | 56 | 68 | 54 |
| 55 | 53 | 52 | 60 | 50 |
| 60 | 51 | 50 | 52 | 48 |
| 65 | 49 | 44 | 49 | 43 |
| 70 | 48 | 39 | 46 | 40 |
| 75 | 44 | 36 | 44 | 38 |
| 80 | 41 | 33 | 40 | 37 |
| 85 | 38 | 28 | 38 | 34 |
| 90 | 35 | | 36 | 30 |
| 95 | 32 | | 32 | 28 |
| 100 | 28 | | 27 | |

LAMPIRAN B. DATA HASIL PERHITUNGAN KADAR AIR BRIKET ARANG KULIT BUAH KAKAO**B.1 Tabel Hasil Perhitungan Kadar Air Briket**

| Perlakuan | Pengulangan | Berat cawan (gr) | Cawan+bahan sebelum di oven (gr) | Cawan+bahan sesudah di oven (gr) | Kadar air (%) |
|-----------|-------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| 80;20 | 1 | 4,79 | 25,88 | 24,43 | 7,38 |
| | 2 | 4,68 | 26,51 | 25,04 | 7,22 |
| | 3 | 4,77 | 25,16 | 23,83 | 6,98 |
| | 4 | 4,73 | 28,23 | 26,61 | 7,40 |
| 60;20 | 1 | 4,48 | 23,36 | 22,1 | 7,15 |
| | 2 | 3,99 | 24 | 22,68 | 7,06 |
| | 3 | 4,79 | 27,63 | 26,14 | 6,98 |
| | 4 | 3,96 | 16,56 | 15,72 | 7,14 |
| 40;20 | 1 | 3,91 | 23,49 | 22,12 | 7,52 |
| | 2 | 3,88 | 20,35 | 19,16 | 7,79 |
| | 3 | 4,54 | 21,51 | 20,37 | 7,20 |
| | 4 | 3,95 | 20,73 | 19,55 | 7,56 |
| 20;20 | 1 | 3,98 | 19,26 | 18,31 | 6,63 |
| | 2 | 3,91 | 21,42 | 20,38 | 6,31 |
| | 3 | 4,56 | 25,54 | 24,17 | 6,99 |
| | 4 | 3,96 | 22,08 | 20,95 | 6,65 |

Rumus menghitung kadar air briket arang:

