

# Optimalisasi Hasil Produksi Briket Cangkang Kelapa Dengan Memanfaatkan Teknologi Tepat Guna Berbahan Bakar Minyak Solar

**Teuku Zulfadli<sup>1\*</sup>, Muhammad Kafrawi<sup>2</sup>, Misswar Abd<sup>3</sup>**

<sup>1\*</sup> Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Indonesia

<sup>2,3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Iskandarmuda, Indonesia

<sup>1\*</sup> Politeknik Negeri Lhokseumawe, 24301, Indonesia

<sup>2,3</sup> Jln. Kampus Unida No 15 Surien, 23234, Indonesia

E-mail: teukuzulfadlizoel@gmail.com<sup>1</sup>, kafrawi72@gmail.com<sup>2</sup>

---

## Info Naskah:

Naskah masuk: 27 Mei 2022

Direvisi: 18 Juli 2022

Diterima: 29 Juli 2022

---

## Abstrak

Banyak metode dapat digunakan oleh masyarakat untuk membakar cangkang kelapa menjadi arang batok, salah satunya dengan memanfaatkan teknologi tepat guna berbahan bakar minyak solar, yaitu mesin pengolahan serbuk batok. Produksi briket dari cangkang kelapa masih terbatas dan belum berkembang pesat dikarenakan proses pengtempurungan cangkang kelapa masih sederhana dan memakan waktu tiga sampai dengan lima hari serta penggunaan jumlah perekat yang belum optimal. Hal ini dilakukan untuk memenuhi keinginan masyarakat agar sampah cangkang kelapa dapat dikelola menjadi material baku pembuatan briket sehingga menjadi sumber pendapatan masyarakat. Tujuan penelitian ini untuk mengoptimalkan hasil produksi briket cangkang kelapa dengan memanfaatkan teknologi tepat guna berbahan bakar minyak solar. Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan proses uji coba perlakuan perekat kanji, yaitu 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 6,25% dan 7% dengan jumlah air 900 ml pada temperatur 70 °C sampai membentuk gelatinisasi. Hasilnya, didapatkan bahwa perlakuan perekat kanji terbaik pada pengujian 6,25% dengan perbandingan jumlah campuran perekat tepung kanji, serbuk tempurung cangkang, dan air adalah 0,25:4:0,9, ini menunjukkan bahwa bentuk briket yang dihasilkan lebih efisien, memiliki kerapatan tinggi serta pori-pori briket kecil.

---

## Keywords:

charcoal;  
briquettes;  
mixture.

---

## Abstract

Many methods can be used by the community to burn coconut shells into charcoal, one of which is by utilizing appropriate technology fueled by diesel oil, namely shell powder processing machines. The production of briquettes from coconut shells is still limited and has not developed rapidly because the process of shelling coconut shells is still simple thus it takes three to five days. The use of adhesive amounts is not optimal. This is done to fulfill the community's desire; therefore, coconut shell waste can be managed as raw material for making briquettes to become a source of community income. The purpose of this research is to optimize the production of coconut shell briquettes by utilizing appropriate technology fueled by diesel oil. The method used is by conducting a trial process of starch adhesive treatment, namely 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 6.25%, and 7% with the amount of water 900 ml at a temperature of 70 °C to form gelatinization. As a result, it was found that the best starch adhesive treatment is in the 6.25% test with the ratio of the starch adhesive mixture, shell powder, and water being 0.25: 4: 0.9. It indicates that the resulting briquette shape is more efficient, has high density and small briquette pores.

---

## \*Penulis korespondensi:

Teuku Zulfadli

E-mail: teukuzulfadlizoel@gmail.com

## 1. Pendahuluan

Bahan bakar fosil sebagai kebutuhan energi terus meningkat sedangkan sumber daya alam dihasilkan semakin berkurang. Pilihan lain bisa digunakan untuk pemenuhan kebutuhan energi semakin meningkat serta beralih ke bahan bakar lain seperti tempurung dari cangkang kelapa. Pemilihan cangkang kelapa disebabkan sumber daya alam dari bahan bakar minyak bumi terus meningkat tetapi kebutuhan disediakan alam tidak tercukupi.

