

**PEMANFAATAN BATANG POHON TEH (*CAMELLIA  
SINENSIS*) UNTUK MENGHASILKAN BRIKET BIOARANG**

**SKRIPSI**

**HENI PUSPITA SARI  
0705162006**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

**PEMANFAATAN BATANG POHON TEH (*CAMELLIA  
SINENSIS*) UNTUK MENGHASILKAN BRIKET BIOARANG**

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si)*

**HENI PUSPITA SARI  
0705162006**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi  
Lamp : -

Kepada Yth.,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Heni Puspita Sari
Nomor Induk Mahasiswa	: 0705162006
Program Studi	: Fisika
Judul	: Pemanfaatan Batang Pohon Teh ( <i>Camellia sinensis</i> ) Untuk Menghasilkan Briket Bioarang

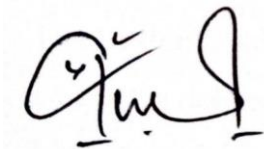
dapat disetujui untuk segera *dimunqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Medan, 26 November 2020 M  
10 Rabiul Akhir 1442 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,



Dr. Abdul Halim Daulay S.T. M.Si.  
NIP. 198111062005011003

Pembimbing Skripsi II,



Masthura M. Si.  
NIB. 110000069

## LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pemanfaatan Batang Pohon Teh (*Camellia sinensis*) Untuk  
Menghasilkan Briket Bioarang  
Penulis : Heni Puspita Sari  
NIM : 0705162006  
Pembimbing I : Dr. Abdul Halim Daulay, S. T., M. Si.  
Pembimbing II : Masthura, M. Si.  
Tanggal Sidang :

Disetujui oleh,

Pembimbing I,



Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.  
NIP: 198111062005011003

Ace <sup>26</sup>/<sub>11</sub> 2020  
ke sidang  
munaqasyah!

Pembimbing II,



Masthura, M.Si.  
NIP: 110000069

Mengetahui,

Ketua Program Studi Fisika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan



Muhammad Nuh, S. Pd., M. Pd  
NIP: 197503242007101001

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Heni Puspita Sari  
Nomor Induk Mahasiswa : 0705162006  
Program Studi : Fisika  
Judul : Pemanfaatan Batang Pohon Teh (*Camellia sinensis*) Untuk Menghasilkan Briket Bioarang

menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 05 Desember 2020



Heni Puspita Sari  
NIM. 0705162006

# PEMANFAATAN BATANG POHON TEH (*CAMELLIA SINENSIS*) UNTUK MENGHASILKAN BRIKET BIOARANG

## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian yang bertujuan: (i) untuk mengetahui apakah batang pohon teh dengan perekat tepung tapioka dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan briket bioarang, (ii) untuk mengetahui karakteristik briket bioarang yang dihasilkan, (iii) untuk mengetahui komposisi pencampuran serbuk batang pohon teh dan perekat tapioka yang menghasilkan briket bioarang dengan karakteristik optimum. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan pendekatan secara kuantitatif. Sampel yang digunakan adalah arang batang pohon teh dan perekat tapioka sebagai perekat dengan perbandingan 90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, dan 50%:50%. Analisis yang dilakukan antara lain kadar air, densitas, nilai kalor, dan laju pembakaran. Batang pohon teh (*Camellia sinensis*) dengan perekat tapioka dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan briket bioarang. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil pengukuran kadar air dan densitas yang telah memenuhi standar SNI No. 01-6235-2000 dan juga dengan nilai laju pembakaran yang dihasilkan sudah cukup baik ditinjau dari waktu pembakaran yang lama. Semakin berkurang kandungan batang pohon teh pada briket maka semakin rendah nilai kadar air dan nilai kalornya serta semakin tinggi nilai densitasnya. Briket bioarang batang pohon teh (*Camellia sinensis*) dengan karakteristik optimum terdapat pada sampel briket D yaitu dengan nilai kadar air, densitas, nilai kalor, dan laju pembakaran yang masing-masing yaitu 4,92%, 0,55 g/cm<sup>3</sup>, (+) 2,71 cal/g, dan 0,1261 g/menit.

**Kata-kata Kunci:** Batang Teh, Briket, Karbonisasi, dan Tapioka

## **UTILIZATION OF TEA TREE TRUNKS (CAMELLIA SINENSIS) TO PRODUCE BIOARANG BRIQUETTES**

### **ABSTRACT**

*Research has been conducted aimed at: (i) to find out whether the tea tree trunk with tapioca starch adhesive can be use to produce bioarang briquettes, (ii) to determine the characterization of bioarang briquettes produced from tea tree trunks (iii) to determine the composition of the mixing of tea tree stem powder and tapioca adhesive that produce bioarang briquettes with optimal characterization. The research method used is an experimental method with a quantitative approach. The samples used were tea tree trunk charcoal and tapioca flour as the adhesive with a ratio 90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40% and 50%:50%. The analyzes carried ot included: the moisture content, density, calorific value and the rate of combustion. Tea tree trunk with tapioca adhesive can be used to produced bioarang briquettes. This is evidenced by the result of measurements of moisture content and density that meet the SNI No. 01-6235-2000 and also the resulting combustion rate value is quite good in terms of the long burning time. The less the tea trunk content in the briquette, the lower the water content and calorific value and the higher the density value. Bioarang tea trunk stem briquettes with the optimum characteristics were found in sample D namely with the moisture content, density, calorific value and combustion rate are 4,92%, 0,55 g/cm<sup>3</sup>, (+) 2,71 kal/g, and 0,1261 g/minute.*

**Keywords:** *Briquette, carbonization, tapioca, and tea trunk*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT berkat Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pemanfaatan batang pohon teh (*Camellia sinensis*) untuk menghasilkan briket bioarang” .

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Syahrin Harahap, M.A., selaku Rektor UIN Sumatera Utara Medan.
2. Dr. Mhd. Syahnun, M.A., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
3. Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si., selaku Wakil Dekan I Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan sekaligus dosen Pembimbing Skripsi I selama proses penyelesaian skripsi.
4. Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Fisika sekaligus dosen Penasihat Akademik yang telah memberikan bimbingan selama menempuh pendidikan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
5. Masthura, M.Si., selaku Pembimbing Skripsi II yang telah memberikan motivasi dan bimbingan selama proses penyelesaian skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan yang telah membantu dan meluangkan waktunya telah memberikan ilmu kepada penulis.
7. Ayah Surya Wijaya, Ibu Ermawati dan adik Ersya Mala Sari tercinta yang selalu memberikan motivasi dan doa untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman yang paling disayangi (Evi Indah Sari, Suadah Murtafiah, Dina Agustina, Dewi Mila Sari, dan Ariski) yang tidak henti selalu memberikan dukungan, motivasi, serta saran atas penyelesaian skripsi ini.



9. Teman-teman Fisika 1 stambuk 2016 yang selalu memberikan dukungan dan menjadi teman paling kompak selama di dunia perkuliahan.
10. Teman-teman (Haryuwanda Desgira, Eka Widya, Purnama Indah Lase, Dinda Friskila Lubis, dan Ulfa Rianda) terima kasih atas persahabatan selama ini yang selalu memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih untuk selalu memberikan bantuan moral dan spiritual.

Penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan dunia pendidikan pada khususnya.

Medan, Januari 2020

Penulis,



Heni Puspita Sari

NIM: 0705162006

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PERSETUJUAN SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Biomassa.....	5
2.2. Briket.....	8
2.3. Tanaman Teh ( <i>Camellia sinensis</i> ) .....	14
2.4. Perekat Briket .....	18

2.5. Penelitian yang Relevan .....	21
2.6. Hipotesis Penelitian .....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	23
3.2. Bahan dan Alat Penelitian .....	23
3.3. Tahapan Penelitian .....	24
3.4. Diagram Alir Penelitian .....	25
3.5. Prosedur Pembuatan Briket Bioarang .....	26
3.6. Teknik Karakterisasi Briket Bioarang .....	27
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1. Kadar Air.....	30
4.2. Densitas .....	32
4.3. Nilai Kalor.....	33
4.4. Pengaplikasian briket .....	34
4.5. Pembahasan Penelitian .....	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>38</b>
5.1. Kesimpulan.....	38
5.2. Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN 1.....</b>	<b>41</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1.	Potensi Energi Biomassa di Indonesia .....	5
2.2.	Nilai Rata-Rata Kalor Dari Beberapa Jenis Bahan Bakar .....	9
2.3.	Standar Kualitas Briket Arang Beberapa Negara .....	9
2.4.	Uji Nilai Kalor Jenis Perekat .....	19
3.1.	Rancangan Eksperimen sampel .....	24
3.2.	Metode Pengujian Briket .....	28
4.1.	Hasil Pengukuran Kadar Air Briket Bioarang Batang Pohon Teh.....	29
4.2.	Hasil Pengukuran Densitas Briket Bioarang Batang Pohon Teh.....	31
4.3.	Hasil Pengukuran Nilai Kalor Briket Bioarang Batang Pohon Teh.....	32
4.4.	Hasil Pengukuran Laju Pembakaran Briket Bioarang Batang Pohon Teh.....	33
4.5.	Perhitungan Nilai Kadar Air Briket Bioarang Batang Pohon Teh.....	40
4.6.	Perhitungan Nilai Densitas Briket Bioarang Batang Pohon Teh.....	41
4.7.	Perhitungan Nilai Laju Pembakaran Briket Bioarang Batang Pohon Teh.....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
3.1.	Cetakan Briket .....	24
3.2.	Diagram Alir Penelitian Tahap I.....	25
3.3.	Diagram Alir Penelitian Tahap II.....	26
4.1.	Grafik Nilai Kadar Air Briket Bioarang.....	30
4.2.	Grafik Nilai Densitas Briket Bioarang .....	31
4.3.	Grafik Nilai Kalor Briket Bioarang.....	33
4.4.	Grafik Hasil Pengujian Laju Pembakaran .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1.	Perhitungan Nilai Kadar Air .....	40
2.	Perhitungan Nilai Densitas .....	41
3.	Gambar Grafik Nilai Kalor .....	43
4.	Perhitungan Nilai Laju Pembakaran .....	45
5.	Gambar Alat.....	47
6.	Gambar Bahan .....	50
7.	Proses Pembuatan Briket Bioarang .....	51
8.	Gambar Sampel.....	53
9.	Gambar Perubahan Sampel Setelah Uji Laju Pembakaran.....	55

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Kebutuhan bahan bakar untuk kebutuhan manusia sangatlah penting, salah satunya untuk bahan bakar memasak. Selama ini penggunaan bahan bakar masih mengandalkan bahan bakar fosil. Semakin hari penggunaan bahan bakar semakin meningkat dengan bertambahnya jumlah penduduk, sedangkan jumlah bahan bakar fosil semakin menipis. Menipisnya bahan bakar tersebut suatu waktu dapat menyebabkan kelangkaan bahan bakar. Kelangkaan bahan bakar akan terjadi terus menerus disebabkan oleh sifatnya yang *non-renewable* diikuti dengan harganya yang juga meningkat.

Briket merupakan salah satu solusi yang ditemukan oleh para ahli untuk menanggulangi bahan bakar fosil yang semakin lama kian menipis. Dalam hal ini, briket didefinisikan sebagai bahan bakar alternatif yang bentuknya menyerupai arang dan memiliki kerapatan yang lebih tinggi. Proses pembriketan itu sendiri memiliki keuntungan antara lain mampu meningkatkan nilai kalor per unit volume, mempunyai kualitas dan ukuran yang seragam, mudah dalam pengemasan, dan juga mudah dalam penyimpanan.

Pada penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya telah banyak yang menjadikan briket sebagai pilihan penelitian. Seperti Nining Widarti dkk. (2016) yang memilih tongkol jagung sebagai bahan untuk pembuatan briket, selanjutnya Eka sari Wijianti (2017) menggunakan tongkol jagung dan ampas daging kelapa untuk dijadikan briket, kemudian sulistyankingarti (2017) menggunakan tongkol jagung dengan variasi perekat untuk dijadikan briket.

Pemanfaatan energi alternatif sangat diperlukan untuk mengantisipasi hal tersebut. Salah satu sumber energi alternatif adalah briket bioarang yang berasal dari sisa bahan organik serta berwujud padat. Sumber utama sebagai bahan pembuat briket melimpah antara lain batang pohon teh (*Camellia sinensis*) yang telah menjadi sampah perkebunan di PT. Perkebunan Nusantara IV.

Selama ini, batang pohon teh tersebut banyak digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak di rumah penduduk yang tinggal di sekitar daerah tersebut. Namun hal tersebut belum efektif jika ditinjau dari hasil energi yang dihasilkan dari pembakaran kayu. Hasil energi yang dihasilkan oleh briket lebih tinggi dibandingkan dengan hasil energi yang dihasilkan oleh pembakaran kayu. selain ditinjau dari hasil energi yang dihasilkan, dengan menggunakan batang pohon teh untuk menjadi briket bioarang dapat berkontribusi dalam usaha untuk mengurangi sampah di PT. Perkebunan Nusantara IV. Serta kandungan yang terdapat di dalam batang pohon teh seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, dan zat ekstraktif telah memenuhi kandungan biomassa yang dapat dijadikan bahan untuk pembuatan briket.

Dari uraian di atas penulis ingin memanfaatkan batang pohon teh untuk dijadikan briket bioarang dengan perekat yang digunakan yaitu tepung tapioka. Pemilihan jenis perekat tepung tapioka itu sendiri dikarenakan berdasarkan penelitian sebelumnya di antara variasi perekat yang digunakan untuk membuat briket, tepung tapioka mendapatkan hasil terbaik dibandingkan perekat yang lainnya. Dan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi komposisi terbaik dengan kualitas briket bioarang yang optimal. Karakterisasi yang dilakukan pada briket ini yaitu kadar air, densitas, nilai kalor, serta laju pembakaran. Diharapkan briket bioarang yang akan dihasilkan pada penelitian ini mampu memenuhi syarat-syarat SNI No. 01-6235-2000 tentang briket bioarang.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah batang pohon teh dengan perekat tapioka dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan briket bioarang?
2. Bagaimana karakteristik briket bioarang yang dihasilkan?
3. Bagaimana komposisi pencampuran serbuk batang pohon teh dan perekat tapioka yang menghasilkan briket bioarang dengan karakteristik optimum?



