



**KARAKTERISTIK BRIKET DARI BAHAN LIMBAH KERAJINAN  
BAMBU**

**SKRIPSI**

Oleh

**Syaiful  
NIM 181710201037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2022**



**KARAKTERISTIK BRIKET DARI BAHAN LIMBAH KERAJINAN  
BAMBU**

**SKRIPSI**

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

Oleh

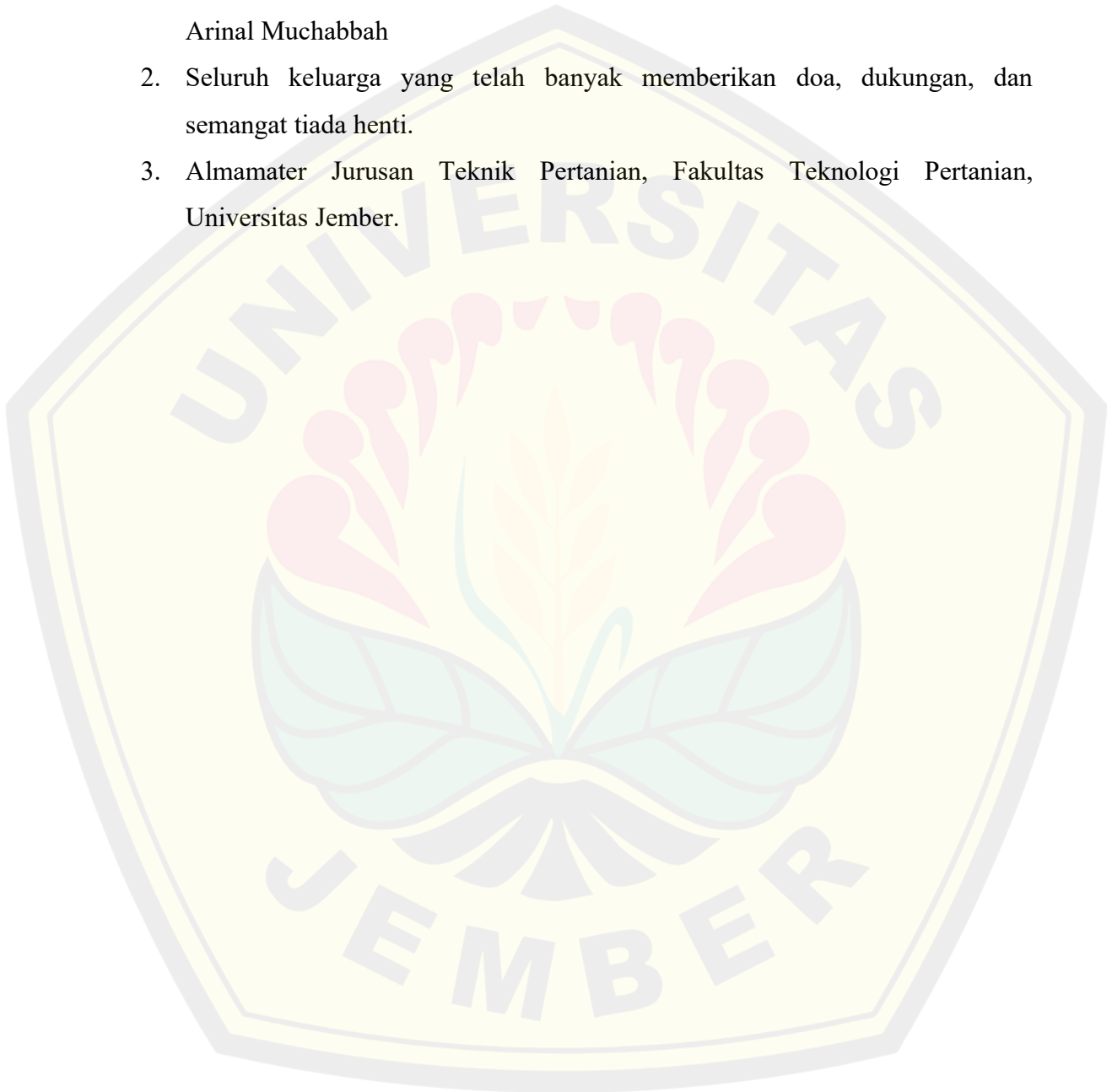
**Syaiful**  
**NIM 181710201037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2022**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih saya yang tidak terkira kepada :

1. Kedua orang tua saya, Ibu Sofiya dan Ayah Johan, serta adik saya Alm. Arinal Muchabbah
2. Seluruh keluarga yang telah banyak memberikan doa, dukungan, dan semangat tiada henti.
3. Almamater Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.



**MOTTO**

Ilmu adalah yang memberikan manfaat, bukan yang sekadar hanya dihafal  
(Imam Syafi'i)

Pendidikan adalah paspor untuk masa depan karena hari esok adalah milik mereka  
yang mempersiapkan hari ini  
(Malcolm X)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Syaiful

NIM : 181710201037

Menyatakan dengan ini bahwa sesungguhnya karya tulis ilmiah yang berjudul “Karakteristik Briket dari Bahan Limbah Kerajinan Bambu” adalah benar-benar hasil karya dan tulisan saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isi yang sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan, paksaan dari pihak manapun dan bersedia mendapat sanksi akademik apabila pernyataan ini ditemui ketidak benaran di kemudian hari.

Jember, 14 April 2022

Syaiful  
NIM 181710201037

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK BRIKET DARI BAHAN LIMBAH KERAJINAN  
BAMBU**

**Oleh  
Syaiful  
NIM 181710201037**

**Pembimbing**

**Dosen Pembimbing Utama : Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si.**

**PENGESAHAN**

Penelitian yang berjudul “Karakteristik Briket dari Bahan Limbah Kerajinan Bambu” dilaksanakan pada pada:

Tanggal : Desember 2021 sampai Februari 2022

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing Utama

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

Tim penguji:

Ketua

Anggota

Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph. D.  
NIP. 198410082008121002

Ir. Tasliman M.Eng.  
NIP.196208051993021002

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

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

**RINGKASAN**

**Karakteristik Briket Dari Bahan Limbah Kerajinan Bambu.** Syaiful; 181710201037; 85 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Bambu merupakan tanaman yang termasuk kedalam jenis tanaman rumput - rumputan tumbuh dari dataran rendah sampai dataran tinggi 100-2.200 mdpl. Bambu dapat dimanfaatkan menjadi bahan kerajinan karena bahan baku mudah dibelah, dibentuk dan harganya relatif murah dibandingkan bahan baku kayu. Bambu biasanya dijadikan bahan kerajinan, dari proses pembuatan kerajinan akan menghasilkan limbah serutan bambu. Salah satu pemanfaatan limbah serutan bambu yaitu menjadi briket bioarang. Pemanfaatan limbah serutan bambu sebagai briket sangat baik karena bambu memiliki karakteristik pembakaran yang baik. Karakteristik pembakarannya yaitu memiliki kadar air 5,34%, kadar abu 8,2%, *volatile matter* 15,6%, laju pembakaran 0,02 g/detik, karbon terikat 70,73% dan kandungan kalori 6709 kal/g yang sesuai dengan SNI 01-6235-2000. Namun pemanfaatan limbah serutan bambu sebagai briket bioarang memiliki kekurangan, membutuhkan biaya proses pengarangan, dan biomassa bahan bakar. Sehingga pemanfaatan limbah serutan bambu sebagai briket bioarang kurang efektif. Salah satu penyelesaiannya dengan pemanfaatan limbah serutan bambu sebagai biobriket tanpa proses pengarangan. Akan tetapi pemanfaatan limbah serutan bambu sebagai biobriket belum diketahui apakah karakteristik pembakarannya lebih baik dari briket bioarang atau lebih buruk. Sehingga dilakukan penelitian tentang limbah serutan bambu dengan variasi pembriketan.

Pada penelitian kombinasi pembriketan limbah serutan bambu terdapat dua faktor yaitu pengarangan dan pengecilan. Selain itu terdapat empat perlakuan terhadap limbah serutan bambu. Perlakuan pertama diarangkan dan dikecilkan ukurannya, kedua diarangkan dan tidak dikecilkan ukurannya, ketiga tidak diarangkan dan dikecilkan ukurannya, keempat tidak diarangkan dan tidak dikecilkan ukurannya. Kemudian hasil penelitian akan dilakukan uji anova dua



arah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan. Selanjutnya untuk menentukan kombinasi terbaik dilakukan uji skoring.

Dari hasil penelitian menunjukkan nilai kadar air terendah terdapat pada perlakuan pengarangan dan tanpa pengecilan (A1&U2) 1,74%. Kadar abu terendah terdapat pada perlakuan tanpa pengarangan dan tanpa pengecilan ukuran (A2&U2) 1,66%. Laju pembakaran terlama terdapat pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran (A1&U1) 0,19 g/menit. Suhu pembakaran tertinggi terdapat pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran (A1&U1) 358,84 °C. *Volatile matter* terendah terdapat pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran (A1&U1) 35,01%. Kerapatan tertinggi terdapat pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran (A1&U1) 0,25 g/cm<sup>3</sup>. Nilai kalor tertinggi terdapat pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran (A1&U1) 6193,88 kal/g. Kemudian berdasarkan uji skoring didapatkan kombinasi perlakuan terbaik pada briket limbah serutan bambu terdapat pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran (A1&U1). Karakteristik pembakarannya menghasilkan kadar air 3,67%, Kadar abu 7,57 %, laju pembakaran 0,19 g/menit, *volatile matter* 35,01%, kerapatan 0,25 g/cm<sup>3</sup>, suhu 358,84 °C dan nilai kalor 6193,88 kal/g.

## SUMMARY

**Characteristics of Briquettes From Bamboo Craft Waste Material.** Syaiful; 181710201037; 85 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Bamboo is a plant that belongs to the type of grass plant that grows from the lowlands to the highlands of 100-2200 meters above sea level. Bamboo can be used as a variety of craft materials because the raw material is easy to split, shaped and easy to work with, and the price is relatively cheap compared to wood raw materials. Bamboo is usually made into craft materials, from the process of making handicrafts it will produce bamboo shavings waste. One of the uses of bamboo shavings waste is to become biochar briquettes. Utilization of bamboo shavings waste as briquettes is very good because bamboo has good combustion characteristics, namely bamboo has a moisture content of 5.34%, ash content of 8.2%, *volatile matter* 15.6%, burning rate of 0.02 g/second, bound carbon 70.73% and calorie content of 6709.50 cal/g which is in accordance with SNI 01-6235-2000. However, the use of bamboo shavings as biochar briquettes has several drawbacks, including the cost for the composing process, and biomass as fuel. so that the use of bamboo shavings waste as biochar briquettes is less effective. One of the solutions is to use bamboo shavings as bio briquettes without the composing process. However, the utilization of bamboo shavings as bio briquette is not yet known whether the combustion characteristics produced are better than biochar briquettes or lower. So that in doing research on bamboo shavings waste with briquetting variations.

In the study of combinations in briquetting of bamboo shavings waste, there are two factors, namely composing and shrinking. In addition, there are four treatments for bamboo shaving waste. The first treatment was charred and reduced in size, the second was charred and not reduced in size, the third was not charred and reduced in size, the fourth was not charred and not reduced in size. Then the results of the study will be carried out a two-way ANOVA test to find out whether

there is a significant difference in each treatment, then to determine the best combination a scoring test is carried out.

From the results of the study, the lowest water content value was found in the treatment of curing and without reduction (A1&U2) 1,74%, the lowest ash content was found in the treatment without shrinkage and size reduction (A2&U2) 1,67%, the longest burning rate was found in the treatment of curing and size reduction ( A1&U1) 0,19 g/min, the highest combustion temperature was found in the treatment of curing and size reduction (A1&U1) 358,84 °C, The lowest *volatile matter* was found in the curing treatment and size reduction (A1&U1) 35,01%, the highest density was found in the treatment of shrinkage and shrinkage. (A1&U1) 0,25 g/cm<sup>3</sup>, the highest calorific value was found in the curing and size reduction treatment (A1&U1) 6193,88 cal/g. Then based on the scoring test, the best combination of treatments on bamboo shavings waste briquettes was found in the curing and size reduction treatment (A1 & U1) which resulted in a water content of 3,67%, ash content 7,57%, combustion rate 0,19 g/minute, *volatile matter* 35,01%, density 0,25 g/cm<sup>3</sup>, temperature 358,84 °C and calorific value 6193,88 cal/g.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu WaTa'ala atas segala rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Briket Dari Bahan Limbah Kerajinan Bambu”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si. selaku dosen pembimbing utama (DPU) yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran, serta memberikan ilmu dan bimbingan untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph. D. selaku ketua dosen penguji yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta memberikan kritik, saran yang membangun dan evaluasi dalam membimbing penulisan skripsi ini.
3. Ir. Tasliman M.Eng. selaku dosen penguji anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta memberikan kritik, saran yang membangun dan memberikan evaluasi dalam membimbing penulisan skripsi ini.
4. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng., IPM. Selaku dosen pembimbing akademik (DPA) yang telah meluangkan waktu, tenaga, perhatian, dan pikiran serta membimbing dalam perkuliahan.
5. Rufiani Nadzirah, S.TP., M.Sc. selaku ketua komisi bimbingan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah membantu dan mengatur tata pelaksanaan skripsi ini.
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Pertanian yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama belajar di Jurusan Teknik Pertanian.

7. Kedua orang tua Ibu Sofiya dan Ayah Johan, Nenek Ti'a, serta adik kandung Alm. Arinal Muchabbah yang telah memberikan doa dan dukungan sehingga, penulis diberi kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan penelitian dan seluruh teman-teman Teknik Pertanian 2018 khususnya TEP A tersayang yang selalu menemani pada masa kuliah.
9. 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 menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Meskipun demikian, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, 14 April 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Bambu</b> .....	<b>5</b>
2.1.1 Batang bambu.....	5
2.1.2 Daun bambu.....	6
<b>2.2 Biomasa</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3 Briket</b> .....	<b>7</b>
2.3.1 Bentuk segi empat.....	8
2.3.2 Bentuk segi enam.....	8
2.3.3 Bentuk silinder.....	8
2.3.4 Biobriket.....	9
2.3.5 Bioarang.....	10
<b>2.4 Kerajinan</b> .....	<b>10</b>
<b>2.5 Densifikasi</b> .....	<b>11</b>
<b>2.6 Karbonisasi</b> .....	<b>11</b>
<b>2.7 Teori Pembakaran</b> .....	<b>12</b>
2.7.1 Pengeringan ( <i>drying</i> ).....	13

2.7.2	Devolatilisasi ( <i>devolatilization</i> ).....	13
2.7.3	Pembakaran arang ( <i>char combustion</i> ).....	13
2.7.4	Pembakaran sempurna.....	14
2.7.5	Pembakaran tidak sempurna.....	15
<b>2.8</b>	<b>Perekat Briket.....</b>	<b>15</b>
<b>2.9</b>	<b>Standar Mutu Briket.....</b>	<b>16</b>
<b>2.10</b>	<b>Pengujian Briket.....</b>	<b>16</b>
2.10.1	Kadar Air.....	16
2.10.2	Laju Pembakaran.....	17
2.10.3	Suhu Pembakaran.....	17
2.10.4	Kadar Abu.....	17
2.10.5	<i>Volatile matter</i> .....	17
2.10.6	Kerapatan.....	18
2.10.7	Nilai Kalor.....	18
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Waktu dan Tempat.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>Alat dan Bahan.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3</b>	<b>Prosedur Penelitian.....</b>	<b>20</b>
3.3.1	Persiapan Bahan Baku dan Alat.....	21
3.3.2	Karbonisasi.....	21
3.3.3	Kombinasi Pembriketan.....	21
3.3.4	Pengujian Briket.....	24
<b>3.4</b>	<b>Analisis Variansi.....</b>	<b>28</b>
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1</b>	<b>Kadar Air.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2</b>	<b>Kadar Abu.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>Laju Pembakaran.....</b>	<b>35</b>
<b>4.4</b>	<b>Suhu Pembakaran.....</b>	<b>38</b>
<b>4.5</b>	<b>Volatile Matter.....</b>	<b>40</b>
<b>4.6</b>	<b>Kerapatan.....</b>	<b>42</b>
<b>4.7</b>	<b>Nilai Kalor.....</b>	<b>44</b>
<b>4.8</b>	<b>Kombinasi Perlakuan Terbaik.....</b>	<b>46</b>
<b>BAB 5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>48</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan.....</b>	<b>48</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran.....</b>	<b>48</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>49</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>54</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Potensi energi terbarukan di Indonesia.....	7
Tabel 2.2 Standarisasi briket arang (SNI 01-6235-2000).....	16
Tabel 3.1 Alat proses pembuatan briket.....	19
Tabel 3.2 Bahan proses pembuatan briket.....	19
Tabel 3.3 Kombinasi pembriketan limbah serutan bambu.....	22
Tabel 3.4 Pengulangan dan konsentrasi perekat briket limbah serutan bambu.....	22
Tabel 4.1 Analisis kadar air menggunakan uji anova dua arah.....	32
Tabel 4.2 Analisis kadar abu menggunakan uji anova dua arah.....	35
Tabel 4.3 Analisis laju pembakaran menggunakan uji anova dua arah.....	37
Tabel 4.4 Analisis suhu pembakaran menggunakan uji anova dua arah.....	39
Tabel 4.5 Analisis <i>volatile matter</i> menggunakan uji anova dua arah.....	41
Tabel 4.6 Analisis kerapatan menggunakan uji anova dua arah.....	43
Tabel 4.7 Uji skoring perlakuan terbaik.....	46