Keuntungan dari pemilihan arang ini dikarenakan asap tidak terlalu banyak, panas dihasilkan cukup baik dan harga murah [1]. Limbah dari kelapa berupa cangkang kelapa saat ini banyak dimanfaatkan sebagai pilihan pengganti bahan bakar minyak bumi sebagai material dasar dari pembuatan briket. Kendala terbesar dihadapi produksi dari cangkang kelapa masih terbatas dan belum berkembang pesat dikarenakan proses pengtempurungan cangkang kelapa masih sederhana dan memakan waktu yang lama, yaitu 3 sampai 5 hari [2]. Oleh karena itu perlu suatu ide alternatif untuk memecahkan permasalahan yang di hadapi oleh masyarakat produksi briket agar sampah tersebut dapat dikelola menjadi bahan baku pembuatan briket sehingga menjadi sumber pendapatan masyarakat.

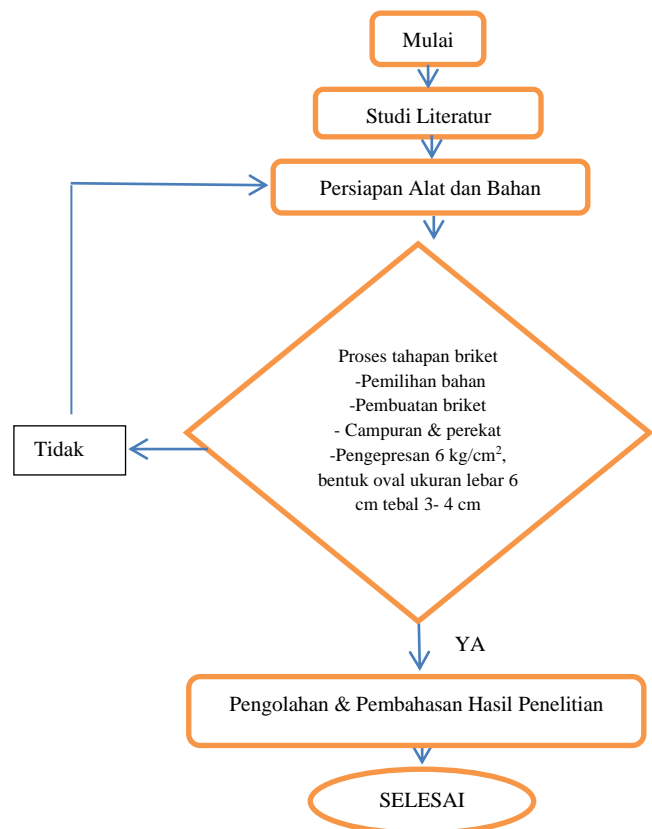
Kualitas briket ditentukan oleh kekuatan tekan, index abrasi dan ketahanan terhadap perubahan suhu [3]. Pada umumnya kualitas diharapkan oleh konsumen adalah tingkat penguapan rendah, kadar abu rendah, waktu pembakaran lama, mudah menyala dan nilai kalor tinggi [4]. Kualitas briket sebagai bahan bakar bermutu tinggi mempunyai sifat-sifat asap sedikit diperoleh dari proses pengtempurungan atau pengikat tidak berasap dan mampu menyerap bau, kekuatan tekan diatas  $6 \text{ kg/cm}^2$  sehingga tidak mudah pecah, lama waktu pembakaran 8-10 jam pada suhu pembakaran  $3500 \text{ }^\circ\text{C}$ , hasil akhir pembakaran tidak ada kandungan CO tinggi, dan tidak lengket ditangan, jika dibakar tidak cepat habis, dapat menyala konstan [5][6]. Pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dan pengoksidasi menghasilkan panas dan cahaya. Sehingga proses pembakaran bisa berlangsung jika memiliki bahan bakar, pengoksidasi (oksigen/udara), dan panas atau energi aktivasi [7][8].

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menguji kualitas produk briket arang tempurung kelapa berdasarkan standar mutu SNI, untuk parameter yang diuji belum memenuhi standar tersebut dan masih memerlukan pengaturan pada komposisi bahan baku dengan perekat yang digunakan [9]. Selanjutnya, menganalisis kualitas briket arang tempurung dengan bahan perekat tepung kanji dan tepung sago sebagai bahan bakar alternatif dengan perbandingan komposisi 90:10 menunjukkan kualitas briket yang baik dan dapat diaplikasikan [10]. Pada penelitian lain, analisis briket kelapa sebagai bahan bakar alternatif juga masih memiliki nilai kalor yang tinggi dan efisiensi pembakaran sebesar 58,92% [11]. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, tujuan penelitian ini untuk mengoptimalkan hasil produksi briket cangkang kelapa dengan memanfaatkan teknologi tepat guna berbahan bakar minyak solar dengan melakukan proses uji coba variasi persentase perlakuan perekat kanji.