### 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Pembuatan briket bioarang pada penelitian ini menggunakan bahan dasar sampah batang pohon teh (*Camellia sinensis*) yang berasal dari sampah perkebunan di PT. Perkebunan Nusantara IV dengan perekat yang digunakan adalah tapioka.
2. Variasi komposisi pencampuran serbuk batang pohon teh dengan perekat tapioka pada pembuatan briket bioarang ini yaitu:
  - a. Sampel A (90% : 10%)
  - b. Sampel B (80% : 20%)
  - c. Sampel C (70% : 30%)
  - d. Sampel D (60% : 40%)
  - e. Sampel E (50% : 50%)

Masing-masing dengan perbandingan komposisi perekat dan air sebesar 1:3.

3. Sampel pada penelitian ini dibuat dengan metode cetak manual dengan sampel yang berbentuk silinder dengan diameter 1,5 inci dan tinggi 5 cm.
4. Karakterisasi fisis briket yang dilakukan meliputi: kadar air, densitas, nilai kalor, serta laju pembakaran.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apakah batang pohon teh dengan perekat tapioka dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan briket bioarang.
2. Untuk mengetahui karakteristik briket bioarang yang dihasilkan.
3. Untuk mengetahui komposisi pencampuran serbuk batang pohon teh dan perekat tapioka yang menghasilkan briket bioarang dengan karakteristik optimum.

### **1.5. Manfaat penelitian**

Manfaat dari penelitian briket bioarang dengan bahan dasar batang pohon teh (*Camellia sinensis*) ini antara lain:

1. Manfaat teoretis yaitu untuk memberikan informasi kepada pembaca mengenai pembuatan briket bioarang berbasis batang pohon teh (*Camellia sinensis*) dengan tapioka sebagai perekatnya.
2. Manfaat praktis yaitu berkontribusi dalam usaha untuk mengurangi sampah di PT. Perkebunan Nusantara IV untuk dimanfaatkan sebagai energi alternatif.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Biomassa

Suatu bahan yang dapat diperoleh dari tanaman atau tumbuhan baik secara langsung maupun tidak langsung dan kemudian dimanfaatkan sebagai energy atau bahan dalam jumlah yang besar disebut dengan biomassa. Dan umumnya, biomassa itu sendiri sering disebut sebagai “*Fitomassa*” yang diterjemahkan sebagai “*bioresource*” atau sumber daya yang diperoleh dari hayati. Menurut Masthura (2019) sumber energi alternatif pengganti dapat diperoleh dari energi biomassa pengganti bahan bakar fosil yang semakin menipis ketersediaannya. Biomassa itu sendiri memiliki beberapa karakteristik yang menguntungkan, seperti dapat dimanfaatkan secara lestari atau berulang karna dapat diperbaharui. Biomassa ini merupakan sumber energi yang tidak mengandung senyawa sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian. Disamping itu, biomassa dapat diartikan sebagai bahan organik yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Wujud biomassa itu sendiri dapat dilihat secara nyata yaitu seperti tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan termasuk juga kotoran peternakan. Indonesia sebagai negara agraris yang tidak mengenal musim menjadikan negara ini berpotensi sangat besar dalam hal energi biomassa.

Tabel 2.1 Potensi energi Biomassa di Indonesia

Sumber Energi	Produksi (106 ton/th)	Energi (109 ton/th)
Kayu	25,00	100
Sekam Padi	7,55	27,0
Jenggal Jagung	1,52	6,8
Tempurung Kelapa	1,25	5,1
Potensi Total	35,32	138,9

*Sumber: Zaenul amin, 2017*

Sumber energi alternatif yang dapat diperbarui di Indonesia cukup banyak, diantaranya adalah biomassa atau bahan-bahan limbah organik. Beberapa biomassa memiliki potensi yang cukup besar adalah limbah kayu, sekam padi,

jerami, ampas tebu, tempurung kelapa, cangkang sawit, kotoran ternak, dan sampah kota. Biomassa dapat diolah dan dijadikan sebagai bahan bakar alternatif, contohnya dengan pembuatan briket. Bahan bakar yang digunakan oleh masyarakat di daerah Nagari Aie Tajun adalah minyak tanah untuk keperluan rumah tangga. Padahal ketersediaan akan minyak tanah itu sendiri semakin langka. Solusinya, pemerintah Indonesia telah mengeluarkan beberapa kebijakan energi untuk mengurangi ketergantungan akan energi minyak bumi dan menggunakan kompor berbahan bakar gas sebagai pengganti minyak tanah. Namun, dalam pelaksanaan kebijakan ini masyarakat masih merasa terbebani karena harga gas yang cukup mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan energi alternatif yang dapat diperbarui, murah dan mudah didapatkan sebagai bahan bakar untuk keperluan rumah tangga (Eka Putri, 2017).

Energi didefinisikan sebagai penggerak utama dari roda perekonomian nasional. Tingkat penggunaan energi semakin hari semakin meningkat mengikuti permintaan dari berbagai sektor pembangunan khususnya listrik, industri dan transportasi. Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut, sekarang ini dipenuhi oleh sumber daya energi fosil baik minyak bumi, gas dan batubara yang berperan sebagai energi tak terbarukan keberadaannya dan sumber energi fosil tersebut suatu saat akan menipis jumlahnya dan habis. Sumber energi bisa didapatkan dari biomassa. Material yang terkandung pada unsur karbon dapat menghasilkan panas saat dioksidasi. Salah satu keunggulan dari biomassa saat dijadikan sumber energi yaitu dapat diperbarui (*renewable*) sehingga dapat digolongkan ke dalam energi yang berkesinambungan. Energi biomassa dengan metode pembuatan briket dengan mengkonversi bahan baku padat menjadi suatu bentuk hasil kompaksi yang lebih mudah untuk digunakan (Nining Widarti dkk., 2016).

Posisi geografisnya di khatulistiwa menjadikan Indonesia sebagai Negara agraris yang tidak mengenal musim sehingga mempunyai potensi sangat besar dalam hal energi biomassa. Data menunjukkan bahwa potensi produksi biomassa pulau Jawa yang terdiri dari limbah padi, jagung, singkong, kayu, dan kelapa dengan total potensi lebih dari 114.800 GWh merupakan andalan nasional. Sementara itu sampai 2016, energi biomassa menduduki urutan ke 3 pasokan energi primer nasional, yaitu 20,06% atau 307.346.838 BOE. Urutan pertama dan

kedua masih dipasok oleh minyak bumi dan batubara. Indonesia memiliki cadangan energi biomassa yang relatif besar perlu dioptimalkan pemanfaatannya sebagai pasokan energi yang bersifat terbarukan (Suganal dan Hudaya, 2019).

Qur'an Surah Al – Waqi'ah ayat 71 – 73 yang berbunyi:

أَفَرَأَيْتُمُ النَّارَ الَّتِي تُورُونَ ﴿٧١﴾ أَأَنْتُمْ أَنْشَأْتُمْ شَجَرَتَهَا أَمْ نَحْنُ  
الْمُنشِئُونَ ﴿٧٢﴾ نَحْنُ جَعَلْنَاهَا تَذْكَرَةً وَنَمَاتًا لِلْمُقْوِينَ ﴿٧٣﴾

Artinya : (71) Maka Terangkanlah kepadaku tentang api yang kamu nyalakan (dengan menggosok-gosokkan kayu).(72) kamukah yang menjadikan kayu itu atau kamukah yang menjadikannya? (73) Kami jadikan api itu untuk peringatan dan bahan yang berguna bagi musafir di padang pasir.

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. Secara umum densifikasi biomassa mempunyai beberapa keuntungan antara lain dapat menaikkan nilai kalor per unit volume, mudah disimpan dan diangkut serta mempunyai ukuran dan kualitas yang seragam (Pratama, 2017).

Penggunaan biomassa itu sendiri dapat digunakan secara langsung tanpa proses pengurangan terlebih dahulu, namun berdasarkan hasil pengujian dan penggunaan langsung tersebut memperoleh hasil yang kurang efisien. Contoh penggunaan biomassa secara langsung, yaitu penggunaan kayu sebagai bahan bakar, pada hal ini energi yang terpakai kurang dari 10%. Namun, jika kayu tersebut diolah terlebih dahulu menjadi bioarang dapat meningkatkan energi yang dihasilkan. Sebagai gambaran energi yang dihasilkan oleh pembakaran kayu hanya 3.300 kkal/g, sedangkan energi yang dihasilkan dari pembakaran bioarang dapat mencapai 5.000 kkal/g (Elfiano, 2014).

Secara umum, karakteristik biomassa mempunyai kadar air dan zat terbang tinggi, kadar karbon padat dan nilai kalor relatif rendah, namun kadar abu sangat rendah yaitu kurang dari 5%. Untuk meningkatkan nilai kalor dan mengurangi kadar air maka biomassa sering ditingkatkan mutunya melalui proses torefaksi

yang pada hakekatnya merupakan proses pirolisis pada suhu rendah (200 – 300 °C). Biomassa berupa bonggol jagung yang dilakukan proses torefaksi pada temperatur 300 °C mempunyai spesifikasi air lembab 0,495%, abu 4,650%, zat terbang 19,905%, karbon padat 74,950% dan nilai kalor cukup tinggi yaitu 7.038 kkal/kg (Suganal dan Hudaya., 2019).

## **2.2. Briket**

### **2.2.1. Definisi Briket**

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya dengan berbagai sumber daya alam dan mineral, seperti batu bara, minyak bumi, gas alam, logam mulia, dan sumber mineral lainnya. Berdasarkan rasio R/P (*Reserve/Production*) tahun 2014, minyak bumi akan habis dalam 12 tahun, gas bumi 37 tahun, dan batu bara akan habis dalam 70 tahun (Nurhalim, 2018).

Briket didefinisikan sebagai sebuah gumpalan/blok bahan yang dapat dibakar dan digunakan sebagai bahan bakar untuk memulai dan mempertahankan nyala api selama rentang waktu tertentu. Briket yang paling umum digunakan adalah briket batu bara, briket arang, briket gambut, dan biobriket (Nugraha, 2017).

Briket merupakan gumpalan arang yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan. Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat briket arang adalah berat jenis bahan atau berat jenis serbuk arang, kehalusan serbuk, suhu karbonisasi, tekanan pengempaan, dan pencampuran formula bahan baku briket. Proses pembriketan adalah proses pengolahan yang mengalami perlakuan penumbukan, pencampuran bahan baku, pencetakan dengan sistem hidrolis dan pengeringan pada kondisi tertentu, sehingga diperoleh briket yang mempunyai bentuk, ukuran fisik, dan sifat kimia tertentu (Nining Widrati dkk., 2016).

Kebutuhan dan konsumsi energi semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya perekonomian masyarakat. Kebutuhan dan konsumsi energi tersebut terfokus pada penggunaan bahan bakar minyak khususnya di Indonesia sehingga cadangannya kian menipis. Untuk meminimalisasi kemungkinan terburuk dari dampak pemakaian bahan bakar fosil, salah satunya melalui pengembangan sumber energi terbarukan mengingat

bahwa Indonesia memiliki sejumlah energi biomassa yang kuantitasnya cukup melimpah namun belum dioptimalkan penggunaannya. Beberapa nilai kalor dari beberapa jenis bahan bakar ditunjukkan oleh tabel berikut :

Tabel 2.2 Nilai rata-rata Kalor Dari Beberapa Jenis Bahan Bakar

No.	Bahan Bakar	Nilai Kalor (kal/g)
1	Kayu	4491,2
2	Batubara Muda	1887,3
3	Batubara	6999,5
4	Minyak Bumi	10081,2
5	Bahan Bakar minyak	10224,6
6	Gas Alam	9722,9

*Sumber: Amalinda dan Jufri, (2018)*

Briket yang memiliki kualitas yang baik adalah yang memiliki kadar karbon tinggi dan kadar abu rendah, karena dengan kadar karbon tinggi maka energi yang dihasilkan juga tinggi. Keuntungan yang diperoleh dari penggunaan briket ini adalah biaya yang cukup murah dan alat yang digunakan untuk pembuatan briket cukup sederhana serta bahan baku yang sangat murah dan bahkan tidak perlu membeli karena berasal dari sampah atau daun-daun kering yang sudah tidak berguna (Nining Widarti dkk., 2016).

Tabel 2.3 Standar Kualitas Briket Arang Jepang, Inggris, Amerika dan Indonesia

Sifat	Standar Mutu			
	Jepang	Inggris	USA	SNI
<b>Kadar Air (%)</b>	6 s/d 8	3,6	6,2	8
<b>Kerapatan (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1-1,2	0,46	1	0,5-0,6
<b>Nilai Kalor (cal/g)</b>	6000 s/d 7000	7300	6500	5000

*Sumber: Mangkau dkk, 2011*

Di Indonesia, briket arang daun dan rerumputan belum memiliki standar yang bertaraf nasional maupun internasional. Tetapi briket arang kayu untuk bahan baku kayu, kulit keras dan batok kelapa telah memiliki standar SNI No. 01-6235-2000 dengan syarat mutu yang dapat dilihat di tabel 2.3.

Arang merupakan residu dari proses penguraian panas terhadap bahan mengandung karbon yang sebagian besar komponennya adalah karbon. Proses penguraian panas ini dapat dilakukan dengan jalan memanasi bahan langsung atau tidak langsung di dalam timbunan, kiin atau tanur. Proses karbonisasi menjadi arang dapat menghilangkan senyawa volatile dan kelembapan

sehingga menghasilkan karbon sisa dengan proporsi yang lebih tinggi. Pada umumnya pemanfaatan arang dari kayu lebih unggul dibandingkan dengan pembakaran biomassa mentah karena selain tanpa asap dan emisi yang berlebihan juga karena nilai kalor (pembakaran) yang lebih tinggi.

