

**PENAMBAHAN PEREKAT DAN UKURAN PARTIKEL TERHADAP  
KUALITAS BRIKET TONGKOL JAGUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Lofeiventa Sebayang  
1714231010**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRACT**

### **THE ADDITION OF ADHESIVE AND PARTICLE SIZE ON THE QUALITY OF CORN COB BRIQUETTES**

**By**

**Lofeiventa Sebayang**

*The increased activity of corn farmers increased corn production, therefore affecting to an increase of corncob waste. It is necessary to use corn cobs to reduce the generation of corn cobs, which by making them into the alternative energy as a substitute for the fuel oil to anticipate an energy scarcity. This study aims to determine the best addition of adhesive and particle size to obtain the quality corncob briquettes. This research has been done in November 2021 at the Agro-industrial Waste Management Laboratory, Department of Agricultural Product Technology and Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Lampung. This research used the methods descriptive statistical tests using two factors, specifically the first factor is a particle size (P) within three size variations, namely 50 mesh (P1), 60 mesh (P2), and 70 mesh (P3). The second factor is the adhesive concentration (K) within three concentration variations, namely 12.5% (K1), 15% (K2), and 17.5% (K3). The results showed that the best addition of adhesive and particle size to obtain the quality of corn cob briquettes was P3K1 (70 mesh particle size, and 17.5% adhesive added). The briquettes produced by P3K3 have a calorific value of 5518.4988 Cal, water content of 6.9%, Shatter index of 0.42%, ash content of 6.8%, combustion rate of 0.4919 g/m.*

**Keywords: Briquettes, Corncob waste, Renewable fuel, Tapioca flour**

## **ABSTRAK**

### **PENAMBAHAN PEREKAT DAN UKURAN PARTIKEL TERHADAP KUALITAS BRIKET TONGKOL JAGUNG**

**Oleh**

**Lofeiventa Sebayang**

Meningkatnya aktivitas para petani jagung meningkatkan produksi jagung sehingga menimbulkan adanya peningkatan limbah tongkol jagung. Diperlukan pemanfaatan tongkol jagung untuk mengurangi timbulan tongkol jagung yaitu dengan membuatnya menjadi energi lternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak untuk mengantisipasi kelangkaan energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penambahan perekat dan ukuran partikel terbaik untuk mendapatkan briket tongkol jagung yang berkualitas. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2021 di Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan metode statistik deskriptif dengan menggunakan dua faktor yaitu faktor pertama ukuran partikel (P) dengan tiga variasi ukuran yaitu 50 mesh (P1), 60 mesh (P2), dan 70 mesh (P3). Faktor kedua yaitu konsentrasi perekat (K) dengan tiga variasi konsentrasi yaitu 12,5% (K1), 15% (K2), dan 17,5% (K3). Hasil penelitian menunjukkan penambahan perekat dan ukuran partikel terbaik untuk mendapatkan briket tongkol jaguang yang berkualitas yaitu P3K1 (ukuran partikel 70 mesh, dan penambahan perekat 17,5%). Briket yang dihasilkan P3K3 terhadap nilai kalor sebesar 5518,4988 Kal, kada air sebesar 6,9%, Shatter index sebesar 0,42%, kadar abu sebesar 6,8%, laju pembakaran sebesar 0,4919 g/m.

**Kata Kunci: Briket, Limbah tongkol jagung, Tepung tapioka, Bahan bakar  
terbarukan**

**PENAMBAHAN PEREKAT DAN UKURAN PARTIKEL TERHADAP  
KUALITAS BRIKET TONGKOL JAGUNG**

**Oleh**

**Lofeiventa Sebayang**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

Jurusan Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

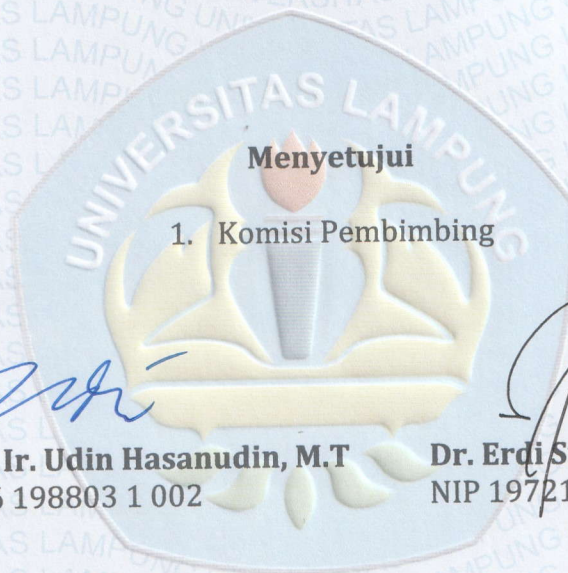
Judul Skripsi : **PENAMBAHAN PEREKAT DAN UKURAN PARTIKEL TERHADAP KUALITAS BRIKET TONGKOL JAGUNG**

Nama Mahasiswa : **Ioseiventa Sebayang**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1714231010**


Jurusan : **Teknologi Hasil Pertanian**

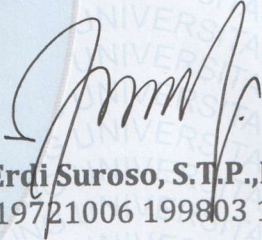
Fakultas : **Pertanian**



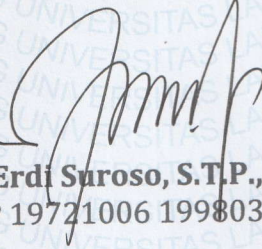
**Menyetujui**

1. **Komisi Pembimbing**

  
**Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T**  
NIP 19640106 198803 1 002

  
**Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A**  
NIP 19721006 199803 1 005

2. **Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian**

  
**Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.**  
NIP 19721006 199803 1 005

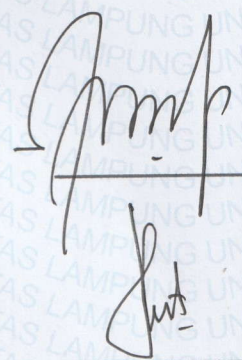
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

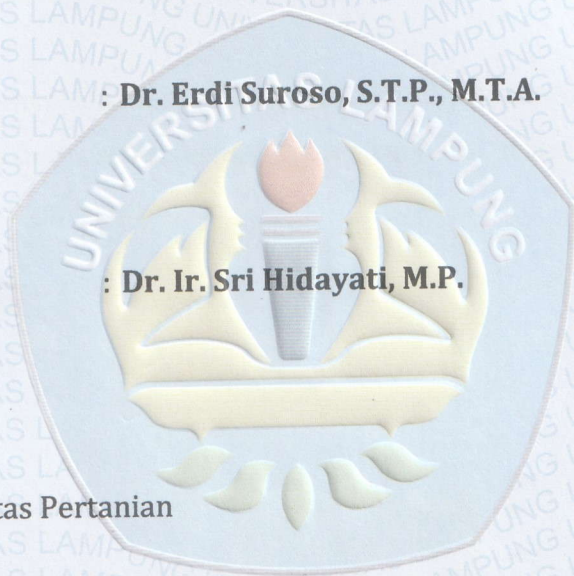
**Ketua : Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T.**



**Sekretaris : Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.**



**Pembahas : Dr. Ir. Sri Hidayati, M.P.**

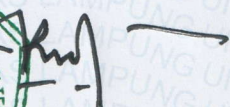


**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Arwan Sukri Banuwa, M.Si.**

**NIP 19611020 198603 1 002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 04 September 2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya Lofeiventa Sebayang NMP 1714231010

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pengetahuan dan data yang telah saya dapatkan. Karya ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil palgiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 4 September 2023



**Lofeiventa Sebayang**  
NPM 1714231010

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama Lofeiventa Sebayang, dilahirkan di desa Perbesi pada tanggal 06 April 1999 sebagai anak Pertama dari dari pasangan Bapak Kamran Sebayang dan Ibu Leliana br Tarigan. Penulis menyelesaikan pendidikan TK GBKP Getsmani Perbesii, sekolah Dasar di SDN 060423 Perbesi Simbelang yang diselesaikan pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama di SMPS Santa Maria Kabanjahe Sumatera Utara yang diselesaikan pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas di SMAS Katolik 1 Kabanjahe Sumatera Utara yang diselesaikan pada tahun 2017.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik pada bulan Januari Maret 2021 di Desa Bandar Negeri, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PTPN (B2TP), dengan judul “Mempelajari Proses Pengawetan Labu Kuning” pada Oktober 2020. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif berorganisasi dengan bergabung menjadi anggota kemahasiswaan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Menjadi Anggota IMKA.



## SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena telah melimpahkan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Penambahan Perekat dan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Tongkol Jagung". Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana (S-1) di Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih atas segala dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak selama proses studi dan juga selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, dan selaku pembimbing 2 penulisan skripsi saya.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T., selaku Pembimbing Pertama atas ketulusan hati, kesabarannya dalam membimbing penulis dan memberikan bantuan, motivasi, arahan, dalam penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr, Ir. Sri Hidayati, M.P., selaku Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan dalam proses penyusunan skripsi ini, dan juga selaku pembimbing akademik yang selalu membantu dalam masa perkuliahan saya.
5. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung – atas keikhlasan dalam memberikan ilmunya dan memberikan banyak pembelajaran yang banyak diadopsi oleh penulis.
6. Ayah, Ibu, Kakak, Nenek beserta keluarga besarku – atas semua kasih sayang, nasehat, dukungan, dan keceriaan di keluarga serta doa tulus yang selalutercurah tiada henti bagi penulis.
7. Teman-teman THP dan TIP angkatan 2017 yang tidak bisa disebutkan semua. Terimakasih atas doa, kenangan, bantuan, motivasi dan kebersamaannya.

8. Semua pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis sangat menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat memberikan manfaat bagi penulis serta pembaca.

Bandar lampung, 4 September 2023

Penulis,

Lofeiventa Sebayang

1714231010

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>iv</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Kerangka Pikir.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Energi .....	6
2.2 Biomassa .....	7
2.3 Tongkol Jagung .....	7
2.4 Proses Pengarangan.....	8
2.5 Briket Arang .....	9
2.6 Bahan Perekat.....	9
2.7 Keunggulan Briket Tongkol Jagung.....	11
2.8 Standar Mutu Briket Arang .....	12
2.9 Kadar Air.....	13
2.10 Nilai Kalor .....	14
2.11 Kadar Abu .....	15
2.12 Shatter Index.....	16
2.13 Laju Pembakaran .....	16
2.14 Statistik Deskriptif.....	17
2.15 Penelitian Terdahulu.....	17
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.2 Bahan dan Peralatan .....	19

3.3	Metode Penelitian.....	19
3.4	Prosedur Penelitian.....	20
3.4.1	Tahap Pengarangan .....	20
3.4.2	Proses penghalusan dan pengayakan .....	20
3.4.3	Tahap Pembuatan Perekat .....	21
3.4.4	Tahap Pembuatan Briket .....	21
3.5	Tahap Pengujian .....	23
3.5.1	Kadar Air.....	23
3.5.2	Shatter Index .....	23
3.5.3	Laju Pembakaran.....	24
3.5.4	Nilai Kalor.....	24
3.5.5	Kadar Abu .....	25
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1	Produk Briket Tongkol Jagung.....	26
4.2	Nilai Kalor .....	27
4.3	Kadar Air.....	29
4.4	Shatter Index.....	32
4.5	Kadar Abu .....	34
4.6	Laju Pembakaran .....	36
<b>V.</b>	<b>SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>39</b>
5.1	Simpulan.....	39
5.2	Saran .....	39
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>40</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>40</b>

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 1. Tongkol Jagung .....	3
Gambar 2. Kerangka Pikir.....	5
Gambar 3 Uji Drop Test.....	16
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian .....	22
Gambar 5. Produk Briket Tongkol Jagung .....	26
Gambar 6. Nilai Kalor Briket.....	27
Gambar 7. Kadar Air Briket.....	30
Gambar 8. Shatter Index Briket .....	32
Gambar 9. Kadar Abu Briket .....	35
Gambar 10. Laju Pembakaran Briket.....	37

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1. Standar Briket .....	12
Tabel 2. Statistik Nilai Kalor .....	28
Tabel 3. Statistik Kadar Air .....	30
Tabel 4. Statistik Shatter Index .....	33
Tabel 5. Statistik Kadar Abu.....	35
Tabel 6. Statistik Laju Pembakaran .....	37

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi menjadi salah satu faktor penting dalam pembangunan dan pertumbuhan ekonomi berkelanjutan sebuah negara (Gulagi dkk., 2020). Meningkatnya suatu pembangunan ekonomi yang dinamis yang ditandai dengan meningkatnya *output* produksi serta aktivitas ekonomi dalam suatu negara yang didukung oleh sektor industri, rumah tangga, transportasi, jasa dan lain-lain dengan menggunakan energi dan kegiatan ini akan meningkatkan kebutuhan energi. Peningkatan populasi masyarakat dalam suatu negara juga dapat meningkatkan kebutuhan energi, hal ini dikarenakan dalam melakukan aktivitas sehari-hari masyarakat tidak luput dalam penggunaan energi, oleh karena itu perencanaan akan energi yang tersedia perlu diatur dengan baik demi keberhasilan pembangunan nasional (Kartiasih dkk., 2012).

Sumber energi di dunia sudah mengalami perubahan beberapa kali, di mana awalnya masyarakat menggunakan biomassa seperti kayu bakar dalam memenuhi kebutuhan energi dan kemudian karena adanya revolusi industri pada tahun 1990-an, kebutuhan energi masyarakat berubah menjadi fosil seperti batu bara, minyak, dan gas bumi (Setyono dkk., 2021). Kebutuhan energi di Indonesia saat ini, didukung dengan penggunaan energi berbasis fosil, yang mana energi ini merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui, hal ini akan menyebabkan terjadinya kelangkaan akan energi tersebut sehingga tidak dapat memenuhi permintaan akan konsumsi energi dan kebutuhan sumber daya. Penggunaan energi berbasis fosil yang semakin meningkat juga menyebabkan naiknya emisi gas rumah kaca sehingga iklim menjadi tidak stabil dan menyebabkan kenaikan suhu di bumi dan permukaan air laut (Kartiasih dkk., 2012).

Permasalahan akan kelangkaan energi mendorong dunia untuk membuat suatu pengelolaan energi global dengan visi pengurangan emisi dengan meningkatkan kapasitas dan pemanfaatan pembangkit Energi Baru Terbarukan (EBT), pengurangan konsumsi energi berbasis fosil di seluruh sektor serta beralih ke transportasi berbasis listrik (IEA, 2021). Pemanfaatan energi terbarukan ini menjadi salah satu solusi yang sedang digunakan karena berdampak signifikan pada aspek-aspek kehidupan, seperti kondisi sosial, lingkungan dan ekonomi (Yang dkk., 2021).

Indonesia saat ini mengembangkan penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT). Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia menargetkan penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT) sampai tahun 2025 tercapai 23%, namun pada tahun 2020 realisasi penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT) masih mencapai 11,2%, yang artinya masih perlu memanfaatkan sumber daya yang tersedia untuk mendukung penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT). Energi Baru Terbarukan (EBT) ditanggapi serius oleh pemerintah sehingga dalam melaksanakannya pemerintah mencantumkan Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) terkait dengan pemanfaatan sumber daya energi dalam menjaga ketersediaan energi untuk kebutuhan nasional. Energi terbarukan dapat dibuat melalui sumber daya energi. Sumber daya energi merupakan sumber daya alam yang dapat diolah manusia untuk menghasilkan energi terbarukan. Sumber energi ini dapat dihasilkan dari alam sehingga disebut sumber energi primer seperti minyak, gas bumi, biomassa, batu bara dan lainnya (Azhar dan Satriawan, 2018).

Salah satu sumber energi yang saat ini dimanfaatkan untuk energi terbarukan di Indonesia adalah energi biomassa. Biomassa adalah semua senyawa organik yang dihasilkan dari hasil pertanian, alga serta sampah organik. Salah satu energi biomassa yang dapat dimanfaatkan yaitu limbah dari hasil pertanian. Limbah pertanian merupakan sisa dari produksi pertanian yang tidak bernilai ekonomis sehingga tidak diterima lingkungan (Jamil dan Anggraini, 2011). Biomassa dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi



untuk membuat alternatif bahan bakar dengan cara mengubahnya menjadi arang yang dapat diolah menjadi bahan bakar padat dalam bentuk briket (Sulistyaningarti, 2017).

Salah satu limbah pertanian yang banyak dijumpai di Indonesia yaitu adalah tongkol jagung. Negara Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki hasil panen jagung yang cukup besar. Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia, hasil panen jagung mencapai 24,95 juta ton pada tahun 2020, hasil panen ini didapatkan dari luas panen sebesar 5,16 juta hektar. Dari hasil panen ini dapat dilihat bahwa jagung ini menghasilkan banyak limbah tongkol jagung.



Gambar 1. Tongkol Jagung  
Sumber: Dokumentasi penelitian (2022)

Alternatif ini dapat dimanfaatkan yaitu dengan mengelolanya menjadi briket. Briket adalah salah satu bahan bakar berbentuk padat berpori yang mengandung karbon yang dihasilkan dari proses karbonisasi dengan suhu tinggi (Sudradjat dkk., 2006). Briket ini diperoleh dengan cara membakar biomassa kering dan dibentuk menjadi padat agar dapat digunakan menjadi bahan bakar alternatif (Muhammad dkk., 2018). Tujuan dari pembuatan

briket dari tongkol jagung yaitu untuk mengurangi limbah biomassa dan menjadi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak, khususnya untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga (Sulistyaningkarti, 2017).