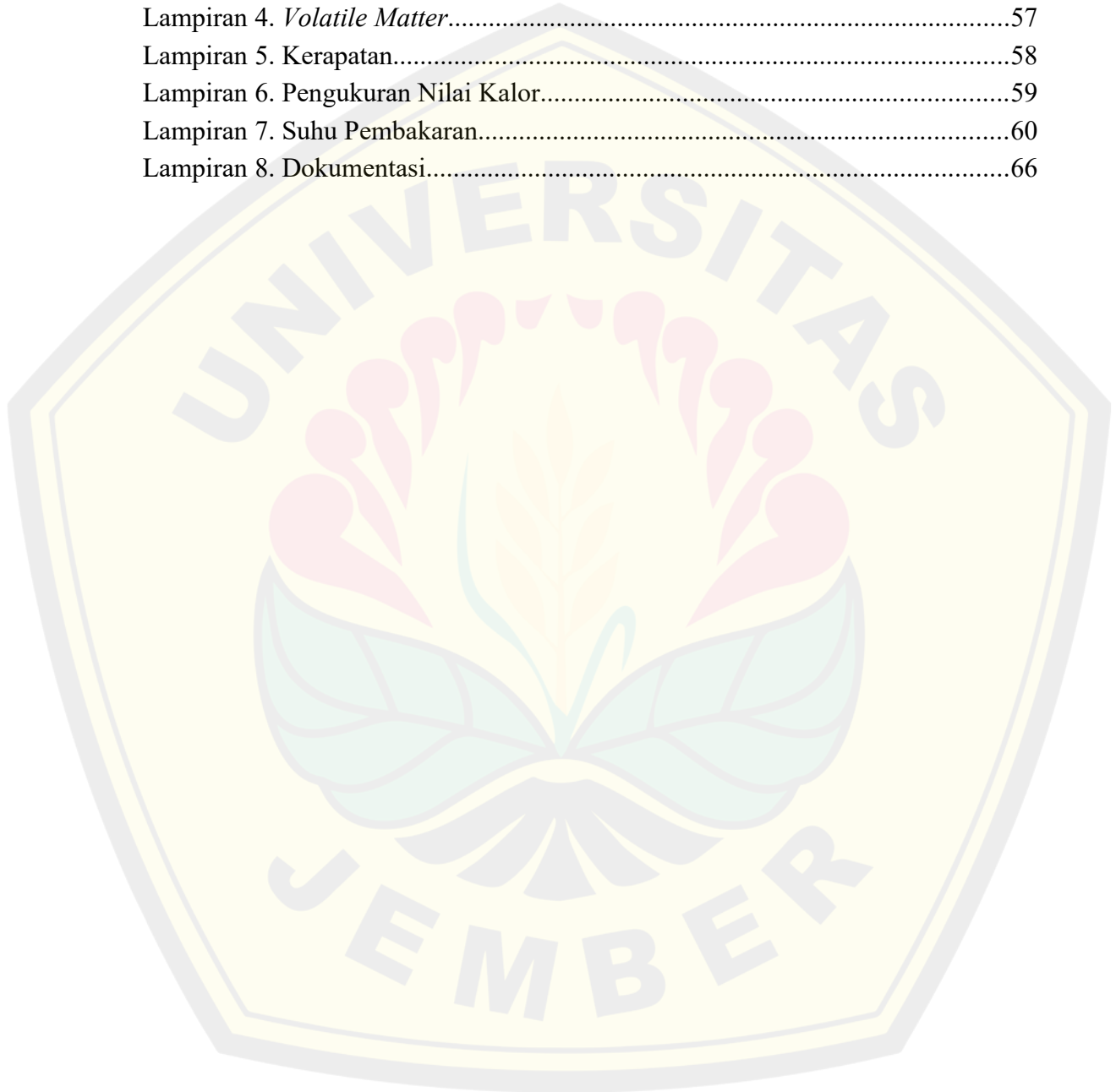
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	20
Gambar 4.1. Grafik pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap kadar air....	31
Gambar 4.2. Pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap kadar abu.....	33
Gambar 4.3. Grafik pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap laju pembakaran.....	36
Gambar 4.4. Grafik pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap suhu pembakaran.....	38
Gambar 4.5. Grafik pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap <i>volatile matter</i> .....	40
Gambar 4.6. Grafik pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap kerapatan...	42
Gambar 4.7. Grafik pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap nilai kalor.	44



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. Kadar Air.....	54
Lampiran 2. Kadar Abu.....	55
Lampiran 3. Laju Pembakaran.....	56
Lampiran 4. <i>Volatile Matter</i> .....	57
Lampiran 5. Kerapatan.....	58
Lampiran 6. Pengukuran Nilai Kalor.....	59
Lampiran 7. Suhu Pembakaran.....	60
Lampiran 8. Dokumentasi.....	66



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bambu merupakan tanaman yang termasuk kedalam jenis tanaman rumput-rumputan dengan batang tumbuh di dalam tanah (Yuwono, 2016). Bambu tumbuh mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi 100-2.200 m di atas permukaan laut. Berdasarkan data dari Subagya, 2019 rata-rata produksi bambu dari tahun 2014-2018 sebesar 4.416 ton/tahun. Bambu dapat dimanfaatkan menjadi bahan kerajinan karena bahan baku yang mudah dibelah, dibentuk dan harganya relatif murah dibandingkan bahan baku kayu. Oleh karena itu bambu digunakan sebagai bahan bangunan, perabot rumah tangga dan berbagai kerajinan. Pemanfaatan bambu sebagai kerajinan yaitu sebagai kursi, meja, hiasan dinding dan lainnya. Pemanfaatan bambu sebagai kerajinan meningkat seiring dengan bertambahnya populasi manusia. Bambu yang dijadikan sebagai kerajinan biasanya dilakukan penyerutan untuk menghilangkan bagian-bagian yang tajam dan tidak diinginkan. Penyerutan bambu ini akan menghasilkan limbah berupa serutan bambu, sehingga harus dimanfaatkan.

Salah satu pemanfaatan limbah serutan bambu yaitu menjadi briket bioarang. Briket merupakan arang yang dibuat dari bahan hayati atau biomassa misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput, jerami, kayu ataupun limbah pertanian (Suryani *et al*, 2012). Tujuan pembriketan yaitu meningkatkan kualitas bahan sebagai bahan bakar, mempermudah penanganan, transportasi serta mengurangi kehilangan bahan dalam bentuk debu pada proses pengangkutan (Fachry *et al*, 2010). Pemanfaatan limbah bambu sebagai briket bagus karena bambu memiliki karakteristik pembakaran yang baik. Karakteristik pembakaran bambu memiliki kadar air 0,77%, kadar abu 3,49%, *volatile matter* 8,63%, karbon terikat 87,11% dan kandungan kalori 7331 kal/g (Lestari *et al*, 2018). Berdasarkan penelitian (Putra *et al*, 2013) arang bambu memiliki kadar air 5,34%, kadar abu 8,2%, *volatile matter* 15,6%, laju pembakaran 0,02 g/detik, karbon terikat 70,73% dan kandungan kalori 6709 kal/g. Berdasarkan uraian briket bambu memiliki nilai kalor yang memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia).

Namun pemanfaatan limbah serutan bambu sebagai briket bioarang memiliki kekurangan yaitu membutuhkan biaya untuk proses pengarangan, dan biomassa sebagai bahan bakar. Proses karbonisasi merupakan suatu proses bahan-bahan dipanaskan dalam ruangan yang bertujuan menghilangkan kadar air sehingga terbentuk arang (Fachry *et al*, 2010). Proses karbonisasi pada limbah serutan bambu membutuhkan waktu sekitar 1-2 jam. Waktu karbonisasi yang lama menyebabkan bahan menjadi arang. Akan tetapi dengan lamanya proses karbonisasi akan membutuhkan banyak biomassa sebagai sumber bahan bakar. Sehingga pemanfaatan limbah serutan bambu sebagai briket bioarang kurang efektif.

Salah satu penyelesaiannya dengan pemanfaatan limbah serutan bambu sebagai biobriket tanpa proses pengarangan. Briket bioarang dibuat melalui proses pengarangan dari bahan utama, sedangkan biobriket tidak melalui proses pengarangan (Sukowati *et al*, 2019). Pemanfaatan limbah serutan bambu sebagai biobriket belum diketahui apakah karakteristik pembakaran yang dihasilkan lebih baik dari briket bioarang atau lebih buruk. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang limbah serutan bambu dengan membandingkan kombinasi pembriketan. Penelitian kombinasi pembriketan limbah serutan bambu terdapat dua faktor yaitu pengarangan dan pengecilan ukuran, dengan empat perlakuan kombinasi. Perlakuan pertama diarangkan dan dikecilkan ukurannya, kedua diarangkan dan tidak dikecilkan ukurannya, ketiga tidak diarangkan dan dikecilkan ukurannya, keempat tidak diarangkan dan tidak dikecilkan ukurannya. Sehingga dapat diketahui perbandingan karakteristik pembakaran dari masing-masing kombinasi perlakuan.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Penelitian ini digunakan untuk mengetahui karakteristik dari briket bioarang dan biobriket limbah serutan bambu dengan perlakuan variasi pembriketan terhadap kadar air, laju pembakaran, nilai kalor, *volatile matter*, kerapatan, suhu pembakaran dan kadar abu pada briket limbah serutan bambu, sehingga rumusan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimana karakteristik pembakaran briket bioarang dan biobriket limbah serutan bambu dengan variasi perlakuan pembriketan?
2. Variasi perlakuan pembriketan manakah yang menghasilkan briket serutan bambu dengan karakteristik briket terbaik?

### 1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang lebih luas maka batasan masalah penelitian ditetapkan dan diasumsikan sebagai berikut ini.

1. Limbah serutan bambu yang digunakan batang bambu lokal wilayah Probolinggo.
2. Perekat yang digunakan adalah tepung tapioka.
3. Tekanan yang digunakan pada semua briket sama.
4. Variabel yang diukur adalah kadar air, suhu pembakaran, laju pembakaran, *volatile matter*, kerapatan, nilai kalor dan kadar abu.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Menguji karakteristik pembakaran terhadap kadar air, suhu pembakaran, laju pembakaran, *volatile matter*, kerapatan, nilai kalor dan kadar abu briket bioarang dan biobriket limbah serutan bambu.
2. Menentukan komposisi briket bioarang dan biobriket limbah serutan bambu dengan variasi perlakuan pembriketan terbaik sebagai bahan bakar alternatif.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Bagi IPTEK dapat menjadi acuan pada penelitian selanjutnya dan sebagai referensi mengenai pengaruh kombinasi pembuatan briket limbah serutan bambu terhadap karakteristik pembakaran (nilai kalor, kadar abu, kadar air, suhu pembakaran, laju pembakaran, kerapatan dan *volatile matter*).
2. Bagi pemerintah dapat digunakan sebagai salah satu bahan bakar alternatif untuk pemenuhan bahan bakar nasional sebagai pengganti bahan bakar yang

tidak dapat diperbaharui dan meningkatkan pengolahan berbagai jenis limbah biomassa untuk dijadikan sumber energi.

3. Bagi masyarakat dapat digunakan untuk menambah wawasan mengenai pemanfaatan limbah kerajinan sebagai bahan bakar alternatif briket.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bambu

Bambu tumbuh mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi 100-2200 mdpl. Akan tetapi, tidak semua jenis bambu bisa tumbuh dengan baik pada tempat yang tinggi. Namun, pada tempat yang lembab atau kondisi curah hujannya tinggi dapat mencapai pertumbuhan terbaik, seperti di tepi sungai, di tebing-tebing curam. Pada umur 4 tahun perumpunan bambu dapat terjadi secara normal, dan jumlah rumpun dapat mencapai 30 batang dengan diameter rata-rata di atas 7 cm (Kementerian Perdagangan, 2011). Bambu dimanfaatkan menjadi berbagai kerajinan karena bahan baku mudah dibelah, dibentuk dan harganya relatif murah dibandingkan bahan baku kayu.

Terdapat berbagai jenis pohon bambu di dunia, sekitar 1.250 jenis bambu di dunia, 159 jenis terdapat di Indonesia dan 88 jenis merupakan spesies bambu endemik nusantara (Kementerian Perdagangan, 2011). Terdapat sekitar 20 jenis bambu yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat seperti bambu apus, bambu ater, bambu andong, bambu betung, bambu kuning, bambu hitam (wulung), bambu tutul, bambu Cendani, bambu cangkoreng, bambu perling, bambu Tamiang, bambu Loleba, bambu batu, bambu belangke, bambu sian, bambu Jepang, bambu gendang, bambu Bali, dan bambu pagar tanaman (Muhtar *et al*, 2017). Berdasarkan data Kementerian Perdagangan (2011) produksi biomasa bambu diperkirakan sekitar 20-30 ton per hektar per tahun. Pengolahan biomassa bambu digunakan sebagai briket. Berikut merupakan karakteristik dari bagian-bagian briket bambu.

#### 2.1.1 Batang bambu

Batang bambu merupakan bagian utama dari tanaman bambu. Batang bambu memiliki tekstur keras dan mempunyai serat yang tinggi. Berdasarkan komposisi kimianya, batang bambu mengandung beberapa unsur penting. Unsur kimia penting yaitu Selulosa 42,4 - 53,6%, Lignin 19,8–26,6%, Pentosan 1,24 - 3,77%, Zat ekstraktif 4,5–9,9%, Air 15 - 20%, Abu 1,24 - 3,77% dan SiO<sub>2</sub> 0,1 -

1,78%. Selulosa dan lignin pada bambu yang tinggi berpotensi sebagai alternatif untuk dijadikan bahan bakar (Ainurrofiq *et al*, 2020). Penggunaan bambu sebagai bahan baku briket sangat baik, dikarenakan bambu memiliki karakteristik pembakaran yang bagus. Berdasarkan penelitian (Lestari *et al*, 2018) briket bambu memiliki kadar air 0,77%, kadar abu 3,49%, *volatile matter* 8,63%, karbon terikat 87,11% dan kandungan kalori 7331 kal/g. Selain itu berdasarkan (Putra *et al*, 2013) arang bambu memiliki kadar air 5,34%, kadar abu 8,2%, *volatile matter* 15,6%, laju pembakaran 0,02g/detik, karbon terikat 70,73% dan kandungan kalori 6709 kal/g. Berdasarkan uraian diatas kalor yang dihasilkan briket arang bambu sudah memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia) sehingga pengolahan bambu menjadi briket sangat baik.

#### 2.1.2 Daun bambu

Daun bambu merupakan bagian pada bambu yang berguna sebagai fotosintesis. Daun bambu dihasilkan saat daun berguguran karena layunya daun bambu. Keberadaan limbah daun bambu yang banyak dan kandungan kimia pada daun bambu berpotensi sebagai bahan bakar briket pengganti bahan bakar fosil (Ainurrofiq *et al*, 2020). Namun daun bambu tidak cocok untuk dijadikan briket karena karakteristik daun bambu itu sendiri. Daun bambu memiliki kalor 3285 kal/g dengan efisiensi pembakaran 31% (Suluh, 2019). Nilai kalor pada daun bambu tidak memenuhi SNI 01-6235-2000, karena SNI briket arang sebesar 5000 kal/g. Sehingga yang paling bagus untuk dijadikan briket adalah pada bagian batang.

#### 2.2 Biomasa

Biomasa adalah sebutan untuk semua bahan organik yang berbatang dari tumbuhan (termasuk alga, pohon dan tanaman). Biomasa dihasilkan oleh tumbuhan hijau yang mengubah sinar matahari menjadi bahan tumbuhan melalui fotosintesis. Sumber daya biomassa dapat dianggap sebagai materi organik karena energi sinar matahari disimpan dalam ikatan kimiawi. Ketika ikatan antara molekul karbon, hidrogen dan oksigen diputus oleh pencernaan, pembakaran, atau dekomposisi, zat ini melepaskan energi kimia yang tersimpan. Biomasa selalu



menjadi sumber energi utama bagi umat manusia dan saat ini diperkirakan menyumbang urutan 10-14% dari pasokan energi dunia (McKendry, 2002). Biomasa yang umum digunakan sebagai bahan bakar adalah memiliki nilai ekonomis rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya. Seperti limbah yang berasal dari hewan maupun tumbuhan semuanya memiliki potensi untuk dimanfaatkan dan dikembangkan. Tanaman pangan dan perkebunan menghasilkan limbah yang cukup besar, yang dapat dipergunakan untuk keperluan lain seperti bahan bakar nabati. Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan antara lain sumber energi dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*) (Parinduri, 2020). Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang tinggi salah satunya energi biomasa. Selain energi biomasa Indonesia memiliki sumber energi terbarukan yaitu energi tenaga air (*hydro*), panas bumi, energi cahaya dan energi angin. Indonesia mempunyai potensi energi biomassa 50.000 MW. Akan tetapi, energi biomasa yang dimanfaatkan hanya 0,6%. Tabel 2.1 berikut menunjukkan potensi energi terbarukan di Indonesia.

Tabel 2.1 Potensi energi terbarukan di Indonesia

Sumber	Potensi (MW)	Kapasitas Terpasang (MW)	Pemanfaatan (%)
Large hydro	75.000	4.200	5,600
Biomasa	50.000	302	0,604
Geothermal	20.000	812	4,060
Mini/mikro hydro	459	54	11,764
Energi cahaya (solar)	156.487	5	$3,19 \times 10^{-3}$
Energi angin	9.286	0,500	$5,38 \times 10^{-3}$
Total	311.232	5.373,500	22,033

Sumber: Prihandana dan Hendroko (2007:35)

### 2.3 Briket

Briket merupakan jenis bahan bakar yang dibuat dari berbagai bahan biomassa misalnya kayu, daun-daunan, ataupun limbah pertanian (Suryani *et al*, 2012). Briket merupakan bahan bakar tekstur padat yang digunakan untuk sumber energi alternatif yang memiliki bentuk segi empat, segi enam dan silinder.

### 2.3.1 Bentuk segi empat

Briket awal mulanya berbentuk kotak atau segi empat. Bentuk segi empat dipilih karena menghasilkan suhu yang tinggi. Selain suhu yang tinggi, bentuk segi empat menghasilkan karakteristik pembakaran yang bagus. Namun briket segi empat lebih sulit dinyalakan karena difusi oksigennya sedikit. Selain itu bentuk briket segi empat lebih mudah dalam pembuatannya. Berdasarkan Syarief *et al*, 2021 dalam penelitiannya dihasilkan briket dengan bentuk segi empat memiliki karakteristik pembakaran suhu 481°C.

### 2.3.2 Bentuk segi enam

Briket memiliki bentuk segi enam, segi enam digunakan karena memiliki sisi yang lebih banyak. Sisi yang lebih banyak diharapkan memiliki karakteristik pembakaran yang bagus. Berdasarkan Syarief *et al*, 2021 dalam penelitiannya dihasilkan briket dengan bentuk segi enam memiliki karakteristik pembakaran suhu 341°C. Penelitian lain menyatakan bentuk segi enam memiliki laju pembakaran yang rendah yaitu 0,0094 g/detik. Laju pembakaran yang rendah karena tidak memiliki ruang untuk oksigen sehingga kurangnya pasokan oksigen akan menyebabkan pembakaran semakin lama (Asri *et al*, 2018).

### 2.3.3 Bentuk silinder

Selain bentuk segi empat dan segi enam, bentuk lain briket adalah silinder. Pemilihan bentuk silinder karena dalam pembuatannya lebih mudah, serta diminati di pasaran. Berdasarkan penelitian (Iskandar *et al*, 2015) didapatkan hasil karakteristik pembakaran yaitu kadar air yang lebih tinggi dari bentuk segi empat dan segi enam. Sedangkan untuk laju pembakarannya bentuk silinder lebih lama. Briket dengan bentuk silinder memiliki karakteristik lebih mudah menyala karena briket bentuk silinder memiliki ruang lebih banyak untuk oksigen (Asri *et al*, 2018).