Di Indonesia, produksi arang secara umum memiliki keunggulan diantaranya bahan baku tersedia dalam jumlah yang cukup banyak dan dapat diambil dari berbagai dimensi dan jenis kayu seperti dari limbah industri, potongan kayu berdiameter kecil dan dari jenis kayu tidak komersial. Produksi arang selain dapat mengurangi jumlah limbah kayu juga meningkatkan nilai ekonomis kayu. Bahan baku arang juga dapat diperoleh dari limbah aktivitas kehutanan, pertanian, dan perkebunan sehingga pemanfaatan limbah sebagai bahan baku arang tidak hanya dari kayu tetapi juga non kayu. Limbah selain kayu dapat berbentuk bahan buangan yang tidak terpakai dan bahan sisa dari hasil pengolahan. Bahan-bahan ini dapat diolah lebih lanjut menjadi hasil samping yang berguna yaitu menjadi produk arang ataupun briket arang melalui pendekatan teknologi limbah (Salim, 2016).

### **2.2.2. Pembuatan Briket dengan Karbonisasi**

Karbonisasi atau pengarangan adalah proses mengubah bahan menjadi karbon melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara yang terbatas atau seminimal mungkin. Apabila proses pembakaran dihentikan secara tiba-tiba ketika bahan masih membara, bahan tersebut akan menjadi arang. Bahan tersebut masih terdapat sisa energi yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti memasak, memanggang dan mengeringkan. Bahan organik yang sudah menjadi arang tersebut akan mengeluarkan sedikit asap dibandingkan dibakar langsung menjadi abu. Proses pembakaran dikatakan sempurna jika hasil pembakaran berupa abu berwarna keputihan dan seluruh energi di dalam bahan organik dibebaskan ke lingkungan dengan perlahan.

Lamanya pengarangan ditentukan oleh jumlah atau volume bahan organik, ukuran parsial bahan, kerapatan bahan, tingkat kekeringan bahan, jumlah oksigen yang masuk, dan asap yang keluar dari ruang pembakaran. Pada pembuatan briket ukuran butir yang lebih besar akan menghasilkan



briket dengan rongga yang lebih besar. Hal ini akan membuat oksigen dapat masuk ke dalam rongga briket sehingga reaksi oksidasi dapat terjadi lebih cepat bila dibandingkan dengan briket dengan rongga yang lebih kecil. Kenaikan konsentrasi oksigen dalam gas menimbulkan laju pembakaran lebih tinggi. Suhu pembakaran yang lebih tinggi dapat menaikkan laju reaksi dan menyebabkan waktu pembakaran menjadi lebih singkat. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kalor pada briket berbasis sekam padi dengan campuran serbuk gergaji kayu jati berdasarkan ukuran butir briket dan variasi pencampuran bahan, emisi karbon monoksida (CO) yang terbentuk pada saat pembakaran briket, serta mengetahui laju pembakaran briket hingga menjadi abu (Suryaningsih, 2018).

### **2.2.3. Faktor-Faktor yang mempengaruhi sifat briket**

Briket dapat dibuat dari bermacam-macam bahan baku yang mengandung selulosa. Kandungan selulosa semakin tinggi maka semakin baik kualitas briket. Partikel-partikel zat bahan baku pada proses pembuatan briket memerlukan zat perekat sehingga dihasilkan briket yang padat. Syarat utama dari perekat adalah harus ikut terbakar dan dapat menambah nilai kalor. Menurut Josep dan Hislop (1981) dan Noldi (2009), dengan pemakaian bahan perekat maka tekanan akan jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan briket tanpa memakai perekat.

Menurut Komarayati dan Gusmailian (2002) dalam Noldi (2009), penggunaan bahan perekat maka ikatan antar partikel semakin kuat, butiran-butiran arang akan saling mengikat yang menyebabkan air terikat pada pori-pori arang. Tepung tapioka adalah salah satu hasil olahan dari ubi kayu. Tepung tapioka umumnya berbentuk butiran pati yang banyak terdapat dalam sel umbi singkong. Dalam sel umbi tersebut terdapat juga protein dan lemak dalam jumlah yang relatif kecil. Pati merupakan polisakarida yang terdapat dalam keadaan melimpah dalam tepung tapioka. Pati ini tidak larut dalam air dingin, tetapi menyerap air dan mengembang. Apabila dipanaskan, butiran pati akan membengkak dan membentuk gel yang menyerupai lem. Pati yang mengalami gelatinisasi ini mudah dicerna dan pada proses hidrolisis akan

mudah pecah. Waktu pirolisis akan semakin sempurna, bila waktu pemanasan diperpanjang sehingga hasil arang semakin berkurang, tetapi cairan gas semakin meningkat. Waktu karbonisasi bervariasi sekitar antara 1-2 jam.

#### **2.2.4. Kualitas Briket**

Kualitas briket memiliki spesifikasi dasar antara lain nilai kalor merupakan besarnya panas yang diperoleh dari pembakaran. Karbon terikat adalah Fraksi C dalam arang selain abu, air dan zat mudah menguap. Kadar karbon terikat sebagai penentu baik tidaknya kualitas arang. Kadar karbon yang terikat jika semakin tinggi maka kualitas arang akan semakin bagus. Kadar karbon terikat mempengaruhi nilai kalor, semakin tinggi kadar karbon terikat maka semakin tinggi pula nilai kalornya. (Nining Widrati dkk., 2016)

Pada umumnya, briket yang ada dipasaran mempunyai kelemahan-kelemahan yaitu mudah pecah dan rapuh karena pembuatan briket hanya diberi beban saat pencetakan. Sedangkan untuk membuat briket yang kuat dan tidak mudah pecah dibutuhkan tekanan tertentu agar kualitas briket jauh lebih baik. Untuk mengetahui kualitas briket, maka perlu dilakukan proses pengujian diantaranya; pengujian kadar air, kadar abu, kadar zat yang menguap, kadar karbon, nilai kalor dan kerapatan (Wijianti, 2017).

#### **2.2.5. Pengujian Kualitas Briket**

Briket dapat diuji kualitasnya dengan melakukan beberapa pengujian pada briket tersebut seperti yang akan dijelaskan berikut ini:

##### **1. Kadar Air**

Kadar air briket diharapkan serendah mungkin agar nilai kalornya tinggi dan mudah dinyalakan. Kadar air mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air semakin tinggi nilai kalor dan daya pembakarannya. Sebaliknya, kadar air yang tinggi menyebabkan nilai kalor yang dihasilkan akan menurun, karena energi yang dihasilkan banyak terserap untuk menguapkan air.

Kadar air setiap negara memiliki standar yang berbeda, diantaranya standar kadar air di Indonesia yaitu 8%, jepang 6-8%, Inggris 3,6 %,

dan Amerika 6,2%. Untuk mengetahui kadar air briket maka dilakukan pengujian kadar air briket menggunakan metode ASTM D-3173-03 dengan persamaan sebagai berikut (Ghandhi, 2009):

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{b} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Di mana:

a = Sampel awal (gram)

b = Sampel hasil penyusutan (gram)

## 2. Densitas

Densitas atau rapat jenis suatu zat adalah ukuran untuk konsentrasi zat tersebut dan dinyatakan dalam masa per satuan volume. Sifat ini ditentukan dengan cara menghitung nisbah (ratio) massa zat yang terkandung dalam suatu bagian tertentu terhadap bagian volume tersebut. Densitas mempengaruhi terhadap laju pembakaran, nilai kalor dan kadar zat menguap. Densitas memiliki pengaruh signifikan karena berbanding lurus dengan laju pembakaran. Semakin padat atau halus briket maka akan semakin lama laju pembakaran. Berdasarkan ASTM B-311-93 nilai densitas dapat diperoleh dengan rumus dibawah ini (Masthura, 2019) :

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (2.2)$$

Di mana:

$\rho$  = densitas (gram/cm<sup>3</sup>)

m = massa briket (gram)

V = volume briket (cm<sup>3</sup>)

## 3. Nilai Kalor

Nilai kalor menjadi parameter mutu paling penting bagi briket sebagai bahan bakar karena menentukan kualitas briket. Semakin tinggi nilai kalor bahan bakar briket, semakin baik pula kualitasnya.

Pengujian terhadap nilai kalor bertujuan untuk mengetahui sejauh mana nilai panas pembakaran yang dihasilkan oleh briket, karena nilai

kalor sangat menentukan kualitas briket. Semakin tinggi nilai kalor suatu briket, maka semakin baik pula kualitas dari briket tersebut.

Kalori meter adalah suatu alat yang digunakan untuk menentukan panas yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar dan oksigen pada volume tetap. Alat tersebut ditemukan oleh Prof. S. W. Parr pada tahun 1912, oleh sebab itu alat tersebut sering disebut “*Parr Oxygen Bomb Calorimeter*” (Zaenul Amin, 2017).

#### 4. Pengaplikasian Briket

Pengaplikasian briket dapat dilakukan dengan melakukan uji laju pembakaran. Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan *stopwatch* dan massa briket ditimbang dengan timbangan digital.

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah (Masthura, 2019):

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{massa briket terbakar}}{\text{waktu pembakaran}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Di mana:

Massa briket terbakar = massa briket awal – massa briket sisa (gram)

### 2.3. Tanaman Teh (*Camellia sinensis*)

*Camellia sinensis* yang dikenal dengan teh berasal dari Cina adalah tumbuhan yang daunnya dapat dijadikan sebagai minuman. Teh mengandung kafein atau sebuah infus yang dibuat dengan cara menyeduh daun, pucuk daun, atau tangkai daun yang dikeringkan dari tanaman *Camellia sinensis* dengan air panas. Teh merupakan sumber alami kafein, teofilin, dan antioksidan dengan kadar lemak, karbohidrat, atau protein mendekati 0%. Teh bunga dengan campuran kuncup bunga melati yang disebut teh melati atau teh wangi melati merupakan jenis teh yang paling populer di Indonesia. Konsumsi teh di Indonesia sebesar 0,8 kg/kapita per tahun masih jauh di bawah negara-negara

lain di dunia, walaupun indonesia merupakan negara penghasil teh terbesar nomor 5 di dunia.

Tanaman teh merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan di Indonesia yang berasal dari daerah subtropis dan banyak diminati sebagai salah satu bahan baku produk penyegar. Penjualan hasil olahan tanaman ini mampu memberikan kontribusi yang cukup tinggi terhadap penambahan devisa negara dari sektor nonmigas (Rosniawaty dkk. 2017).

Tanaman teh memiliki manfaat diantaranya sebagai anti kanker, anti oksidan, anti mikroba, anti bakteri, pencegah aterosklerosis, menjaga kesehatan jantung, anti diabetes, menstimulasi sistem imun, mencegah parkinson, menurunkan kolesterol, mencegah karies gigi, mencegah bau mulut, melancarkan urine, menghindari *stroke*, dan menurunkan tekanan darah. Hal ini disebabkan oleh kandungan bahan kimia aktif seperti katekin, asam amino, gula, polifenol oksidasi, klorofil, dan karoten yang terdapat pada vakuola.

Teh putih merupakan salah satu jenis teh yang memiliki banyak manfaat. Manfaat dari teh putih di antaranya sebagai anti bakteri, anti kanker, anti obesitas, anti oksidan, dan anti-aging. Khasiat teh dalam menyembuhkan berbagai penyakit terdapat pada kandungan senyawa kimia yang disebut polifenol khususnya katekin. Kandungan antioksidan serta anti bakteri yang terdapat dalam teh diperoleh dengan cara ekstraksi (Widyasanti dkk., 2016).

*Camellia sinensis* menghasilkan metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, steroid, tanin, saponin, dan triterpenoid. Komposisi bahan aktif dalam daun teh lainnya kafein, tanin, theophylline, theobromine, lemak, saponin, minyak esensial, katekin, karoten, Vitamin C, A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, P, Fluorite, Ferum, Magnesium, Kalsium, Strontium, Plumbum, Nikel, Zink, dan Phospor. Kandungan tanin pada daun teh akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan usia tanaman (Noriko, 2013).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk pembuatan dan pemanfaatan karbon aktif serta penyerapan  $\beta$ - karoten. Penelitian mengenai ampas teh yang telah diaktivasi dan dikarbonisasi menghasilkan kadar karbon tetap yang relatif tinggi yakni 57,1% dari kapasitas maksimum penyerapan nitrofenol sebesar 142,85 mg/g. Penggunaan teh sebagai absorben untuk logam berat berupa Ni(II)

telah pula diteliti dengan kemampuan adsorpsi yang bervariasi dari 50% hingga 100%. Kondisi ini dipengaruhi oleh waktu kontak dan jumlah adsorben yang digunakan. Berdasarkan beberapa penelitian, karbon aktif yang berasal dari ampas teh memiliki kemampuan yang sangat baik dalam penyerapan logam berat (Misran, 2016).

### 2.3.1. Klasifikasi Teh

Secara sistematis tanaman teh dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Divisio : Spermatophyta (tumbuhan biji)
- b. Subdivisio : Angiospermae (tumbuhan biji terbuka)
- c. Class : Dicotyledonales
- d. Famili : Theaceae (Theales)
- e. Subfamili : Camelliaceae (Theaceae)
- f. Genus : Camellia
- g. Spesies : Camellia sinensis

### 2.3.2. Morfologi Teh

Berikut merupakan morfologi dari tanaman teh:

#### a. Morfologi Tanaman Teh

Tanaman teh berbentuk pohon. Tingginya bisa mencapai belasan meter. Namun tanaman teh di perkebunan selalu dipangkas untuk memudahkan pemetikan, sehingga tingginya mencapai 90-120 cm. Mahkota tanaman teh berbentuk kerucut. Daunnya berbentuk jorong atau agak bulat telur terbalik, tapi daun bergerigi. Daun tunggal dan letaknya hampir berseling. Tulang daun menyirip. Permukaan atas daun muda, berbulu halus, sedangkan permukaan bawahnya bulunya hanya sedikit permukaan daun tua halus dan tidak berbulu lagi.