## **1.2 Tujuan Penelitian**

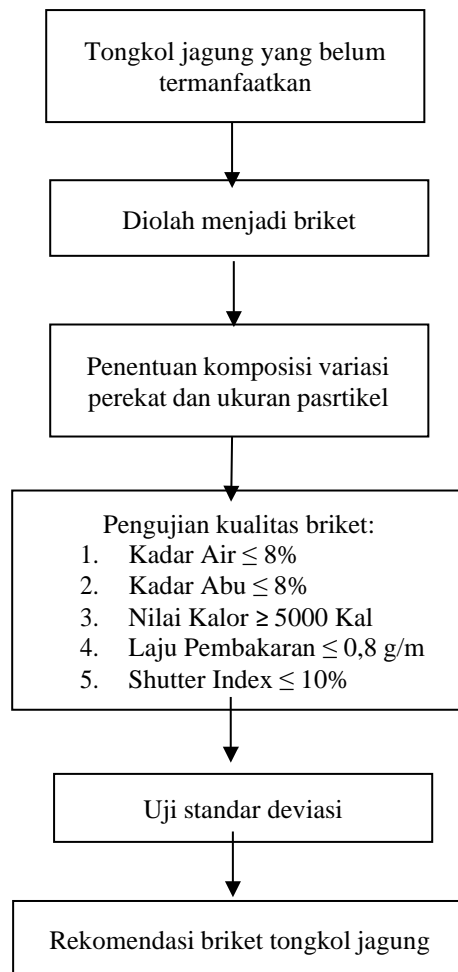
Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui penambahan perekat dan ukuran partikel untuk mendapatkan briket tongkol jagung yang berkualitas

## **1.3 Kerangka Pikir**

Penyebaran tanaman jagung di Indonesia sangatlah luas, hampir tersebar diseluruhwilayah baik dataran tinggi maupun dataran rendah. Tanaman jagung biasanya dijual berupa pipilan dengan memisahkan bagian kulit dan juga tongkol. Pemanfaatan limbah sisa pasca panen berupa tongkol jagung belum dimanfaatkan secara optimal, biasanya petani hanya membuang atau membakar limbah tongkol jagung. Seiring dengan peningkatan pertumbuhan populasi maka kebutuhan energi juga akan semakin bertambah. Selama ini sumber energi yang digunakan di Indonesia masih banyak menggunakan energi yang tidak terbarukan seperti bahan bakar minyak ataupun batubara.

Tongkol jagung merupakan salah satu hasil pasca panen pertanian yang dapat dimanfaatkan menjadi briket, dengan memanfaatkan tongkol jagung menjadi briket maka dapat membantu petani dalam mengatasi limbah tongkol jagung, dan juga briket yang telah diolah dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar pengganti minyak tanah ataupun gas. Kebutuhan dari energi yang semakin banyak harus ditangani secara serius, salah satunya adalah energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang dapat memecahkan masalah ini adalah pembuatan briket dari tongkol jagung. Penelitian ini bertujuan untuk membuat briket dari tongkol jagung dengan variasi ukuran dan variasi konsentrasi perekat untuk mendapatkan kualitas briket yang baik. Proses pembuatan briket dilakukan dengan penekanan sebesar 1,5 ton kemudian

dikeringkan selama kurang lebih satu minggu. Hasil dari briket tersebut akan diuji dengan parameter nilai kalor, kadar air, kadar abu, shatter index, dan laju pembakaran. Pengujian tersebut bertujuan untuk mendapatkan hasil briket terbaik di setiap masing masing variasi.



Gambar 2. Kerangka Pikir

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Energi

Energi merupakan suatu kemampuan untuk melakukan kerja (*energy is the capability for doing work*) yang bersifat abstrak namun dapat dirasakan (Raharjo,2013). Energi menurut (Faridah, 2018) adalah suatu besaran secara konseptual yang dihubungkan dengan suatu proses atau perubahan, secara praktis dikaitkan dengan jumlah bahan bakar dan konsumsi jumlah listrik. Sedangkan energi alam merupakan sesuatu yang berasal dari sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk digunakan dalam berbagai kepentingan dan hidup manusia dalam memenuhi kebutuhan energinya (Widodo dkk.,2021).

Energi dapat dihasilkan dari bumi (*terrestrial*) dan luar bumi (*extraterrestrial*). Sumber energi yang berasal energi dari luar bumi yaitu energi surya. Sedangkan sumber energi yang berasal dari bumi yaitu energi tak terbarukan seperti minyak bumi, batu bara serta gas alam, dan energi yang terbarukan seperti biomassa, matahari, angin, panas bumi yang dapat dimanfaatkan dengan cara mengubahnya menjadi sebuah energi alternatif. Energi alternatif atau energi terbarukan adalah suatu bentuk energi yang bersal dari biomassa, hujan, panas bumi, angin, air dan matahari yang dapat dikonversi menjadi pengganti energi yang tak dapat terbarukan. Energi alternatif bersifat ramah lingkungan dan tidak menimbulkan dampak negatif akibat perubahan iklim (Nugroho dkk., 2019).

## 2.2 Biomassa

Biomassa merupakan material biologis yang berasal dari suatu kehidupan, atau organisme yang masih hidup yang tergolong mengandung lignin, selulosa, dan holoselulosa. biomassa memiliki struktur karbon dan mengandung campuran kimiawi bahan organik seperti hidrogen, oksigen, nitrogen, dan atom-atom kecil. Biomassa dapat dihasilkan dari tanaman perkebunan atau pertanian, hutan, peternakan bahkan sampah. Bahan-bahan untuk biomassa adalah bahan-bahan organik yang berumur relatif muda yang dihasilkan dari limbah hasil pertanian ataupun sisa metabolisme peternakan.

Biomassa merupakan satu-satunya sumber karbon yang dapat menjadi energi terbarukan karena dapat diproses menjadi bahan bakar gas, cair, dan padat yang baik. Energi biomassa dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif pengganti minyak bumi yang bersal dari bahan bakar fosil karena sifatnya yang dapat dimanfaatkan secara lestari, dengan kata lain dapat diperbaharui (*renewable resources*) dan relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga biomass ini tidak akan menimbulkan polusi udara serta dapat meningkatkan pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian (Ridhuan dkk., 2019).

## 2.3 Tongkol Jagung

Tanaman jagung adalah salah satu jenis tanaman biji-bijian dari keluarga rumput-rumput (*graminae*). Dalam kegiatan industri tanaman jagung akan dihasilkan limbah berupa kelobot dan Tongkol jagung (*corn cob*). Setelah masa produktif tanaman jagung habis maka limbah dari tanaman jagung dihasilkan cukup banyak, namun tidak termanfaatkan secara optimal, sehingga timbul sebuah gagasan agar limbah Tongkol jagung dapat dimanfaatkan

Untuk menghasilkan nilai lebih. *Briquerting* adalah sebuah metode yang efektif untuk dapat mengkonversi bahan baku padat yaitu limbah Tongkol jagung

menjadi suatu bentuk hasil kompak sianglebih efektif dan efisien untuk digunakan (Widarti dkk, 2016).

Tongkol jagung adalah salah satu limbah hasil pertanian yang bersifat lignoselulosik. Limbah lignoselulosik merupakan limbah yang menagndung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Senyawa-senyawa ini dapat dimanfaatkan menjadi senyawa lain untuk menghasilkan suatu produk baru sehingga dapat menghasilkan nilai ekonomi (Astuti dkk., 2013). Tongkol jagung biasanya digunakan sebagai pakan ternak atau bahan bakar. Salah satu pemanfaatan tongkol jagung sangat potensial dijadikan sebagai arang aktif karena kandungannya yang cocok untuk digunakan untuk pembuatan arang, tongkol jadung mengandung karbon 43,42%, hidrogen 6,32%, serta nilai kalor yang berkisar antara 14,7-18,9MJ/kg (Amin dkk., 2016).

## **2.4 Proses Pengarangan**

Pengarangan merupakan sebuah proses mengubah sebuah bahan menjadi karbon melalui pembakaran di dalam ruang yang tertutup dengan udara yang terbatas atau dengan udara yang seminimal mungkin. Jika proses pembakaran dihentikan secara tiba tiba ketika suatu bahan masih dalam keadaan membara, maka bahan tersebut akan menjadi arang. Bahan untuk pembuatan arang masih di terdapat sisa energi yang bisa dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan, seperti alternatif bahan bakar minyak yang digunakan untuk memasak, memanggang, dan mengeringkan. Bahan organik yang sudah menjadi arang akan mengeluarkan sedikit asap. Proses pembakaran Arang dikatakan sempurna ketika hasil pembakaran tersebut berupa abu berwarna keputihan serta seluruh energi di dalam bahan organik tersebut dibebaskan ke lingkungan secara perlahan.