Manfaat penelitian ini diharapkan mampu memenuhi keinginan masyarakat agar sampah dapat dikelola menjadi material baku pembuatan briket dengan campuran perekat yang sesuai sehingga menghasilkan briket yang baik, rendah karbon, dan menjadi sumber pendapatan masyarakat.

## 2. Metode

Metode percobaan melalui berbagai macam perlakuan perekat kanji yaitu 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 6,25% dan 7% air ditambahkan 900 ml pada suhu  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  sampai membentuk gelatinisasi. Perekat kanji telah menjadi gel dicampur sehingga serbuk tempurung cangkang kelapa secara merata sampai membentuk adukan. Pengepresan dapat menggunakan alat pengepresan dengan kekuatan tekan  $6 \text{ kg/cm}^2$  agar tidak mudah pecah, bentuk briket dihasilkan adalah bentuk oval dengan ukuran lebar 6 cm dan ketebalan 3-4 cm. Gambar bagan alur tahapan penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alur Tahapan Penelitian

### 2.1 Alat dan Bahan

Bahan digunakan pada cangkang kelapa yaitu perekat kanji serta penambahan air yang selanjutnya diolah menjadi gel. Adapun peralatan pendukung lainnya yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi:

- Masker berguna untuk mencegah terhirupnya debu serbuk batok kelapa.
- Timbangan berguna untuk menimbang jumlah tempurung kelapa dan tepung.
- Drum untuk pembentukan pirolisis.
- Gelas Ukur.
- Sarung Tangan.

- f) Mesin pengaduk dan penghancur cangkang batok.
- g) Mesin pembentuk briket.

## 2.2 Prosedur Penelitian

- a) Persiapan bahan baku dan proses pengeringan

Tahap awal dilakukan yaitu mempersiapkan material ampas batok kelapa, meliputi penjemuran yang bertujuan untuk mengurangi kandungan air pada bahan sekitar 15-20%.

- b) Proses pembuatan tempurung

Bahan baku tempurung kelapa mudah dibakar secara pirolisis menggunakan drum bekas. Pirolisis pada tempurung kelapa adalah peristiwa pembakaran cangkang kelapa tidak sempurna sehingga senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbon dioksida. Pirolisis terbagi dua yaitu pirolisis primer yaitu energi panas mendorong terjadi oksidasi akibatnya sebagian besar molekul karbon kompleks terurai menjadi karbon dan tempurung pada suhu 150-300 °C [12]. Pirolisis sekunder yaitu perubahan lebih lanjut tempurung menjadi karbon monoksida, gas hydrogen dan gas-gas hidrokarbon [8][13].

Selanjutnya, proses pengolahan tempurung-tempurung dimulai dengan pengisian drum pengtempurungan bahan baku secara bertahap. Drum diberi ventilasi untuk mengeluarkan asap. Cangkang Batok telah diisi ke dalam tungku kemudian dibakar.

Proses tersebut dilakukan terus menerus sampai ruangan padat dengan tempurung kelapa. Selama proses pembakaran apabila batok sudah sepenuhnya terbakar sempurna maka api dipadamkan serta menutup seluruh lubang ventilasi udara pada dapur dan drum. Proses pembakaran berakhir dapat ditandai keluarnya asap tipis dari cerobong. Ukuran drum pembakaran dan jumlahnya dapat mempengaruhi waktu dibutuhkan dalam proses pembakaran. Tahapan selanjutnya yaitu pengecilan ukuran dilanjutkan penghalusan menggunakan mesin penghancur sehingga mendapatkan partikel serbuk batok halus dan seragam.

Serbuk batok kelapa merupakan gumpalan tempurung terbuat dari bahan lunak dikeraskan [14]. Faktor-faktor mempengaruhi sifat briket arang adalah berat jenis material dari jenis serbuk batok, kehalusan serbuk, suhu karbonisasi, tekanan pengempaan, karbonisasi dan pencampuran formula bahan baku briket [12][15].

- c) Proses pencampuran tempurung cangkang kelapa dengan perekat.

Bahan perekat kanji dalam campuran tempurung briket memiliki kelebihan seperti nilai kalor tinggi dan kuat tekan cukup baik. Penentuan jenis bahan perekat digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas briket tempurung ketika dinyalakan dan dibakar. Adanya penambahan perekat, maka susunan partikel akan semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekan dari briket tempurung akan semakin baik [16].