Proses pembriketan merupakan proses pengolahan dengan penggerusan, pencampuran, pencetakan dan pengeringan, sehingga diperoleh briket yang memiliki bentuk, ukuran, dan sifat kimia tertentu. Tujuan pembriketan adalah meningkatkan kualitas bahan sebagai bahan bakar, mempermudah penanganan,

transportasi dan mengurangi kehilangan bahan dalam bentuk debu pada proses pengangkutan (Fachry *et al*, 2010). Karakteristik briket yaitu memiliki partikel yang kecil. Ukuran partikel pada pembuatan briket harus memiliki bentuk yang seragam agar mempermudah dalam proses pencetakan. Ukuran partikel memiliki pengaruh terhadap karakteristik briket. Semakin kecil partikel maka kuat tekan briket semakin besar, namun laju pembakarannya semakin lambat karena rongga/pori briket semakin kecil. Begitu juga sebaliknya, semakin besar ukuran partikel maka laju pembakarannya semakin cepat, akan tetapi kuat tekannya rendah (Priyanto *et al*, 2018). Selain itu berdasarkan (Iskandar *et al*, 2015) dalam penelitiannya terhadap briket arang bambu ukuran partikel briket berpengaruh terhadap nilai kalor. Semakin kecil ukuran partikel briket maka nilai kalor yang dihasilkan semakin besar. Hal ini dibuktikan dengan ukuran 20 mesh dihasilkan kalor 7081 kal/g sedangkan ukuran 40 mesh dihasilkan kalor 7264 kal/g. Nilai kalori pada briket dapat ditingkatkan dengan masukan teknologi seperti pencampuran dengan bahan-bahan lain yang bernilai kalor tinggi. Selain itu nilai kalori dapat ditingkatkan dengan menaikkan tekanan dalam proses pembuatan briket sehingga dapat memenuhi kriteria yang disyaratkan dalam SNI (Standar Nasional Indonesia). Briket dalam pembuatannya dibedakan menjadi dua jenis yaitu briket biobriket dan bioarang.

#### 2.3.4 Biobriket

Biobriket merupakan briket yang dihasilkan tanpa proses karbonisasi atau pengarangan pada suhu tinggi (Sukowati *et al*, 2019). Dalam pembuatan biobriket dilakukan tanpa proses pengarangan sehingga kandungan organiknya masih tinggi. Selain itu karena biobriket tanpa melalui pengarangan, maka kandungan senyawa seperti hidrokarbon, CH<sub>4</sub> (metana), karbon monoksida, mengakibatkan laju pembakaran lebih cepat. Proses pembuatan biobriket melalui beberapa tahapan bahan baku dikecilkan atau tidak, kemudian dilakukan pencampuran dengan bahan perekat untuk merekatkan antar partikel. Secara densitas atau kerapatan biobriket memiliki kerapatan yang lebih rendah dibandingkan dengan briket bioarang, karena penyusun biobriket partikelnya lebih sulit untuk merekat.

### 2.3.5 Bioarang

Briket arang merupakan bahan bakar padat yang mengandung karbon, mempunyai nilai kalori tinggi, dan menyala dalam waktu yang lama. Bioarang adalah arang yang diperoleh dengan membakar biomassa kering tanpa udara (pirolisis). Pirolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa adanya oksigen. Proses ini disebut proses karbonasi atau proses untuk memperoleh karbon atau arang, pada suhu 400°C-500°C. Dalam proses pirolisis dihasilkan gas-gas, seperti CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, dan hidrokarbon ringan. Jenis gas yang dihasilkan bermacam-macam tergantung dari bahan baku (Yudanto *et al*, 2009). Setelah terbentuk bioarang dapat diubah menjadi briket bioarang dengan melakukan pemampatan terhadap bioarang, sehingga gumpalan-gumpalan bioarang menjadi terpadatkan (Faizal *et al*, 2015).

### 2.4 Kerajinan

Kerajinan merupakan pengolahan bahan baku yang berasal dari bahan alami dan buatan. Kerajinan dari bahan alami kayu, rotan, bambu, sedangkan kerajinan dari bahan buatan yaitu plastik, gips yang dibentuk sehingga menarik konsumen. Kerajinan memiliki aspek kegunaan dan keindahan, aspek kegunaan berbentuk barang dalam kehidupan sehari-hari, dari aspek keindahan dijadikan hiasan. Dari berbagai bahan baku kerajinan, salah satu yang sering digunakan adalah kerajinan bambu. Kerajinan bambu dibuat dari bahan bambu menjadi kerajinan lain seperti kursi, meja, ukiran, perabot rumah tangga dan lain-lain. Menurut Kementerian Perindustrian Indonesia ada 36 sentra kerajinan bambu terbesar di Indonesia, dengan jumlah pengrajin bambu tertinggi di Jawa Timur sebanyak 15 sentra kerajinan bambu. Dari kerajinan bambu ini akan menghasilkan limbah, limbah serutan bambu. Pemanfaatan sisa/limbah serutan bambu belum dapat perhatian yang serius, dan dibuang begitu saja sehingga mengotori lingkungan di sekitarnya. Material ini banyak terbuang di lingkungan sehingga perlu dimanfaatkan untuk mengurangi pencemaran lingkungan (Putri *et al*, 2017).

## 2.5 Densifikasi

Densifikasi (pemadatan biomassa) biomassa menjadi briket bertujuan untuk meningkatkan densitas briket. Biomassa pada umumnya mempunyai densitas yang cukup rendah, sehingga akan mengalami kesulitan dalam penanganannya. Densifikasi biomassa menjadi briket bertujuan untuk meningkatkan densitas dan mengurangi persoalan penanganan seperti penyimpanan dan pengangkutan (Surono, 2010). Berdasarkan (Bhattacharya, 2002) densifikasi digunakan pada negara berkembang sebagai suatu teknik untuk meningkatkan residu (bahan sisa dari proses pengolahan) sebagai sumber energi. Mengubah residu menjadi bentuk yang dipadatkan memiliki keuntungan. Keuntungannya yaitu proses meningkatkan nilai kalor bersih persatuan volume, produk yang dipadatkan mudah diangkut dan disimpan, proses membantu memecahkan masalah pembuangan residu.

Metode densifikasi briket dilakukan dengan pengempaan menggunakan alat pencetak bentuk silinder pejal dan tekanan kempa sebesar 50, 70 dan 80 bar. Kemudian dilanjutkan proses pengeringan di bawah sinar matahari/oven dengan suhu 105°C, sehingga diperoleh bahan bakar padat kering dari biomassa (Yudha *et al*, 2018). Kerapatan briket berpengaruh terhadap kualitas briket, karena kerapatan yang tinggi dapat meningkatkan nilai kalor briket. Besar dan kecilnya kerapatan tersebut dipengaruhi oleh tekanan kempa, ukuran dan kehomogenan bahan penyusun briket itu sendiri. Kerapatan yang terlalu tinggi akan menyebabkan briket sulit dinyalakan. Jika kerapatan terlalu rendah maka briket tersebut akan terlalu cepat habis ketika dibakar Ismayana *et al*, 2011 dalam (Yudha *et al*, 2018).

## 2.6 Karbonisasi

Proses karbonisasi merupakan suatu proses pemanasan bahan-bahan dalam ruangan yang bertujuan menghilangkan kadar air sehingga terbentuk arang (Fachry *et al*, 2010). Salah satu manfaat karbonisasi yaitu untuk pengolahan limbah pertanian menjadi bahan bakar alternatif dengan pembriketan. Karbonisasi bertujuan untuk meningkatkan kandungan karbon pada briket. Salah satu

karakteristik dari karbonisasi adalah semakin tinggi temperatur karbonisasi maka meningkatkan nilai kalor arang yang dihasilkan. Hal ini disebabkan dengan semakin tinggi temperatur karbonisasi maka kadar zat mudah menguap di dalam arang semakin rendah sementara kadar karbonnya semakin besar (Surono, 2010). Berdasarkan (Brotowati, 2017) kadar karbon merupakan jumlah karbon murni yang terkandung di briket, semakin tinggi suhu karbonisasi akan meningkatkan kadar karbon tetap/terikat.

Berdasarkan (Surest *et al*, 2011) metode karbonisasi pembuatan briket dilakukan dengan memanaskan bahan baku dalam ruangan vakum selama 60 menit dengan suhu 500°C. Hasil yang diperoleh berupa residu yaitu arang dan destilat yang terdiri dari campuran metanol dan asam asetat. Residu yang dihasilkan bukan merupakan karbon murni, tetapi masih mengandung abu dan tar yang memiliki titik didih tinggi. Karbon hasil proses karbonisasi ini masih mengandung beberapa gugus fungsi senyawa karbon seperti gugus keton, karboksilat, alkohol dan eter siklik. Proses karbonisasi dibedakan atas :

1. Karbonisasi suhu rendah tidak lebih dari 700°C. Untuk batubara, jenis yang digunakan adalah batubara rank rendah seperti lignit dan sub bituminus. Proses ini menghasilkan bahan bakar padat tak berasap untuk keperluan domestik boiler industri.
2. Karbonisasi suhu tinggi diatas 900°C. Untuk batubara, jenis yang digunakan adalah batubara rank tinggi dengan kandungan zat terbang antara 16-41%. Proses ini menghasilkan bahan bakar padat untuk keperluan industri metalurgi.

### **2.7 Teori Pembakaran**

Pembakaran adalah oksidasi bahan bakar secara cepat yang disertai dengan produksi panas dan cahaya. Pelepasan panas dan cahaya ini ditandai dengan terbentuknya api. Hasil pembakaran utama adalah karbon dioksida dan uap air serta energi panas. Sedangkan hasil pembakaran yang lain adalah karbon monoksida, abu (*ash*), NO<sub>x</sub>, atau SO<sub>x</sub>, tergantung dari jenis bahan bakarnya (Triwibowo, 2014). Berdasarkan Borman dan Ragland (1998) proses pembakaran bahan bakar padat terdiri dari tiga tahapan yaitu sebagai berikut.

### 2.7.1 Pengeringan (*drying*)

Tahap pengeringan adalah proses sebuah partikel dipanaskan pada temperatur tinggi atau radiasi api. Bahan bakar padat memiliki air yang terdapat dalam dua bentuk yaitu air bebas dan air terikat. Air bebas (*free water*) merupakan air yang mengisi rongga pori-pori bahan bakar dan sebagai. Air terikat (*bound water*) merupakan air yang terserap di permukaan ruang dalam struktur bahan bakar. Pada tahap pengeringan ini terjadi proses penguapan air dalam bentuk air di permukaan bahan bakar. Kemudian kandungan air yang berada di dalam akan mengalir keluar melalui pori-pori partikel dan kemudian akan menguap. Waktu pengeringan adalah waktu yang diperlukan untuk memanaskan partikel sampai ke titik penguapan dan melepaskan air.

### 2.7.2 Devolatilisasi (*devolatilization*)

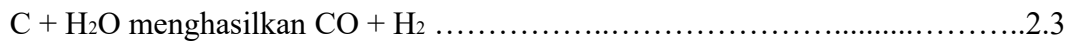
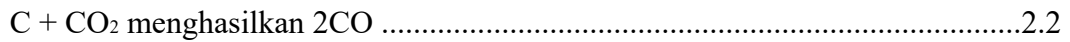
Setelah tahap pengeringan partikel bahan bakar padat dilanjutkan dengan proses devolatilisasi atau disebut juga dengan pirolisis. Bahan bakar padat yang telah melewati tahap pengeringan akan mengalami dekomposisi. Dekomposisi adalah pecahnya ikatan kimia secara termal dan zat terbang (*volatile matter*) yang merupakan hasil proses devolatilisasi akan keluar dari partikel. Ketika zat terbang keluar dari pori-pori bahan bakar padat, oksigen luar tidak dapat menembus ke dalam partikel. Dikarenakan peristiwa tersebutlah proses devolatilisasi dapat diistilahkan sebagai tahap pirolisis.

### 2.7.3 Pembakaran arang (*char combustion*)

Proses pengeringan dan devolatilisasi menyisakan arang pada bahan bakar padat. Laju pembakaran arang tergantung pada konsentrasi oksigen, temperatur gas, bilangan Reynolds, ukuran, dan porositas arang. Reaksi pembakaran pada permukaan arang menghasilkan CO yang kemudian terlepas dan berikatan dengan oksigen menjadi CO<sub>2</sub>. Arang bereaksi dengan oksigen pada permukaan membentuk karbon monoksida dan karbon dioksida, tetapi secara umum karbon monoksida merupakan produk utama. Berikut ini reaksi reduksi antara karbondioksida dengan oksigen di udara.

C + O<sub>2</sub> menghasilkan CO.....2.1

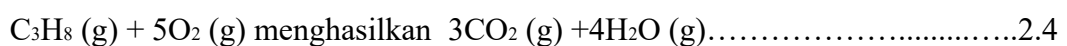
Pada permukaan karbon juga bereaksi dengan karbon dioksida dan uap air dengan reaksi reduksi sebagai berikut.



Pembakaran terjadi melalui beberapa tahapan yaitu pengeringan, devolatilisasi dan pembakaran arang. Proses pembakaran akan berpengaruh terhadap, kadar air, laju pembakaran, suhu pembakaran, kadar zat terbang, densitas, kadar abu dan nilai kalor. Pembakaran akan mengurangi kadar air pada bahan, karena kadar air akan menguap saat bahan dikeringkan dan melalui proses devolatilisasi. Proses devolatilisasi menyebabkan zat terbang menguap, karena terjadi pecahnya ikatan kimia secara termal dan zat terbang. Zat terbang menguap saat proses devolatilisasi dan akan berpengaruh terhadap kadar abu. Selain itu kadar zat terbang dan kadar air yang rendah akan meningkatkan nilai kalor bahan. Kalor yang tinggi menyebabkan suhu pembakaran tinggi dan laju pembakaran yang dihasilkan bahan menyala dengan lama. Berdasarkan Direktorat SMA (2020) pembakaran hidrokarbon dibedakan menjadi dua yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna.

#### 2.7.4 Pembakaran sempurna

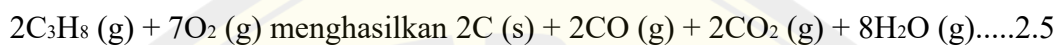
Pembakaran sempurna merupakan, reaksi pembakaran senyawa hidrokarbon yang menghasilkan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Pembakaran sempurna terjadi saat zat reaksi seluruhnya terbakar di dalam oksigen dan menghasilkan berbagai jenis produk. Pembakaran sempurna terjadi jika hidrokarbon terbakar di dalam oksigen dan efek reaksi akan menghasilkan karbondioksida dan air. Kemudian karbon, nitrogen, sulfur dan besi terbakar, elemen tersebut akan menghasilkan oksida yang paling umum. Pembakaran sempurna terjadi jika semua unsur C, dan H yang terkandung dalam bahan bakar bereaksi membentuk  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Pembakaran sempurna diperoleh jika campuran bahan bakar dan oksida tepat, dengan rasio udara dengan bahan bakar yang bagus. Berikut reaksi pembakaran sempurna propana (gas dalam LPG).





### 2.7.5 Pembakaran tidak sempurna

Pembakaran tidak sempurna merupakan, proses pembakaran senyawa hidrokarbon yang menghasilkan gas karbon monoksida (CO) dan uap air (H<sub>2</sub>O), karena kurangnya oksigen. Pembakaran tidak sempurna terjadi jika oksigen tidak mencukupi terjadinya pembakaran penuh sehingga, reaktan terbakar di oksigen, tetapi menghasilkan berbagai produk. Pembakaran tidak sempurna dapat terjadi karena pasokan oksidatornya terbatas atau kurang dari jumlah yang diperlukan. Berikut reaksi pembakaran tidak sempurna propana (gas dalam LPG).



### 2.8 Perekat Briket

Berdasarkan Fachry *et al*, 2010 perekat briket merupakan bahan yang digunakan merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku proses pembuatan briket. Perekat dalam pembuatan briket diperlukan agar dihasilkan briket yang kompak. Dalam pembuatan briket diperlukan perekat berfungsi merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan briket. Tepung tapioka termasuk dalam klasifikasi sebagai bahan perekat organik dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Pemilihan tepung tapioka sebagai perekat dikarenakan harga yang murah dan mudah didapatkan (Sunandar, 2019). Pengaruh konsentrasi perekat tapioka terhadap karakteristik pembakaran yaitu semakin sedikit konsentrasi perekat maka kadar air briket semakin rendah. Kadar air yang rendah menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Semakin banyak konsentrasi perekat maka kadar abu dan *volatile matter* akan semakin tinggi sedangkan kadar *fixed carbon* semakin rendah (Ristianingsih *et al*, 2015). Berdasarkan (Putra *et al*, 2013) perekat briket yang sering digunakan dibagi menjadi dua jenis, perekat organik dan anorganik sebagai berikut.

1. Perekat organik adalah perekat yang efektif untuk membuat briket, perekat organik memiliki harga murah dan menghasilkan abu yang relatif sedikit. Contoh perekat organik adalah tepung tapioka dan tar.
2. Perekat anorganik, adalah perekat yang mampu menjaga lama nyala briket dan memiliki karakteristik tahan lama. Selain itu perekat anorganik memiliki

daya rekat yang lebih kuat daripada perekat organik. Akan tetapi harga perekat anorganik lebih mahal dan abu yang dihasilkan lebih banyak daripada perekat organik.

Berdasarkan (Ristianingsih *et al*, 2015) metode pemberian perekat tapioka dilakukan dengan pengayakan arang menggunakan ayakan ukuran 250 mesh untuk menyeragamkan ukuran arang sebelum dicampur perekat. Kemudian untuk mendapatkan lem tapioka, tepung tapioka dilarutkan dengan air rasio pencampuran 1:8. Setelah tercampur, larutan dididihkan sampai kental, sehingga warnanya menjadi hampir bening dan didapat adonan yang menjadi lem tapioka. Kemudian arang dicampur dengan perekat sesuai dengan variasi perekat yang akan digunakan dalam pembuatan briket.

## 2.9 Standar Mutu Briket

Berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (2000) menyatakan bahwa kualitas briket bioarang yang memenuhi SNI 01-6235-2000. Standar briket arang sebagai bahan bakar dapat diamati melalui kadar air, kadar *volatile matter*, kadar abu dan nilai kalor yang terkandung dalam briket tersebut. Data standarisasi briket akan disajikan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Standarisasi briket arang (SNI 01-6235-2000)

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Kadar air	%	Maksimal 8
2.	Kadar <i>volatile matter</i>	%	Maksimal 15
3.	Kadar abu	%	Maksimal 8
4.	Nilai kalor	kal/g	Minimum 5000

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (2000)

## 2.10 Pengujian Briket

### 2.10.1 Kadar Air

Pengukuran kadar air dilakukan menggunakan metode pengovenan. Pertama menimbang bahan pada timbangan analisis, kemudian bahan dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C sampai berat bahan konstan. Kemudian bahan akan mengalami pendinginan pada alat desikator, ini berfungsi untuk menyerap panas

dari bahan. Setelah didinginkan bahan akan ditimbang kembali. Untuk menghitung kadar air dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

A = berat sampel mula – mula (gram)

B = berat sampel setelah di oven pada suhu 105°C (gram)

#### 2.10.2 Laju Pembakaran

Laju pembakaran briket merupakan waktu atau seberapa lama pembakaran briket sampai menjadi abu dengan berat yang ditentukan. Laju pembakaran dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Laju pembakaran (g/menit)} = \frac{\text{Massa briket (gram)}}{\text{Waktu pembakaran (menit)}} \dots\dots\dots(2.7)$$

#### 2.10.3 Suhu Pembakaran

Pengujian suhu pembakaran briket dengan menggunakan termometer digital yang dimasukkan pada tungku briket setelah suhu konstan.