Waktu lamanya proses pengarangan akan ditentukan oleh jumlah atau volume bahan organik yang digunakan, ukuran parsial bahan, Kerapatan bahan, tingkat kekeringan bahan, Jumlah oksigen yang masuk pada saat pembakaran, serta asap yang keluar dari ruang pembakaran. abu dari hasil proses pembakaran Arang

tidak memiliki energi lagi. Sementara itu, arang tetap memiliki jumlah energi karena belum menjadi abu. Arang inilah yang akan dibuat menjadi sebuah briket (Kurniawan & Marsono, 2008)

## **2.5 Briket Arang**

Briket arang adalah bahan bakar padat yang mengandung karbon dengan kalori yang tinggi, serta dapat menyala dalam waktu yang lama (Nuriana dkk., 2013). Briket arang merupakan energi terbarukan yang berasal dari pengolahan biomassayang digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak. Beberapa kelebihan dari briket arang, yaitu :

- a. Panas yang dihasilkan briket arang relatif lebih tinggi dibandingkan bahan bakar dari kayu bakar.
- b. Penggunaan briket arang tidak menghasilkan bau maupun asap berlebih.
- c. Briket arang memiliki bara yang bertahan lama sehingga tidak perlu mengipasinya agar tetap menyala.
- d. Cara pembuatan briket arang lebih sederhana dan pembuatannya tidak memerlukan bahan kimia.
- e. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan briket arang merupakan alats ederhana (Purba dkk., 2021).

## **2.6 Bahan Perekat**

Perekat merupakan suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat permukaan suatu benda. Dengan pemakaian bahan perekat maka tekanan akan jatuh lebih kecil bila dibandingkan dengan briket tanpa bahan perekat, dengan adanya bahan perekat maka ikatan antar partikel akan semakin kuat, butir-butiran briket akan saling mengikat yang menyebabkan air terikat dalam pori-pori briket (Ndraha, 2009).

Kriteria untuk menilai ketepatan komposisi bahan pengikat dalam briket adalah dengan meratanya campuran, campuran dapat digumpalkan, air tidak merembes keluar pada saat pencetakan dan peregangan pada briket tidak terlalu besar setelah proses pengeringan. Penggunaan perekat juga meningkatkan nilai kalor dari briket sehingga briket tidak mudah pecah / hancur (Lina, 2010).

Salah satu jenis perekat yang sering digunakan dalam pembuatan briket adalah tapioka. Bahan perekat yang terbuat dari tapioka memiliki beberapa sifat diantaranya:

- a. Memiliki daya serap terhadap air.
- b. Mempunyai kekuatan perekatan yang baik.
- c. Mudah didapat dan tidak mengganggu Kesehatan.
- d. Mudah dicampur dengan bahan baku lainnya dalam hal ini tepung arang(Iriany, 2016).

Perekat dalam pembuatan briket menggunakan perekat yang mengandung zat atau bahan yang memiliki kemampuan mengikat dua benda melalui ikatan permukaan. Untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada pembuatan briket maka diperlukan zat perekat sehingga dihasilkan briket yang padat. Perekat yang digunakan berpengaruh terhadap nilai kalor, kerapatan, ketahanan tekan, kadar air, dan kadar abu. Bahan perekat harus memenuhi karakteristik pada saat pembuatan briket yaitu memiliki gaya kohesi yang baik pada saat pencampuran dengan bahan, mudah terbakar, sedikit menghasilkan asap, mudah diperoleh, harga yang murah, tidak mengeluarkan bau, tidak beracun, dan tidak berbahaya (Thoha & Fajrin, 2010). Perekat dibagi menjadi dua jenis yaitu:

- a. Perekat organik, merupakan perekat yang paling efektif, harga yang relatif murah dan menghasilkan abu yang relatif sedikit. Contoh perekat organik adalah tepung tapioka, molase dan sagu.
- b. Perekat anorganik, merupakan perekat yang menjaga ketahanan briket saat proses pembakaran dan memiliki daya lekat yang kuat dibandingkan perekat organik. Namun perekat anorganik memiliki harga relatif lebih mahal dan



menghasilkan abu yang relatif banyak dibandingkan perekat organik. Contoh perekat anorganik adalah lem dan semen.

Tepung tapioka merupakan hasil ekstraksi pati umbi singkong yang telah mengalami proses pencucian secara sempurna serta dilanjutkan dengan pengeringan. Penyusun tepung tapioka yaitu sebesar 85% pati dengan sifat-sifatantara lain tidak larut dalam air dingin, dapat membentuk gel dengan air panas, tidak berasa dan tidak berwarna (Husni, 2016). Sebagian besar tepung tapioka yang terdiri dari pati mengandung molekul amilosa dan amilopektin yang jumlahnya bervariasi tergantung jenis patinya (Wulanawati dkk., 2012).

Menurut (Hambali dkk.,2008), keuntungan penggunaan bahan perekat tapioka ialah bahan yang mudah diperoleh, murah, mudah aplikasinya dalam depresi air, mutunya stabil, adesi ke selulosa dan substrat lainnya sangat baik, tidak larut dalam minyak dan lemak, tidak beracun, tahan terhadap panas, dan bersifat biodegradable. Kelemahan bahan perekat tapioka adalah briket yang dihasilkan kurang tahan terhadap kelembaban. Hal ini disebabkan tapioka memiliki sifat dapat menyerap air dan udara. Tapioka mempunyai sifat higroskopis, sehingga kemampuan untuk menyerap air dari sekelilingnya relatif besar (Sumangat, 2009).

Diketahui bahwa semakin kecil ukuran partikel bahan dengan % perekat yang sama menghasilkan daya tahan terhadap benturan yang semakin kuat. Hal ini dikarenakan ukuran partikel yang lebih kecil akan menghasilkan rongga yang lebih kecil pula sehingga kerapatan partikel briket akan semakin besar dan kualitas briket semakin bagus karena tidak mudah rontok/hancur. Dari ukuran partikel 20 sampai 40 mesh dihasilkan briket paling baik pada ukuran partikel 40mesh karena hanya mengalami kehilangan partikel paling sedikit (Utomo, 2013).

## **2.7 Keunggulan Briket Tongkol Jagung**

Pemanfaatan briket tongkol jagung sebagai energi alternatif merupakan pilihan yang tepat untuk menghadapi kelangkaan energi yang berasal dari minyak bumi.

Menurut (Octavina & Pratiwi, 2010) penggunaan briket tongkol jagung sebagaibahan bakar lebih murah 65% dari sumber energi pemanas dari jenis minyak tanah, gas, dan kayu. Peredaran tongkol jagung di Indonesia sangatlah melimpahmengingat jagung merupakan salah satu komoditas besar di Indonesia.

Berdasarkan laporan prognosa penghitungan Pusat Data dan Sistem Informasi (Pusdatin) Kementan, luas tanam jagung nasional Oktober 2019 - September 2020 mencapai 5,5 juta hektar (ha). Suatu bahan bakar akan murah jika bahan baku yang digunakan banyak tersedia dan teknologi yang digunakan untuk mengolahnya sederhana (Nodali, 2009). Keunggulan lain briket tongkol jagung merupakan energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) dan dapat diproduksi secara berkelanjutan.

## 2.8 Standar Mutu Briket Arang

Secara umum kualitas briket yang terbuat dari arang harus memenuhi standar mutu yang telah ada. Standar mutu briket yang digunakan merujuk pada standar untuk briket arang SNI briket disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Briket

Sifat Briket Arang	Bio Briket Produksi		
	SNI 01-6235-2000	Amerika	Jepang
Kadar Air (%)	8	3 - 4	6 - 8
Kadar Abu (%)	6	5,9	3 - 6
Kerapatan (g/cm)	0,447	0,46	1,0 - 1,2
Nilai Kalor (Kal/g)	5000	7289	6000 - 7000
Zat Menguap (%)	15	16,4	15 - 30

Sumber: Sundari, 2009

Selain standar mutu yang telah dikemukakan pada Tabel 1, kualitas briket juga sangat ditentukan oleh bentuk dan ketahannya sewaktu pengepakan dan pengiriman. Sebagai bahan bakar, briket juga harus memenuhi kriteria mudah dinyalakan, tidak mengeluarkan asap, emisi

gas hasil pembakaran tidak mengandung racun, kedap air, tidak berjamur bila disimpan dalam waktu lama. Banyak briket yang ada dipasaran sewaktu pengiriman rusak atau hancur karena kurang padat, sehingga nilai jual jadi berkurang dan bentuknya jadi kurang menarik. Syarat briket yang baik adalah briket yang permukaannya halus dan tidak meninggalkan bekas hitam di tangan (Mahajoeno, 2005).

## **2.9 Kadar Air**

Kadar air merupakan kandungan air pada bahan bakar padat. Semakin besar kadar air yang ada pada bahan bakar padat maka nilai kalornya semakin kecil, begitujuga sebaliknya. Untuk menghitung kadar air yang terdapat pada briket dengan caramenguapkan air yang terdapat di dalam briket tersebut sehingga tercapai keseimbangan kadar air dengan udara disekitarnya (Munas, 2012).