#### b. Morfologi Pucuk Tanaman Teh

Bunga tunggal dan ada yang tersusun dalam rangkaian kecil. Bunga muncul dari ketiak daun. Warnanya putih bersih dan berbau wangi lembut. Namun ada bunga berwarna semu merah jambu. Mahkota bunga berjumlah 5-6 helai, putik dengan tangkai yang panjang atau pendek dan pada kepalanya terdapat 3 buah sirip. Jumlah benang sari 100-200. Buah teh berupa buah kotak berwarna hijau

kecoklatan. Dalam 1 buah berisi 1-6 biji, rata-rata 3 biji. Buah yang masak dan kering akan pecah dengan sendirinya serta biji ikut keluar. Bijinya berbentuk bulat atau gepeng pada satu sisinya, berwarna putih sewaktu masih muda dan berubah menjadi cokelat setelah tua. Akar teh berupa akar tunggang dan mempunyai banyak akar cabang. Apabila akar tunggangnya putus, akar-akar cabang akan menggantikan fungsinya dengan arah umbuh besar dan cukup dalam, tanaman teh mengalami pertumbuhan tunas yang silih berganti. Tunas tumbuh pada ketiak/ bekas ketiak daun. Tunas yang tumbuh kemudian diikuti dengan pembentukan daun. Tunas baru pada teh memiliki daun kuncup yang menutupi titik tumbuh serba daunnya.

### **2.3.3. Syarat tumbuh**

Tanaman teh tidak dapat tumbuh dengan baik di berbagai cuaca, berikut merupakan syarat tumbuh dari tanaman teh agar tanaman teh dapat tumbuh dengan baik dan memiliki kualitas yang tinggi:

#### **a. Iklim**

- 1) Curah hujan sebaiknya tidak kurang dari 2.000 mm/tahun.
- 2) Tanaman memerlukan matahari yang cerah. Tanaman teh tidak tahan kekeringan.
- 3) Suhu udara harian tanaman teh adalah 13- 25<sup>0</sup>C
- 4) Kelembapan udara kurang dari 70%

#### **b. Media Tanaman**

- 1) Jenis tanah yang cocok untuk teh adalah Andosol, Regosol dan Latosol. Namun teh juga dapat dibudidayakan di tanah Podsolik (Ultisol), Gley Humik, Litosol, dan Aluvia. Teh menyukai tanah dengan lapisan atas yang tebal, struktur remah, berlempung sampai berdebu, gembur.
- 2) Derajat keasaman tanah (pH) berkisar antara 4,5 – 6,0
- 3) Berdasarkan ketinggian tempat, kebun teh di Indonesia dibagi menjadi 3 daerah, yaitu:

- (1) Dataran rendah : sampai 800 m dpl;

- (2) Dataran sedang : 800 – 1.200 m dpl;
- (3) Dataran tinggi : lebih dari 1.200 m dpl.
- 4) Perbedaan ketinggian tempat menyebabkan perbedaan pertumbuhan dan kualitas teh.
- 5) Ketinggian tempat.

Tergantung dari klon, teh dapat tumbuh di dataran rendah pada 100 m dpl sampai di ketinggian lebih dari 1.000 m dpl.

#### **2.4. Perekat Briket**

Partikel-partikel zat dalam bahan baku proses pembuatan briket memerlukan perekat yang berfungsi untuk merekatkan bahan baku. Berdasarkan fungsi dari perekat dan kualitasnya, pemilihan bahan perekat dapat dibagi sebagai berikut (Masthura, 2019):

##### 1. Berdasarkan sifat/bahan baku perekat briket

Adapun karakteristik bahan baku perekat untuk pembuatan briket adalah:

- a. Memiliki gaya kohesi yang baik bila dicampur dengan semikokas atau batubara
- b. Mudah terbakar dan tidak berasap
- c. Mudah didapat dalam jumlah banyak dan murah harganya
- d. Tidak mengeluarkan abu, tidak beracun dan tidak berbahaya

##### 2. Berdasarkan jenis bahan baku perekat

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

###### a. Pengikat anorganik

Pengikat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Pengikat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan pengikat sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh lain dari pengikat anorganik antara lain semen, lempung (tanah liat), natrium silikat.



## b. Pengikat organik

Pengikat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik diantaranya kanji, tar, aspal, amilum, molase dan paraffin.

Nilai kalor, stabilitas dan ketahanan briket dapat dipengaruhi oleh pemilihan jenis perekat yang digunakan dalam pembuatan briket. Dalam pemilihan jenis perekat dapat juga memperhatikan nilai kalor dari masing-masing perekat. Nilai kalor masing-masing bahan perekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Uji Nilai Kalor Jenis Perekat

Jenis Perekat	Nilai Kalor (kal/g)
Tapioka	6332,654
Terigu	6455,888
Molase	6106,239
Silikat	5808,168

Sumber : Hanandito dan Willy, 2011

Dari tabel 2.4 diperoleh nilai kalor untuk jenis perekat tepung terigu memiliki nilai kalor paling tinggi dibandingkan jenis perekat lainnya. Hal tersebut disebabkan oleh kadar air pada tepung terigu sebesar 12% lebih kecil dibandingkan kadar air pada tepung tapioka sebesar 15%.

## 1. Perekat Tapioka

Penambahan perekat dalam pembuatan briket arang dimaksudkan agar partikel arang saling berikatan dan tidak mudah hancur. Ditinjau dari jenis perekat yang digunakan, briket dapat dibagi menjadi:

1. Briket yang sedikit atau tidak mengeluarkan asap pada saat pembakaran. Jenis perekat ini tergolong kedalam perekat mengandung zat pati.
2. Briket yang banyak mengeluarkan asap pada saat pembakaran. Jenis perekat ini tahan terhadap kelembaban tetapi selama pembakaran menghasilkan asap.

Perekat dari zat pati, dekstrin, dan tepung jagung cenderung sedikit atau tidak berasap. Sedangkan perekat dari bahan ter, pith, dan molase cenderung lebih banyak menghasilkan asap. Pati tapioka mempunyai sifat yang menguntungkan dalam pengolahan pangan, kemurnian larutannya tinggi, kekuatan gel yang baik dan daya rekat yang tinggi sehingga banyak digunakan sebagai bahan perekat. Komposisi kimia pati tapioka per 100 gram meliputi kadar air 9,105, karbohidrat 88,2%, protein 1,1%, lemak 0,5%, fosfor 125mg, kalsium 84 mg, besi 1 mg (Zaenul Amin, 2017).

Tapioka atau biasa disebut dengan tepung kanji atau aci dalam bahasa sunda terlihat hampir sama dengan dengan tepung sagu karena keduanya merupakan bahan tambahan. Tapioka ini memiliki sifat yang menyerupai tepung sagu dimana keduanya mampu merekatkan atau melengketkan bahan-bahan sehingga banyak digunakan sebagai perekat dan dijadikan lem. Tapioka ini berbentuk serbuk berwarna putih. Tapioka ini berbeda bila dirasakan dengan jari tangan sebab memiliki tekstur yang kesat, ringan, dan mudah lengket. Tapioka ini juga mudah ditemui di pasaran. Dan pada pembuatan briket ini tapioka dapat dimanfaatkan sebagai bahan perekat organik, dengan cara mengolahnya yang sangat mudah yaitu cukup menambahkan air pada tapioka tersebut kemudian aduk-aduk hingga mengental menjadi lem (Moeksin, 2017).

Pada prosedur pembuatan perekat tapioka atau kanji yang dilakukan menurut penelitian Maryono, Sudding dan Rahmawati, dengan memodifikasi jenis dan presentase perekat untuk mengetahui pengaruh variasi jenis dan presentase perekat, prosedur kerja meliputi persiapan bahan, karbonisasi, penghancuran dan pengayakan arang, pencampuran perekat dengan arang dengan komposisi yang telah ditentukan, contoh 30 gram untuk masing-masing briket arang, dengan komposisi perekat seperti pada menimbang tepung tapioka sebanyak 5% dari berat total serbuk arang ( $5\% \times 30$  gram), melarutkan tepung tapioka ke dalam air secukupnya (1:3), mencampurkan arang pada setiap komposisi dengan adonan tepung sampai merata, memanaskan dengan api kecil campuran agar tepung membentuk lem dan adonan menjadi homogen (Sulistiyaningkartti, 2017).

## 2.5. Penelitian yang Relevan

Pada penelitian sebelumnya tidak sedikit yang membahas tentang masalah briket bioarang. Nining Widarti dkk (2016) meneliti tentang “Penggunaan Tongkol Jagung Akan Meningkatkan Nilai Kalor Pada Briket”. Pada penelitian ini briket yang akan dibuat adalah briket yang berasal dari tongkol jagung dan sekam padi dengan menggunakan tepung tapioka sebagai perekat dan dengan proses karbonisasi. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik briket arang dari tongkol jagung dan sekam padi, mengetahui komposisi yang optimum dalam pembuatan briket arang dari pemanfaatan tongkol jagung dan sekam padi. Dengan dilakukannya penelitian tersebut, didapati hasil yaitu penambahan tongkol jagung akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi namun penambahan sekam padi akan menyebabkan nilai kalor semakin menurun. Komposisi paling optimum pada komposisi tongkol jagung dan sekam padi yaitu 75%:25%.

Selanjutnya pada penelitian Eka sari Wijianti (2017) yang berjudul “Briket Arang Berbahan Campuran Ampas Daging Buah Kelapa dan Tongkol Jagung”. Pada penelitian ini bahan baku pembuatan briket adalah ampas daging buah kelapa dan tongkol jagung. Alasan pemilihan bahan baku tersebut sebab ditemukannya bahan tersebut dalam jumlah banyak di daerah Bangka Belitung. Dan dari pengujian yang telah dilakukan, campuran terbaik komposisi briket didapat dari komposisi 750 gram ampas daging buah kelapa dan 250 gram tongkol jagung dengan tekanan 80 Psi. Briket tersebut memiliki karakteristik kadar abu terkecil yaitu 7,76%, kadar zat menguap sebesar 31,63% dan nilai kalor sebesar 6417,251 kal/g.

Pada penelitian Lilih Sulistyaningkrati (2017) dengan jurnal berjudul “Pembuatan Briket Arang Dari Limbah Organik Tongkol Jagung Dengan Menggunakan Variasi Jenis dan Presentase Perekat” penelitian ini bertujuan antara lain untuk memanfaatkan tongkol jagung menjadi briket arang dengan variasi jenis dan presentase perekat. Dan dari hasil penelitian diperoleh hasil antara lain yaitu briket arang yang dihasilkan dari limbah organik memiliki kualitas yang lebih baik jika menggunakan perekat tepung tapioka dibandingkan dengan perekat yang lain.

Misran (2016) meneliti tentang “Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Ampas Teh sebagai Adsorben Pada Proses Adsorpsi  $\beta$ -karoten yang Terkandung Dalam Minyak Kelapa Sawit Mentah”. Penggunaan karbon aktif dari ampas teh sebagai adsorben telah dilakukan untuk mengadsorpsi  $\beta$ -karoten yang terkandung dalam minyak kelapa sawit mentah. Dan penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model isoterm dan kinetika yang sesuai untuk proses adsorpsi  $\beta$ -karoten di dalam CPO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan karbon aktif dari ampas teh dalam menyerap  $\beta$ -karoten dari CPO ini sangat memuaskan yakni >99%.

## **2.6. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis penelitian ini adalah briket bioarang dapat dihasilkan dengan memanfaatkan batang pohon teh (*Camellia sinensis*) sebagai bahan dasar dan tapioka sebagai perekat.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen melalui pendekatan secara kuantitatif. Sampel yang digunakan adalah sampel dengan bahan dasar dari batang pohon teh (*Camellia sinensis*) yang berasal dari perkebunan PT. Perkebunan Nusantara IV. Sampel tersebut diuji untuk mengetahui hubungan karakteristik sifat fisis dengan komposisi bahan.

#### **3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian**

##### **3.1.1. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan di beberapa lokasi sebagai berikut:

1. Laboratorium Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan (Jl. IAIN No. 1 Medan).
2. Laboratorium Material Testing Politeknik Teknologi Kimia Industri (PTKI) Medan.

##### **3.1.2. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil Tahun Akademik 2020/2021.

#### **3.2. Bahan dan Alat Penelitian**

##### **3.2.1. Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Batang pohon teh (*Camellia sinensis*)
2. Tepung tapioka
3. Air

##### **3.2.2. Alat Penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

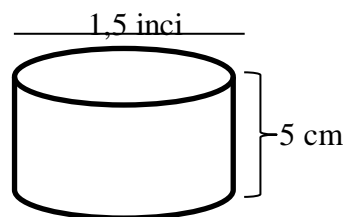
1. Tungku pembakaran
2. Pipa 1,5 inci dengan tinggi 5 cm

3. Neraca digital
4. Termometer
5. Oven
6. Lesung
7. DSC (*Differential Scanning Calorimetry*)
8. Jangka sorong
9. *Beaker Glass*
10. *Stopwatch*
11. Cawan

### 3.3. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pertama merupakan tahapan untuk proses pembuatan briket bioarang berbahan dasar batang pohon teh (*Camellia sinensis*) dengan pengikatnya yaitu tepung tapioka yang kemudian diuji sesuai dengan standar mutu briket komersial.