#### 2.10.4 Kadar Abu

Persamaan yang digunakan untuk pada pengujian kadar abu sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu (\%wb)} = \frac{W1}{W2} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Kadar abu (\%db)} = \frac{W1}{W3} \times 100\% \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

W1 = berat abu (g)

W2 = berat sampel semula (g)

W3 = berat sampel kering (g)

#### 2.10.5 Volatile matter

*Volatile matter* merupakan zat yang hilang pada proses pembakaran, berdasarkan SNI 01-6235-2000 persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Volatile matter } 950 \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{(W1 - W2)}{W1} \times 100\% - \text{Air}\% \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

W1 = bobot contoh semula (g)

W2 = bobot contoh setelah pemanasan (g)

#### 2.10.6 Kerapatan

Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{kerapatan } (\rho) = M.V \dots\dots\dots(2.11)$$

M = massa briket (g)

V = volume briket (g)

#### 2.10.7 Nilai Kalor

Perhitungan nilai kalor briket menggunakan alat bom kalorimeter.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai kalor sebagai berikut:

$$\text{Hg cal/gram} = \frac{tw - 1(1+2+3)}{M} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

Hg = kalori/gr contoh

T = kenaikan temperatur pada termometer

W = 2426 kal/ °C

I1 = ml natrium karbonat yang terpakai untuk titrasi

I2 = 137 x 1,02 x berat contoh

I3 = 2,3 x panjang *fuse wire* yang terbakar

M = berat contoh (gram)

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan bulan Februari 2022 sampai Maret 2022. Penelitian dilakukan di Laboratorium Instrumentasi, Laboratorium Engineering Hasil Pertanian Laboratorium Teknik Pengendalian Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan Laboratorium Motor Bakar, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

Tabel 3.1 Alat proses pembuatan briket

No	Alat	Fungsi
1	Alat karbonisasi (drum dan tungku)	Mengubah biomassa menjadi karbon
2	Alat penghancur bahan (mesin penggiling)	Memperkecil ukuran bahan baku
3	Ayakan 50 mesh	Memisahkan bahan berdasarkan ukuran
4	1 set pencetak briket	Melakukan pencetakan bahan menjadi briket
5	Gelas ukur 100 ml	Mengukur volume air
6	Oven	Memanaskan bahan atau sampel
7	Desikator	Mendinginkan briket setelah pengovenan
8	Stop watch	Menghitung waktu pada pengukuran
9	Thermocouple	Mengukur suhu pada pengukuran
10	Timbangan	Mengukur berat bahan baku atau sampel
11	Tungku	Media pembakaran dan pengukuran suhu
12	Bom Kalorimeter	Mengukur nilai kalor
13	Furnace	Memanaskan bahan menjadi abu

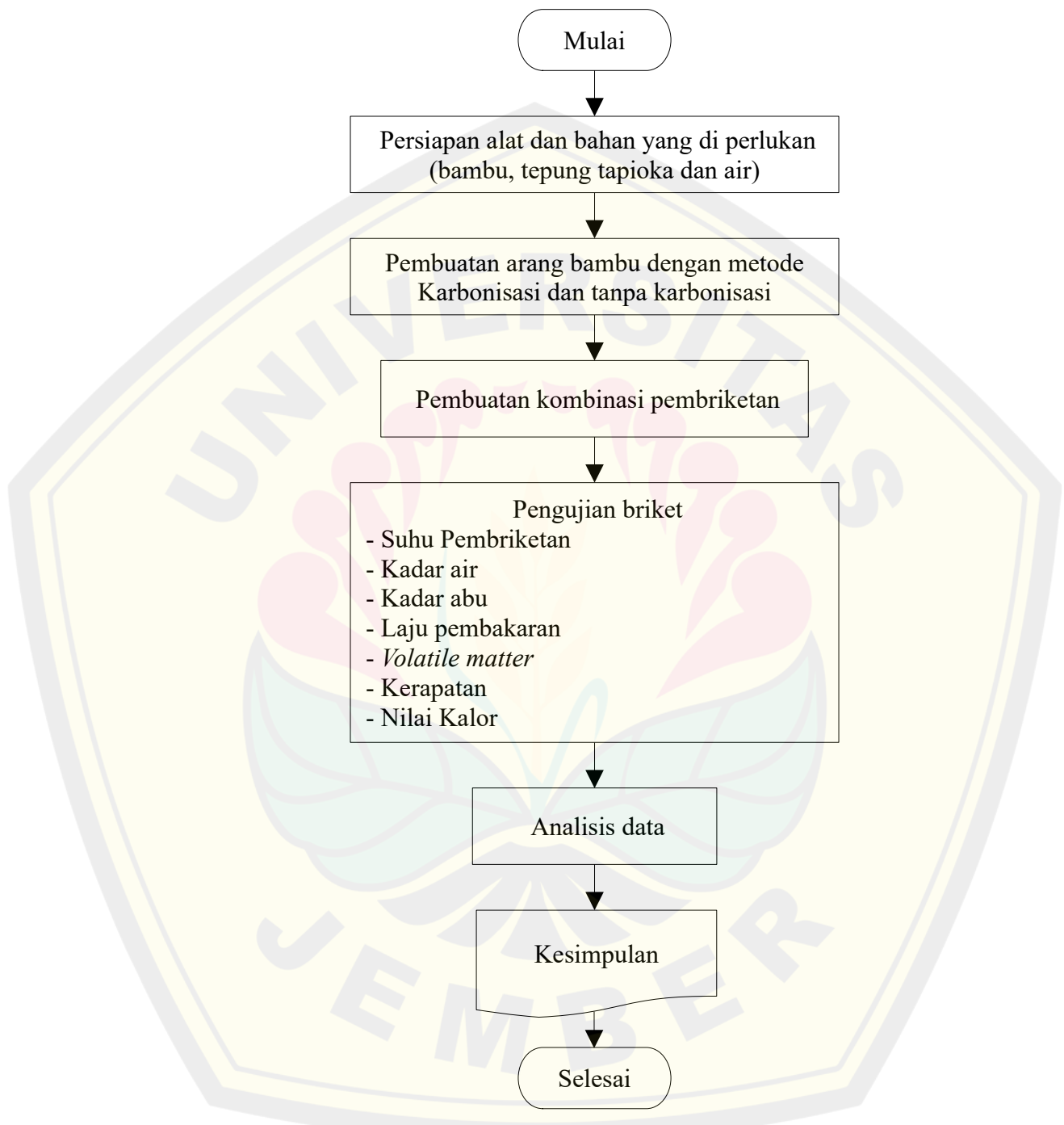
Bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

Tabel 3.2 Bahan proses pembuatan briket

No	Bahan	Fungsi
1	Bambu	Bahan baku pembuatan briket
2	Perekat tepung tapioka	Merekatkan partikel arang
3	Air	Melarutkan perekat agar siap digunakan

### 3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan dan prosedur pelaksanaan. Tahapan dan prosedur pelaksanaan disajikan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

### 3.3.1 Persiapan Bahan Baku dan Alat

1. Membersihkan limbah serutan bambu 30 kg untuk menghilangkan kotoran,
2. Melakukan penjemuran limbah serutan bambu 30 kg pada sinar matahari selama 7 jam dimulai dari pukul 08.00-15.00 WIB sampai bahan kering 90%,
3. Menyiapkan alat karbonisasi (Drum pengarangan, tungku pengarangan, pemantik api), mesin penggiling, ayakan 50 mesh, pencetak briket, gelas ukur 100 ml, oven, panci stopwatch, thermocouple, timbangan, tungku dan bom kalorimeter yang diperlukan pada proses pembuatan briket.

### 3.3.2 Karbonisasi

1. Bambu dikarbonisasi dengan langkah-langkah sebagai berikut:
2. Memasukkan bahan limbah serutan bambu sebanyak 3 kg kedalam alat karbonisasi (Drum pengarangan, tungku pengarangan, pemantik api),
3. Mengamati limbah serutan bambu sampai menjadi arang 1-2 jam,
4. Melakukan tahap pendinginan bambu agar tidak menjadi abu.

### 3.3.3 Kombinasi Pembriketan

Terdapat dua faktor dengan masing-masing dua perlakuan pembriketan sebagai berikut:

1. Faktor pengarangan  
Perlakuan pengarangan  
Perlakuan tanpa pengarangan
2. Faktor pengecilan ukuran  
Perlakuan pengecilan ukuran  
Perlakuan tanpa pengecilan ukuran

Kombinasi perlakuan pembriketan limbah serutan bambu dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3 Kombinasi pembriketan limbah serutan bambu

	U1	U2
A1	Diarangkan dan dikecilkan ukuran	Diarangkan dan tidak dikecilkan
A2	Tidak diarangkan dan dikecilkan ukuran	Tidak diarangkan dan tidak dikecilkan

Tabel 3.4 Pengulangan dan konsentrasi perekat briket limbah serutan bambu

Pengulangan	Variasi Pembriketan				Perekat Tapioka (30%)
	A1&U1 (35 gram)	A1&U2 (35 gram)	A2&U1 (35 gram)	A2&U2 (35 gram)	
1	A1&U1(1)	A1&U2(1)	A2&U1(1)	A2&U2(1)	15 gram
2	A1&U1(2)	A1&U2(2)	A2&U1(2)	A2&U2(2)	15 gram
3	A1&U1(3)	A1&U2(3)	A2&U1(3)	A2&U2(3)	15 gram

Perlakuan pada semua kombinasi pembriketan dilakukan dengan 3 kali pengulangan. Jumlah briket yang dihasilkan adalah 36 briket setiap briket mempunyai berat 50 gram. Kemudian ditambah dengan 8 briket lainnya sebagai cadangan apabila terjadi kerusakan sehingga total briket sebanyak 42 buah briket. Perekat yang digunakan yaitu perekat tapioka dengan konsentrasi 30% dari briket. Pelarutan tepung tapioka dengan air perbandingannya 15 gram tapioka : 30 ml air. Langkah-langkah pembuatan briket dengan variasi pembriketan limbah serutan bambu sebagai berikut.

#### 1. Diarangkan dan dikecilkan

Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut

1. Menyiapkan bahan baku limbah serutan bambu,
2. Melakukan proses pengarangan dengan langkah-langkah seperti pada bab 3.3.2,
3. Melakukan proses pengecilan ukuran menggunakan lumping,
4. Melakukan pengayakan bahan menggunakan ayakan 50 mesh,
5. Melakukan pencampuran arang limbah serutan bambu dengan perekat tapioka dengan perbandingan perekat 30% yaitu 15 gram,
6. Memasukkan hasil pencampuran perekat dengan bahan briket kedalam mesin cetak sebanyak sebanyak 50 gram,
7. Melakukan pencetakan briket,



8. Melakukan proses pengovenan briket hasil pencetakan selama 12 jam dengan suhu 75°C untuk mengeringkan briket.

## 2. Diarangkan dan tidak dikecilkan

Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan baku,
2. Melakukan proses pengarangan dengan langkah-langkah seperti pada bab 3.3.2 tanpa melalui proses pengecilan ukuran,
3. Melakukan pencampuran arang limbah serutan bambu dengan perekat tapioka konsentrasi perekat 30%,
4. Memasukkan hasil pencampuran perekat dengan bahan briket kedalam mesin cetak sebanyak 50 gram,
5. Melakukan pencetakan briket,
6. Melakukan proses pengovenan briket hasil pencetakan selama 12 jam dengan suhu 75°C untuk mengeringkan briket.

## 3. Tidak diarangkan dan dikecilkan

Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan baku,
2. Melakukan proses pengecilan ukuran dengan menggunakan mesin pasah kayu tanpa proses pengarangan,
3. Melakukan pencampuran bahan limbah serutan bambu yang telah dikecilkan ukuran dengan perekat tapioka konsentrasi perekat 30%,
4. Memasukkan hasil pencampuran perekat dengan bahan briket kedalam mesin cetak sebanyak 50 gram,
5. Melakukan pencetakan briket,
6. Melakukan proses pengovenan briket hasil pencetakan selama 12 jam dengan suhu 75°C untuk mengeringkan briket.

## 4. Tidak diarangkan dan tidak dikecilkan

Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan baku,
2. Melakukan pencampuran bahan baku limbah serutan bambu dengan perekat tapioka konsentrasi 30% tanpa melalui proses pengarangan dan

pengecilan ukuran,

3. Memasukkan hasil pencampuran perekat tapioka dengan bahan briket kedalam mesin cetak sebanyak 50 gram,
4. Melakukan pencetakan briket,
5. Melakukan proses pengovenan briket hasil pencetakan selama 12 jam dengan suhu 75°C untuk mengeringkan briket.

#### 3.3.4 Pengujian Briket

Pengujian yang dilakukan pada briket limbah serutan bambu ini meliputi pengujian kadar air, suhu pembakaran, laju pembakaran, nilai kalor, kadar abu, *volatile matter* dan kerapatan pada berbagai variasi perlakuan. Langkah-langkah pengujian briket sebagai berikut:

##### a. Kadar air

Pengujian kadar air pada briket ini bertujuan untuk mengetahui kandungan air pada briket. Pengukuran kadar air ini menggunakan metode gravimetri, langkah-langkah pengujian kadar air sebagai berikut:

- 1) Memasukkan cawan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 15 menit. Tahap ini berfungsi untuk menghilangkan kandungan air dan mengkonstantakan berat cawan.
- 2) Memasukkan cawan yang telah oven ke dalam desikator selama 15 menit.
- 3) Melakukan penimbangan wadah atau cawan kosong dengan menggunakan timbangan analitik,
- 4) Melakukan penimbangan cawan + bahan briket pada masing-masing sampel penelitian,
- 5) Sampel pada cawan kemudian dilakukan penghilangan kadar air dengan cara dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C dengan waktu 60 menit,
- 6) Sampel yang sudah di oven kemudian dimasukkan kedalam desikator selama 15 menit, hal ini bertujuan untuk menyerap panas pada sampel,
- 7) Menimbang kembali hasil sampel yang sudah didinginkan dalam desikator,
- 8) Mengulangi tahap 5-6 sampai kadar air konstan,
- 9) Melakukan perhitungan kadar air, menggunakan persamaan 2.6.

b. Pengujian suhu pembakaran briket

- 1) Pengujian suhu pembakaran briket dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:
- 2) Menimbang berat awal dari briket menggunakan neraca analitik untuk mengetahui berat awal dari briket
- 3) Menyiapkan termometer digital untuk mengukur suhu pembakaran dan stopwatch untuk menghitung waktu pembakaran.
- 4) Melakukan pembakaran briket dengan memasukkan briket kedalam tungku pembakaran,
- 5) Meletakkan sensor pada briket untuk mengukur suhu pembakaran.
- 6) Melakukan proses pengukuran suhu pembakaran briket dengan menggunakan thermocouple dengan menggunakan interval waktu 5 menit sampai briket mati atau habis.

c. Laju pembakaran

Laju pembakaran briket merupakan kecepatan pembakaran briket sampai habis.

Langkah-langkah dalam melakukan uji laju pembakaran sebagai berikut:

- 1) Melakukan penimbangan berat briket menggunakan timbangan digital,
- 2) Melakukan proses pembakaran briket di dalam tungku pembakaran,
- 3) Melakukan perhitungan waktu yang dibutuhkan saat briket menyala briket sampai terbakar habis,
- 4) Melakukan perhitungan laju pembakaran briket dengan menggunakan persamaan 2.7.

d. Kadar abu

Pengujian kadar abu memiliki tujuan untuk mengetahui kadar abu yang dihasilkan dengan menggunakan alat furnace. Suhu yang digunakan 600°C selama 6 jam.

Langkah-langkah yang digunakan untuk melakukan pengujian kadar abu adalah sebagai berikut:

- 1) Memasukkan cawan porselin kosong ke dalam oven untuk mengurangi kandungan air pada cawan porselin dengan suhu 105°C selama 15 menit,
- 2) Cawan porselin yang telah di oven kemudian dimasukkan ke dalam desikator untuk didinginkan selama 15 menit,

- 3) Cawan porselin ditimbang menggunakan neraca analitik dan dicatat untuk mengetahui berat tiap cawan,
- 4) Sampel briket yang sudah berbentuk blok briket kemudian dihancurkan hingga kembali menjadi serbuk,
- 5) Sampel briket yang sudah berbentuk serbuk kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin dan ditimbang sebanyak 2 gram. tiap sampel ditimbang sebanyak tiga cawan untuk tiga kali pengulangan,
- 6) Memasukkan cawan porselin + sampel yang telah ditimbang ke dalam *furnace* selama 6 jam dengan suhu 600°C,
- 7) Mengeluarkan cawan porselin + sampel dari *furnace* kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit,
- 8) Menimbang berat cawan porselin + sampel setelah proses pengabuan,
- 9) Melakukan perhitungan kadar abu menggunakan persamaan 2.8.

e. *Volatile Matter*

- 1) Memasukkan cawan porselin kosong ke dalam oven untuk mengurangi kandungan air pada cawan porselin dengan suhu 105°C selama 15 menit,
- 2) Cawan porselin yang telah di oven kemudian dimasukkan ke dalam desikator untuk didinginkan selama 15 menit,
- 3) Cawan porselin ditimbang menggunakan neraca analitik dan dicatat untuk mengetahui berat tiap cawan,
- 4) Sampel briket yang sudah berbentuk blok briket kemudian dihancurkan hingga kembali menjadi serbuk,
- 5) kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin dan ditimbang sebanyak 2 gram tiap sampel ditimbang sebanyak tiga cawan untuk tiga kali pengulangan,
- 6) Sampel briket kemudian di oven selama 60 menit dan dimasukkan kedalam desikator 15 menit, sampel ditimbang untuk mengetahui kadar air bahan,
- 7) Memasukkan cawan porselin + sampel yang telah ditimbang ke dalam *furnace* selama 7 menit dengan suhu 950°C sesuai dengan SNI 01-6325-2000,

- 8) Mengeluarkan cawan porselin + sampel dari furnace kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit,
- 9) Menimbang berat cawan porselin + sampel setelah proses dimasukan *furnace*,
- 10) Melakukan perhitungan volatile matter menggunakan persamaan 2.10.

f. Kerapatan

Pengambilan data kerapat dilakukan dengan menggunakan penggaris sebagai alat ukur. Tahapan pengambilan data kerapatan adalah sebagai berikut:

- 1) Menimbang berat briket dengan neraca analitik,
- 2) Mengukur volume (diameter dan tinggi) briket yang berbentuk silinder dengan penggaris,
- 3) Mengulangi langkah di atas sebanyak 3 kali, sesuai dengan jumlah sampel briket telah ditentukan,
- 4) Melakukan perhitungan kerapatan menggunakan persamaan 2.11.

g. Nilai Kalor

Pengambilan data nilai kalor dilakukan menggunakan bomb calorimeter di Laboratorium Motor Bakar, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Sampel briket yang sudah berbentuk blok briket kemudian dihancurkan hingga kembali menjadi serbuk,
- 2) Sampel briket yang sudah berbentuk serbuk kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin dan ditimbang sebanyak 0,5 gram,
- 3) Sampel yang telah ditimbang kemudian di press hingga berbentuk pellet,
- 4) Sampel yang telah dipres dimasukkan ke dalam cawan,
- 5) Cawan yang berisi sampel dimasukkan ke dalam dudukan yang terdapat pada *vessel bomb*,
- 6) *Vessel bomb* ditutup kemudian diisi dengan oksigen bertekanan 40 atm,
- 7) Memasukkan tabung *bomb* ke dalam *bucket* yang terisi air,
- 8) Mengukur 10 cm *fuse wire* kemudian dihubungkan pada masing-masing elektroda,
- 9) *Fuse wire* diatur hingga menempel pada sampel yang berada di dalam

- bomb,
- 10) Menyalakan *mixer* agar suhu air stabil, Jika suhu air sudah stabil kemudian dicatat suhu awalnya,
  - 11) Menekan tombol ignite unit agar *fuse wire* yang menempel pada bahan dapat membakar bahan uji,
  - 12) Setelah dilakukan proses ignite (pembakaran) kemudian suhu akhir dicatat,
  - 13) Membuka penutup *bomb calorimeter* dan mengeluarkan *vessel bomb*,
  - 14) Mengukur *vessel bomb* yang tidak terbakar. Melakukan perhitungan nilai kalor menggunakan persamaan 2.12.