Menurut (Rindayatno & Dorotea, 2017) kadar air briket sangat mempengaruhi nilai kalor atau nilai panas yang dihasilkan tingginya kadar air akan menyebabkan penurunan nilai kalor. Hal ini disebabkan karena panas yang tersimpan dalam briket dahulu digunakan untuk mengeluarkan air yang ada sebelum digunakan. Faktor laju pembakaran ini yang digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-harinya.

Kadar air mempengaruhi kualitas dari briket arang. Besarnya persentase nilai kadar air berbanding terbalik dengan jumlah nilai kalor yang dihasilkan dari setiap bahan. Semakin tinggi kadar nilai air maka akan menurunkan kadar nilai kalor dan laju pembakaran. Kadar air yang tinggi pada briket arang menyebabkan kesulitan proses penyalaan briket. Menurut (Linsniyawati, 2008) kadar air sangat mempengaruhi nilai kalor dan efisiensi pembakaran suatu briket arang menjadi menurun.

Keberadaan air dalam karbon berkaitan dengan sifat higroskopis dari karbon itu sendiri, dimana karbon mempunyai sifat afinitas yang besar terhadap air. Semakin besar dan banyaknya pori-pori yang terbentuk maka luas permukaan karbon aktif akan semakin bertambah. Semakin bertambahnya keadaan bahan akan semakin

bertambahnya sifat penyerapan, sehingga penyerapan air dari udara oleh karbon aktif itu sendiri menjadi semakin meningkat, akibatnya kadar air pada karbon pada karbon aktif tersebut juga meningkat (Subroto, 2005).

Pengukuran kadar air pada briket arang ditunjukkan untuk mengetahui sifat hidroskopis dari bahan baku briket arang tersebut. Kadar bahan baku untuk menyerap air dalam proses pertumbuhannya. Analisis terhadap kadar air suatu produk briket digunakan untuk merencanakan alternatif proses yang akan dilakukan terhadap produk tersebut apakah kualitasnya menurun atau tidak. Hal ini dikarenakan kadar air yang tinggi akan menyebabkan menurunnya kualitas briket dan laju pembakaran untuk pemenuhan energi terbarukan di dalam masyarakat (Lisniyawati, 2008).

## **2.10 Nilai Kalor**

Kalor didefinisikan sebagai energi panas yang dimiliki oleh suatu zat. Secara umum untuk mendeteksi adanya kalor yang dimiliki oleh suatu benda yaitu dengan mengukur suhu benda tersebut. Jika suhunya tinggi maka kalor yang dikandung oleh benda sangat besar, begitu juga sebaliknya jika suhunya rendah maka kalor yang dikandung sedikit (Saras, 2012).

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh suatu gram bahan bakar tersebut dengan meningkatkan temperatur 1 gram air dari 3,5 oC – 4,5 oC dengan satuan kalori, dengan kata lain nilai kalor. Nilai kalor adalah besarnya panas yang diperoleh dari pembakaran suatu jumlah tertentu bahan bakar didalam zat asap, makin tinggi berat jenis bahan bakar, maka makin tinggi nilai kalor yang diperoleh. (Sudiro, 2014).

Bom kalorimeter adalah alat untuk menentukan kalor jenis yang dimasukkan dalam bejana tembaga yang lebih besar. Pada prinsipnya, antara bejana kecil (dinding dalam) dengan bejana besar (dinding luar) dibatasi oleh bahan yang tidak dapat dialiri kalor (adiabatic). Kalorimeter akan diberi tutup yang mempunyai dua lubang untuk memasukkan / tempat termometer dan pengaduk. Pengukuran kalor jenis dengan kalorimeter didasarkan pada asas black, yaitu

kalor yang diterima sama dengan kalor yang diberikan oleh zat yang dicari kalor jenisnya. Hal ini mengandung pengertian jika dua benda yang berbeda suhunya bersentuhan, maka akan menuju kesetimbangan termodinamika (Saras, 2012).

### **2.11 Kadar Abu**

Semua briket mempunyai kandungan zat anorganik yang dapat ditentukan jumlahnya sebagai berat yang tinggal apabila briket dibakar secara sempurna. Zat yang tinggal ini disebut abu. Abu briket berasal dari pasir dan bermacam-macam zat mineral lainnya. Briket dengan kandungan abu yang tinggi sangat tidak menguntungkan karena akan membentuk kerak. Abu atau disebut dengan bahan mineral merupakan bahan yang tidak dapat terbakar. Abu adalah bahan yang tersisa apabila bahan dipanaskan hingga berat konstan (Sinurat, 2011).

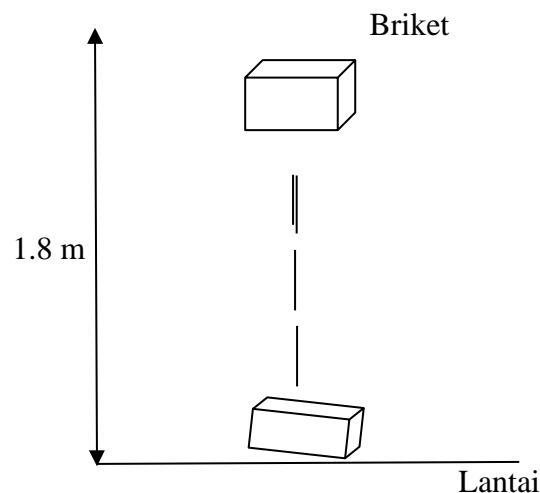
Standar kadar abu untuk briket, sebesar  $< 6\%$ . Abu hasil pembakaran briket yangnyatanya adalah hasil proses oksidasi dari senyawa kimia dan fisika merupakan sumber silikat/karbon yang cukup tinggi. Abu yaitu sisa dari akhir proses pembakaran. Residu tersebut berupa zat-zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran. Kadar abu tersebut berupa zat-zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran. Kadar abu pada setiap bioarang berbeda hal ini dikarenakan kandungan senyawa kimia dalam bahan yang berbeda-beda. Arang yang baik mempunyai kadar abu sekitar  $3\%$ . Hasil yang didapatkan dari proses pengujian kadar abu adalah abu yang berupa oksida-oksida logam dalam arang yang terdiridari mineral yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan (Subadra, 2005).

Nilai paling umum kandungan silika dari abu sekam adalah  $94\%-96\%$  dan apabilainilainya mendekati atau di bawah  $90\%$ , kemungkinan disebabkan kadarbahan baku. Kadar abu mempengaruhi terhadap laju pembakaran dan nilai kalor. Menurut (Lisniyawati, 2008) bahwa kadar abu dalam produk yang tinggi mempersulit proses operasi dan pemeliharaan alat pembakaran serta semakin tinggi kadar abu dalam produk maka nilai kalorinya juga lebih rendah. Besarnya kadar abu sangat dipengaruhi senyawa oleh garam-garam yang terkandung

didalamnya yaitu senyawa karbonat dari kalum, kalsium, magnesium dan kadarsilikat (Komarayati, 2004).

## 2.12 Shatter Index

Pengujian shatter index adalah pengujian ketahanan briket terhadap benturan dengan cara briket dijatuhkan dari ketinggian 1,8 meter ke bawah menuju bidang datar. *“Place the coal into the box of the shatter test machine, level it, and then drop it a distance of 6 ft (1.8 m) onto the plate”* (ASTM D 440-86). Prosedur pengujian shatter index dilakukan dengan menimbang briket terlebih dahulu sebelum dijatuhkan, kemudian briket dijatuhkan dari ketinggian 1,8 meter ke bidang halus dan rata. Setelah dijatuhkan, briket kembali di timbang untung mengetahui beratnya setelah dijatuhkan.



Gambar 3. Uji Drop Test  
Sumber: ASTM D 440-86

## 2.13 Laju Pembakaran

Laju pembakaran merupakan laju berkurangnya suatu bahan yang dibakar per satuan waktu. Laju pembakaran ditentukan oleh cepat lambatnya proses oksidasi pada suatu bahan yang dibakar. Dalam proses pembakaran energi kimia diubah menjadi energi dalam bentuk panas dimana dalam setiap pembakaran dihasilkan

gas sisa hasil dari proses pembakaran yang dinamakan gas buang yang meliputi beberapa komponen-komponen gas buang antara lain CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, dan CO. Dalam proses pembakaran setiap macam bahan bakar selalu membutuhkan udara tertentu agar bahan bakar tadi dapat terbakar sempurna (Soenarta & Furuham, 1995).

Pengujian laju pembakaran adalah 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 (Almu, 2014).

#### **2.14 Statistik Deskriptif**

Analisis statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan dalam menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul. Menurut (Ghozali, 2009) analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran atau mendeskripsikan data dalam variabel yang dilihat dari nilai rata-rata (mean), dan standar deviasi. Statistik deskriptif adalah statistika yang digunakan dalam mendeskripsikan data menjadi informasi yang lebih jelas serta mudah dipahami yang memberikan gambaran mengenai penelitian berupa hubungan dari variabel-variabel .