Adapun ukuran cetakan yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Cetakan briket

Parameter-parameter yang akan diuji yaitu kadar air, densitas, nilai kalor dan laju pembakaran. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan campuran bahan dasar beserta pengikatnya yaitu dengan tepung tapioka dan air pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.1. Rancangan Eksperimen Sampel

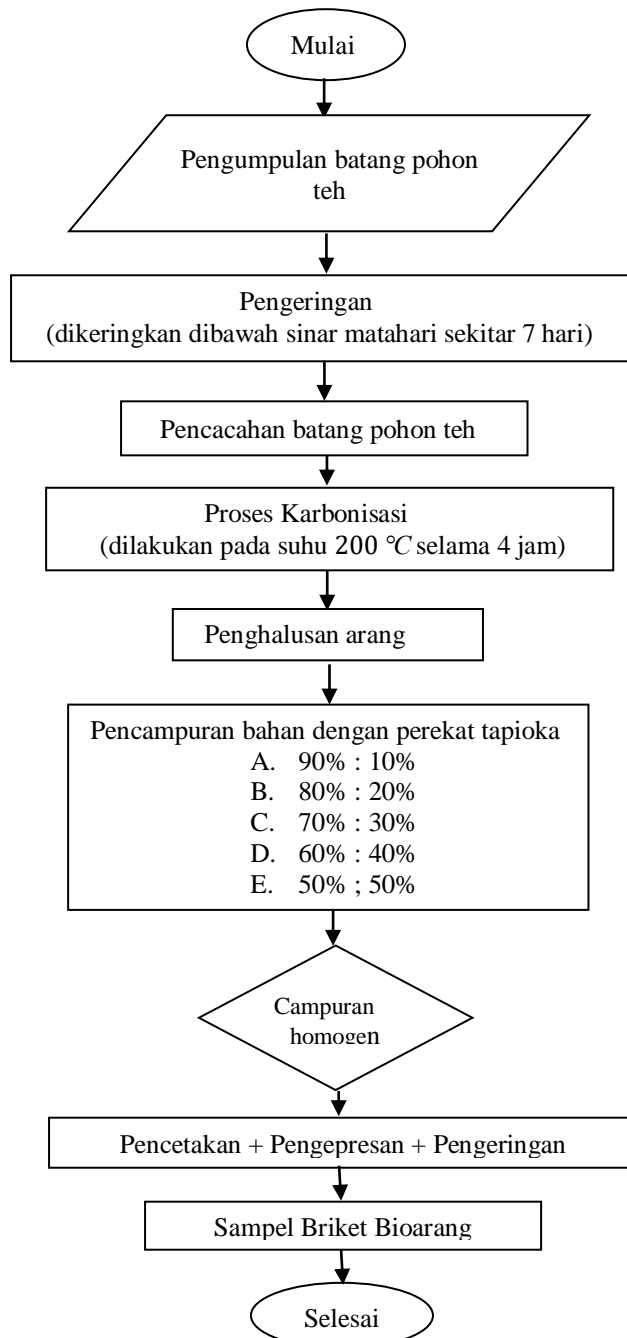
Sampel	Serbuk batang pohon teh ( <i>Camellia sinensis</i> )	Perekat tapioka
A	90%	10%
B	80%	20%
C	70%	30%
D	60%	40%
E	50%	50%

### 3.4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian akan dilakukan dua tahap, tahap pertama (I) dan tahap kedua (II). Tahap tersebut akan dijelaskan dengan diagram alir sebagai berikut:

#### 3.4.1. Diagram Alir Tahap I

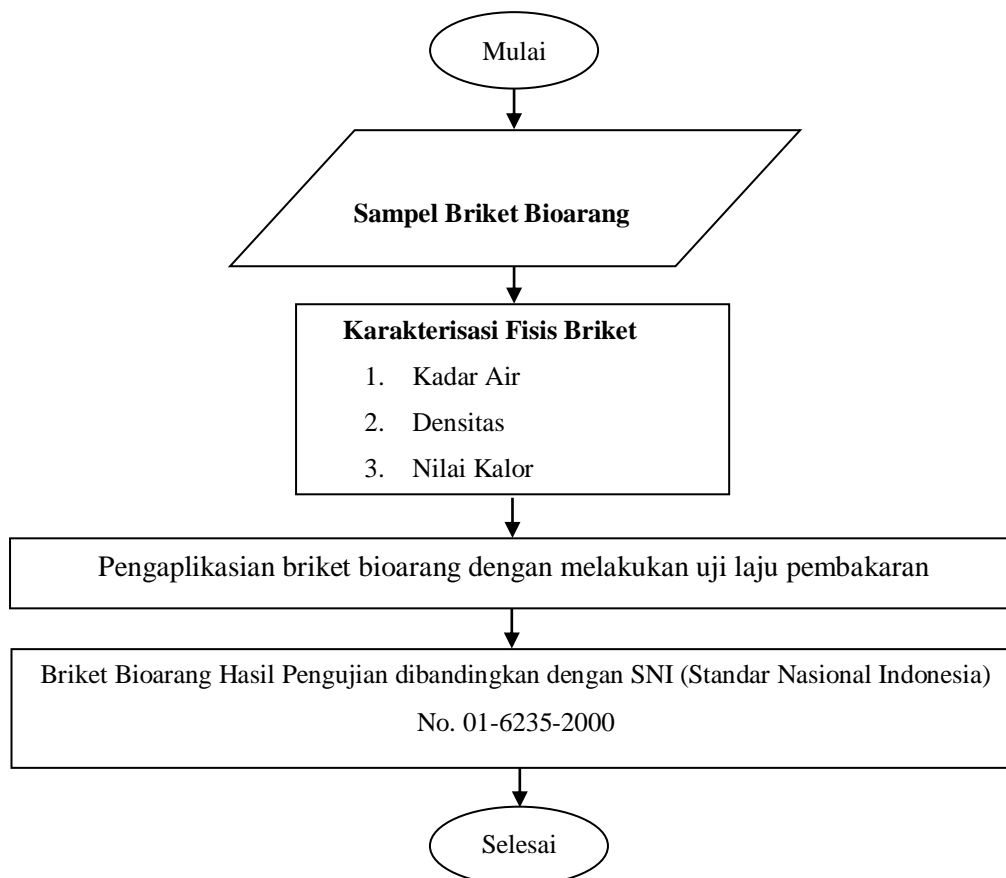
Diagram alir tahap I menjelaskan tahap-tahap pembuatan briket bioarang:



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian Tahap I

### 3.4.2. Diagram Alir Tahap II

Diagram alir tahap II menjelaskan tentang tahap-tahap pengujian briket bioarang:



Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian Tahap II

### 3.5. Prosedur Pembuatan Briket Bioarang

Berikut merupakan langkah-langkah dalam proses pembuatan briket bioarang:

1. Melakukan pengambilan batang pohon teh (*Camellia sinensis*) dan dikeringkan di bawah sinar matahari sekitar 7 hari.
2. Menyiapkan alat dan bahan untuk proses pengarangan.
3. Selanjutnya batang pohon teh (*Camellia sinensis*) yang sudah kering dimasukkan ke dalam oven.
4. Dilakukan pembakaran dengan suhu 200 °C selama 4 jam.



5. Menunggu sekitar 4 jam oven di buka dan arang dikeluarkan dari oven. kemudian arang yang telah dingin ditumbuk atau dihancurkan dengan menggunakan lesung dan blender.
6. Bahan baku perekat yang digunakan pada penelitian ini merupakan perekat yang berasal dari tepung tapioka yang dicampur dengan air. Pembuatan perekat berupa larutan tepung tapioka dengan air yang menggunakan perbandingan 1:3. Campuran tepung tapioka tersebut kemudian dipanaskan sampai matang yang ditandai dengan perubahan warna campuran dari putih menjadi bening.
7. Langkah selanjutnya yaitu pengadonan (pencampuran) antara arang batang pohon teh (*Camellia sinensis*) dengan perekat tapioka dengan melakukan 5 variasi campuran yaitu:
  - a) 90% : 10%
  - b) 80% : 20%
  - c) 70% : 30%
  - d) 60% : 40%
  - e) 50% : 50%

Masing-masing dengan perbandingan komposisi perekat dan air sebesar 1:3.

8. Adonan yang telah tercampur secara merata dimasukkan ke dalam cetakan yang berbentuk silinder dengan diameter 1,5 inci dan tinggi 5 cm, kemudian dilakukan pengepresan secara manual.
9. Briket yang telah selesai melalui proses pencetakan kemudian diangin-anginkan di udara selama 1 x 24 jam, kemudian dikeringkan dengan dijemur di bawah sinar matahari sekitar 7 hari.

### **3.6. Teknik Karakterisasi Briket Bioarang**

Karakterisasi briket bioarang dilakukan dengan metode dan prosedur sebagai berikut:

### 3.6.1. Metode Pengujian Briket

Briket yang telah selesai dari proses pencetakan dan penjemuran kemudian akan melalui proses selanjutnya yaitu proses pengujian. Dalam hal ini proses pengujian yang akan dilakukan yaitu proses pengujian sifat fisis briket. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui sifat fisis dari briket yang telah dibuat dengan berbahan dasar sampah ranting kayu teh. Berikut merupakan tabel standar pengujian yang akan digunakan dalam proses pengujian.

Tabel 3.2 Metode Pengujian Briket

No.	Sifat Briket	Jenis Pengujian	Metode	Referensi
1.	Sifat Fisis	Kadar Air	ASTM D-3173-03	
		Densitas	ASTM B-3111-93	
		Nilai Kalor	ASTM D240	
2.	Pengaplikasian	Laju Pembakaran	-	M. Alif, 2014

### 3.6.2. Prosedur Pengujian Briket

Pengujian Briket dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

#### 1. Kadar Air

Pengukuran kadar air pada pengujian briket yaitu dengan cara sampel briket ditimbang terlebih dahulu, setelah itu briket tersebut dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 2 jam. Dan setelah selesai dioven, sampel didinginkan selama 1 jam. Langkah terakhir yaitu briket ditimbang kembali dan dihitung kadar air dengan menggunakan persamaan 2.1.

#### 2. Densitas

Prosedur yang dilakukan yaitu dengan cara ditimbang massa briket yang akan diuji, kemudian diukur diameter dan tinggi sampel briket untuk dihitung volume briket. Selanjutnya, dihitung nilai densitasnya dengan menggunakan persamaan 2.2.

#### 3. Nilai Kalor

Nilai kalor pada sebuah briket ditentukan dengan cara disiapkan bahan yang akan ditentukan nilai kalornya, kemudian ditempatkan pada cawan besi, kemudian dimasukkan kedalam DSC (*Differential Scanning Calorimetry*).

#### **4. Pengaplikasian Briket**

Pengaplikasian briket dilakukan dengan cara pengujian laju pembakaran. Prosedur yang dilakukan pada proses ini yaitu briket ditimbang terlebih dahulu, kemudian briket tersebut dibakar sekaligus dihidupkan *stopwatch*. Dicatat waktu briket mulai terbakar sampai menjadi abu. Dan kemudian ditimbang kembali briket sisa pembakaran.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini telah dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen melalui pendekatan secara kuantitatif. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel briket dengan bahan dasar batang pohon teh (*Camellia sinensis*) yang berasal dari PT. Perkebunan Nusantara IV. Briket yang baik harus memenuhi standar yang telah ditentukan agar dapat dipakai sesuai dengan keperluannya. Dan untuk mengetahuinya masing-masing sampel dilakukan tiga pengukuran yaitu pengukuran kadar air, densitas dan nilai kalor. Pengukuran-pengukuran tersebut bertujuan untuk mengetahui hubungan karakteristik sifat fisis dengan komposisi bahan. Untuk mengetahui efektivitas dari briket ini sebagai bahan bakar maka dilakukan uji laju pembakaran.

#### 4.1. Kadar Air

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil pengukuran kadar air dari briket batang pohon teh (*Camellia sinensis*) seperti tercantum pada tabel 4.1. berikut ini:

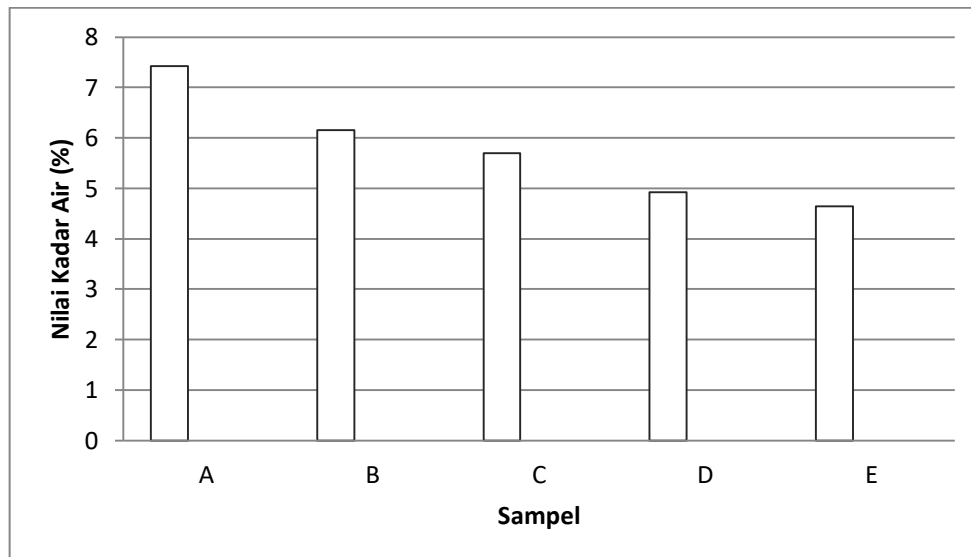
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kadar Air Briket Bioarang

<b>Sampel Briket Bioarang</b>	<b>Nilai Kadar Air (%)</b>	<b>SNI No. 01-6235-2000 (%)</b>	<b>USA (%)</b>
A	7,43		
B	6,16		
C	5,70	$\leq 8$	6,2
D	4,92		
E	4,64		

Berdasarkan tabel 4.1 diperoleh hasil pengukuran nilai kadar air pada briket bioarang sampel A, B, C, D, dan E masing-masing secara berurut yaitu 7,43%, 6,16%, 5,70%, 4,92%, dan 4,64%. Apabila dibandingkan hasil pengukuran nilai kadar air dengan standar SNI No. 01-6235-2000 maka semua

sampel telah memenuhi standar SNI No. 01-6235-2000. Akan tetapi apabila dibandingkan dengan standar USA hanya sampel A yang belum memenuhi standar USA.