Pengadukan tepung kanji untuk kapasitas air 900 ml pada temperatur 70 °C menghasilkan gelatinisasi di kedua bahan tersebut. Uji coba berbagai macam takaran perekat

kanji dengan kapasitas air tetap adalah 1,0%, 2,0%, 3,0%, 4,0%, 5,0%, 6,0%, 6,25 % dan 7,0% dipadukan takaran serbuk tempurung cangkang kelapa. Melalui pengadukan perekat kanji ditambah serbuk cangkang kelapa homogen akan menjadi dasar adukannya.

- d) Penekanan (pengepresan)

Pengepresan dapat dilakukan menggunakan alat pengepresan dengan kekuatan tekan 6 kg/cm<sup>2</sup> sehingga tidak mudah pecah. Beragam hasil akhir tergantung dari alat pencetak yang digunakan. Untuk alat pengepresan dan pencetakan sesuai gambar, bentuk briket dihasilkan adalah berbentuk oval dengan ukuran lebar 6 cm dan ketebalan 3-4 cm.

- e) Penjemuran atau pengeringan

Setelah proses pencetakan, kemudian dikeringkan menggunakan cara tradisional yaitu dijemur langsung pada panas matahari selama lebih kurang 2-3 hari selanjutnya dikemas dalam wadah tertutup agar briket tahan lama.

- f) Hasil produk briket

Briket serbuk cangkang tempurung tersebut menggunakan mesin pembentuk agar menghasilkan bentuk oval sehingga ukurannya sama dan seragam.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Uji coba hasil pengadukan tepung kanji dapat dilihat pada tabel 1.

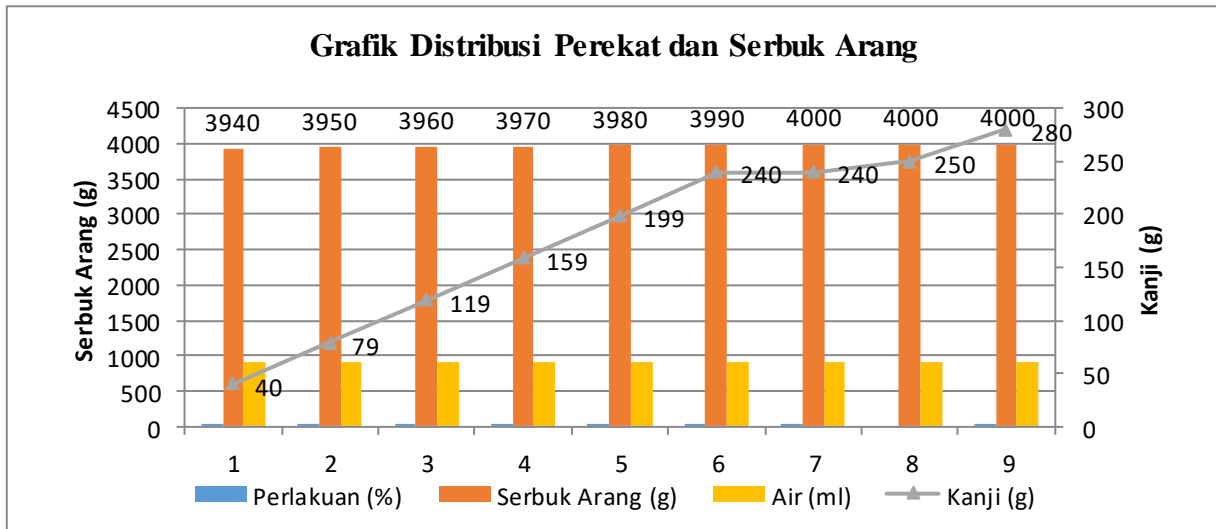
Tabel 1. Data Hasil Uji coba Tepung Kanji dan Cangkang Batok

No	Uji Coba (%)	SACK (g)	Tepung Kanji (g)	Air (ml)
1	1	3940	40	900
2	2	3950	79	900
3	3	3960	119	900
4	4	3970	159	900
5	5	3980	199	900
6	6	3990	240	900
7	6	4000	240	900
8	6,25	4000	250	900
9	7	4000	280	900