$$kadarair = \frac{((B)-(A))-((C)-(A))}{(C-A)} \times 100\%.$$

B.2 Perhitungan Kadar Air Briket

a. Perlakuan 80:20

$$1) KA = \frac{(25,88-24,43)}{(24,43-4,79)} \times 100\% = 7,38\%$$

$$2) KA = \frac{(26,51-25,04)}{(25,04-4,68)} \times 100\% = 7,22\%$$

$$3) KA = \frac{(25,16-23,83)}{(23,83-4,77)} \times 100\% = 6,98\%$$

$$4) KA = \frac{(28,23-26,61)}{(26,61-4,73)} \times 100\% = 7,40\%$$

$$\text{Jadi, } x = \frac{7,38+7,22+6,98+7,40}{4} = 7,25 \text{ m/s}$$

b. Perlakuan 60:20

$$1) KA = \frac{(23,36-22,1)}{(22,1-4,48)} \times 100\% = 7,15\%$$

$$2) KA = \frac{(24-22,68)}{(22,68-3,99)} \times 100\% = 7,06\%$$

$$3) KA = \frac{(27,63-26,14)}{(26,14-4,79)} \times 100\% = 6,98\%$$

$$4) KA = \frac{(16,56-15,72)}{(15,72-3,96)} \times 100\% = 7,14\%$$

$$\text{Jadi, } x = \frac{7,15+7,06+6,98+7,14}{4} = 7,08 \text{ m/s}$$

c. Perlakuan 40:20

$$1) KA = \frac{(23,49-22,12)}{(22,12-3,91)} \times 100\% = 7,52\%$$

$$2) KA = \frac{(20,53-19,16)}{(19,16-3,88)} \times 100\% = 7,79\%$$

$$3) KA = \frac{(21,51-20,37)}{(20,37-4,54)} \times 100\% = 7,20\%$$

$$4) KA = \frac{(20,73-19,55)}{(19,55-3,95)} \times 100\% = 7,56\%$$

$$\text{Jadi, } x = \frac{7,52+7,79+7,20+7,56}{4} = 7,52 \text{ m/s}$$

d. Perlakuan 20:20

$$1) KA = \frac{(19,26-18,31)}{(18,31-3,98)} \times 100\% = 6,63\%$$

$$2) KA = \frac{(21,42-20,38)}{(20,38-3,91)} \times 100\% = 6,31\%$$

$$3) KA = \frac{(25,54-24,17)}{(24,17-4,56)} \times 100\% = 6,99\%$$

$$4) KA = \frac{(22,08-20,95)}{(20,95-3,96)} \times 100\% = 6,65\%$$

$$\text{Jadi, } x = \frac{6,63+6,31+6,99+6,65}{4} = 6,65 \text{ m/s}$$



LAMPIRAN C. DATA HASIL PERHITUNGAN LAJU PEMBAKARAN BRIKET ARANG KULIT BUAH KAKAO

C1. Tabel Hasil Perhitungan Laju Pembakaran Briket

| Perlakuan | Pengulangan | Massa briket (gr) | Waktu pembakaran (s) | Laju pembakaran | Rata-rata |
|-----------|-------------|-------------------|----------------------|-----------------|-----------|
| 80;20 | 1 | 200 | 8400 | 0,024 | 0,024 |
| | 2 | 200 | 8400 | 0,024 | |
| | 3 | 200 | 7800 | 0,026 | |
| | 4 | 200 | 8100 | 0,025 | |
| 60;20 | 1 | 200 | 8400 | 0,024 | 0,024 |
| | 2 | 200 | 8700 | 0,023 | |
| | 3 | 200 | 8700 | 0,023 | |
| | 4 | 200 | 7800 | 0,026 | |
| 40;20 | 1 | 200 | 7500 | 0,027 | 0,028 |
| | 2 | 200 | 7800 | 0,026 | |
| | 3 | 200 | 6600 | 0,030 | |
| | 4 | 200 | 6900 | 0,029 | |
| 20;20 | 1 | 200 | 6000 | 0,033 | 0,035 |
| | 2 | 200 | 5100 | 0,039 | |
| | 3 | 200 | 6000 | 0,033 | |
| | 4 | 200 | 5700 | 0,035 | |

Rumus menghitung laju pembakaran briket arang:

$$\text{laju pembakaran} = \frac{\text{massabriket}(g)}{\text{waktupembakaran}(s)}$$

C2. Perhitungan Laju Pembakaran Briket

a. Perlakuan 80:20

$$1) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{8400s} = 0,024 \text{ gram/s}$$

$$2) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{8400s} = 0,024 \text{ gram/s}$$

$$3) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{7800s} = 0,026 \text{ gram/s}$$

$$4) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{8100s} = 0,025 \text{ gram/s}$$

$$\text{Jadi, } x = \frac{0,024+0,024+0,026+0,025}{4} = 0,0245 \text{ gram/s}$$

b. Perlakuan 60:20

$$1) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{8400s} = 0,024 \text{ gram/s}$$

$$2) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{8700s} = 0,023 \text{ gram/s}$$

$$3) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{8700s} = 0,023 \text{ gram/s}$$

$$4) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{7800s} = 0,026 \text{ gram/s}$$

$$\text{Jadi, } x = \frac{0,024+0,023+0,023+0,026}{4} = 0,0239 \text{ gram/s}$$

c. Perlakuan 40:20

$$1) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{7500s} = 0,027 \text{ gram/s}$$

$$2) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{7800s} = 0,026 \text{ gram/s}$$

$$3) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{6600s} = 0,028 \text{ gram/s}$$

$$4) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{6900s} = 0,029 \text{ gram/s}$$

$$\text{Jadi, } x = \frac{0,027+0,026+0,028+0,029}{4} = 0,0279 \text{ gram/s}$$

d. Perlakuan 20:20

$$1) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{6000s} = 0,033 \text{ gram/s}$$

$$2) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{5100s} = 0,039 \text{ gram/s}$$

$$3) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{6000s} = 0,033 \text{ gram/s}$$

$$4) \text{ Lajupembakaran} = \frac{\text{massabriket}(gr)}{\text{waktupembakaran}(s)} = \frac{200gr}{5700s} = 0,035 \text{ gram/s}$$