Berikut grafik nilai kadar air briket bioarang:



Gambar 4.1. Grafik Nilai Kadar Air Briket Bioarang

Menurut gambar 4.1 kadar air tertinggi diperoleh pada sampel A sedangkan nilai kadar air terendah diperoleh pada sampel E. Semakin berkurang kandungan batang pohon teh dan semakin bertambah kandungan perekat pada sampel briket maka nilai kadar air yang diperoleh semakin rendah. Hal tersebut bersesuaian dengan penelitian Sulistyningkarti (2017) yang menyatakan bahwa persentase perekat memberi pengaruh penting terhadap nilai kadar air yang akan dihasilkan pada briket, penambahan jumlah perekat yang semakin tinggi menyebabkan air yang terkandung dalam perekat akan masuk dan terikat dalam pori arang, selain itu penambahan perekat yang semakin tinggi akan menyebabkan briket mempunyai kerapatan yang semakin tinggi pula sehingga pori-pori akan semakin kecil dan pada saat dikeringkan air yang terperangkap di dalam pori briket sukar menguap.

#### 4.2. Densitas

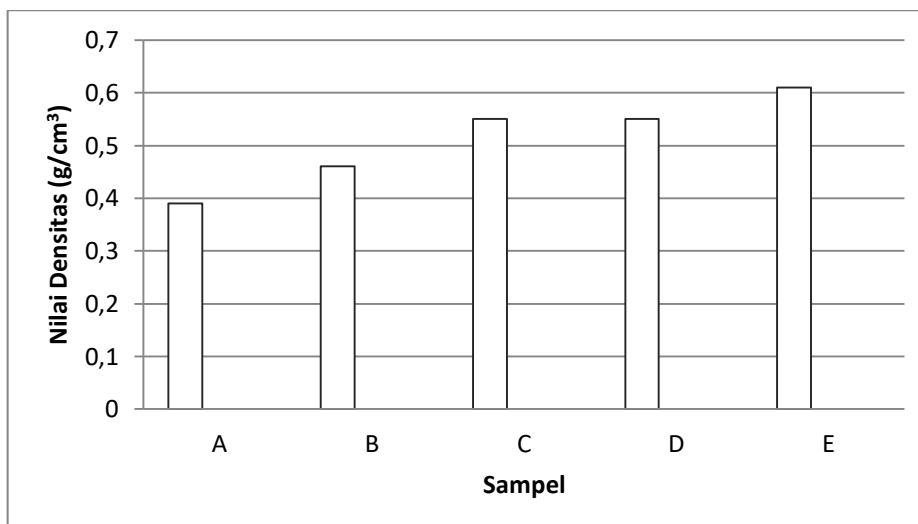
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil pengukuran densitas dari briket batang pohon teh (*Camellia sinensis*) seperti tercantum pada tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Densitas Briket Bioarang

Sampel Briket Bioarang	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	SNI No. 01-6235-2000 (g/cm <sup>3</sup> )	USA (g/cm <sup>3</sup> )
A	0,39		
B	0,46		
C	0,55	0,5-0,6	≤ 1
D	0,55		
E	0,61		

Berdasarkan tabel 4.2 diperoleh hasil pengukuran nilai densitas pada sampel A, B, C, D, dan E masing-masing secara berurut yaitu 0,39 g/cm<sup>3</sup>, 0,46 g/cm<sup>3</sup>, 0,55 g/cm<sup>3</sup>, 0,55 g/cm<sup>3</sup>, dan 0,61 g/cm<sup>3</sup>. Sampel briket yang memenuhi standar SNI No. 01-6235-2000 adalah sampel briket C, D, dan E dengan nilai densitas masing-masing yaitu 0,55 C, 0,55 g/cm<sup>3</sup> dan 0,61 g/cm<sup>3</sup>, sedangkan untuk standar USA semua sampel telah memenuhi standar.

Berikut grafik nilai densitas briket bioarang:



Gambar 4.2. Grafik Nilai Densitas Briket Bioarang

Dari gambar 4.2 diperoleh nilai densitas paling rendah pada sampel A sebesar  $0,37 \text{ g/cm}^3$  sedangkan nilai densitas tertinggi diperoleh pada sampel E sebesar  $0,66 \text{ g/cm}^3$ . Semakin berkurang kandungan batang pohon teh dan semakin bertambah kandungan perekat pada sampel briket maka nilai densitas yang diperoleh semakin tinggi. Menurut penelitian masthura (2019), tingginya nilai densitas dipengaruhi oleh adanya perlakuan gaya tekan secara manual pada proses pencetakan briket maka partikel-partikel briket mengalami pemampatan sesuai dengan gaya tekan yang diberikan. Semakin tinggi pengempaan maka akan menyebabkan pori-pori partikel briket akan mengalami penyempitan (semakin rapat) dan briket akan semakin padat sehingga diperoleh densitas yang tinggi.

#### 4.3. Nilai Kalor

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil kualitas nilai kalor dari briket batang pohon teh (*Camellia sinensis*) seperti tercantum pada tabel 4.3 berikut ini:

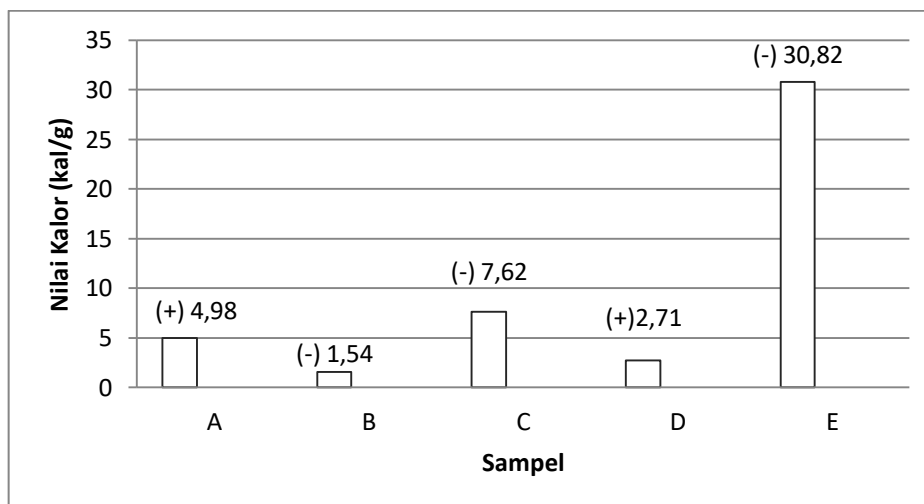
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Nilai Kalor Briket Bioarang

<b>Sampel Briket Bioarang</b>	<b>Nilai Kalor (kal/g)</b>	<b>SNI No. 01-6235-2000 (kal/g)</b>	<b>USA (kal/g)</b>
A	(+)4,98		
B	(-)1,54		
C	(-)7,62	5000	6500
D	(+)2,71		
E	(-)30,82		

Berdasarkan tabel 4.3 diperoleh nilai kalor pada sampel A, B, C, D, dan E masing-masing secara berurut yaitu (+) 4,98 kal/g, (-) 1,54 kal/g, (-) 7,62 kal/g, (+) 2,71 kal/g, dan (-) 30,82 kal/g. Pada Tabel 4.3 diperoleh hasil nilai kalor diikuti dengan tanda positif dan negatif. Hal tersebut menggambarkan proses yang terjadi pada sampel tersebut. Tanda positif menggambarkan sampel briket mengalami proses eksoterm (melepaskan kalor) sedangkan tanda negatif menggambarkan proses endoterm (menyerap kalor) pada briket. Dan dari hasil tersebut bila dibandingkan dengan standar SNI No. 01-6235-2000 briket batang pohon teh (*Camellia sinensis*) belum memenuhi standar SNI No. 01-6235-2000

begitu juga jika dibandingkan dengan standar USA belum memenuhi standar USA.

Grafik nilai kalor dicantumkan pada gambar berikut:



Gambar 4.3. Grafik Nilai Kalor Briket Bioarang

Dari gambar 4.3 semakin berkurang kandungan batang pohon teh dengan diikuti semakin bertambah kandungan perekat pada sampel briket maka nilai kalor yang diperoleh semakin rendah. Menurut penelitian sebelumnya pada Sulistyankingarti (2017) semakin banyak perekat yang ditambahkan maka kandungan air yang berasal dari bahan perekat akan menurunkan nilai kalor.

#### 4.4. Pengaplikasian briket

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengaplikasian briket dilakukan dengan melakukan uji laju pembakaran. Dan didapatkan hasil nilai laju pembakaran dari briket batang pohon teh (*Camellia sinensis*) seperti tercantum pada tabel 4.4 berikut ini:

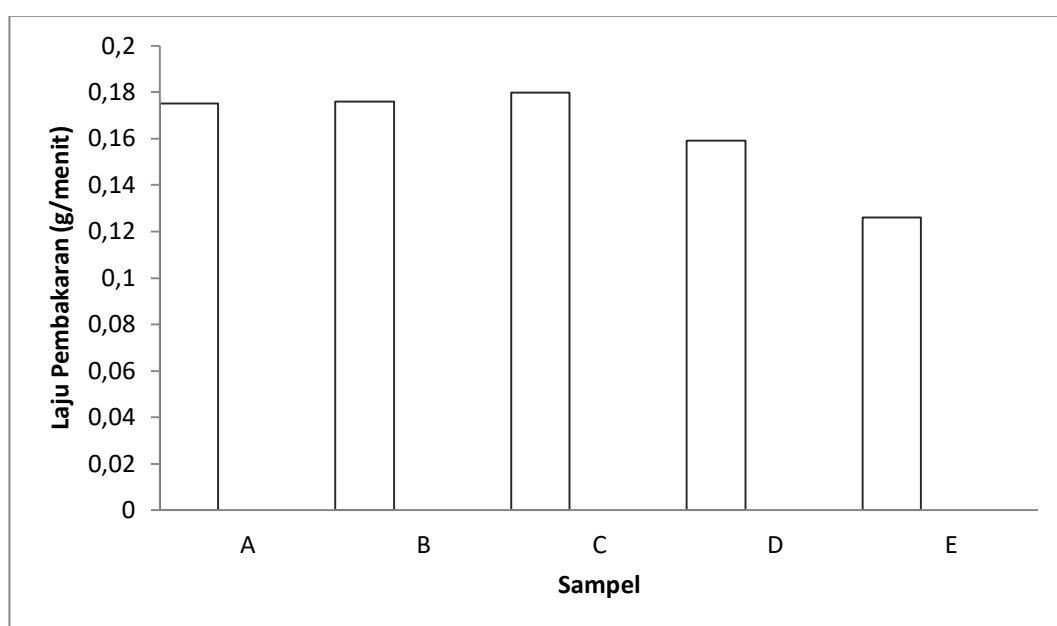
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Laju Pembakaran Briket Bioarang

Sampel Briket Bioarang	Waktu Pembakaran (menit)	Nilai Laju Pembakaran (g/menit)
A	169,3	0,1751
B	202,6	0,1759
C	220,6	0,1797
D	123,3	0,1591
E	259,0	0,1261



Berdasarkan tabel 4.4. diperoleh nilai laju pembakaran pada sampel A, B, C, D, dan E masing-masing secara berurut yaitu 0,1751 g/menit, 0,1759 g/menit, 0,1797 g/menit, 0,1591 g/menit, dan 0,1261 g/menit. Waktu terlama dalam laju pembakaran briket didapatkan dari briket batang pohon teh (*Camellia sinensis*) sampel E yaitu selama 259 menit dengan nilai laju pembakaran yang diperoleh yaitu 0,1261 g/menit. Sedangkan laju pembakaran tersingkat briket tersebut didapat pada sampel briket D yaitu selama 123,3 menit dengan nilai laju pembakaran yang diperoleh yaitu sebesar 0,1591 g/menit.

Berikut grafik nilai laju pembakaran briket bioarang:



Gambar 4.8. Grafik hasil pengujian laju pembakaran

Dari gambar 4.8 terlihat pada sampel D nilai laju pembakaran mengalami penurunan sebesar 0,1591 g/menit. Hal tersebut disebabkan oleh semakin berkurang kandungan batang pohon teh dengan semakin bertambah kandungan perekat pada sampel briket maka nilai laju pembakaran yang diperoleh semakin rendah. Menurut penelitian Masthura (2019) Selama proses pembakaran, briket akan terus mengalami penurunan berat sampai briket menjadi abu. Laju pembakaran briket merupakan banyaknya berat briket yang terbakar dalam selang waktu tertentu. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas dari suatu bahan bakar. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kelayakan dari bahan bakar yang diuji sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk skala rumah tangga.

#### 4.5. Pembahasan Penelitian

Berdasarkan perbandingan standar pengujian dengan hasil pengujian, diperoleh bahwa kriteria hasil pengujian yang memenuhi standar yaitu pengujian kadar air dan densitas. Sedangkan yang tidak memenuhi kriteria standard pengujian adalah pengujian nilai kalor.

Briket yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan skala rumah tangga dikarenakan beberapa hasil pengujiannya dapat memenuhi standar SNI No. 01-6235-2000 dan juga standar USA. Kandungan kadar air yang diperoleh semua sampel tidak melampaui 8% yang berarti telah memenuhi standar kriteria pengujian. Sedangkan kandungan densitas tiga dari lima sampel telah berhasil memenuhi standard kriteria pengujian dengan nilai densitas berkisar 0,5-0,6 g/cm<sup>3</sup>. Keefektifan pembakaran pada briket ini dibuktikan dengan pengujian laju pembakaran pada masing-masing sampel dengan rata-rata waktu pembakaran sekitar 195 menit. Untuk pengujian yang belum memenuhi standard yaitu pengujian nilai kalor sebab nilai kalor yang dihasilkan tidak mencapai 5000 kal/g.