### 3.4 Analisis Variansi

Analisis data yang dilakukan untuk briket limbah serutan bambu menggunakan *analysis of variance* (Anova) dua arah. Pengujian menggunakan anova dua arah dilakukan untuk menguji apakah terdapat perbedaan perlakuan terhadap karakteristik briket (kadar air, kadar abu, suhu pembakaran, laju pembakaran, kerapatan, *volatile matter* dan nilai kalor). Hasil data yang diperoleh diolah menggunakan *Microsoft Excel* 2013. Berikut merupakan tahapan pengolahan data menggunakan uji anova dua arah.

#### 1. Menentukan hipotesis

Hipotesis pada perlakuan variasi pembriketan briket limbah bambu sebagai berikut:

- a) Hipotesis pada perlakuan pengarangan
  - H<sub>0</sub> = tidak ada perbedaan rata-rata hitung perlakuan pengarangan terhadap karakteristik briket.
  - H<sub>1</sub> = ada perbedaan rata-rata hitung perlakuan pengarangan terhadap karakteristik briket.
- b) Hipotesis pada perlakuan pengecilan ukuran
  - H<sub>0</sub> = tidak ada perbedaan rata-rata hitung perlakuan pengecilan ukuran terhadap karakteristik briket.
  - H<sub>1</sub> = ada perbedaan rata-rata hitung perlakuan pengecilan ukuran terhadap

karakteristik briket.

- c) Hipotesis pada interaksi perlakuan variasi pembriketan pengarangan dan pengecilan ukuran

$H_0$  = tidak ada interaksi pada rata-rata hitung perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran

$H_1$  = ada interaksi pada rata-rata hitung perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran.

## 2. Menentukan taraf nyata ( $\alpha$ )

Taraf nyata digunakan sebagai acuan untuk mengetahui apakah suatu perlakuan dapat memberikan dampak. Taraf nyata yang digunakan pada penelitian ini yaitu 5% atau 0,05.

## 3. Menghitung derajat bebas (db/df)

- a) Derajat bebas kolom (pengarangan)

$$Db\ a = a - 1 = 1$$

- b) Derajat bebas baris (pengecilan ukuran)

$$Db\ b = a - 1 = 1$$

- c) Derajat bebas interaksi

$$Db\ ab = a \times b = 1$$

- d) Derajat bebas galat

$$Db\ galat = db\ total - (a+b+ab) \\ = 8$$

- e) Derajat total

$$Total = (N - 1) = 11$$

## 4. Menentukan nilai F tabel

Nilai F tabel diperoleh berdasarkan derajat bebas dan taraf nyata, sebagai berikut:

- a)  $F_{tabel\ a} = 0,05; (1,8) = 5,32$

- b)  $F_{tabel\ b} = 0,05; (1,8) = 5,32$

- c)  $F_{tabel\ ab} = 0,05; (1,8) = 5,32$

5. Menentukan nilai F hitung

Nilai F hitung diperoleh dari perbandingan varian antar kelompok dan varian dalam kelompok.

6. Menentukan kriteria pengujian

- a)  $H_0$  diterima ( $H_1$  ditolak) apabila  $F_{hitung} < F_{tabel}$ .
- b)  $H_0$  ditolak ( $H_1$  diterima) apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}$ .

7. Menyatakan hasil analisis data

a) Pengarangan

$H_0$  diterima ( $H_1$  ditolak) apabila  $F_{hitung} < 5,32$

$H_0$  ditolak ( $H_1$  diterima) apabila  $F_{hitung} > 5,32$

b) Pengecilan ukuran

$H_0$  diterima ( $H_1$  ditolak) apabila  $F_{hitung} < 5,32$

$H_0$  ditolak ( $H_1$  diterima) apabila  $F_{hitung} > 5,32$

c) Interaksi antara perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran

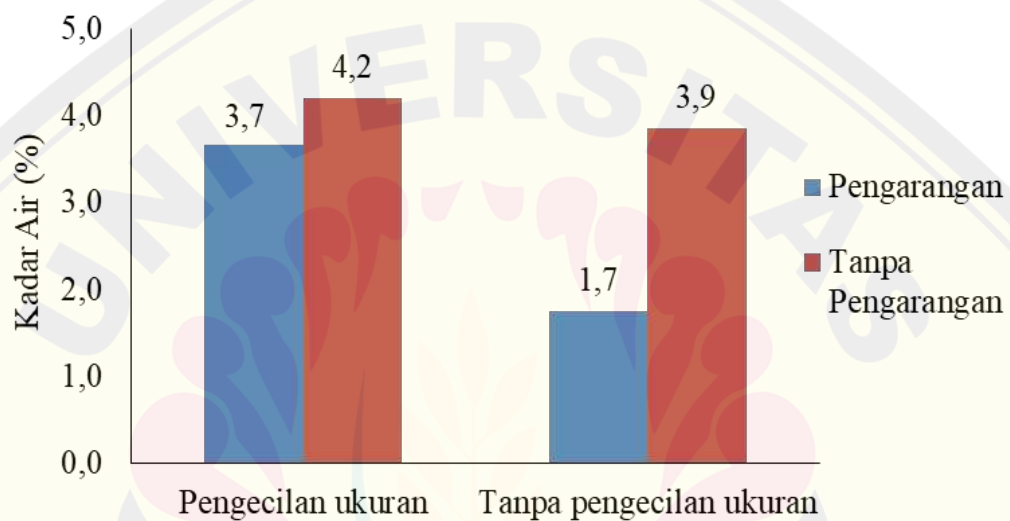
$H_0$  diterima ( $H_1$  ditolak) apabila  $F_{hitung} < 5,32$

$H_0$  ditolak ( $H_1$  diterima) apabila  $F_{hitung} > 5,32$



**BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN****4.1 Kadar Air**

Kadar air biomassa memiliki pengaruh pada daya tahan penyimpanan, nilai kalor (Yuliah *et al*, 2017). Pada prinsipnya kadar air dapat ditentukan dengan cara menghitung kehilangan berat dari contoh yang dipanaskan pada kondisi standar (Purnama *et al*, 2012). Gambar 4.1 adalah pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap kadar air.



Gambar 4.1. Grafik pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap kadar air

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dijelaskan bahwa ada pengaruh perlakuan pengarangan terhadap kadar air pada briket. Pada Gambar 4.1 kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa pengarangan sedangkan kadar air terendah terdapat pada perlakuan pengarangan. Perbedaan kadar air pada masing-masing perlakuan disebabkan karena faktor pengarangan. Faktor pengarangan berpengaruh nyata terhadap kadar air pada briket limbah serutan bambu. Kadar air yang dihasilkan dari perlakuan pengarangan menghasilkan kadar air yang lebih rendah dibanding tanpa pengarangan. Berdasarkan (Fachry *et al*, 2010) proses pengarangan bahan-bahan dipanaskan dalam ruangan yang bertujuan menghilangkan kadar air sehingga terbentuk arang dan terjadi peningkatan kandungan karbon briket. Terbentuknya arang ini mengakibatkan kadar air pada briket menjadi rendah.

Selain itu salah satu karakteristik dari karbonisasi adalah semakin tinggi

temperatur karbonisasi maka meningkatkan nilai kalor arang yang dihasilkan (Suroño, 2010). Proses pengarangan akan mengakibatkan kadar air rendah sehingga bermanfaat pada briket. Apabila kandungan air pada briket tinggi maka akan menyulitkan penyalaan dan mengurangi temperatur pembakaran (Sudiro *et al*, 2014).

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dijelaskan nilai kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan pengecilan ukuran. Hal ini karena pada saat proses pengeringan pada oven, bahan yang memiliki ukuran lebih besar lebih mudah melepaskan kadar air. Sedangkan bahan yang memiliki ukuran yang kecil pada proses pengeringan sulit melepaskan kadar air yang ada di dalamnya. Bahan yang memiliki ukuran lebih besar dan kerapatan yang rendah, penguapan air menjadi lebih mudah pada saat dilakukan pengeringan. Akibatnya pada saat dilakukan pengujian, kadar air yang tersisa tinggal sedikit dibandingkan dengan briket dengan kerapatan lebih tinggi (Sudiro, 2014). Selain itu ukuran partikel penyusun briket tanpa pengarangan berpengaruh terhadap kadar air. Berdasarkan (Damayanti *et al*, 2017) dalam penelitiannya pada biopellet didapatkan hasil bahwa ukuran partikel 20 mesh menghasilkan kadar air yang lebih baik daripada ukuran 40 mesh. Kadar air pada briket limbah serutan bambu sudah sesuai dengan SNI 01-6235-2000 dengan kadar air maksimal 8%. Tabel 4.1 adalah hasil analisa uji statistik anova dari variabel uji kadar air.

Tabel 4.1 Analisis kadar air menggunakan uji anova dua arah

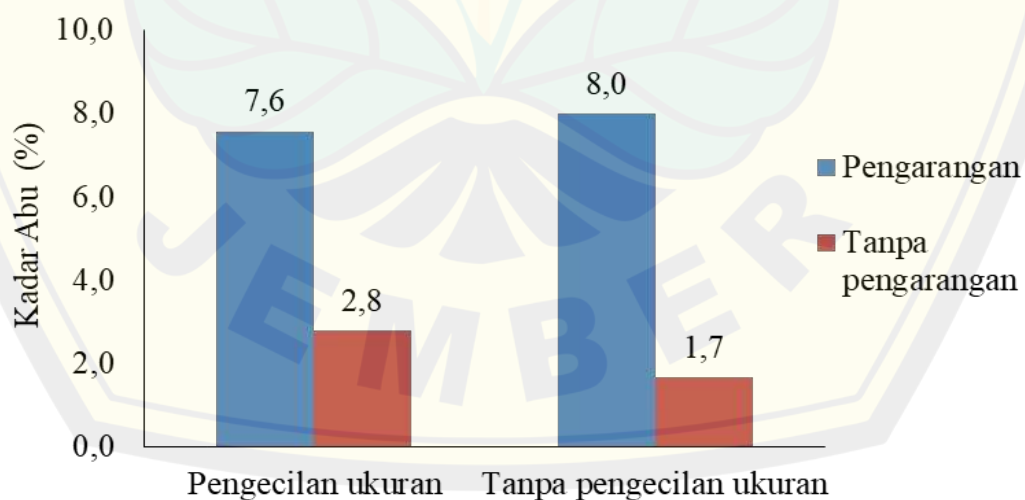
Variasi	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel
Pengarangan	5,240	1	5,240	7,139	5,318
Pengecilan	3,869	1	3,869	5,271	5,318
Interaksi	1,869	1	1,869	2,547	5,318
Error	5,872	8	0,734		
Total	16,850	11			

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa hasil analisis anova dua arah didapatkan data perlakuan pengarangan memiliki perbedaan rata-rata terhadap kadar air pada briket limbah serutan bambu. Hal tersebut dapat dilihat bahwa nilai F hitung lebih besar daripada F tabel. Apabila nilai F hitung lebih besar dari F

tabel maka dari hipotesis yang diberikan adalah tolak  $H_0$  artinya ada perbedaan rata-rata perlakuan pengarangran terhadap karakteristik briket. Sedangkan perlakuan pengecilan tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap nilai kadar air briket. Hal ini terlihat dari nilai F hitung lebih kecil daripada nilai F tabel. Keputusannya terima  $H_0$  artinya tidak ada perbedaan rata-rata perlakuan pengecilan terhadap kadar air briket. Pada interaksi perlakuan pengarangran dan pengecilan ukuran terhadap nilai kadar air tidak berbeda nyata. Hal ini dibuktikan dari hasil uji anova menunjukkan nilai F hitung lebih kecil daripada nilai F tabel. Keputusannya terima  $H_0$  artinya tidak ada perbedaan rata-rata interaksi perlakuan pengarangran dan pengecilan terhadap kadar air briket.

#### 4.2 Kadar Abu

Kandungan abu biomassa adalah residu dari sisa pembakaran yang bersifat tidak mudah terbakar. Kadar abu merupakan mineral massal setelah karbon, oksigen, sulfur dan udara yang telah terjadi selama proses pembakaran sempurna. Pembakaran sempurna terjadi ketika bahan bereaksi dengan oksigen yang menghasilkan  $CO_2$  dan  $H_2O$  dan residu abu (Yuliah *et al*, 2017). Pada prinsipnya, kadar abu dapat ditentukan dengan cara menimbang residu (sisa) pembakaran sempurna dari briket (Purnama *et al*, 2012). Gambar 4.2 adalah pengaruh pengarangran dan pengecilan terhadap kadar abu.



Gambar 4.2. Pengaruh pengarangran dan pengecilan terhadap kadar abu

Pada Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa pengaruh pengarangan terhadap kadar abu berbeda nyata. Pada perlakuan pengarangan kadar abu yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pengarangan. Pada perlakuan pengarangan kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan pengarangan tanpa pengecilan ukuran sebesar 8%. Kadar abu tertinggi yang dihasilkan limbah serutan bambu telah memenuhi SNI 01-6235-2000. Perlakuan pengarangan akan menghasilkan karbon terikat yang tinggi sehingga akan meningkatkan kadar abu pada proses pembakaran. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Sudiro *et al*, 2014) besarnya kadar abu setelah bahan menjadi arang cenderung naik, karena terjadi proses pirolisis. Pirolisis menyebabkan massa air dan zat mudah terbang lainnya akan keluar atau menguap sehingga mengurangi massa bahan baku secara keseluruhan. Sedangkan massa abu pada bahan baku tidak berkurang sehingga kadar abu yang merupakan perbandingan massa abu dengan massa bahan naik. Pada perlakuan tanpa pengarangan bahan masih mengandung penyusun organik dan senyawa mudah terbakar, sehingga kadar abu yang dihasilkan lebih sedikit. Kadar abu berpengaruh terhadap kualitas briket, briket dengan kandungan abu yang tinggi sangat tidak menguntungkan karena akan membentuk kerak (Purnama *et al*, 2012).

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dijelaskan bahwa perlakuan pengecilan ukuran berpengaruh nyata terhadap kadar abu briket limbah serutan bambu. Pada perlakuan pengecilan dan pengarangan ukuran partikel berbanding lurus terhadap kadar abu, semakin kecil ukuran semakin rendah kadar abunya. Hal ini dikarenakan ukuran partikel yang kecil menyebabkan kadar airnya lebih tinggi sehingga abu yang dihasilkan sedikit. Semakin tinggi kandungan air pada suatu briket maka nilai kadar abu yang dihasilkan semakin sedikit. Penurunan kadar abu bertolak belakang dengan kadar air yang dimiliki oleh briket (Putra *et al*, 2016). Pada perlakuan pengecilan tanpa pengarangan memiliki nilai kadar abu rendah. Pada perlakuan pengecilan tanpa pengarangan ukuran partikel berbanding terbalik dengan kadar abu. Berdasarkan (Damayanti *et al*, 2017) dalam penelitiannya pada biopellet didapatkan hasil bahwa ukuran partikel 20 mesh menghasilkan kadar abu yang lebih baik daripada ukuran 40 mesh. Sehingga semakin kecil ukuran partikel

pada perlakuan tanpa pengarangan maka kadar abu yang dihasilkan semakin besar. Tabel 4.2 adalah hasil analisa uji statistik anova dari variabel uji kadar abu.

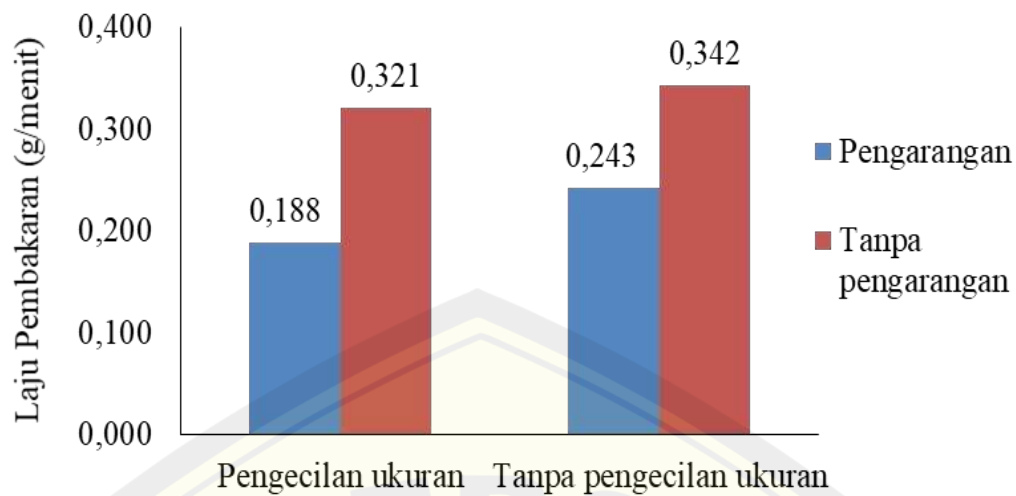
Tabel 4.2 Analisis kadar abu menggunakan uji anova dua arah

Variasi	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel
Pengarangan	92,990	1	92,990	1753,621	5,318
Pengecilan	0,362	1	0,362	6,828	5,318
Interaksi	1,793	1	1,793	33,804	5,318
Error	0,424	8	0,053		
Total	95,569	11			

Berdasarkan Tabel 4.2 perlakuan pengarangan terdapat perbedaan yang nyata terhadap kadar abu briket limbah bambu. Perbedaan nyata pada perlakuan pengarangan dapat dilihat dari hasil uji anova dua arah menunjukkan nilai F hitung lebih besar daripada nilai F tabel. Apabila F hitung lebih besar dari F tabel keputusan adalah tolak  $H_0$  terdapat perbedaan rata-rata perlakuan pengarangan terhadap kadar abu briket limbah serutan bambu. Pada perlakuan pengecilan nilai F hitung lebih besar dari F tabel. Keputusannya adalah tolak  $H_0$  artinya terdapat perbedaan rata-rata perlakuan pengecilan ukuran terhadap nilai kadar abu briket limbah serutan bambu. Pada interaksi nilai F hitung lebih besar dari F tabel. Keputusannya tolak  $H_0$  artinya ada perbedaan rata-rata interaksi perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran terhadap nilai kadar abu briket limbah serutan bambu.

### 4.3 Laju Pembakaran

Laju pembakaran adalah proses pengujian dengan membakar briket untuk mengetahui lama nyala bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar (Aljarwi *et al*, 2020). Laju pembakaran merupakan kemampuan suatu benda pada reaksi pembakaran sampai menjadi abu. Semakin besar luas permukaan ( $A_p$ ), maka reaksi pembakaran dan pembentukan abu akan semakin cepat terjadi (Asri *et al*, 2018). Gambar 4.3 adalah pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap laju pembakaran.