$$\text{Jadi, } x = \frac{0,033+0,039+0,033+0,035}{4} = 0,0352 \text{ gram/s}$$



LAMPIRAN D. DATA HASIL PERHITUNGAN NILAI KALOR BRIKET ARANG KULIT BUAH KAKAO

D1. Tabel Hasil Perhitungan Kalor Briket

| Perlakuan | Ulangan | Massa air (kg) | Cp air (kJ/kg°C) | Hfg (kJ/kg) | T1 (°C) | T2 (°C) | Massa air awal (kg) | Massa air akhir (kg) | Massa uap (kg) | Kalor (cal/g) |
|-----------|---------|----------------|------------------|-------------|---------|---------|---------------------|----------------------|----------------|---------------|
| 80;20 | 1 | 1 | 4,1662 | 225 | 29 | 80 | 1 | 0,65 | 0,35 | 695,582 |
| | 2 | 1 | 4,1662 | 225 | 33 | 84 | 1 | 0,625 | 0,375 | 709,017 |
| | 3 | 1 | 4,1662 | 225 | 30 | 91 | 1 | 0,55 | 0,45 | 848,831 |
| | 4 | 1 | 4,1662 | 225 | 33 | 88 | 1 | 0,525 | 0,475 | 802,561 |
| 60;20 | 1 | 1 | 4,1662 | 225 | 32 | 91 | 1 | 0,525 | 0,475 | 842,364 |
| | 2 | 1 | 4,1662 | 225 | 29 | 94 | 1 | 0,425 | 0,575 | 955,809 |
| | 3 | 1 | 4,1662 | 225 | 27 | 91 | 1 | 0,5 | 0,5 | 905,553 |
| | 4 | 1 | 4,1662 | 225 | 34 | 91 | 1 | 0,5 | 0,5 | 835,897 |
| 40;20 | 1 | 1 | 4,1662 | 225 | 32 | 88 | 1 | 0,64 | 0,36 | 750,710 |
| | 2 | 1 | 4,1662 | 225 | 32 | 78 | 1 | 0,525 | 0,475 | 713,004 |
| | 3 | 1 | 4,1662 | 225 | 20 | 70 | 1 | 0,64 | 0,36 | 691,005 |
| | 4 | 1 | 4,1662 | 225 | 20 | 70 | 1 | 0,56 | 0,44 | 733,998 |
| 20;20 | 1 | 1 | 4,1662 | 225 | 29 | 60 | 1 | 0,625 | 0,375 | 510,001 |
| | 2 | 1 | 4,1662 | 225 | 20 | 69 | 1 | 0,56 | 0,44 | 724,047 |
| | 3 | 1 | 4,1662 | 225 | 20 | 68 | 1 | 0,55 | 0,45 | 719,470 |
| | 4 | 1 | 4,1662 | 225 | 20 | 65 | 1 | 0,55 | 0,45 | 689,618 |

Rumus menghitung nilai kalor briket arang:

$$Q = (m_{\text{air}} \times C_{p \text{ air}}(T_2 - T_1) + (m_{\text{uap}} \times H_{f g})).$$

D2. Perhitungan Kalor Briket

a. Perlakuan 80:20

$$1) \quad Q = (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g))$$

$$Q = (1 \text{ kg} \times 4,1662 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}(80 - 29^\circ\text{C}) + (0,350 \text{ kg} \times 225 \text{ kJ/kg}))$$

$$Q = (4,1662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} \times 51^\circ\text{C}) + 78,75$$

$$Q = \frac{291,2262}{0,1} = 2912,262 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}} = 695,582 \text{ kal/g}$$

$$2) \quad Q = (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g))$$

$$Q = (1 \text{ kg} \times 4,1662 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}(84 - 33^\circ\text{C}) + (0,375 \text{ kg} \times 225 \text{ kJ/kg}))$$

$$Q = (4,1662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} \times 51^\circ\text{C}) + 84,375$$

$$Q = \frac{296,8512}{0,1} = 2968,512 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}} = 709,017 \text{ kal/g}$$

$$3) \quad Q = (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g))$$

$$Q = (1 \text{ kg} \times 4,1662 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}(91 - 30^\circ\text{C}) + (0,450 \text{ kg} \times 225 \text{ kJ/kg}))$$

$$Q = (4,1662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} \times 61^\circ\text{C}) + 101,25$$

$$Q = \frac{355,3882}{0,1} = 3553,882 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}} = 848,831 \text{ kal/g}$$

$$4) \quad Q = (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g))$$

$$Q = (1 \text{ kg} \times 4,1662 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}(88 - 33^\circ\text{C}) + (0,475 \text{ kg} \times 225 \text{ kJ/kg}))$$

$$Q = (4,1662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} \times 55^\circ\text{C}) + 106,875$$

$$Q = \frac{336,016}{0,1} = 3360,16 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}} = 802,561 \text{ kal/g}$$

b. Perlakuan 60:20

$$1) \quad Q = (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g))$$

$$Q = (1 \text{ kg} \times 4,1662 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}(91 - 32^\circ\text{C}) + (0,475 \text{ kg} \times 225 \text{ kJ/kg}))$$

$$Q = (4,1662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} \times 59^\circ\text{C}) + 106,875$$

$$Q = \frac{352,6808}{0,1} = 3526,808 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}} = 842,364 \text{ kal/g}$$

$$\begin{aligned}
 2) \quad Q &= (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g)) \\
 Q &= (1 \text{ kg} \times 4,1662 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}(94 - 29^\circ\text{C}) + (0,575 \text{ kg} \times 225 \text{ kJ/kg})) \\
 Q &= (4,1662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} \times 65^\circ\text{C}) + 129,375 \\
 Q &= \frac{400,178}{0,1} = 4001,78 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}} = 955,809 \text{ kal/g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \quad Q &= (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g)) \\
 Q &= (1 \text{ kg} \times 4,1662 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}(91 - 27^\circ\text{C}) + (0,500 \text{ kg} \times 225 \text{ kJ/kg})) \\
 Q &= (4,1662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} \times 64^\circ\text{C}) + 112,5 \\
 Q &= \frac{379,1368}{0,1} = 3791,368 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}} = 905,553 \text{ kal/g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4) \quad Q &= (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g)) \\
 Q &= (1 \text{ kg} \times 4,1662 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}(91 - 34^\circ\text{C}) + (0,500 \text{ kg} \times 225 \text{ kJ/kg})) \\
 Q &= (4,1662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} \times 57^\circ\text{C}) + 112,5 \\
 Q &= \frac{349,9734}{0,1} = 3499,734 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}} = 835,897 \text{ kal/g}
 \end{aligned}$$