Perhitungan nilai kadar air pada briket bioarang rata-rata 5,77%, hal ini telah memenuhi standard yang telah ditetapkan Indonesia yaitu  $\leq 8\%$ . Kadar air pada batang pohon teh sangat menentukan kualitas briket yang dihasilkan. Semakin berkurang kandungan batang pohon teh pada briket maka semakin rendah nilai kadar air yang diperoleh. Semakin rendah nilai kadar air yang diperoleh maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan.

Berdasarkan pengujian densitas yang telah dilakukan, densitas tertinggi terdapat pada sampel E sebesar 0,6 g/cm<sup>3</sup>, sedangkan densitas terendah pada sampel A sebesar 0,39 g/cm<sup>3</sup>. Semakin meningkat jumlah perekat pada briket maka nilai densitas yang dihasilkan semakin tinggi. Menurut penelitian Purwanto (2014) semakin tinggi jumlah perekat maka semakin banyak perekat yang mengisi pori-pori briket sehingga mengakibatkan ikatan anatar perekat dengan serbuk akan semakin baik karena partikel-partikel dapat menyatu, solid dan lebih rapat satu sama lain.

Pembahasan karakteristik selanjutnya yaitu nilai kalor yang dihasilkan pada briket bioarang. Pada penelitian ini nilai kalor yang dihasilkan tidak memenuhi standar karakteristik pengujian yang telah ditentukan. Hal tersebut dikarenakan batang pohon teh yang digunakan pada penelitian bersifat menyerap kalor (endoterm) sehingga kalor yang dihasilkan kurang baik.

Hasil pengujian yang lain yaitu uji laju pembakaran yang dilakukan untuk mengetahui efektivitas dari briket bioarang. Pada penelitian ini semakin berkurang kadungan batang pohon teh pada briket maka semakin lama waktu pembakaran pada briket tersebut. Menurut penelitian Mathura (2019) semakin tinggi nilai laju pembakaran maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin baik.

Berdasarkan hasil penelitian keseluruhan maka karakterisasi optimum briket bioarang diperoleh pada sampel D yaitu dengan nilai kadar air, densitas, nilai kalor, dan laju pembakaran yang masing-masing yaitu 4,92%, 0,55 g/cm<sup>3</sup>, (+) 2,71 kal/g, dan 0,1261 g/menit.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian yang telah dilakukan pada briket batang pohon teh (*Camellia sinensis*) dengan menggunakan tapioka sebagai bahan perekat maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Batang pohon teh (*Camellia sinensis*) dengan perekat tapioka dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan briket bioarang. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil pengukuran kadar air dan densitas yang telah memenuhi standar SNI No. 01-6235-2000 dan juga dengan nilai laju pembakaran yang dihasilkan sudah cukup baik ditinjau dari waktu pembakaran yang lama.
2. Semakin berkurang kandungan batang pohon teh pada briket maka semakin rendah nilai kadar air dan nilai kalornya serta semakin tinggi nilai densitasnya.
3. Briket bioarang batang pohon teh (*Camellia sinensis*) dengan karakteristik optimum terdapat pada sampel briket D yaitu dengan nilai kadar air, densitas, nilai kalor, dan laju pembakaran yang masing-masing yaitu 4,92%, 0,55 g/cm<sup>3</sup>, (+) 2,71 kal/g, dan 0,1261 g/menit.

#### **5.2. Saran**

Dari penelitian ini, saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Untuk menghasilkan kualitas briket yang lebih baik disarankan untuk mengurangi waktu penahan selama proses karbonisasi briket yang pada penelitian ini dilakukan selama 4 jam.
2. Pada proses pencetakan disarankan untuk menggunakan bantuan alat pencetakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalinda, Finta dan Jufri, Muhammad. 2018. "Formulasi briket Bioarang Sekam Padi dan Biji Salak sebagai Sumber Energi Alternatif." *Jurnal Sains Terapan* 4(2) : 99-103.
- Eka Putri, Reni dan Andasuryani. 2017. "Standar Mutu Briket dengan Bahan Baku Limbah Biomassa." *Jurnal Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas*.21(2) :143-151.
- Hudaya, Gandhi K dan Suganal. 2019. "Bahan Bakar *Co-Firing* dari Batubara dan Biomassa Tertorefaksi dalam Bentuk Briket (Skala Laboratorium)". *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* 15(1) : 31-48.
- Masthura. 2019. "Analisis Fisis dan Laju Pembakaran Briket Bioarang dari bahan Pelepah Pisang". *Journal of Islamic Science and Technology*, 5(1) : 58-66.
- Misran, Erni. 2016. "Pemanfaatan Karbon Aktif dari Ampas Teh sebagai Adsorben pada proses Adsorpsi  $\beta$ - Karoten yang terkandung dalam minyak Kelapa Sawit mentah". *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 11(2) : 92-98.
- Moeksin, Rosdiana dkk. 2017. "Pemanfaatan Limbah Baglog Jamur Sebagai Biobriket Dengan Penambahan Getah Damar Dan Tepung Kanji Sebagai Perekat". *Jurnal Teknik Kimia*, 23(4): 238-244.
- Nining Widarti, Budi dkk. 2016. "Penggunaan Tongkol Jagung akan meningkatkan Nilai Kalor pada Briket." *Jurnal Integrasi Proses* 6(1) : 16-21.
- Noriko, Nita. 2013. "Potensi Daun Teh (*Camellia Sinensis*) dan Daun Anting-Anting *Acalypha Indica L.* Dalam Menghambat Pertumbuhan *Salmonella typhi*". *Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI* 2(2) : 104-110.
- Nugraha, Andy. 2017. "Pengaruh Tekanan Pembriketan dan Presentase Briket Campuran Gambut dan Arang Pelepah Daun Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket." *Jurnal Rekayasa Mesin* 8(1) : 29-36.
- Nurhalim dkk. 2018. "Karakteristik Bio-briket Berbahan Baku Batu Bara dan Batang atau Ampas Tebu terhadap Kualitas dan Laju Pembakaran." *Jurnal Rekayasa Proses* 12(1) : 51-58.

- Pratama, Yudistira dkk. 2017. "Pembuatan Briket Pelepah Sawit menggunakan Proses Torefaksi pada Variasi Tekanan dan Penambahan Perikat Tapioka." *JOM FTEKNIK* 4(1) : 1-6.
- S. A, Saefas. 2017. "Pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh alami dan sintetik terhadap pertumbuhan tanaman teh (*Camellia Sinensis* (L.) O. Kuntze ) klon GMB 7 setelah *centering*". *Jurnal Kultivasi* 16(2) : 368-372.
- Salim, Rais. 2016. "Karakteristik Dan Mutu Arang Kayu Jati (*Tectona Gradis*) Dengan System Pengarangan Campuran Pada Metode Tungku Drum". *Jurnal Riset Hasil Hutan*, 8(2): 53-64.
- Sari Wijianti, Eka dkk. 2017. "Briket Arang Berbahan Campuran Ampas Daging Buah Kelapa dan Tongkol Jagung." *Jurnal Teknik Mesin* 3(1) : 30-35.
- Septian Erik Taurik. Dkk. 2017. "Pengaruh variasi tekanan pencetakan terhadap karakteristik Briket berbahan kayu senggani dan kulit kayu bakar". *Jurnal teknik mesin* 3 (2): 22-29.
- Sulistianing karti, Lilih dan Utami Budi. 2017. "Pembuatan Briket Arang dari Limbah Organik Tongkol Jagung dengan menggunakan Variasi Jenis dan Presentase Perikat." *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia* 2(1) : 43-53.
- Suryaningsih, Sri dkk. 2018. "Pengaruh Ukuran Butir Briket Campuran Sekam Padi dengan Serbuk Kayu Jati terhadap Emisi Karbon Monoksida (Co) dan Laju Pembakaran." *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika* 2(1) : 15-21.
- Widyasanti, Asri. 2016. "Pembuatan Sabun Padat Transparan Menggunakan Minyak Kelapa Sawit (*Palm Oil*) dengan penambahan Bahan Aktif Ekstrak Teh Putih (*Camellia Sinensis*)". *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 5(3) : 125-136.
- Zaenul Amin, Ahmad. 2017. "Pengaruh Variasi Jumlah Perikat tepung Tapioka terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa." [Skripsi] S

**LAMPIRAN 1**  
**PERHITUNGAN NILAI KADAR AIR**

Besarnya kadar air dihitung dengan rumus:

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

Keterangan:

a : Sampel awal (g)

b : Sampel hasil penyusutan (g)

Tabel 4.5 Perhitungan Kadar Air Briket Bioarang Batang Pohon Teh  
(*Camellia sinensis*)

<b>Komposisi</b>	<b>Sampel 1</b>	<b>Sampel 2</b>	<b>Sampel 3</b>
A(90%:10%)	a = 35,98 g b = 33,59 g K= 7,11%	a = 30,31 g b = 28,20 g K= 7,48%	a = 30,57 g b = 28,38 g K= 7,71%
B (80%:20%)	a = 39,37 g b = 37,14 g K= 6,00%	a = 39,36 g b = 36,97 g K= 6,46%	a = 38,34 g b = 36,16 g K= 6,02%
C (70%:30%)	a = 37,16 g b = 35,24 g K= 5,4%	a = 38,17 g b = 36,00 g K= 6,02%	a = 37,75 g b = 35,72 g K= 5,68%
D (60%:40%)	a = 41,12 g b = 39,34 g K= 4,52%	a = 39,79 g b = 37,80 g K= 5,2%	a = 42,47 g b = 40,43 g K= 5,04%
E (50%:50%)	a = 45,19 g b = 43,27 g K= 4,43%	a = 43,77 g b = 41,74 g K= 4,86%	a = 44,77 g b = 42,78 g K= 4,65%

**LAMPIRAN 2**  
**PERHITUNGAN NILAI DENSITAS**

Nilai densitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana:

$\rho$  = Massa jenis (g/cm<sup>3</sup>)

m = Massa Briket (gram)

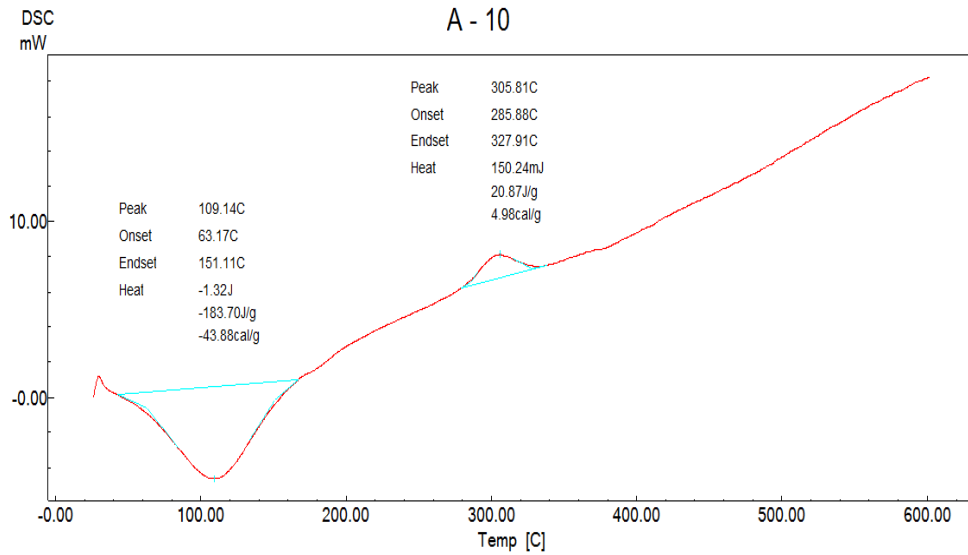
v = Volume (3,14 x r<sup>2</sup> x tinggi)/ cm<sup>3</sup>

Tabel 4.6 Perhitungan Nilai Densitas Briket Bioarang Batang Pohon Teh  
(*Camellia sinensis*)

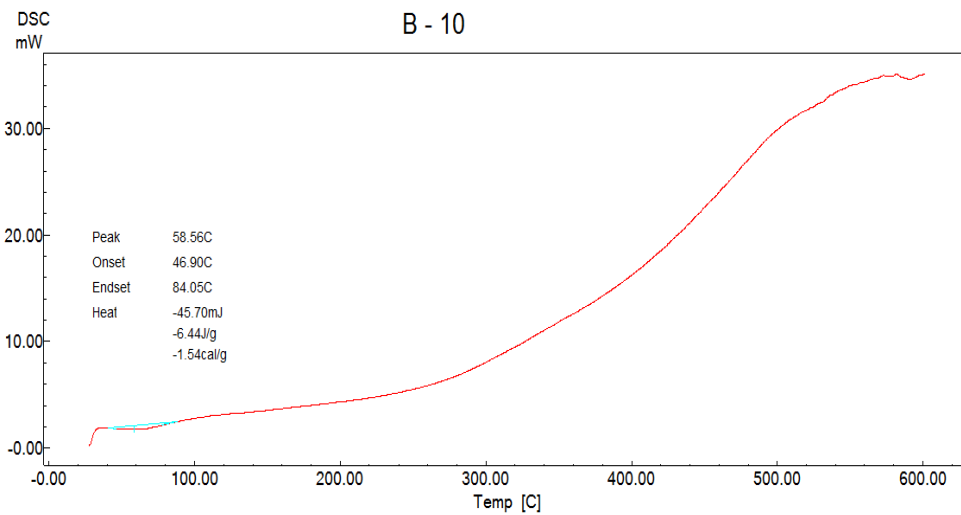
<b>Komposisi</b>	<b>Sampel 1</b>	<b>Sampel 2</b>	<b>Sampel 3</b>
A(90%:10%)	m = 30 g v = 79,02 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,379 \text{ g/cm}^3$	m = 31 g v = 78,37 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,395 \text{ g/cm}^3$	m = 33 g v = 81,28 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,406 \text{ g/cm}^3$
B(80%:20%)	m = 38 g v = 87,42 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,434 \text{ g/cm}^3$	m = 39 g v = 80,54 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,484 \text{ g/cm}^3$	m = 39 g v = 79,83 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,488 \text{ g/cm}^3$
C(70%:30%)	m = 47 g v = 88,036 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,53 \text{ g/cm}^3$	m = 47 g v = 88,036 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,53 \text{ g/cm}^3$	m = 50 g v = 84,18 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,53 \text{ g/cm}^3$
D(60%:40%)	m = 45 g v = 82,06 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,54 \text{ g/cm}^3$	m = 44 g v = 76,92 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,57 \text{ g/cm}^3$	m = 46 g v = 82,06 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,56 \text{ g/cm}^3$
E(50%:50%)	m = 47 g v = 79,83 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,58 \text{ g/cm}^3$	m = 44 g v = 66,56 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,66 \text{ g/cm}^3$	m = 46 g v = 76,92 cm <sup>3</sup> $\rho = 0,59 \text{ g/cm}^3$