Gambar 4.3. Grafik pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap laju pembakaran

Berdasarkan Gambar 4.3 perlakuan pengarangan berbeda nyata terhadap nilai laju pembakaran. Perlakuan pengarangan memiliki nilai laju pembakaran yang lebih rendah daripada perlakuan tanpa pengarangan. Nilai laju pembakaran terendah terdapat pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran. Pada perlakuan pengarangan bahan penyusun briket memiliki kadar karbon yang tinggi, sehingga nyala briket semakin lama. Pengarangan berpengaruh terhadap kualitas penyusun bahan briket, semakin tinggi temperatur karbonisasi meningkatkan nilai kalor arang yang dihasilkan. Hal ini disebabkan semakin tinggi temperatur karbonisasi kadar zat mudah menguap di dalam arang semakin rendah sementara kadar karbonnya semakin besar (Surono, 2010). Pada perlakuan tanpa pengarangan bahan penyusun mudah terbakar sehingga briket lebih cepat habis. Borman dan Raagland (1998) dalam (Putra *et al*, 2016) menyatakan bahwa laju pembakaran arang tergantung pada konsentrasi oksigen, temperatur gas, dan porositas briket.

Berdasarkan Gambar 4.3 pengaruh perlakuan pengecilan ukuran terhadap laju pembakaran berbeda nyata. Perlakuan pengecilan ukuran memberikan pengaruh terhadap nilai laju pembakaran yang lebih rendah daripada perlakuan tanpa pengecilan. Nilai laju pembakaran yang rendah menunjukkan briket menyala dengan waktu lama, berbeda dengan perlakuan tanpa pengecilan ukuran yang menyala lebih singkat. Ukuran partikel yang lebih besar mempengaruhi

cepatnya penyalaan briket, mempercepat pembakaran briket, mempercepat laju pembakaran briket (Syarief *et al*, 2020). Laju pembakaran menunjukkan kualitas briket karena briket yang bagus memiliki nyala yang lama. Laju pembakaran yang lama pada perlakuan pengecilan ukuran dikarenakan porositas dan ukuran bahan penyusun. Semakin kecil ukuran penyusun briket maka densitas menjadi tinggi dan porositas menjadi rendah sehingga *difusi* oksigen menjadi lambat (Syamsiro *et al*, 2007). Tabel 4.3 adalah hasil analisa uji statistik anova dari variabel uji laju pembakaran.

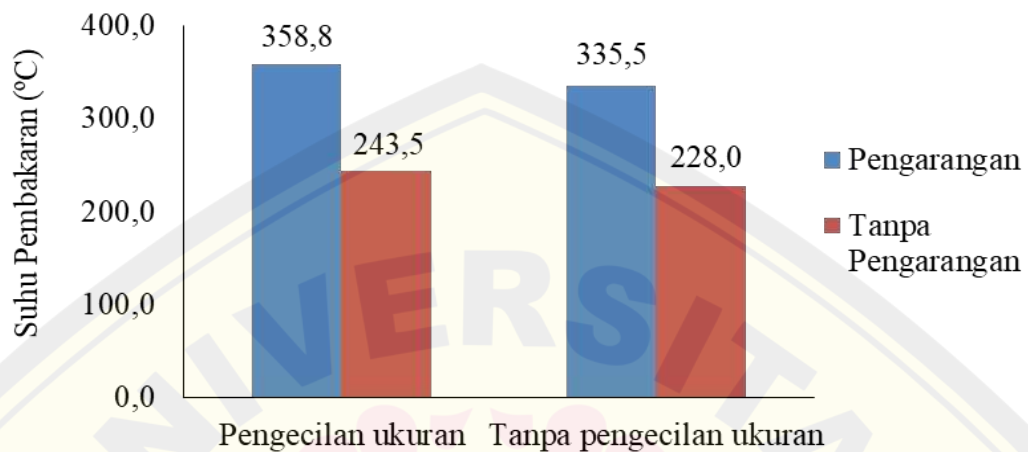
Tabel 4.3 Analisis laju pembakaran menggunakan uji anova dua arah

Variasi	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel
Pengarangan	0,041	1	0,041	200,489	5,318
Pengecilan	0,004	1	0,004	20,923	5,318
Interaksi	0,001	1	0,001	4,063	5,318
Error	0,002	8	0,000		
Total	0,047	11			

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa ada perbedaan rata-rata perlakuan pengarangan terhadap nilai laju pembakaran. Adanya perbedaan rata-rata perlakuan pengarangan terhadap nilai laju pembakaran dapat dilihat pada uji anova dua arah. Berdasarkan uji anova menunjukkan nilai F hitung lebih besar daripada F tabel. Keputusan pada perlakuan pengarangan adalah tolak  $H_0$  artinya ada perbedaan rata-rata perlakuan pengarangan terhadap laju pembakaran. Pada perlakuan pengecilan ukuran ada perbedaan rata-rata perlakuan pengecilan terhadap laju pembakaran. Keputusan pada perlakuan pengecilan ukuran terhadap laju pembakaran adalah tolak  $H_0$  artinya ada perbedaan rata-rata perlakuan pengecilan ukuran terhadap laju pembakaran. Berdasarkan uji anova pada interaksi tidak ada perbedaan nyata. Sehingga keputusannya adalah terima  $H_0$  artinya tidak ada interaksi pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran terhadap laju pembakaran briket limbah serutan bambu.

#### 4.4 Suhu Pembakaran

Suhu pembakaran adalah suhu yang dihasilkan oleh pembakaran briket. Suhu yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis bahan dan campurannya. Gambar 4.4 adalah pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap suhu pembakaran.



Gambar 4.4. Grafik pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap suhu pembakaran

Berdasarkan Gambar 4.4 pengaruh pengarangan terhadap suhu pembakaran berbeda nyata. Suhu yang dihasilkan dari perlakuan pengarangan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pengarangan hal ini karena tingginya kandungan karbon. Karbonisasi bertujuan untuk meningkatkan kandungan karbon pada briket. Berdasarkan (Brotowati, 2017) kadar karbon merupakan jumlah karbon murni yang terkandung di briket. Pada proses pengarangan terjadi pembakaran bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen sangat terbatas. Sehingga menghasilkan arang serta menyebabkan penguraian senyawa organik penyusun struktur bahan membentuk uap air, methanol, uap-uap asam asetat dan hidrokarbon (Fachry *et al*, 2010). Proses pengarangan tersebut yang akan mempengaruhi suhu pembakaran briket karena kandungan organiknya telah diuraikan. Jadi semakin banyak kandungan karbonnya maka lama nyala dan suhu akan semakin besar. Berbeda dengan perlakuan tanpa pengarangan menunjukkan kadar karbonnya rendah. Hal ini karena komposisi penyusun organiknya tinggi, yang mengakibatkan briket lebih cepat habis dan suhu yang dihasilkan lebih rendah.



Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa pengaruh pengecilan ukuran terhadap suhu pembakaran tidak berbeda nyata. Namun perlakuan pengecilan ukuran memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pengecilan ukuran. Perbedaan suhu yang dihasilkan tersebut karena pada perlakuan pengecilan ukuran porositas yang ada pada briket semakin kecil. Suhu pada briket dipengaruhi oleh ukuran partikel penyusun briket, semakin kecil ukuran penyusun briket maka densitasnya semakin tinggi. Densitas yang tinggi membuat bahan penyusun briket menyatu lebih rapat. Sehingga panas dari partikel briket yang terbakar dapat langsung diteruskan ke partikel briket yang lain secara konduksi dan radiasi (Briyatendra *et al*, 2019). Tabel 4.4 adalah hasil analisa uji statistik anova dari variabel uji suhu pembakaran.

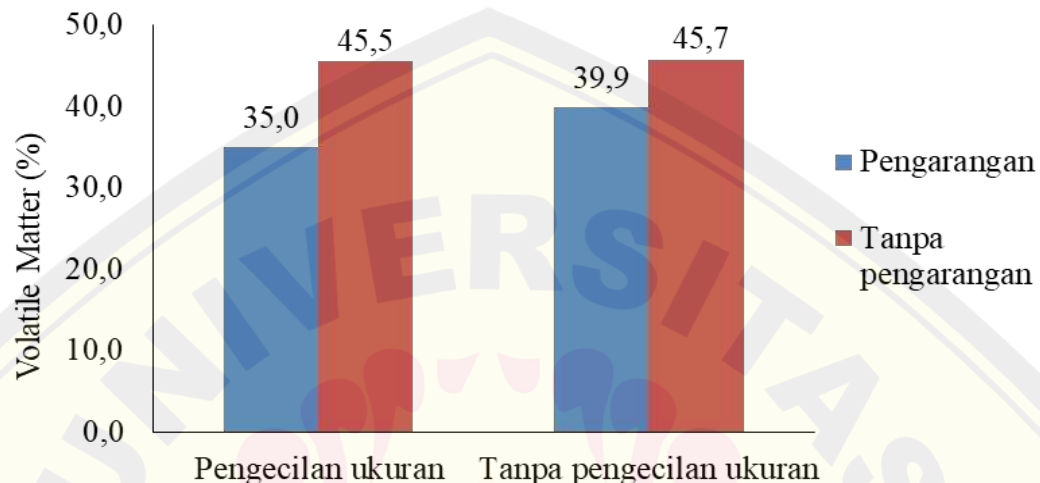
Tabel 4.4 Analisis suhu pembakaran menggunakan uji anova dua arah

Variasi	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel
Pengarangan	37249,455	1	37249,455	57,107	5,318
Pengecilan	1131,315	1	1131,315	1,734	5,318
Interaksi	45,491	1	45,491	0,070	5,318
Error	5218,236	8	652,279		
Total	43644,496	11			

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa perlakuan pengarangan terdapat perbedaan secara nyata rata-rata perlakuan pengarangan terhadap suhu pembakaran briket serutan bambu. Pada perlakuan pengarangan nilai F hitung lebih besar daripada nilai F tabel, sehingga keputusan yang diambil adalah tolak  $H_0$  artinya terdapat perbedaan rata-rata perlakuan pengarangan terhadap nilai rata-rata suhu pembakaran briket limbah serutan bambu. Pada perlakuan pengecilan ukuran tidak terdapat perbedaan secara nyata yang dihasilkan. Hal ini terlihat pada uji anova dua arah menunjukkan nilai F hitung lebih kecil daripada nilai F tabel sehingga keputusannya terima  $H_0$  artinya tidak terdapat perbedaan rata-rata perlakuan pengecilan ukuran terhadap suhu pembakaran. Pada interaksi nilai F hitung lebih kecil daripada nilai F tabel sehingga keputusannya terima  $H_0$  artinya tidak ada perbedaan rata-rata interaksi perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran terhadap suhu pembakaran briket limbah serutan bambu.

#### 4.5 Volatile Matter

*Volatile matter* adalah bagian dari briket yang berubah menjadi volatile matter (produk) bila briket tersebut dipanaskan tanpa udara pada suhu lebih kurang 950°C (Purnama, *et al* 2012). Gambar 4.5 adalah pengaruh pengurangan dan pengecilan terhadap *volatile matter*.



Gambar 4.5. Grafik pengaruh pengurangan dan pengecilan terhadap *volatile matter*

Berdasarkan Gambar 4.5 pengaruh perlakuan pengurangan berbeda nyata terhadap rata-rata nilai *volatile matter* briket limbah serutan bambu. *Volatile matter* adalah zat yang hilang pada proses pembakaran. Perlakuan pengurangan memiliki nilai *volatile matter* yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa pengurangan. Perlakuan pengurangan menghasilkan *volatile matter* 35,01%-39,87% dan tanpa pengurangan 45,50%-45,73%. Pada perlakuan pengurangan dan tanpa pengurangan nilai *volatile matter* yang dihasilkan tidak memenuhi SNI 01-6235-2000 karena SNI sebesar 15%. Kadar *volatile matter*  $\pm 40\%$  pada pembakaran akan memperoleh nyala yang panjang dan akan memberikan asap yang banyak. Sedangkan untuk kadar *volatile matter* rendah antara 15-25% lebih disenangi dalam pemakaian karena asap yang dihasilkan sedikit (Purnama *et al*, 2012). Tingginya kadar zat terbang ini menunjukkan bahwa masih terdapatnya senyawa non-karbon yang menempel pada permukaan arang aktif. Senyawa non-karbon yaitu atom H yang terikat kuat pada atom C pada permukaan arang aktif dalam bentuk (CH<sub>2</sub>) (Pari *et al*, 2006). Perbedaan *volatile matter* yang dihasilkan

pada setiap perlakuan dikarenakan pada perlakuan pengarangannya terjadi pemanasan terlebih dahulu sampai menjadi arang. Sehingga senyawa yang tertinggal pada bahan lebih sedikit daripada perlakuan tanpa pengarangannya. Berdasarkan pernyataan Surono, 2010 semakin tinggi temperatur karbonisasi maka kadar zat mudah menguap di dalam arang semakin rendah sementara kadar karbonnya semakin besar.

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa pengaruh pengecilan ukuran terhadap nilai *volatile matter* tidak berpengaruh nyata. Perlakuan pengecilan ukuran memiliki nilai *volatile matter* lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa pengecilan ukuran. Pada briket dengan ukuran partikel yang semakin kecil diperoleh kadar *volatile matter* yang rendah. Berdasarkan (Iriany *et al*, 2016) kadar zat dipengaruhi ukuran partikel briket. Semakin kecil partikel briket maka kadar zat menguap briket akan semakin kecil. Hal ini karena semakin kecil partikel briket maka kandungan briket yang menguap akan semakin sedikit. Selain itu ukuran partikel yang kecil pada briket limbah serutan bambu memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa pengecilan ukuran. Kadar air berbanding terbalik dengan *volatile matter*, semakin tinggi kadar airnya maka *volatile matter*nya semakin rendah. Berikut merupakan hasil analisa uji statistik anova dari variabel uji *volatile matter* yang disajikan pada Tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.5 Analisis *volatile matter* menggunakan uji anova dua arah

Variasi	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel
Pengarangannya	200,544	1	200,544	93,515	5,318
Pengecilan	19,441	1	19,441	9,066	5,318
Interaksi	16,159	1	16,159	7,535	5,318
Error	17,156	8	2,145		
Total	253,301	11			

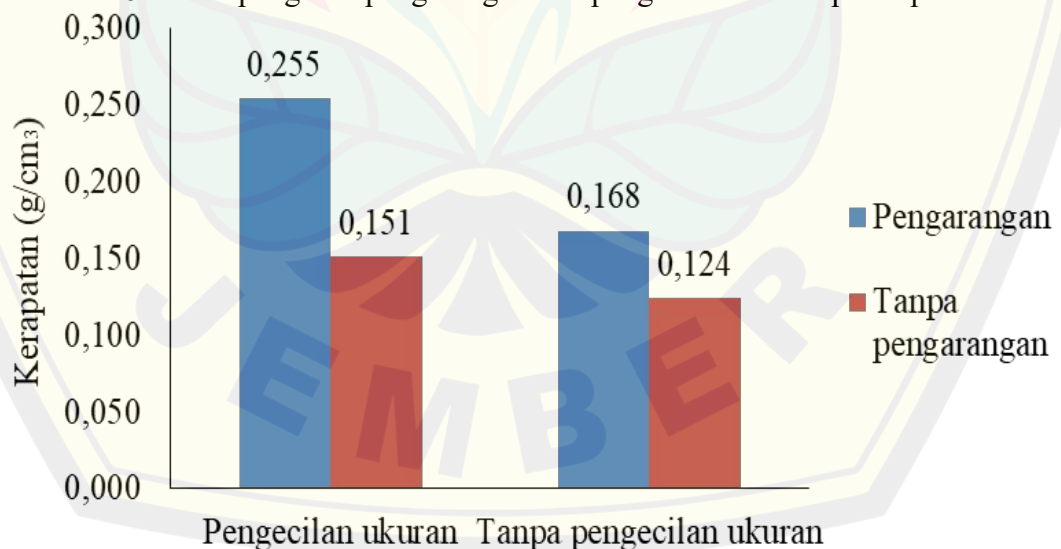
Berdasarkan Tabel 4.5 dengan menggunakan analisis anova dihasilkan perlakuan pengarangannya terdapat perbedaan nyata rata-rata perlakuan pengarangannya terhadap nilai *volatile matter*. Hal ini terlihat pada hasil uji anova dua arah menunjukkan nilai F hitung lebih besar daripada nilai F tabel. Sehingga

keputusannya tolak  $H_0$  artinya terdapat perbedaan rata-rata perlakuan pengarangannya terhadap nilai *volatile matter*. Pada perlakuan pengecilan ukuran terdapat perbedaan nyata rata-rata perlakuan pengecilan ukuran terhadap nilai *volatile matter*, hal ini terlihat pada tabel uji anova dua arah menunjukkan nilai F hitung lebih besar daripada nilai F tabel. Sehingga keputusan yang diambil pada perlakuan pengecilan ukuran adalah tolak  $H_0$  artinya terdapat perbedaan rata-rata perlakuan pengecilan ukuran terhadap nilai *volatile matter*. Pada interaksi perlakuan pengarangannya dan pengecilan ukuran terdapat perbedaan yang nyata terhadap nilai *volatile matter*. Hal ini terlihat pada tabel uji anova F hitung lebih besar daripada nilai F tabel. Keputusan yang diambil adalah tolak  $H_0$  artinya terdapat perbedaan rata-rata interaksi pengarangannya dan pengecilan ukuran terhadap nilai *volatile matter*.

#### 4.6 Kerapatan

Kerapatan merupakan perbandingan antara berat dan volume briket. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan penyusun briket tersebut. Tinggi rendahnya kerapatan briket sangat berpengaruh terhadap kualitas briket bioarang, terutama nilai kalor yang dihasilkan (Susanto *et al.*, 2013).

Gambar 4.6 adalah pengaruh pengarangannya dan pengecilan terhadap kerapatan.



Gambar 4.6. Grafik pengaruh pengarangannya dan pengecilan terhadap kerapatan

Berdasarkan Gambar 4.6 diketahui bahwa perlakuan pengarangannya memiliki pengaruh yang nyata terhadap rata-rata kerapatan briket limbah serutan bambu.

Pada perlakuan pengarangan kerapatan yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pengarangan. Berdasarkan (Purwanto *et al*, 2014) semakin tinggi suhu pengarangan, maka nilai kerapatan makin tinggi. Sehingga pengarangan memberikan pengaruh nyata terhadap kerapatan. Perbedaan kerapatan yang dihasilkan dari perlakuan pengarangan ini diakibatkan bahan penyusun briket. Pada perlakuan pengarangan bahannya mudah mengikat perekat dan saling menyatu dengan partikel lainnya di dalam briket. Namun pada briket tanpa pengarangan bahan penyusun sulit untuk mengikat perekat dan sulit menyatu antar partikelnya. Sehingga bahan tanpa perlakuan pengarangan akan mudah mengembang karena sulit menyatu antar partikelnya. Selain itu karakteristik bambu yang memiliki serat tinggi juga mengakibatkan elastisitas bambu tinggi.