c. Perlakuan 40:20

$$\begin{aligned}
 1) \quad Q &= (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g)) \\
 Q &= (1 \text{ kg} \times 4,1662 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}(88 - 32^\circ\text{C}) + (0,360 \text{ kg} \times 225 \text{ kJ/kg})) \\
 Q &= (4,1662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} \times 56^\circ\text{C}) + 81 \\
 Q &= \frac{314,3872}{0,1} = 3143,872 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}} = 750,710 \text{ kal/g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \quad Q &= (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g)) \\
 Q &= (1 \text{ kg} \times 4,1662 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}(78 - 32^\circ\text{C}) + (0,475 \text{ kg} \times 225 \text{ kJ/kg})) \\
 Q &= (4,1662 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^\circ\text{C} \times 46^\circ\text{C}) + 106,875 \\
 Q &= \frac{298,5202}{0,1} = 2985,202 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}} = 713,004 \text{ kal/g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \quad Q &= (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g)) \\
 Q &= (1 \text{ kg} \times 4,1662 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}(70 - 20^\circ\text{C}) + (0,360 \text{ kg} \times 225 \text{ kJ/kg}))
 \end{aligned}$$

$$Q = (4,1662 \frac{Kj}{kg} \text{ } ^\circ\text{C} \times 50^\circ\text{C}) + 81$$

$$Q = \frac{289,31}{0,1} = 2893,1 \frac{Kj}{kg} = 691,005 \text{ kal/g}$$

$$4) Q = (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g))$$

$$Q = (1kg \times 4,1662kj/kg^\circ\text{C}(70 - 20^\circ\text{C}) + (0,440kg \times 225kj/kg))$$

$$Q = (4,1662 \frac{Kj}{kg} \text{ } ^\circ\text{C} \times 50^\circ\text{C}) + 99$$

$$Q = \frac{307,31}{0,1} = 3073,1 \frac{Kj}{kg} = 733,998 \text{ kal/g}$$

d. Perlakuan 20:20

$$1) Q = (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g))$$

$$Q = (1kg \times 4,1662kj/kg^\circ\text{C}(60 - 29^\circ\text{C}) + (0,375kg \times 225kj/kg))$$

$$Q = (4,1662 \frac{Kj}{kg} \text{ } ^\circ\text{C} \times 31^\circ\text{C}) + 84,375$$

$$Q = \frac{213,5272}{0,1} = 2135,272 \frac{Kj}{kg} = 510,001 \text{ kal/g}$$

$$2) Q = (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g))$$

$$Q = (1kg \times 4,1662kj/kg^\circ\text{C}(69 - 20^\circ\text{C}) + (0,440kg \times 225kj/kg))$$

$$Q = (4,1662 \frac{Kj}{kg} \text{ } ^\circ\text{C} \times 49^\circ\text{C}) + 99$$

$$Q = \frac{303,1438}{0,1} = 3031,438 \frac{Kj}{kg} = 724,047 \text{ kal/g}$$

$$3) Q = (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g))$$

$$Q = (1kg \times 4,1662kj/kg^\circ\text{C}(68 - 20^\circ\text{C}) + (0,450kg \times 225kj/kg))$$

$$Q = (4,1662 \frac{Kj}{kg} \text{ } ^\circ\text{C} \times 48^\circ\text{C}) + 101,25$$

$$Q = \frac{301,2276}{0,1} = 3012,276 \frac{Kj}{kg} = 719,470 \text{ kal/g}$$

$$4) Q = (m \text{ air} \times C_p \text{ air}(T_2 - T_1) + (m \text{ uap} \times H_f g))$$

$$Q = (1kg \times 4,1662kj/kg^\circ\text{C}(65 - 20^\circ\text{C}) + (0,450kg \times 225kj/kg))$$

$$Q = (4,1662 \frac{Kj}{kg} \text{ } ^\circ\text{C} \times 45^\circ\text{C}) + 101,25$$

$$Q = \frac{288,729}{0,1} = 2887,29 \frac{Kj}{kg} = 689,618 \text{ kal/g}$$

Lampiran E. Perhitungan Analisis Varian (Anova)**1. Kadar Air Briket**

| Pengulangan | P1 | P2 | P3 | P4 |
|-------------|------|------|------|------|
| 1 | 7,38 | 7,15 | 7,52 | 6,63 |
| 2 | 7,22 | 7,06 | 7,79 | 6,31 |
| 3 | 6,98 | 6,98 | 7,20 | 6,99 |
| 4 | 7,40 | 7,14 | 7,56 | 6,55 |
| Rata-rata | 7,25 | 7,08 | 7,52 | 6,65 |
| STDEV | 0,20 | 0,08 | 0,24 | 0,27 |