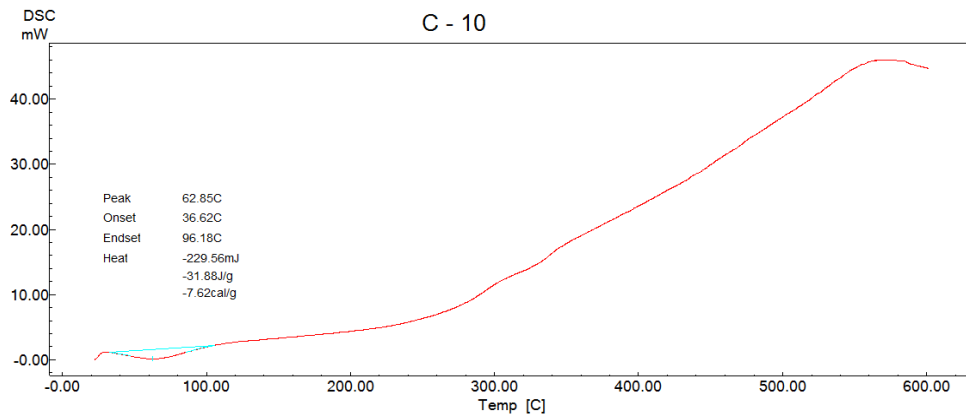
**LAMPIRAN 3**  
**GAMBAR GRAFIK NILAI KALOR**



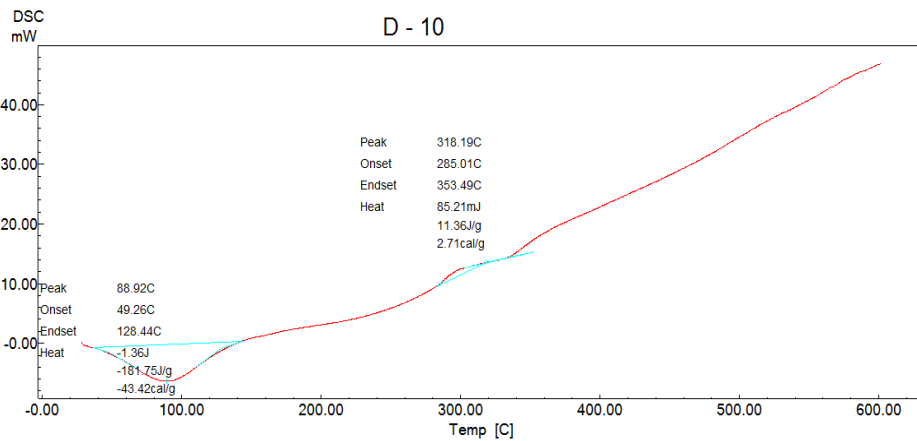
Gambar 4.3 Grafik Nilai Kalor pada Briket Bioarang Batang Pohon Teh  
(*Camellia sinensis*) komposisi 90%:10%



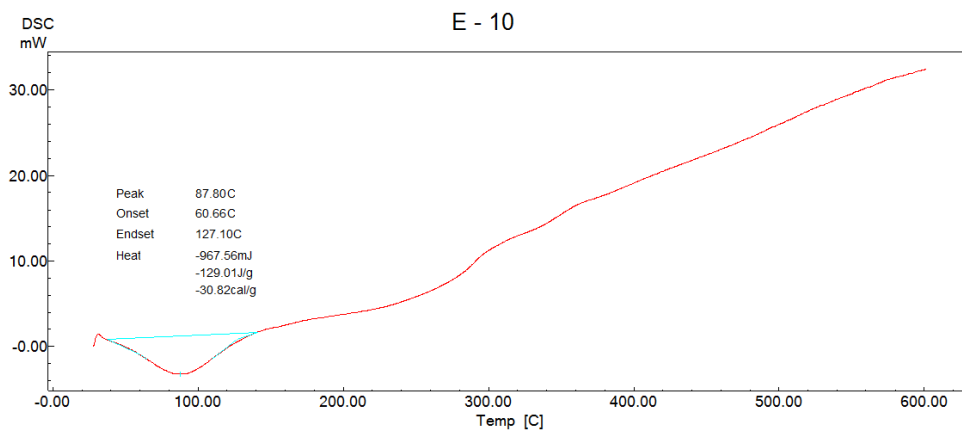
Gambar 4.4 Grafik Nilai Kalor pada Briket Bioarang Batang Pohon Teh  
(*Camellia sinensis*) komposisi 80%:20%



Gambar 4.5 Grafik Nilai Kalor pada Briket Bioarang Batang Pohon Teh  
(*Camellia sinensis*) komposisi 70%:30%



Gambar 4.6 Grafik Nilai Kalor pada Briket Bioarang Batang Pohon Teh  
(*Camellia sinensis*) komposisi 60%:40%



Gambar 4.7 Grafik Nilai Kalor pada Briket Bioarang Batang Pohon Teh  
(*Camellia sinensis*) komposisi 50%:50%

**LAMPIRAN 4**  
**PERHITUNGAN NILAI LAJU PEMBAKARAN**

Nilai laju pembakaran dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{massa briket terbakar}}{\text{waktu pembakaran}}$$

Di mana:

Massa briket terbakar ( $m_{bt}$ ) = massa briket awal( $m_a$ ) – massa briket sisa( $m_s$ )/  
(g)

Tabel 4.7 Perhitungan Nilai Laju Pembakaran Briket Batang Pohon Teh  
(*Camellia sinensis*)

Komposisi	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
A(90%:10%)	$m_a = 33$ g	$m_a = 34$ g	$m_a = 33$ g
	$m_s = 3$ g	$m_s = 3$ g	$m_s = 5$ g
	$m_{bt} = 30$ g	$m_{bt} = 31$ g	$m_{bt} = 28$ g
	$w_p = 172$ menit	$w_p = 176$ menit	$w_p = 160$ menit
	$L = 0,1744$ g/menit	$L = 0,1761$ g/menit	$L = 0,175$ g/menit
B(80%:20%)	$m_a = 39$ g	$m_a = 39$ g	$m_a = 41$ g
	$m_s = 3$ g	$m_s = 5$ g	$m_s = 4$ g
	$m_{bt} = 36$ g	$m_{bt} = 34$ g	$m_{bt} = 37$ g
	$w_p = 199$ menit	$w_p = 199$ menit	$w_p = 210$ menit
	$L = 0,1809$ g/menit	$L = 0,1708$ g/menit	$L = 0,176$ g/menit
C(70%:30%)	$m_a = 41$ g	$m_a = 42$ g	$m_a = 44$ g
	$m_s = 2$ g	$m_s = 2$ g	$m_s = 4$ g
	$m_{bt} = 39$ g	$m_{bt} = 40$ g	$m_{bt} = 40$ g
	$w_p = 211$ menit	$w_p = 216$ menit	$w_p = 235$ menit
	$L = 0,184$ g/menit	$L = 0,185$ g/menit	$L = 0,1702$ g/menit
D (60%:40%)	$m_a = 43$ g	$m_a = 42$ g	$m_a = 42$ g
	$m_s = 36$ g	$m_s = 25$ g	$m_s = 3$ g
	$m_{bt} = 7$ g	$m_{bt} = 17$ g	$m_{bt} = 39$ g

	$w_p = 53$ menit	$w_p = 148$ menit	$w_p = 169$ menit
	$L = 0,132$ g/menit	$L = 0,1148$ g/menit	$L = 0,2307$ g/menit
E(50%50%)	$m_a = 42$ g	$m_a = 43$ g	$m_a = 42$ g
	$m_s = 14$ g	$m_s = 13$ g	$m_s = 3$ g
	$m_{bt} = 28$ g	$m_{bt} = 30$ g	$m_{bt} = 39$ g
	$w_p = 262$ menit	$w_p = 275$ menit	$w_p = 240$ menit
	$L = 0,1068$ g/menit	$L = 0,109$ g/menit	$L = 0,1625$ g/menit

**LAMPIRAN 5**  
**GAMBAR ALAT**

Gambar Cetakan



Gambar Oven



Gambar *Beaker Glass*



Gambar Neraca



Gambar Cawan



Gambar Penjepit



Gambar jangka sorong



Gambar Stopwatch



Gambar Lesung



**LAMPIRAN 6**  
**GAMBAR BAHAN**

Bahan yang digunakan yaitu:

1. Serbuk batang pohon teh



2. Perekat tapioka (dengan air 1:3)





**LAMPIRAN 7**  
**PROSES PEMBUATAN BRIKET BIOARANG**

Lampiran Proses Pembuatan Briket Batang Pohon Teh (*Camellia sinensis*)



1. Persiapan batang pohon teh (pencacahan dan penjemuran dibawah sinar matahari)



2. Proses Karbonisasi batang pohon teh pada suhu 200°C selama 3 jam



3. Hasil Karbonisasi batang Pohon Teh



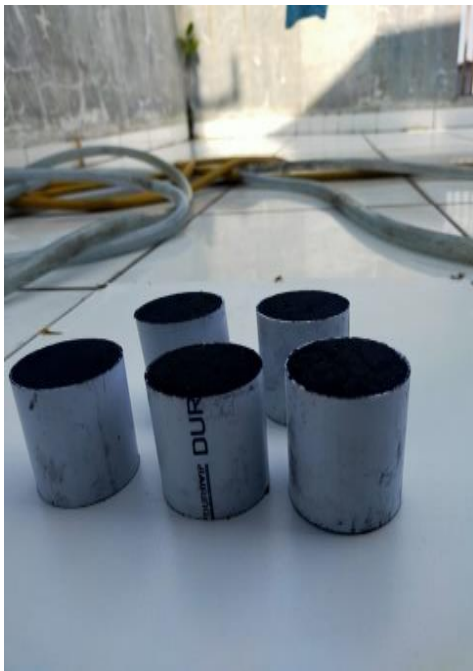
4. Serbuk batang Pohon Teh yang telah dikarbonkan



5. Perekat tapioka dengan perbandingan air 1:3



6. Tampak atas pencetakan briket



7. Tampak samping pencetakan briket



8. Briket setelah dikeluarkan dari cetakan

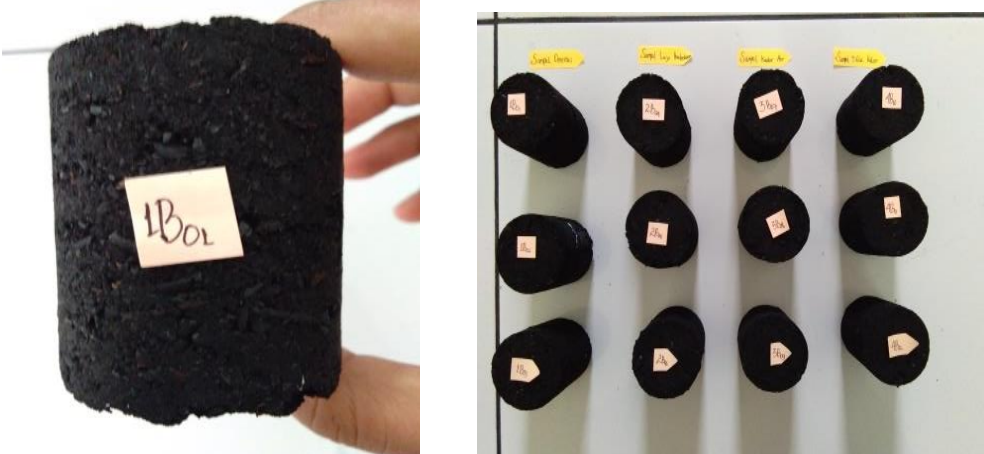
**LAMPIRAN 8**  
**GAMBAR SAMPEL**

Gambar Sampel

Gambar Sampel komposisi A (90%:10%)



Gambar Sampel komposisi B (80%:20%)



Gambar Sampel komposisi C (70%:30%)



Gambar Sampel komposisi D (60%:40%)



Gambar Sampel komposisi E (50%:50%)



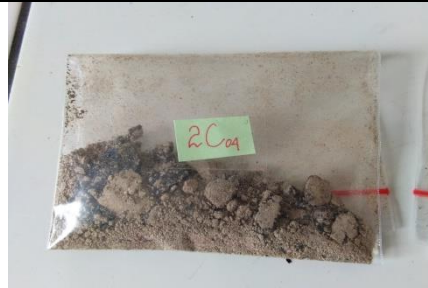
## LAMPIRAN 9

### GAMBAR SAMPEL SETELAH UJI LAJU PEMBAKARAN

Sampel Sebelum dan Sesudah Pengujian Laju Pembakaran

Sebelum Pengujian	Setelah Pengujian
<p data-bbox="347 517 635 551">Sampel A (90%:10%)</p> 	
<p data-bbox="347 1158 635 1191">Sampel B (80%:20%)</p> 	

Sampel C (70%:30%)



Sampel D (60%:40%)



Sampel E (50%:50%)