#### **2.15 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu dilakukan oleh (Hondong, 2016) tentang pembuatan briket dari tongkol jagung dan tempurung kelapa berdasarkan variasi ukuran arang dan konsentrasi perekat yang digunakan. Penelitian (Hondong, 2016) menggunakan variasi ukuran 40 mesh, 60 mesh, dan 80 mesh, serta menggunakan konsentrasi perekat 10%, 15%, dan 20%. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Hondong, 2016) menunjukkan bahwa ukuran partikel 80 mesh merupakan variasi terburuk dalam kualitas briket yang diperoleh, dan perekat 20% merupakan variasi perekat

terburuk dalam kualitas briket, untuk kualitas ukuran partikel terbaik dalam penelitian Hondong terdapat pada ukuran 60 mesh dan perekat 15%, sedangkan untuk ukuran partikel 40 mesh dan perekat 10%, diperoleh briket yang memiliki kualitas kurang baik.

Penelitian yang akan saya lakukan yaitu mencari kualitas briket terbaik dengan memperkecil jarak antar variasi perekat dan ukuran partikel. Penelitian terdahulu menggunakan ukuran 20 mesh, 40 mesh, dan 60 mesh, dimana jarak antara ukuran partikelnya terpaut 20 mesh, sedangkan untuk pengujian kualitas briket yang saya lakukan yaitu 50 mesh, 60 mesh dan 70 mesh, dimana jarak antara ukuran partikelnya hanya 10 mesh. Variasi perekat penelitian terdahulu yaitu 10%, 15%, dan 20%, dimana jarak antar variasi perekatnya sebesar 5%, sedangkan untuk penelitian yang saya lakukan menggunakan konsentrasi perekat sebesar 12,5%, 15%, 17,5%, dimana jarak antar variasi perekatnya hanya 2,5%. Dengan memperkecil jarak antar variasi perekat dan ukuran partikel tersebut, diharapkan dapat memperoleh hasil variasi yang lebih tepat.



### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2023 di Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

#### **3.2 Bahan dan Peralatan**

Adapun Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Ayakan 50 mesh, 60 mesh dan 70, alat pencetak briket berbentuk balok dan tinggi 3,5 cm, baskom, cawan porselin, desikator, gelas ukur 500 ml dan 1000 mlg, jangka sorong, kalorimeter bomb, kompor, neraca digital, neraca analitik, oven, stopwatch, sendok. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Air, tapioka, tongkol jagung.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode statistik deskriptif, untuk menjelaskan tabel dan grafik yang diolah melalui data mentah yang diperoleh. Penelitian ini menggunakan dua faktor, yaitu faktor pertama ukuran partikel (P), dan faktor ke dua variasi konsentrasi perekat (K). Variasi ukuran partikel arang tongkol jagung yang terdiri dari tiga variasi ukuran yaitu 50 mesh (P1), 60 mesh (P2), dan 70 mesh (P3). Faktor kedua yaitu Konsentrasi Perekat (K), yang terdiri dari 3 variasi

konsentrasi perekat, yaitu 12,5 % (K1), 15 % (K2), dan konsentrasi 17,5 % (K3), Masing masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

### **3.4 Prosedur Penelitian**

Prosedur kerja yang digunakan untuk melakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut

#### **3.4.1 Tahap Pengarangan**

1. Siapkan tungku pembakaran yang akan digunakan.
2. Siapkan bahan utama tongkol jagung.
3. Masukkan tongkol jagung ke dalam tungku pembakaran, lalu dibakar.
4. Masukkan tongkol jagung ke dalam tungku secara berkala, sembari proses pembakaran dilakukan.
5. Padamkan api dalam tungku, dengan cara membasahi kain dan diletakkan diatas tungku.
6. Tunggu sekitar 30 menit untuk memastikan api telah padam secara merata serta suhu mengalami penurunan (Ndraha, 2009).

#### **3.4.2 Proses penghalusan dan pengayakan**

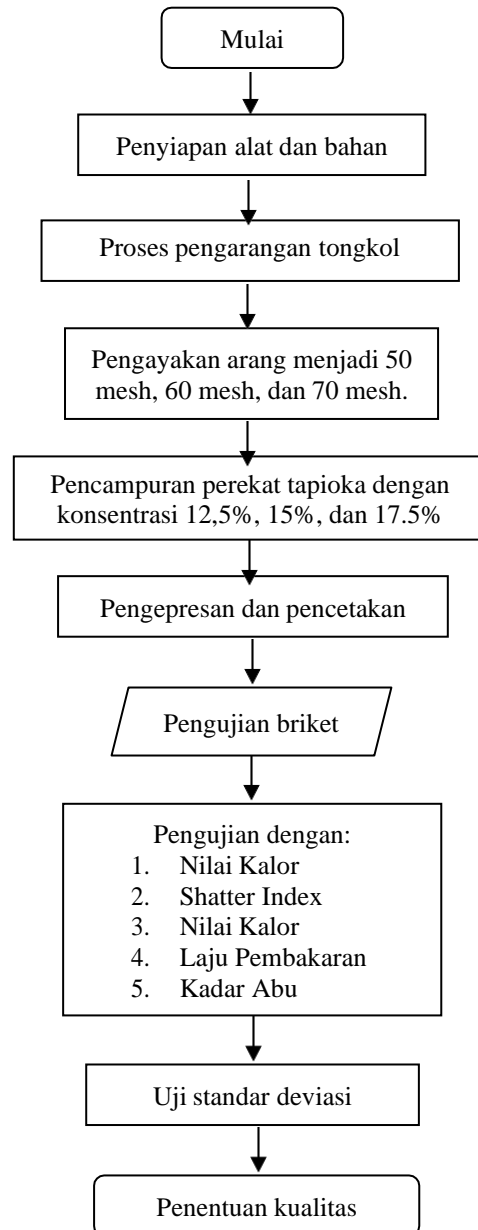
Setelah arang tongkol jagung dikeluarkan dari tungku pengarangan, maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah proses penghalusan arang tongkol jagung. Penghalusan arang dimaksud untuk memperoleh arang dalam bentuk serbuk (Sudiro, 2014). Penghalusan arang dilakukan dengan cara menggiling arang tongkol jagung menggunakan mesin pengecil ukuran (disk mill). Serbuk arang yang diperoleh dari mesin, kemudian akan dilakukan proses penyayakan yang bertujuan untuk mendapatkan ukuran partikel yang sudah ditentukan. Pengayakan dilakukan dengan ayakan manual sesuai dengan ukuran yang diinginkan, untuk ukuran besar partikel yang digunakan pada penelitian ini masing masing sebesar 50, 60, 70 mesh.

### 3.4.3 Tahap Pembuatan Perekat

1. Siapkan tapioka masing masing sebanyak 12,5%, 15%, 17,5% dari 50 gr arang halus.
2. Rebus menggunakan kompor dengan perbandingan 1:1 antara air dan tepung tapioka.
3. Aduk tepung yang sedang direbus, hingga memiliki tekstur yang kental dan kalis. (Sinurat, 2011).

### 3.4.4 Tahap Pembuatan Briket

1. Tongkol jagung, dibakar dalam sebuah drum besi hingga menghasilkan arang..
2. Haluskan arang yang diperoleh dari pembakaran tongkol jagung.
3. Kemudian arang yang telah halus diayak dengan menggunakan ayakan 50 mesh, 60 mesh dan 70 mesh, tujuan dari pengayakan ini agar mendapatkan material yang seragam dari hasil ayakan tersebut.
4. Menyiapkan bahan perekat (tepung tapioka) dengan variasi konsentrasi perekat yang berbeda-beda yaitu 12,5 %, 15 % dan 17,5 %.
5. Setelah itu, mencampurkan tepung kanji dengan air sebanyak 50 mL kemudian dimasak diatas kompor dengan api yang sama selama 2 menit. . .
6. Menimbang masing-masing bahan yang akan dicampurkan dengan komposisi yang berbeda-beda yaitu 87,5 % : 12,5 %, 85 % : 15 % dan 82,5% : 17,5 % sehingga total massa bahan antara tepung arang yang telah diayak dengan perekat sudah pencampuran yaitu sebesar 50 gram. Pencampuran dilakukan hingga merata (homogen).
7. Mengeluarkan hasil cetakan briket, kemudian menjemurnya dibawah sinar matahari selama 7-14 hari.
8. Memasukkan adonan ke dalam alat pencetak yang terbuat dari pipa, kemudian memadatkan adonan dengan cara menekannya ke bawah dengan menggunakan balok-balok.
9. Menimbang massa briket yang telah kering (Iriany dkk., 2016).