$$\begin{aligned}
 JKT &= ((P1_1^2 + P1_2^2 + P1_3^2 + P1_4^2 + P2_1^2 + P2_2^2 + P2_3^2 + P2_4^2 + P3_1^2 + P3_2^2 + P3_3^2 + P3_4^2 + P4_1^2 + P4_2^2 + P4_3^2 + P4_4^2) \\
 &\quad - \left(\frac{(P1_1 + P1_2 + P1_3 + P1_4 + P2_1 + P2_2 + P2_3 + P2_4 + P3_1 + P3_2 + P3_3 + P3_4 + P4_1 + P4_2 + P4_3 + P4_4)^2}{16} \right) \\
 &= (7,38^2 + 7,22^2 + 6,98^2 + 7,40^2 + 7,15^2 + 7,06^2 + 6,98^2 + 7,14^2 + 7,52^2 + 7,79^2 + 7,20^2 + 7,56^2 + 6,63^2 + 6,31^2 + 6,99^2 \\
 &\quad + 6,55^2) \\
 &\quad - \left(\frac{(7,38 + 7,22 + 6,98 + 7,40 + 7,15 + 7,06 + 6,98 + 7,14 + 7,52 + 7,79 + 7,20 + 7,56 + 6,63 + 6,31 + 6,99 + 6,55)^2}{16} \right) \\
 &= 814,09 - 811,94 \\
 &= 2,15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \left[\left(\frac{(P1_1 + P1_2 + P1_3 + P1_4)^2}{4} \right) + \left(\frac{(P2_1 + P2_2 + P2_3 + P2_4)^2}{4} \right) + \left(\frac{(P3_1 + P3_2 + P3_3 + P3_4)^2}{4} \right) + \left(\frac{(P4_1 + P4_2 + P4_3 + P4_4)^2}{4} \right) \right] \\
 &\quad - \left(\frac{(P1_1 + P1_2 + P1_3 + P1_4 + P2_1 + P2_2 + P2_3 + P2_4 + P3_1 + P3_2 + P3_3 + P3_4 + P4_1 + P4_2 + P4_3 + P4_4)^2}{16} \right) \\
 &= \left[\left(\frac{(7,38 + 7,22 + 6,98 + 7,40)^2}{4} \right) + \left(\frac{(7,15 + 7,06 + 6,98 + 7,14)^2}{4} \right) + \left(\frac{(7,52 + 7,79 + 7,20 + 7,56)^2}{4} \right) + \left(\frac{(6,63 + 6,31 + 6,99 + 6,55)^2}{4} \right) \right] \\
 &\quad - \left(\frac{(7,38 + 7,22 + 6,98 + 7,40 + 7,15 + 7,06 + 6,98 + 7,14 + 7,52 + 7,79 + 7,20 + 7,56 + 6,63 + 6,31 + 6,99 + 6,55)^2}{16} \right) \\
 &= 813,55 - 811,94 \\
 &= 1,61
 \end{aligned}$$

$$JKG = JKT - JKP = 2,15 - 1,61 = 0,54$$

$$KTP = \frac{JKP}{(4-1)} = \frac{1,61}{3} = 0,534$$

$$KTP = \frac{JKP}{(4-1)} = \frac{0,54}{12} = 0,045$$

$$Fhitung = \frac{KTP}{KTG} = \frac{0,534}{0,045} = 11,867$$

2. Laju Pembakaran

| Pengulangan | P1 | P2 | P3 | P4 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,18 |
| 2 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,20 |
| 3 | 0,16 | 0,15 | 0,17 | 0,18 |
| 4 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,19 |
| Rata-rata | 0,155 | 0,153 | 0,165 | 0,188 |
| STDEV | 0,0058 | 0,0050 | 0,0058 | 0,0096 |

$$\begin{aligned}
 JKT &= ((P1_1^2 + P1_2^2 + P1_3^2 + P1_4^2 + P2_1^2 + P2_2^2 + P2_3^2 + P2_4^2 + P3_1^2 + P3_2^2 + P3_3^2 + P3_4^2 + P4_1^2 + P4_2^2 + P4_3^2 + P4_4^2) \\
 &\quad - \left(\frac{(P1_1 + P1_2 + P1_3 + P1_4 + P2_1 + P2_2 + P2_3 + P2_4 + P3_1 + P3_2 + P3_3 + P3_4 + P4_1 + P4_2 + P4_3 + P4_4)^2}{16} \right) \\
 &= (0,15^2 + 0,15^2 + 0,16^2 + 0,16^2 + 0,15^2 + 0,15^2 + 0,15^2 + 0,16^2 + 0,16^2 + 0,16^2 + 0,17^2 + 0,17^2 + 0,18^2 + 0,20^2 + 0,18^2 \\
 &\quad + 0,19^2) \\
 &\quad - \left(\frac{(0,15 + 0,15 + 0,16 + 0,16 + 0,15 + 0,15 + 0,15 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,17 + 0,17 + 0,18 + 0,20 + 0,18 + 0,19)^2}{16} \right) \\
 &= 0,439 - 0,436 \\
 &= 0,003
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \left[\left(\frac{(P1_1 + P1_2 + P1_3 + P1_4)^2}{4} \right) + \left(\frac{(P2_1 + P2_2 + P2_3 + P2_4)^2}{4} \right) + \left(\frac{(P3_1 + P3_2 + P3_3 + P3_4)^2}{4} \right) + \left(\frac{(P4_1 + P4_2 + P4_3 + P4_4)^2}{4} \right) \right] \\
 &\quad - \left(\frac{(P1_1 + P1_2 + P1_3 + P1_4 + P2_1 + P2_2 + P2_3 + P2_4 + P3_1 + P3_2 + P3_3 + P3_4 + P4_1 + P4_2 + P4_3 + P4_4)^2}{16} \right) \\
 &= \left[\left(\frac{(0,15 + 0,15 + 0,16 + 0,16)^2}{4} \right) + \left(\frac{(0,15 + 0,15 + 0,15 + 0,16)^2}{4} \right) + \left(\frac{(0,16 + 0,16 + 0,17 + 0,17)^2}{4} \right) + \left(\frac{(0,18 + 0,20 + 0,18 + 0,19)^2}{4} \right) \right] \\
 &\quad - \left(\frac{(0,15 + 0,15 + 0,16 + 0,16 + 0,15 + 0,15 + 0,15 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,17 + 0,17 + 0,18 + 0,20 + 0,18 + 0,19)^2}{16} \right) \\
 &= 0,439 - 0,436 \\
 &= 0,003
 \end{aligned}$$