Berdasarkan Gambar 4.6 perlakuan pengecilan ukuran memberikan pengaruh perbedaan secara nyata terhadap kerapatan briket limbah serutan bambu. Kerapatan tertinggi terdapat pada perlakuan pengecilan dengan pengarangan, hal ini karena kerapatan dipengaruhi oleh ukuran penyusun briket. Ukuran penyusun briket yang semakin kecil maka densitasnya tinggi sehingga porositas pada briket rendah. Semakin kecil ukuran penyusun briket maka partikel akan lebih mudah untuk merekat. Sehingga ukuran partikel dengan kerapatan briket berbanding lurus. Kerapatan menunjukkan perbandingan antara berat dan volume briket arang. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan arang penyusun briket tersebut (Iriany *et al*, 2016). Tabel 4.6 adalah hasil analisa uji statistik anova dari variabel uji kerapatan.

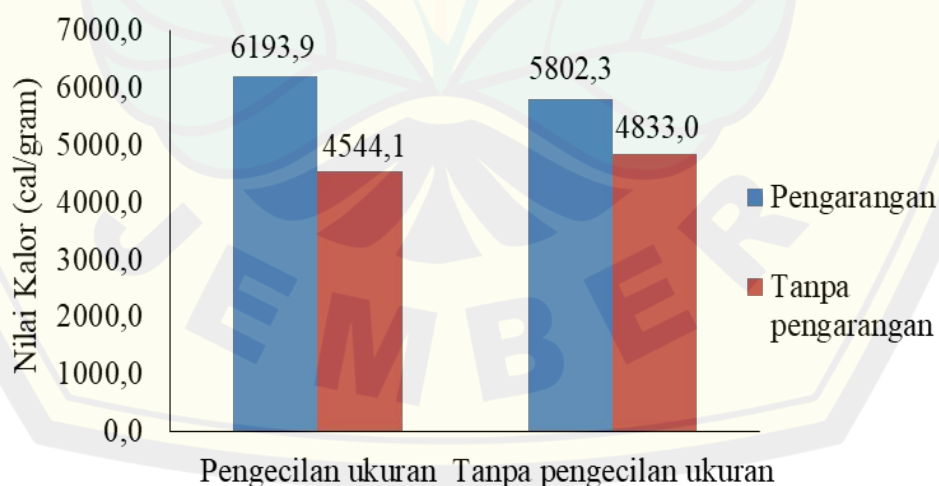
Tabel 4.6 Analisis kerapatan menggunakan uji anova dua arah

Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel
Pengarangan	0,016	1	0,016	169,704	5,318
Pengecilan	0,010	1	0,010	100,134	5,318
Interaksi	0,003	1	0,003	27,354	5,318
Error	0,001	8	0,000		
Total	0,029	11			

Berdasarkan Tabel 4.6 dari hasil uji anova dua arah didapatkan hasil perlakuan pengarangan memiliki pengaruh nyata terhadap kerapatan. Terlihat dari hasil uji anova dua arah menunjukkan F hitung lebih besar daripada F tabel. Keputusan yang diambil pada perlakuan pengarangan adalah tolak  $H_0$  artinya terdapat perbedaan rata-rata perlakuan pengarangan terhadap kerapatan briket. Pada perlakuan pengecilan ukuran nilai F hitung lebih besar daripada F tabel. Sehingga keputusannya adalah tolak  $H_0$  artinya terdapat perbedaan rata-rata perlakuan pengecilan ukuran terhadap kerapatan briket. Pada interaksi nilai F hitung lebih besar daripada nilai F tabel. Sehingga keputusannya adalah tolak  $H_0$  artinya terdapat perbedaan rata-rata interaksi perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran terhadap kerapatan briket limbah serutan bambu.

#### 4.7 Nilai Kalor

Nilai kalor dinyatakan sebagai *heating value*, merupakan suatu parameter yang penting dari suatu *thermal coal*. Nilai kalor diperoleh dengan membakar suatu sampel briket di dalam bomb calorimeter dengan mengembalikan sistem ke *ambient* temperatur (Purnama *et al*, 2012). Nilai kalor merupakan parameter penting pada sebuah briket, karena briket yang memiliki nilai kalor yang rendah maka tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia. Gambar 4.7 adalah pengaruh pengarangan terhadap nilai kalor.



Gambar 4.7. Grafik pengaruh pengarangan dan pengecilan terhadap nilai kalor

Berdasarkan Gambar 4.7 pengaruh pengarangan terhadap nilai kalor berbeda nyata. Perlakuan pengarangan menghasilkan nilai kalor yang tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pengarangan. Hal ini karena pada perlakuan pengarangan bahan penyusun briket mengandung karbon yang tinggi. Sedangkan pada perlakuan tanpa pengarangan bahan penyusun rendah karbon. Proses pengarangan diperlukan untuk menghasilkan kadar karbon yang tinggi dan akan mengurangi kandungan zat *volatile matter* pada briket tersebut. Semakin tinggi kadar karbon, maka dapat meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan (Satmoko *et al*, 2013).

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat diketahui bahwa perlakuan pengecilan berpengaruh nyata. Nilai kalor tertinggi terdapat pada perlakuan pengecilan ukuran dan pengarangan yaitu 6193,88 kal/gr. Namun pada perlakuan pengecilan tanpa pengarangan nilai kalor yang dihasilkan rendah yaitu 4544,13 kal/gr. Nilai kalor yang rendah pada perlakuan pengecilan ukuran tanpa pengarangan diakibatkan karena kandungan air yang tinggi. Hal ini terlihat pada kandungan kadar airnya sebesar 4,2%. Briket dengan nilai kadar air rendah akan memiliki nilai kalor tinggi. Semakin tinggi kadar air, maka nilai kalornya semakin rendah (Satmoko *et al*, 2013). Selain kadar air faktor lain menyebabkan nilai kalor pada perlakuan pengecilan ukuran tanpa pengarangan rendah karena kadar abu yang tinggi. Kadar abu yang tinggi menyebabkan nilai kalor yang dihasilkan rendah. Pengecilan ukuran berpengaruh terhadap nilai kalor, namun pengaruh pengecilan pada perlakuan pengarangan dan tanpa pengarangan berbanding terbalik. Pengaruh pengecilan pada perlakuan pengarangan semakin kecil ukuran semakin bagus nilai kalornya. Sedangkan pengaruh pengecilan pada perlakuan tanpa pengarangan semakin kecil ukuran semakin rendah nilai kalornya. Berdasarkan (Damayanti *et al*, 2017) dalam penelitiannya pada biopellet didapatkan hasil bahwa ukuran partikel 20 mesh menghasilkan nilai kalor yang lebih baik daripada ukuran 40 mesh.

#### 4.8 Kombinasi Perlakuan Terbaik

Penentuan kombinasi perlakuan terbaik pada briket limbah serutan bambu dilakukan dengan menggunakan uji skoring, dengan memberi skor pada masing-masing parameter. Tabel 4.7 adalah hasil analisa uji skoring.

Tabel 4.7 Uji skoring perlakuan terbaik

Variabel	Satuan	Perlakuan							
		A1&U1		A1&U2		A2&U1		A2&U2	
		N	S	N	S	N	S	N	S
Kadar air	%	3,67	3	1,74	4	4,20	1	3,86	2
Kadar abu	%	7,57	2	8,00	1	2,78	3	1,66	4
Laju pembakaran	g/menit	0,19	4	0,24	3	0,32	2	0,34	1
<i>Volatile matter</i>	%	35,01	4	39,87	3	45,51	2	45,73	1
Kerapatan	g/cm <sup>3</sup>	0,25	4	0,17	3	0,15	2	0,12	1
Suhu	°C	358,84	4	335,52	3	243,51	2	227,99	1
Nilai kalor	cal/g	6.193,88	4	5.802,27	3	4.544,13	1	4.833,01	2
Jumlah			25		20		13		12

Berdasarkan Tabel 4.7 dengan uji skoring didapatkan perlakuan terbaik pada perlakuan pengurangan dan pengecilan ukuran (A1&U1). Hal ini terlihat dari hasil uji skoring pada perlakuan A1&U1 didapatkan skor tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Perlakuan A1&U1 menghasilkan kadar air 3,67%, kadar abu 7,57%, laju pembakaran 0,19 g/menit, *volatile matter* 35,01%



kerapatan 0,25 g/cm<sup>3</sup>, suhu 358,84°C dan nilai kalor 6193,88 kal/g. Perlakuan A1&U1 memiliki karakteristik pembakaran yang baik karena parameter kadar air, kadar abu dan nilai kalor telah memenuhi Standar Nasional Indonesia briket arang SNI 01-6235-2000. Akan tetapi pada parameter *volatile matter* belum memenuhi SNI 01-6235-2000.



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat di peroleh beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Hasil uji dari penelitian ini didapatkan hasil kadar air terendah terdapat pada perlakuan pengarangan tanpa pengecilan ukuran 1,74 %. Kadar abu terendah terdapat pada perlakuan tanpa pengarangan tanpa pengecilan ukuran 1,66 %. Laju pembakaran terendah 0,19 g/menit pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran. Pada parameter suhu pembakaran suhu tertinggi terdapat pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran 358,84 °C. Parameter *volatile matter* terendah terdapat pada 35,01%. Pada parameter kerapatan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran 0,25 (g/cm<sup>3</sup>). Pada parameter nilai kalor dihasilkan nilai kalor tertinggi pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran 6193,88 kal/gr.
2. Kombinasi perlakuan terbaik pada briket limbah serutan bambu terdapat pada perlakuan pengarangan dan pengecilan ukuran yang menghasilkan kadar air 3,67%, kadar abu 7,57%, laju pembakaran 0,19 g/menit, *volatile matter* 35,01%, kerapatan 0,25 g/cm<sup>3</sup>, suhu 358,84 °C dan nilai kalor 6193,88 kal/g.

### 5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian briket limbah serutan bambu ini adalah pengeringan briket dilakukan dengan tepat setelah briket melalui pencetakan, untuk mencegah briket tanpa perlakuan pengarangan retak. Pada penelitian selanjutnya diharapkan ada sumber bahan baku bambu baru tidak hanya kerajinan bambu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainurrofiq, A. dan I. Qiram. 2020. Study of physical characteristics and flame of bamboo leaf brickets studi karakteristik fisik dan nyala api briket daun. *Indonesian Journal of Mechanical Engineering Vocational*. 1(2):89–94.
- Aljarwi, M. A., D. Pangga, dan S. Ahzan. 2020. Uji laju pembakaran dan nilai kalor briket wafer sekam padi dengan variasi tekanan. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. 6(2):200-206.
- Asri, S. dan R. T. Indrawati. 2018. Pengaruh bentuk briket terhadap efektivitas laju pembakaran. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*. 5(3):338–341.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. Briket Arang Kayu. ICS 75.160.10. Jakarta: BSN.
- Baon, J. B., R. Sukasih, dan Nurkholis. 2005. Laju dekomposisi dan kualitas kompos limbah padat kopi: pengaruh aktivator dan bahan baku kompos. *Pelita Perkebunan*. Universitas Negeri Jember.
- Bhattacharya, S, C., Leon, M, A., Rahman, M, M. 2002. A study on improved biomass briquetting. *Energy for Sustainable Development*. 6(2):67–71.
- Briyatendra, E. I. dan W. Widayat. 2019. Pengaruh ukuran partikel dan tekanan kompaksi terhadap karakteristik briket kayu jati. *Jurnal Inovasi Mesin*. 1(2):14–22.
- Brotowati, S. 2017. Pemanfaatan batubara kualitas rendah sebagai bahan kokas. 2017:145–150.
- Damayanti, R., N. Lusiana, dan J. Prasetyo. 2017. Studi pengaruh ukuran partikel dan penambahan perekat tapioka terhadap karakteristik biopelet dari kulit coklat (theobroma cacao l.) sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. *Jurnal Teknotan*. 11(1): 51-60.
- Fachry, A. R., T. I. Sari, A. Y. Dipura, dan J. Najamudin. 2010. Mencari suhu optimal proses karbonisasi dan pengaruh campuran batubara terhadap kualitas briket eceng gondok. *Teknik Kimia*. 17(2):55–67.

- Faizal, M., M. Saputra, dan F. A. Zainal. 2015. Pembuatan briket bioarang dari campuran batubara dan biomassa sekam padi dan eceng gondok. *Teknik Kimia*. 21(4):1–12.
- Iriany, Firman Abednego Sarwedi Sibarani, dan Meliza. 2016. Pengaruh perbandingan tempurung kelapa dan eceng gondok serta variasi ukuran partikel terhadap karakteristik briket. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 5(3):56–61.
- Iskandar, T. dan H. Poerwanto. 2015. Identifikasi nilai kalor dan waktu nyala hasil kombinasi ukuran partikel dan kuat tekan pada bio-briket dari bambu. *Jurnal Teknik Kimia*. 9(2):33–37.
- Iskandar, T. dan F. Suryanti. 2015. Efektivitas bentuk geometri dan berat briket bioarang dari bambu terhadap kualitas penyalaan dan laju pembakaran. *Jurnal Teknik Kimia*. 10(1):8–12.
- Kementerian Perdagangan. 2011. Menggali peluang ekspor untuk produk dari bambu. *Warta Ekspor*. 20.
- Lestari, R. Y., D. Harsono, dan N. Rahmi. 2018. Karakteristik arang bambu haur (bambusa vulgaris schrad) dan cina (arundinaria gigantea (walter) muhl) dari tempat tumbuh yang berbeda. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 10(1):1–10.
- McKendry, P. 2002. Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*. 83(1):37–46.
- Muhtar, D. F., Y. Sinyo, dan H. Ahmad. 2017. Pemanfaatan tumbuhan bambu oleh masyarakat di kecamatan oba utara kota tidore kepulauan. *Saintifik@ MIPA*. 1(1):37-44.
- Pari, G., A. Santoso, dan D. Hendra. 2006. Pembuatan dan pemanfaatan arang aktif sebagai reduktor emisi formal dehidra kayu lapis ( manufacturing and application of activated charcoal as reductor of plywood formaldehyde emission ). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 24(5):425–436.
- Parinduri, L. dan T. Parinduri. 2020. Konversi biomassa sebagai sumber energi terbarukan. *JET (Journal of Electrical Technology)*. 5(2):88–92.

- Priyanto, A., P. Studi, T. Mesin, F. Teknik, dan U. Merdeka. 2018. Pengaruh variasi ukuran partikel briket terhadap kerapatan , kadar air , dan laju program studi teknik mesin , fakultas teknik universitas merdeka madiun. *E Journal*. 6: 541–546.
- Purnama, R. R., A. Chumaidi, dan A. Saleh. 2012. Pemanfaatan limbah cair cpo sebagai perekat pada pembuatan briket dari arang tandan kosong kelapa sawit retta. *Jurnal Teknik Kimia*. 18(3):43–53.
- Purwanto, J. dan S. Sofyan. 2014. Pengaruh suhu dan waktu pengarangan terhadap kualitas briket arang dari limbah tempurung kelapa sawit. *Jurnal Litbang Industri*. 4(1):29-38
- Putra, H.H., Mokodompit, M. Kuntari, A. . 2016. Briket dari limbah bambu dengan perekat nasi. *Jurnal Teknologi*. 6(2): 116-123.
- Putra, H. P., L. Hakim, Y. Yuriandala, dan D. A. K. 2013. Studi kualitas briket dari tandan kosong kelapa sawit dengan perekat limbah nasi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*. 5(1):27–35.
- Putri, D., G. P. Artiani, dan I. Handayasari. 2017. Studi pengaruh penambahan limbah serutan bambu terhadap kuat tekan batako. *Jurnal Konstruksia*. 9(1):27–40.
- Ristianingsih, Y., A. Ulfa, dan rachmi syafitri K.S. 2015. Karakteristik briket bioarang berbahan baku tandan. *Konversi*. 4(2):16–22.
- Satmoko, M. E., D. D. Saputro, dan A. Budiyo. 2013. Karateristik briket dari limbah pengolahan kayu sengan dengan metode cetak panas. *Journal of Mechanical Engineering Learning*. 2(1):1408–1412.
- Subagya, E. H. 2019. Ketersediaan data hasil hutan bukan kayu. *Subdirektorat Statistik Kehutanan, BPS*.
- Sudiro., Suroto, S. 2014. Pengaruh komposisi dan ukuran serbuk briket yang terbuat dari batubara dan jerami padi terhadap karakteristik pembakaran. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa Surakarta*. 2(2):1–18.

- Sukowati, D., T. A. Yuwono, dan A. D. Nurhayati. 2019. Analisis perbandingan kualitas briket arang bonggol jagung dengan arang daun jati. *Journal of Science Education*. 3(3):142–145.
- Suluh, S. 2019. Studi eksperimen pemanfaatan limbah daun bambu, daun kopi dan daun pinus sebagai bahan bakar alternatif. *Mechanical Engineering Science Journal*. 1(1):1–23.
- Sunandar, K. 2019. Bahan bakar padat dari sisa kempa biji bintaro (cerbera manghas l). *Jurnal IPTEK*. 3(1):166–171.
- Surest, A. H. dan H. Afif. 2011. Kayu dan tempurung kelapa dengan proses karbonisasi. 17(8):29–40.
- Surono, U. B. 2010. Peningkatan kualitas pembakaran biomassa limbah tongkol jagung sebagai bahan bakar alternatif dengan proses karbonisasi dan pembriketan. *Jurnal Rekayasa Proses*. 4(1):13–18.
- Surono, U. B. 2012. Peningkatan kualitas pembakaran biomassa limbah tongkol jagung sebagai bahan bakar alternatif dengan proses karbonisasi dan pembriketan. *Jurnal Rekayasa Proses*. 4(1):13–18.
- Suryani, I., Permana, M, Y, U., M. Dahlan, M, H. 2012. Pembuatan briket arang dari campuran buah bintaro dan tempurung kelapa menggunakan perekat amilum. *Jurnal Teknik Kimia*. 18(1):24–29.
- Susanto, A., dan, T. Yanto. 2013. Pembuatan briket bioarang dari cangkang dan tandan kosong kelapa sawit bioarang briquette makings from cangkang and oils palm empty bunch. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 6(2):68-81.
- Syamsiro, M. dan H. Saptoadi. 2007. Pembakaran briket biomassa cangkang kakao: pengaruh temperatur udara preheat. *Seminar Nasional Teknologi*. 1–10.
- Syarief, Akhmad., M. A. Satria, dan Nugraha, A. 2020. Pengaruh ukuran partikel dan variasi komposisi briket pada campuran limbah arang kayu alaban dengan seka padi terhadap karakteristik briket dan pembakaran. *Jurnal Mesin Industri Dan Otomotif*. 3:1205–1206.

- Syarief, A., A. Sabitah, L. Hakim, F. Fadliyanur, D. S. Suryanta, D. Galang P, H. R. Napitulu, A. A. Ramadhasari, dan I. N. Ardiyat. 2021. Pengaruh variasi bentuk (segi empat dan segi enam), ukuran partikel dan tekanan terhadap karakteristik pembakaran briket limbah arang kayu alaban dan sekam padi. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*. 6(1):43–52.
- Triwibowo, B. 2014. Teori dasar simulasi proses pembakaran limbah vinasse dari industri alkohol berbasis cfd. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 2(2):14-24.
- Yudanto, A., Kusumaningrum, K. 2009. Pembuatan briket bioarang dari arang serbuk gergaji kayu jati. *Journal Academia*.1-5.
- Yudha, R. S., Komalasari, dan Z. Helwani. 2018. Proses densifikasi pelepah sawit menggunakan crude gliserol sebagai filler menjadi bahan bakar padat. *Jom FTEKNIK*. 4(3):244–253.
- Yuliah, Y., S. ., Suryaningsih, dan K. Ulfi. 2017. Penentuan kadar air hilang dan volatile matter pada bio-briket dari campuran arang sekam padi dan batok kelapa. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*. 1(1):51–57.
- Yuwono, A, B. 2016. Pengembangan potensi bambu sebagai bahan bangunan ramah lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*.:5–24.