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

### 3.5 Tahap Pengujian

#### 3.5.1 Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan dengan penimbangan briket sebanyak 0,5 gram, yang kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam, dengan suhu sebesar 104°C- 110°C. Langkah berikutnya merupakan penimbangan setelah setelah dioven. Kadar air dapat di hitung dengan menggunakan persamaan berikut (Martynis, 2012):

$$KA = \frac{X1 - X2}{X1} \times 100\%$$

Keterangan:

KA = Kadar air (%)

X1 = Berat awal (g)

X2 = Berat akhir (g)

(Sarjono 2013)

#### 3.5.2 Shatter Index

Pengujian Shatter index dilakukan dengan penimbangan briket terlebih dahulu, kemudian briket dijatuhkan dari ketinggian 1,8 m ke bidang datar yang halus dan bersih. Timbang briket yang telah dijatuhkan (ASTM D 440-86). Perhitungan shatter index dapat diperoleh dengan rumus:

$$SI = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

SI = Shatter Index (%)

A = Bobot briket sebelum dijatuhkan (g)

B = Bobot briket setelah dijatuhkan (g)

(ASTM D 440-86)

### 3.5.3 Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan briketdari membara hingga menjadi abu dengan bobot tertentu. Disiapkan 9 dari setiap perlakuan. Ditimbang bobot sampel sebelum dilakukan pengujian laju pembakaran. Selanjutnya disiapkan wadah yang tahan terhadap api, kemudian briket diletakkan di atas kawat kasa sampai briket membara. Setelah itu pindahkan briket yang sudah membara dan lama nyala briket diukur dengan stopwatch hingga baranya padam (Almu dkk., 2014). Rumus yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah:

$$LP = \frac{m}{t}$$

Keterangan:

LP = Laju pembakaran (g/menit)

m = Bobot sampel (g)

t = Waktu pembakaran (menit)

(Danang, 2009)

### 3.5.4 Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor berdasarkan komposisi masing-masing dari briket yaitu pada tahap awal melakukan penimbangan sampel sebesar 0,2 gram dan dimasukkan ke dalam cawan, cawan yang berisi sampel tersebut dihubungkan dengan kawat platina sampai menyentuh sampel. pada tahap berikutnya cawan tersebut dimasukkan kedalam rangkaian bejana dan ditambahkan dengan 1 ml air dan ditutup. Kemudian bejana diisi dengan gas sebanyak 30 ATM. Langkah selanjutnya yaitu memasukkan bejana kedalam jaket bom kalorimeter yang berisi 2 liter air dan ditutup. Kemudian menjalankan mesin dan mengamati suhu awal, mencatat kenaikan suhu pada menit ke 5-10. Kemudian menekan tombol pembakaran. Kemudian menekan tombol off pada alat dan mengeluarkan sisa gas

dalam bejana dan membuka bejana. Selanjutnya mencatat volume titran dan menghitung kawat yang terbakar (Sudiro, 2014).

$$H_{gross} = \frac{W - C1 - C2}{m}$$

Keterangan:

H<sub>gross</sub> = Nilai Kalor

m = Massa bahan

W = Selisih waktu

C1 = Volume titran

C2 = Panjang kawat terbakar

(Richard, 1906)

### 3.5.5 Kadar Abu

Pengujian kadar abu dilakukan dengan penimbangan wadah berupa cawan *crucible* tanpa tutup dengan spensimen sebesar 0,5 gram dari sampel briket, kemudian tempatkan sampel ke dalam *furnace* dan dipanaskan dengan suhu sebesar 450°C – 500°C selama 6 jam. Langkah selanjutnya yaitu memindahkan *crucible* dari *furnace*, kemudian didinginkan dan ditimbang (Sinurat, 2011). Kadar abu dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A = \frac{F - G}{w} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Kadar Abu (%)

F = Berat *crucible* dan abu (g)

G = Berat kosong *crucible* (g)

w = Berat sampel (g)

(Cahyaning, 2012)

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Penambahan perekat dan ukuran partikel terbaik untuk mendapatkan briket tongkol jagung yang berkualitas yaitu P3K1 (ukuran partikel 70 mesh, dan penambahan perekat 17,5%). Briket yang dihasilkan P3K3 terhadap nilai kalor sebesar 5518,4988 Kal, kadar air sebesar 6,9%, Shatter index sebesar 0,42%, kadarabu sebesar 6,8%, laju pembakaran sebesar 0,4919 g/m.

### 5.2 Saran

Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan penelitian ini dengan melakukan perlakuan tertentu, untuk mendapatkan kadar abu briket tongkol jagung yang sesuai dengan standar (SNI)



## DAFTAR PUSTAKA

- Almu, M. A., Syahrul, S., dan Padang, Y. A. 2014. Analisa Nilai Kalor dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) dan Abu Sekam Padi. *Dinamika Teknik Mesin*. <https://doi.org/10.29303/d.v4i2.61>
- Amin, A., Sitorus, S., dan Yusuf, B. 2016. Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung (*Zea Mays L.*) Sebagai Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Amonia, Nitrit dan Nitrat pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Teknik Celup. *Jurnal Kimia Mulawarman* 13(2) : 78–84.
- Asri, S. 2013. Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Biobriket Batang Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Fakultas Sains dan Teknologi*. Vol. 7. No. 1.
- ASTM International. 1997. *Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate*. United States: ASTM International. C29/C 29M – 97 : 2-4.
- Astuti, P., Puspitasari, T. G., dan Fachry, A. R. 2013. Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia* 19(1) : 2-10.
- Azhar, M. dan Satriawan, D. A. 2018. Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. *Administrative Law & Governance Journal*. 1(4) : 398–412.
- Brades, A.C. dan Tobing, F. 2007. Pembuatan Briket Arang dari Eceng Gondok (*Eichornia Crasipess Solm*) dengan Sagu Sebagai Pengikat. (*Skripsi*). Jurusan Teknik Kimia UNSRI. Inderalaya.
- Cahyaning, M. dan Yamtimah, S. 2012. Pembuatan Briket Arang Limbah Organik dengan Menggunakan Variasi Komposisi dan Ukuran Bahan. (*Skripsi*). Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Douglas C. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Erlangga. Jakarta. 586 Hlm.
- Danang, D. 2009. Karakteristik Pembakaran Briket Arang Tongkol Jagung. (*Skripsi*). Jurusan Teknik Mesin. Universitas Negeri Semarang. Vol 11.

- Eka, P. R. dan Andasyryani, A. 2017. Studi Mutu Briket Arang dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. 21(2),143. <https://doi.org/10.25077/jtpa.21.2.143-151>.
- Faridah. 2018. Analisis penghematan daya listrik di PT. Daikin Air Conditioning Makassar. *Jurnal Teknik*. 16(2) : 85–92.
- Floros, J.D. dan Gnanasekharan, V. 1993. *Shelf Life Prediction of Packaged Foods: Chemical, Biological, Physical, and Nutritional Aspects*. Chlaralambous, G (Ed.). Instrumental Methods in Food and Beverage Analysis. Elsevier Publ. London. 111 Hlm.
- Ghozali, I. 2009. Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS. Universitas Diponegoro. Semarang. Hal: 12.
- Gulagi, A., Ram, M., Solomon, A. A., Khan, M., & Breyer, C. 2020. *Current Energy Policies and Possible Transition Scenarios Adopting Renewable Energy : A Case Study For Bangladesh*. *Renewable Energy*, 155, 899–920. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.119>. Journal Pre-proof. 2(1). 1-38.
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tabunan, A. H., Pattiwiri, A. W., & Hedroko, R. 2008. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka. Hal 26.
- Hondong, H. 2016. Karakteristik Briket Tongkol Jagung dan Briket Tempurung Kelapa Berdasarkan Variasi Ukuran Butiran Arang dan Konsentrasi Perekat. (Skripsi). Uin Alauddin. Makassar. *Jurnal JFT*. 4(1) : 1-10.
- Husni, A. 2016. Studi Pembuatan Briket Dari Limbah Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum*) Dengan Penambahan Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca Lin*). (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan. Hal 45-46.
- Immaningsih, N. 2012. Profil gelatinisasi Beberapa Formula Tepung-tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. *Panel Gizi Makan*. 35 (1) : 13-22.
- Iriany, 2016. *Pengaruh Perbandingan Massa Eceng Gondok Dan Tempurung Kelapa Serta Kadar Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket*, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 5(1) : 1-7.
- Jamil, A., dan Anggraini, S. 2011. Potensi limbah pertanian sebagai pupuk organik lokal di lahan kering dataran rendah iklim basah. *Jurnal Tanaman Pangan*. 6(2) : 193–202.
- Julham, P., Junary, E., dan Herlina, N. 2015. Pengaruh Konsentrasi Perekat