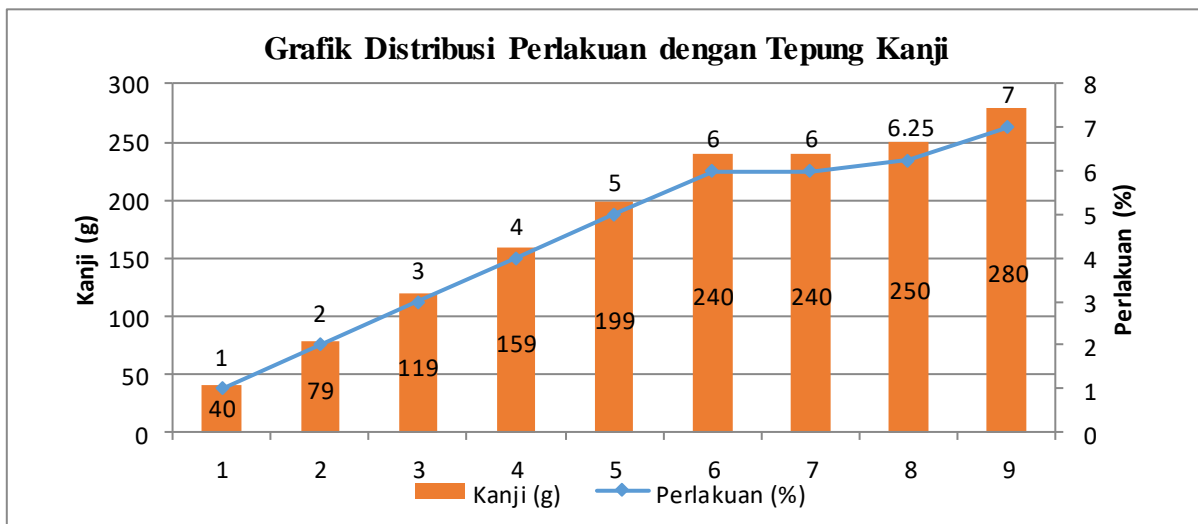
Pilihan cangkang kelapa digunakan pada uji coba ini adalah cangkang batok yang bersih dan berwarna kecoklatan menandakan bahwa kelapa digunakan memang sudah memasuki waktu panen optimum. Hal ini bisa menentukan kualitas dari briket batok tersebut berefek pada asap dihasilkan ketika terjadi proses pengtempurungan.

Tahapan uji coba ini adalah menentukan apakah semua cangkang kelapa yang dimasukkan ke dalam drum sudah diberi ventilasi terbakar sempurna atau sebaliknya. Jika pengisian dan pemadatan sesuai kapasitas dalam drum pada proses pengtempurungan maka hasil diperoleh adalah serbuk cangkang kelapa berkualitas baik.

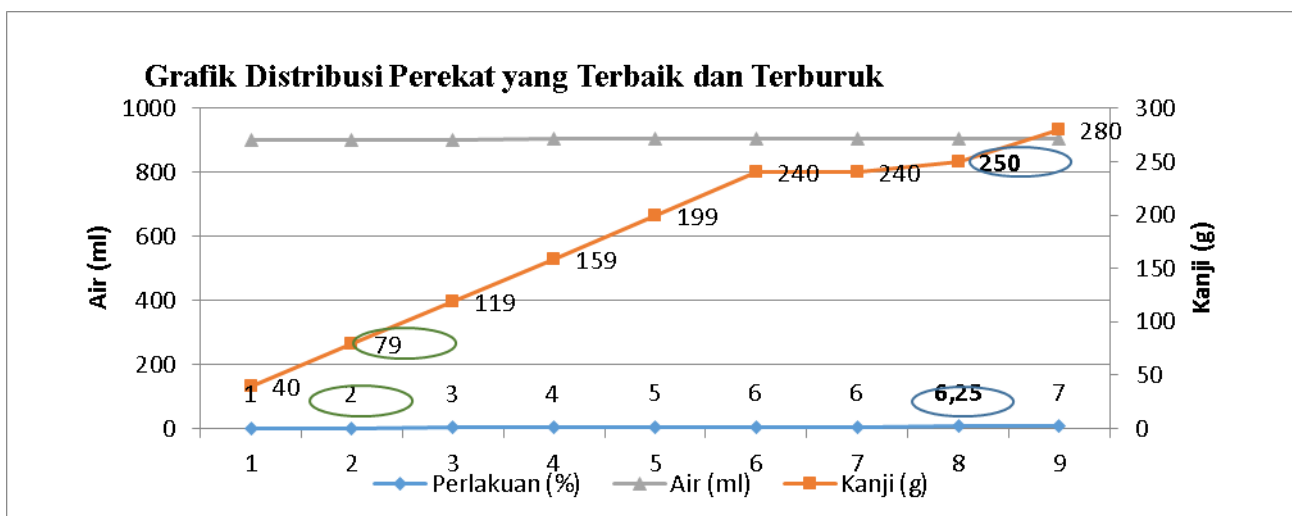
Pada proses penggilingan dan penghalusan serbuk dari 20 kg tempurung cangkang kelapa menghasilkan 6 kg serbuk briket. Sedangkan 10 kg cangkang batok menghasilkan 2.5 kg sampai 3 kg serbuk arang.