$$JKG = JKT - JKP = 0,003 - 0,003 = 0$$

$$KTP = \frac{JKP}{(4-1)} = \frac{0,003}{3} = 0,001$$

$$KTP = \frac{JKP}{(4-1)} = \frac{0}{12} = 0$$

$$Fhitung = \frac{KTP}{KTG} = \frac{0,001}{0} = \sim$$

3. Kalor Briket

| Pengulangan | P1 | P2 | P3 | P4 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 695,582 | 842,364 | 750,710 | 510,001 |
| 2 | 709,017 | 955,809 | 713,004 | 724,047 |
| 3 | 848,831 | 905,553 | 691,005 | 714,470 |
| 4 | 802,561 | 835,897 | 733,998 | 689,618 |
| Rata-rata | 763,998 | 884,906 | 722,179 | 660,784 |
| STDEV | 73,908 | 56,760 | 25,882 | 101,674 |

$$\begin{aligned}
 JKT &= ((P1_1^2 + P1_2^2 + P1_3^2 + P1_4^2 + P2_1^2 + P2_2^2 + P2_3^2 + P2_4^2 + P3_1^2 + P3_2^2 + P3_3^2 + P3_4^2 + P4_1^2 + P4_2^2 + P4_3^2 + P4_4^2) \\
 &\quad - \left(\frac{(P1_1 + P1_2 + P1_3 + P1_4 + P2_1 + P2_2 + P2_3 + P2_4 + P3_1 + P3_2 + P3_3 + P3_4 + P4_1 + P4_2 + P4_3 + P4_4)^2}{16} \right) \\
 &= (695,582^2 + 709,017^2 + 848,831^2 + 802,561^2 + 842,364^2 + 955,809^2 + 905,553^2 + 835,897^2 + 750,710^2 + 713,004^2 \\
 &\quad + 691,005^2 + 733,998^2 + 510,001^2 + 724,047^2 + 714,470^2 + 689,618^2) \\
 &\quad - \left(\frac{(695,582 + 709,017 + 848,831 + 802,561 + 842,364 + 955,809 + 905,553 + 835,897 + 750,710 + 713,004 + 691,005^2 \\
 &\quad + 733,998 + 510,001 + 724,047 + 714,470 + 689,618)}{16} \right) \\
 &= 0,439 - 0,436 \\
 &= 0,003
 \end{aligned}$$