- Tapioka dan Penambahan Kapur Dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia*. 4(2) : 167-198.
- Junaedy, P. 2013. Pembuatan Briket Limbah Sortiran Pembuatan Briket dari Limbah Sortiran Biji Kakao. Makassar. *Jurnal Teknik pertanian*. 5(2).1-25.
- Kartiasih, F., Syaikat, Y., dan Anggraeni, L. 2012. Determinan Intensitas Energi Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*. 12(2) : 192–214.
- Komaryati, S Setiawan, D, Mahpudin. 2004. Beberapa Sifat dan Pemanfaatan Arang dari Serasah dan Kulit Kayu Pinus. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 22 (1) : 17-22.
- Komarayati, S. dan Gusmailina. 2011. Pembuatan Arang dan Briket arang Dari Kayu Manis (*cinnamomum burmanii ness ex. bl*) dan kayu sukun. *Jurnal Hasil Hutan*. 12(6) : 225-228. Kurniawan, O., dan Marsono. 2008. *Superkarbon; Bahan Bakar AlternatifPengganti Minyak Tanah dan Gas*. Swadaya. Depok. 67 Hlm.
- Lestari, L. 2010. Analisis Kualitas Briket Arang Tongkol Jagung Yang Menggunakan Menggunakan Bahan Perekat Sagu Dan Kanji, Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Haluoleo, Kampus Tridharma Anduonohu, Kendari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Aplikasi Fisika*. 6(2) : 93-96.
- Lisniyawati, D, Trihadiningrum, Y, Sungkono, D, alfa Mardhiani, D. 2008. Eko-Briket dari Komposit Sampah Plastik. *Jurnal Prosiding Manajemen Teknologi*. 5(2) : 82-85.
- Muhammad, A., Parnato, N. H. R., dan Widadie, F. 2018. Kajian peningkatan mutubriket arang tempurung kelapa dengan alat pengering tipe rak berbahan bakar biomassa. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 6(1) : 2-14.
- Martynis, M. 2012. Pembuatan Biobriket Dari Limbah Cangkang Kakao. *Jurnal Litbang Industri*. 2(1) : 35-41.
- Ndraha, N. 2009. Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Terhadap Mutu yang Dihasilkan. (*Skripsi*). Universitas Sumatera Utara. Hal 56.
- Nugroho, Y. S., Achmad, F., dan Rohman, M. 2019. Pengembangan modul pembelajaran matakuliah energi alternatif program studi pendidikan vokasional teknik elektro. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*. 5(1) : 3-14.

- Nuriana, W., Anisa, N., & Martana. 2013. Karakteristik biobriket kulit durian sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 23(1) : 70–76.
- Onu F., Sudarja, Rahman N. B. M. 2010. Pengukuran Nilai Kalor Bahan Bakar Briket Arang Kombinasi Cangkang Pala (*Myristica Fragan Houutt*) dan Limbah Sawit (*Elaeis Guenensis*). *Jurnal Teknik Mesin*. 5(1) : 104-115.
- Patabang, D. 2013. Karakteristik termal briket arang sekam padi. *Jurnal Mekanikal*. 3(2) : 2-8.
- Pramudita, S.D. 2012. Penentuan besar nilai kalor air dengan kalorimeter. *Jurnal Panas Lebur Es*. 6(2) : 56-72.
- Purba, M., Maher, D., Gultom, H., dan Gultom, T. 2021. Pemanfaatan limbah tempurung kemiri (*Aleurites moluccana*) menjadi briket arang di desa Silimalombu. *Jurnal Nasional*. 1(8) : 228–234.
- Raharjo, S. 2013. Pembuatan briket bioarang dari limbah abu ketel, jarak dan gliserin. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. 13(1), 19–32.
- Ratri, M. C. dan Yamtinah, S. 2012. Pembuatan Briket Arang Limbah Organik Dengan Menggunakan Variasi Komposisi Dan Ukuran. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 6(1) : 102-110.
- Richards, Theodore, w. 1906. Concerning the Adiabatic Determination Of the Heats of Combustion for organik substances, especially sugar and benzol. *Journal Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*. 42(21) : 574- 590.
- Ridhuan, K., Irawan, D., dan Inthifawzi, R. 2019. Proses pembakaran pirolisis dengan jenis biomassa dan karakteristik asap cair yang dihasilkan. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*. 8(1) : 69–78.
- Rindayatno dan Lewar, D.O. 2017 . kualitas briket arang berdasarkan komposisi campuran arang kayu ulin (*eusideroxylon zwageri* teijsm & binn) dan kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Jurnal pISSN 2599 1205*. 1(1).39-48.
- Rustini. 2004. Pembuatan Briket Arang Serbuk Gergajian Kayu Pinus (*Pinus Merkusii Zungh. Et de Vr.j*) dengan Penambahan Tempurung Kelapa. (*Skripsi*). Departemen Teknologi Hasil Hutan. Institut Pertanian Bogor. Hal 67-69.
- Samsinar. 2014. Penentuan Nilai Kalor Briket dengan Memvariasikan Berbagai Bahan Baku. (*Skripsi*). Universitas Islam Negeri Alaudin. Makassar. Hal 73.

- Sarjono. 2013. Studi Eksperimental Perbandingan Nilai Kalor Briket Campuran Buoarang Sekam Padi dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknik Mesin*. STTR Cepu. Hal 34-36.
- Setyono, A. E., Fajar, B., dan Kiono, T. 2021. Dari energi fosil menuju energi terbarukan : Potret kondisi minyak dan gas bumi Indonesia tahun 2020 - 2050. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*. 2(3) : 154–162.
- Sholichah, E. dan Afifah, N. 2011. Studi Banding Penggunaan Pelarut Air dan Asap Cair Terhadap Mutu Briket Arang Tongkol Jagung. *Jurnal Prosiding SNaPP2011 Sains*. 2(1) : 303-310.
- Sinurat, E. 2011. *Pemanfaatan Briket Kulit Jamu Mente dan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. (Skripsi). Universitas Hasanudin, Makasar. Hal 52-54.
- Soenarta dan Furuham. 1995. *Gas Buang Pembakaran*. Jakarta: Pradya Paramita. 234 hlm.
- Subadra, I, Setiajai B. Tharir I, 2005. *Activated carbon production from coconut shell with (NH<sub>4</sub>) HCO<sub>3</sub> Activator as an adsorbent in virgin coconut oil purification*. *Jurnal FMIPA UGM*. 2(2) : 3-7.
- Subroto. 2006. Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara, AmpasTebu dan Jerami. Surakarta. *Jurnal Media Mesin*. 7(2) : 47-53.
- Sudiro Dan Sigit. 2014. Pengaruh komposisi dan Ukuran Serbuk Briket Yang Terbuat Dari Batubara Dan Jerami Padi Terhadap Karakteristik Pembakaran. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa*. 2(2) : 76-82.
- Sudradjat, R., Setiawan, D., dan Roliadi, H. 2006. Teknik pembuatan dan sifat briket arang dari tempurung dan kayu tanaman jarak pagar (*Jatropha curcasL.*) *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 24(3) : 227–240.
- Sugeng, R. 2009. Uji Kualitas Fisik dan Uji Kinetika Pembakaran Briket Jerami Padi dengan dan Tanpa Bahan Pengikat. (Skripsi). Jurusan Teknik Mesin. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. Hal 62-66.
- Suhartoyo, Sriyanto. 20017. Efektifitas Briket Bio Massa. *Jurnal Fakultas Teknik*. 2(1) : 50-1
- Sukmana, Widya, R. Muljatiningrum, Anny. 2011. Biogas dari Limbah Ternak. Nuansa Cendekia. Bandung. 158 Hlm.
- Sulistyaningkartti, L. 2017. Pembuatan briket arang dari limbah organik tongkol jagung dengan menggunakan variasi jenis dan persentase perekat. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. 2(1) : 43–53.

- Sumangat, D. dan Broto, W. 2009. *Kajian Teknis dan Ekonomis Pengelolaan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Tungku*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian. 5: 18-26.
- Sundari. D. 2009. Karakteristik Briket Arang Dari Serbuk Gergaji dengan Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit. (*Skripsi*). Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Universitas Sumatera Utara. Medan. Hal 56-57.
- Sutrisno, 1997. *Fisika Dasar Mekanika*. Bandung: Institut Teknologi Bandung. 142 Hlm.
- Utomo, A. F. dan Primastuti, N. 2013. Pemanfaatan Limbah Furniture Enceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Di Koen Gallery Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Briket Bioarang. *Jurnal teknologi kimia dan industry*. 2(2). 220-225.
- Widarti, B. N. 2016. Penggunaan Tongkol Jagung Akan Meningkatkan Nilai Kalor pada Briket. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, *Jurnal Integrasi Proses*. 6(1) : 16-21.
- Widarti, B. N., Sihotang, P., dan Sarwono, E. 2016. Penggunaan tongkol jagung akan meningkatkan nilai kalor pada briket. *Jurnal Integrasi Proses*. 6(1) : 16-21.
- Widodo, D. Kristianto, S., Susilawaty, A., Armus, R., & Sari, M. (2021). *Ekologidan Ilmu Lingkungan*. Yayasan Kita Menulis. 228 Hlm.
- Wulanwati, A., Henny, P. dan Denitasari, A. 2012. Briket Ampas Sagu Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Institut Pertanian Bogor. 2(1). 12-16.
- Yang, D., Liu, D., Huang, A., Lin, J., & Xu, L. (2021). Critical transformation pathways and socio-environmental benefits of energy substitution using aLEAP scenario modeling. *Renewable and Sustainable Energy*. 16(2).1-10.