Lampiran 1. Kadar Air

Perlakuan	Pengulangan	Wadah	Sampel	Sebelum Oven	Sesudah Oven 1 jam	Kadar Air	Rata-rata	Sesudah Oven 2 jam	Kadar Air	Rata-rata	Sesudah Oven 3 jam	Kadar Air	Rata-rata
Perlakuan A1 & U1	1	3,510	5,000	8,510	8,333	3,540	2,815	8,313	3,940	3,258	8,284	4,520	3,669
	2	3,420	5,050	8,470	8,288	3,604		8,266	4,040		8,246	4,436	
	3	3,540	5,070	8,610	8,544	1,302		8,519	1,795		8,506	2,051	
Perlakuan A1&U2	1	3,420	5,000	8,420	8,382	0,760	1,246	8,357	1,260	1,711	8,356	1,280	1,744
	2	3,500	5,040	8,540	8,463	1,528		8,439	2,004		8,437	2,044	
	3	3,500	5,030	8,530	8,457	1,451		8,436	1,869		8,434	1,909	
Perlakuan A2&U1	1	3,510	5,020	8,530	8,42	2,191	1,934	8,394	2,709	2,458	8,302	4,542	4,201
	2	3,450	5,010	8,460	8,382	1,557		8,354	2,116		8,266	3,872	
	3	3,470	5,060	8,530	8,426	2,055		8,401	2,549		8,318	4,190	
Perlakuan A2&U2	1	3,419	5,015	8,434	8,379	1,097	1,927	8,351	1,655	2,529	8,275	3,170	3,947
	2	3,450	5,020	8,470	8,346	2,470		8,322	2,948		8,251	4,363	
	3	3,440	5,060	8,500	8,388	2,213		8,349	2,984		8,282	4,308	



Lampiran 2. Kadar Abu

Perlakuan	Pengulangan	Wadah (gram)	Bahan (gram)	Wadah+Sampel (gram)		Berat abu (gram)	kadar abu% (gram)	Rata-rata (gram)
				Sebelum	Setelah			
Perlakuan A1&U1	1	9,500	2,037	11,537	9,652	0,152	7,462	7,574
	2	9,096	2,095	11,191	9,254	0,158	7,542	
	3	10,244	2,073	12,317	10,404	0,160	7,718	
Perlakuan A1&U2	1	9,130	2,032	11,162	9,292	0,162	7,972	8,000
	2	9,618	2,038	11,656	9,780	0,162	7,949	
	3	9,624	2,018	11,642	9,787	0,163	8,077	
Perlakuan A2&U1	1	41,794	2,033	43,827	41,858	0,064	3,148	2,780
	2	39,082	2,070	41,152	39,132	0,050	2,415	
	3	39,722	2,018	41,740	39,778	0,056	2,775	
Perlakuan A2&U2	1	47,006	2,010	49,016	47,034	0,028	1,393	1,659
	2	43,369	2,014	45,383	43,404	0,035	1,738	
	3	45,785	2,058	47,843	45,823	0,038	1,846	

Lampiran 3. Laju Pembakaran

Perlakuan	Pengulangan	Massa Briket (gram)	Waktu Pembakaran (menit)	Laju Pembakaran (gram/menit)	Rata-rata (gram/menit)
Perlakuan A1&U1	1	54,420	285	0,191	0,188
	2	54,090	285	0,190	
	3	53,380	290	0,184	
Perlakuan A1&U2	1	52,050	220	0,237	0,243
	2	53,410	225	0,237	
	3	54,510	215	0,254	
Perlakuan A2&U1	1	47,870	140	0,342	0,321
	2	47,640	155	0,307	
	3	47,230	150	0,315	
Perlakuan A2&U2	1	50,740	155	0,327	0,342
	2	52,830	145	0,364	
	3	52,020	155	0,336	

Lampiran 4. Volatile Matter

Perlakuan	Pengulangan	Wadah (gram)	Bahan (gram)	Wadah+Sampel (gram)		Volatile Matter % (gram)	Rata -rata (gram)
				Sebelum	Setelah		
Perlakuan A1&U1	1	9,134	2,075	11,209	9,394	16,192	15,465
	2	10,247	2,094	12,341	10,518	14,772	
	3	9,502	2,066	11,568	9,783	15,430	
Perlakuan A1&U2	1	9,056	2,097	11,153	9,264	16,937	16,392
	2	9,626	2,084	11,710	9,819	16,149	
	3	9,620	2,034	11,654	9,779	16,089	
Perlakuan A2&U1	1	41,794	2,072	43,866	41,861	4,571	4,555
	2	39,080	2,053	41,133	39,117	4,901	
	3	47,089	2,024	49,113	47,053	4,194	
Perlakuan A2&U2	1	43,367	2,015	45,382	43,407	4,352	4,487
	2	39,714	2,060	41,774	39,751	4,843	
	3	45,827	2,043	47,870	45,828	4,266	

Lampiran 5. Kerapatan

Perlakuan	Pengulangan	Berat (gram)	Tinggi (cm)	Jari - jari (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Kerapatan (g/cm <sup>3</sup> )	Rata -rata (g/cm <sup>3</sup> )
Perlakuan A1&U1	1	47,530	4,700	3,600	191,264	0,249	0,255
	2	47,840	4,500	3,600	183,125	0,261	
	3	45,480	4,400	3,600	179,055	0,254	
Perlakuan A1&U2	1	45,100	6,400	3,600	260,444	0,173	0,168
	2	44,550	6,700	3,600	272,652	0,163	
	3	45,210	6,600	3,600	268,583	0,168	
Perlakuan A2&U1	1	42,700	6,200	3,600	252,305	0,169	0,151
	2	37,480	6,300	3,700	270,816	0,138	
	3	40,150	6,400	3,700	275,114	0,146	
Perlakuan A2&U2	1	46,660	8,300	3,700	356,789	0,131	0,124
	2	45,560	8,400	3,700	361,087	0,126	
	3	42,410	8,100	3,800	367,267	0,115	

Lampiran 6. Pengukuran Nilai Kalor

No	Nama Bahan	Massa (gram)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	Sisa Kawat (cm)	Selisih Suhu (°C)	Selisih Kawat (cm)	Abu (gram)	Nilai Kalor (cal/gram)	Standar Benzoic Kalibrasi
1	A1&U1	0,5	26,06	27,34	4,20	1,28	5,80	10	6193,879	2425,656
2	A1&U2	0,5	25,35	26,55	0,70	1,20	9,30	10	5802,274	2425,656
3	A2&U1	0,5	25,65	26,59	3,90	0,94	6,10	10	4544,133	2425,656
4	A2&U2	0,5	25,20	26,20	1,70	1,00	8,30	10	4833,012	2425,656

Lampiran 7. Suhu Pembakaran

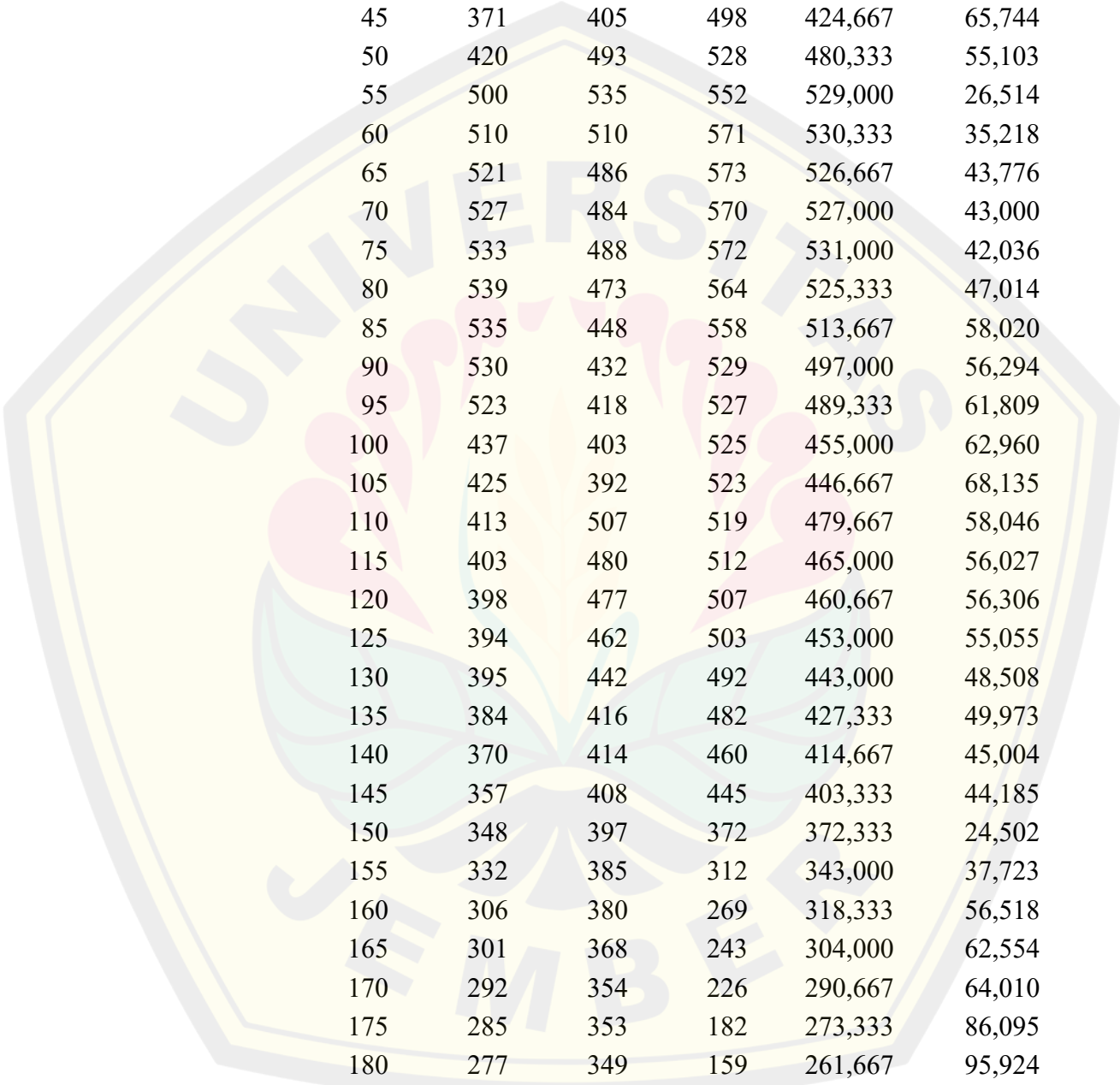
Waktu	Perlakuan A1&U1			Rata-rata	std
	1	2	3		
0	39	22	33	31,333	8,622
5	67	57	108	77,333	27,025
10	90	117	218	141,667	67,471
15	124	206	311	213,667	93,735
20	147	289	354	263,333	105,860
25	222	326	410	319,333	94,177
30	267	381	480	376,000	106,588
35	310	437	493	413,333	93,767
40	364	440	507	437,000	71,547
45	402	464	515	460,333	56,589
50	445	472	527	481,333	41,789
55	482	510	545	512,333	31,565
60	505	540	549	531,333	23,245
65	526	546	552	541,333	13,614
70	532	543	559	544,667	13,577
75	547	557	566	556,667	9,504
80	564	576	574	571,333	6,429
85	572	564	580	572,000	8,000
90	580	555	563	566,000	12,767
95	560	550	530	546,667	15,275
100	557	547	536	546,667	10,504
105	553	540	544	545,667	6,658
110	549	527	550	542,000	13,000
115	542	518	553	537,667	17,898
120	530	505	545	526,667	20,207
125	512	498	537	515,667	19,757
130	499	496	510	501,667	7,371
135	484	489	504	492,333	10,408
140	476	485	500	487,000	12,124
145	473	482	497	484,000	12,124
150	468	477	490	478,333	11,060
155	462	471	486	473,000	12,124
160	454	464	480	466,000	13,115

165	443	438	472	451,000	18,358
170	424	410	457	430,333	24,132
175	406	403	442	417,000	21,703
180	397	392	427	405,333	18,930
185	386	385	400	390,333	8,386
190	365	353	374	364,000	10,536
195	344	327	356	342,333	14,572
200	325	301	327	317,667	14,468
205	310	297	310	305,667	7,506
210	303	279	290	290,667	12,014
215	298	265	282	281,667	16,503
220	275	253	266	264,667	11,060
225	266	236	252	251,333	15,011
230	241	212	236	229,667	15,503
235	209	200	224	211,000	12,124
240	175	187	212	191,333	18,877
245	160	183	198	180,333	19,140
250	130	177	182	163,000	28,688
255	133	164	171	156,000	20,224
260	124	125	153	134,000	16,462
265	108	98	124	110,000	13,115
270	92	83	103	92,667	10,017
275	86	75	98	86,333	11,504
280	57	60	65	60,667	4,041
285	38	38	59	45,000	12,124
290			37		
Average	344,810	355,034	376,661	360,787	24,871
Min	38	22	33	31,333	4,041
Max	580	576	580	572	106,588

## Perlakuan A1&amp;U2

## Pengulangan

Waktu	1	2	3	Rata-rata	std
0	36	38	37	37,000	1,000
5	73	64	86	74,333	11,060
10	95	73	120	96,000	23,516



15	114	95	131	113,333	18,009
20	115	115	169	133,000	31,177
25	145	167	236	182,667	47,480
30	196	210	347	251,000	83,433
35	251	319	444	338,000	97,893
40	268	378	483	376,333	107,510
45	371	405	498	424,667	65,744
50	420	493	528	480,333	55,103
55	500	535	552	529,000	26,514
60	510	510	571	530,333	35,218
65	521	486	573	526,667	43,776
70	527	484	570	527,000	43,000
75	533	488	572	531,000	42,036
80	539	473	564	525,333	47,014
85	535	448	558	513,667	58,020
90	530	432	529	497,000	56,294
95	523	418	527	489,333	61,809
100	437	403	525	455,000	62,960
105	425	392	523	446,667	68,135
110	413	507	519	479,667	58,046
115	403	480	512	465,000	56,027
120	398	477	507	460,667	56,306
125	394	462	503	453,000	55,055
130	395	442	492	443,000	48,508
135	384	416	482	427,333	49,973
140	370	414	460	414,667	45,004
145	357	408	445	403,333	44,185
150	348	397	372	372,333	24,502
155	332	385	312	343,000	37,723
160	306	380	269	318,333	56,518
165	301	368	243	304,000	62,554
170	292	354	226	290,667	64,010
175	285	353	182	273,333	86,095
180	277	349	159	261,667	95,924
185	248	342	149	246,333	96,511
190	236	328	137	233,667	95,521
195	221	309	117	215,667	96,111



200	197	298	108	201,000	95,063
205	142	235	95	157,333	71,248
210	107	169	83	119,667	44,377
215	76	125	37	79,333	44,095
220	35	87			
225		36			
230					
Rata-rata	315,133	337,978	353,455	341,833	56,138
Min	35	36	37	37	1
Max	539	535	573	531	107,510

Perlakuan A2&U1

Pengulangan

Waktu	1	2	3	Rata-rata	std
0	38	38	38	38,000	0,000
5	46	55	64	55,000	9,000
10	50	76	46	57,333	16,289
15	54	83	57	64,667	15,948
20	56	120	75	83,667	32,868
25	81	129	77	95,667	28,937
30	98	110	86	98,000	12,000
35	168	156	94	139,333	39,716
40	240	242	107	196,333	77,371
45	378	271	118	255,667	130,676
50	422	310	151	294,333	136,178
55	436	316	210	320,667	113,072
60	443	325	264	344,000	91,000
65	465	327	335	375,667	77,468
70	469	384	412	421,667	43,317
75	462	395	417	424,667	34,152
80	464	374	445	427,667	47,438
85	453	403	414	423,333	26,274
90	436	409	430	425,000	14,177
95	402	478	447	442,333	38,214
100	352	512	426	430,000	80,075

105	267	448	420	378,333	97,429
110	161	330	396	295,667	121,204
115	155	344	347	282,000	109,995
120	133	374	310	272,333	124,837
125	125	396	268	263,000	135,569
130	74	312	227	204,333	120,608
135	64	243	193	166,667	92,360
140	24	178	115	105,667	77,423
145		103	67		
150		58	23		
155		29			
Rata-rata	241,931	260,250	228,355	254,517	67,021
Min	24	29	23	38	0
Max	469	512	447	442,333	136,178

Perlakuan A2&U2						
Pengulangan						
Waktu	1	2	3	Rata-rata	std	
0	38	37	38	37,667	0,577	
5	67	78	77	74,000	6,083	
10	68	60	89	72,333	14,978	
15	51	80	62	64,333	14,640	
20	57	82	58	65,667	14,154	
25	59	84	96	79,667	18,877	
30	86	96	57	79,667	20,257	
35	90	98	79	89,000	9,539	
40	95	108	96	99,667	7,234	
45	128	125	115	122,667	6,807	
50	136	135	124	131,667	6,658	
55	198	128	159	161,667	35,076	
60	249	138	165	184,000	57,888	
65	360	140	185	228,333	116,225	
70	449	130	228	269,000	163,404	
75	461	160	302	307,667	150,580	
80	474	324	380	392,667	75,798	

85	515	369	416	433,333	74,527
90	555	371	450	458,667	92,306
95	556	355	488	466,333	102,237
100	534	341	487	454,000	100,643
105	516	360	489	455,000	83,373
110	499	362	471	444,000	72,381
115	462	315	456	411,000	83,193
120	420	276	421	372,333	83,429
125	384	267	375	342,000	65,108
130	305	216	310	277,000	52,887
135	255	114	261	210,000	83,193
140	169	95	224	162,667	64,733
145	112	57	187	118,667	65,256
150	97		111	104,000	9,899
155	43		75	59,000	22,627
Rata-rata	265,250	183,367	235,344	225,865	55,455
Min	38	37	38	37,667	0,577
Max	556	371	489	466,333	163,404

Lampiran 8. Dokumentasi



Gambar 1. Persiapan bahan baku



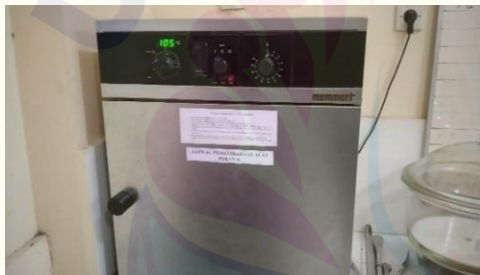
Gambar 2. Pengarangan



Gambar 3. Pencetakan



Gambar 4. Pengeringan



Gambar 5. Pengukuran kadar air



Gambar 6. Pengukuran suhu



Gambar 8. Pengukuran *volatile matter*



Gambar 7. Pengukuran kadar abu



Gambar 10. Hasil briket



Gambar 9. Pengukuran kerapatan