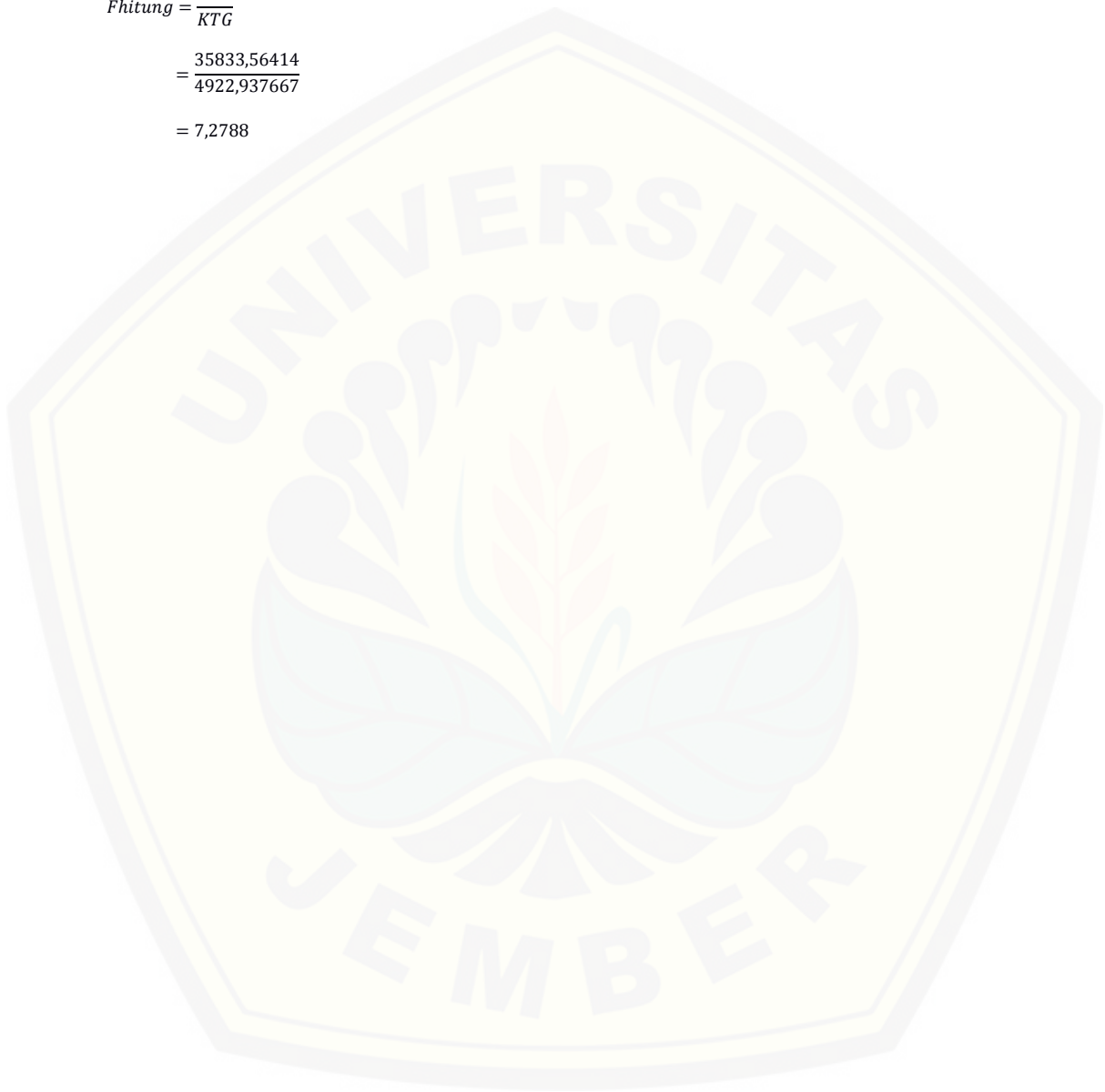
$$\begin{aligned}
 JKP &= \left[\left(\frac{(P1_1 + P1_2 + P1_3 + P1_4)^2}{4} \right) + \left(\frac{(P2_1 + P2_2 + P2_3 + P2_4)^2}{4} \right) + \left(\frac{(P3_1 + P3_2 + P3_3 + P3_4)^2}{4} \right) + \left(\frac{(P4_1 + P4_2 + P4_3 + P4_4)^2}{4} \right) \right] \\
 &\quad - \left(\frac{(P1_1 + P1_2 + P1_3 + P1_4 + P2_1 + P2_2 + P2_3 + P2_4 + P3_1 + P3_2 + P3_3 + P3_4 + P4_1 + P4_2 + P4_3 + P4_4)^2}{16} \right) \\
 &= \left[\left(\frac{(695,582 + 709,017 + 848,831 + 802,561)^2}{4} \right) + \left(\frac{(842,364 + 955,809 + 905,553 + 835,897)^2}{4} \right) \right] \\
 &\quad + \left(\frac{(750,710 + 713,004 + 691,005 + 733,998)^2}{4} \right) + \left(\frac{(510,001 + 724,047 + 714,470 + 689,618)^2}{4} \right) \\
 &\quad - \left(\frac{(695,582 + 709,017 + 848,831 + 802,561 + 842,364 + 955,809 + 905,553 + 835,897 + 750,710 + 713,004 + 691,005^2 \\
 &\quad + 733,998 + 510,001 + 724,047 + 714,470 + 689,618)}{16} \right) \\
 &= 9299716,371 - 9192215,678 \\
 &= 107500,692
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 166575,944 - 107500,692 \\
 &= 59075,252
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KTP &= \frac{JKP}{(4 - 1)} \\
 &= \frac{107500,692}{3} \\
 &= 35833,56414
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}KTP &= \frac{JKP}{(4-1)} \\ &= \frac{59075,252}{12} \\ &= 4922,937667\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Fhitung &= \frac{KTP}{KTG} \\ &= \frac{35833,56414}{4922,937667} \\ &= 7,2788\end{aligned}$$



Lampiran F . Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilitas 0,05

| df untuk penyebut (N2) | df untuk pembilang (N1) | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------------------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | 161 | 199 | 216 | 225 | 230 | 234 | 237 | 239 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 245 | 246 |
| 2 | 18,51 | 19 | 19,16 | 19,25 | 19,3 | 19,33 | 19,35 | 19,37 | 19,38 | 19,4 | 19,4 | 19,41 | 19,42 | 19,42 | 19,43 |
| 3 | 10,13 | 9,55 | 9,28 | 9,12 | 9,01 | 8,94 | 8,89 | 8,85 | 8,81 | 8,79 | 8,76 | 8,74 | 8,73 | 8,71 | 8,7 |
| 4 | 7,71 | 6,94 | 6,59 | 6,39 | 6,26 | 6,16 | 6,09 | 6,04 | 6 | 5,96 | 5,94 | 5,91 | 5,89 | 5,87 | 5,86 |
| 5 | 6,61 | 5,79 | 5,41 | 5,19 | 5,05 | 4,95 | 4,88 | 4,82 | 4,77 | 4,74 | 4,7 | 4,68 | 4,66 | 4,64 | 4,62 |
| 6 | 5,99 | 5,14 | 4,76 | 4,53 | 4,39 | 4,28 | 4,21 | 4,15 | 4,1 | 4,06 | 4,03 | 4 | 3,98 | 3,96 | 3,94 |
| 7 | 5,59 | 4,74 | 4,35 | 4,12 | 3,97 | 3,87 | 3,79 | 3,73 | 3,68 | 3,64 | 3,6 | 3,57 | 3,55 | 3,53 | 3,51 |
| 8 | 5,32 | 4,46 | 4,07 | 3,84 | 3,69 | 3,58 | 3,5 | 3,44 | 3,39 | 3,35 | 3,31 | 3,28 | 3,26 | 3,24 | 3,22 |
| 9 | 5,12 | 4,26 | 3,86 | 3,63 | 3,48 | 3,37 | 3,29 | 3,23 | 3,18 | 3,14 | 3,1 | 3,07 | 3,05 | 3,03 | 3,01 |
| 10 | 4,96 | 4,1 | 3,71 | 3,48 | 3,33 | 3,22 | 3,14 | 3,07 | 3,02 | 2,98 | 2,94 | 2,91 | 2,89 | 2,86 | 2,85 |
| 11 | 4,84 | 3,98 | 3,59 | 3,36 | 3,2 | 3,09 | 3,01 | 2,95 | 2,9 | 2,85 | 2,82 | 2,79 | 2,76 | 2,74 | 2,72 |
| 12 | 4,75 | 3,89 | 3,49 | 3,26 | 3,11 | 3 | 2,91 | 2,85 | 2,8 | 2,75 | 2,72 | 2,69 | 2,66 | 2,64 | 2,62 |
| 13 | 4,67 | 3,81 | 3,41 | 3,18 | 3,03 | 2,92 | 2,83 | 2,77 | 2,71 | 2,67 | 2,63 | 2,6 | 2,58 | 2,55 | 2,53 |
| 14 | 4,6 | 3,74 | 3,34 | 3,11 | 2,96 | 2,85 | 2,76 | 2,7 | 2,65 | 2,6 | 2,57 | 2,53 | 2,51 | 2,48 | 2,46 |
| 15 | 4,54 | 3,68 | 3,29 | 3,06 | 2,9 | 2,79 | 2,71 | 2,64 | 2,59 | 2,54 | 2,51 | 2,48 | 2,45 | 2,42 | 2,4 |
| 16 | 4,49 | 3,63 | 3,24 | 3,01 | 2,85 | 2,74 | 2,66 | 2,59 | 2,54 | 2,49 | 2,46 | 2,42 | 2,4 | 2,37 | 2,35 |
| 17 | 4,45 | 3,59 | 3,2 | 2,96 | 2,81 | 2,7 | 2,61 | 2,55 | 2,49 | 2,45 | 2,41 | 2,38 | 2,35 | 2,33 | 2,31 |
| 18 | 4,41 | 3,55 | 3,16 | 2,93 | 2,77 | 2,66 | 2,58 | 2,51 | 2,46 | 2,41 | 2,37 | 2,34 | 2,31 | 2,29 | 2,27 |
| 19 | 4,38 | 3,52 | 3,13 | 2,9 | 2,74 | 2,63 | 2,54 | 2,48 | 2,42 | 2,38 | 2,34 | 2,31 | 2,28 | 2,26 | 2,23 |
| 20 | 4,35 | 3,49 | 3,1 | 2,87 | 2,71 | 2,6 | 2,51 | 2,45 | 2,39 | 2,35 | 2,31 | 2,28 | 2,25 | 2,22 | 2,2 |

LAMPIRAN G. DOKUMENTASI



Alat pencetak briket hidrolis



Ayakan 50 mesh



Timbangan analog



Timbangan digital



Oven



stopwatch



Gelas ukur



Desikator dan cawan



Mesin penepug



Kompur biomassa dan panci



Multimeter digital



Kulit buah kakao



Serbuk kayu sengon



Proses pengarangan bahan



Kompor untuk memasak bahan



Proses pengujian lama pembakaran briket



Penjepit briket



Proses penjemuran briket