Gambar 2. Grafik Distribusi Perekat dan Serbuk Batok



Gambar 3. Grafik Distribusi Perlakuan dengan Tepung Kanji



Gambar 4. Grafik Distribusi Perekat Terbaik dan Terburuk

Setelah pengtempurungan dihasilkan tempurung cangkang kelapa selanjutnya digiling dan dihaluskan menggunakan mesin penggilingan dengan kecepatan saringan 60 mesh. Hasil akhirnya ukuran partikel tempurung homogen dalam bentuk dan ukurannya.

Pilihan perekat pada uji coba ini yaitu tepung kanji dikarenakan tepung kanji mempunyai daya lengket tinggi sehingga ketika dicampurkan serbuk tempurung mempunyai sifat menutupi pori-pori dari partikel serbuk tempurung tersebut juga asap dihasilkan sedikit pada saat pembakaran. Hasil ini juga dipengaruhi oleh pencampuran serbuk tempurung batok, jenis perekat (tepung kanji) dan campuran gelatinisasi dengan air serta perlakuan diuji cobakan untuk menghasilkan bentuk lebih baik, tidak mudah hancur dan berjamur. Hasil distribusi perekat dan serbuk batok, selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa perlakuan 1% - 5% dengan kisaran antara 3940 sampai dengan 3980 gram dan penambahan tepung kanji pada kisaran 40 sampai 199 gram, pada masing-masing perlakuan terjadi proses gelatinisasi untuk masing-masing perlakuan penambahan air sebanyak 900 ml. Pada kelima perlakuan tersebut, bentuk yang dihasilkan mudah hancur. Ini dimungkinkan karena adanya penambahan serbuk cangkang yang tidak sesuai sehingga pori-pori dari serbuk tersebut tidak tertutupi dari perekat kanji akibatnya kandungan air terikat pada saat proses pembakaran sehingga panas pembakaran digunakan untuk menguapkan kandungan air dalam briket sehingga panas keluar menjadi kecil. Perlakuan 6% dan 7% serbuk kelapa serta di tambahkan 3990 gram sampai 4000 gram gelatinisasi tepung kanji 240 gram sampai 280 gram dan air 900 ml menghasilkan bentuk hampir mendekati bentuk diinginkan tetapi masih menghasilkan pori-pori di briket belum tertutupi dengan baik dan daya tekan belum maksimal.

Selanjutnya, untuk menghasilkan briket yang terbaik uji coba juga dilakukan dengan menggunakan tepung kanji. hasilnya seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa dari 9 perlakuan uji coba briket paling baik diperoleh pada perlakuan 6.25% pengadukan tepung kanji sebagai perekat dan serbuk batok pada perbandingan 0,25:4. Pengadukan perekat kanji diperoleh dengan cara mengaduk tepung kanji ditambahkan air pada takaran perbandingan 0,25:0,9. Setelah pengadukan dilakukan secara merata dan tidak terjadi gumpalan-gumpalan dalam adukan selanjutnya dipanaskan sampai terjadi gelatinisasi artinya kedua bahan antara tepung kanji dan air sudah menyatu secara homogen. Kemudian diaduk secara merata secara manual atau langsung memakai mesin pengaduk.

Kemudian, langkah berikutnya melakukan pengujian untuk mendapatkan perekat terbaik dari variasi persentase perlakuan perekat kanji, hasil selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 4.

Dari Gambar 4 dapat dilihat distribusi serta hasil penelitian yang dilakukan bahwa didapatkan kondisi terbaik pada perlakuan 6,25% dengan perekat kanji 250 gram (ditandai dengan lingkaran berwarna biru). Sementara di beri lingkaran merah adalah kondisi terburuk.

Pada ujicoba ini banyaknya tepung kanji kita isi maka bisa menyebabkan meningkatnya kadar air didapatkan. Situasi ini diakibatkan sifat perekat kanji dan serbuk batok sangat resistan atas kelembaban sehingga gampang menyerap air dari udara. Pada percobaan 6,25% melalui peningkatan bahan perekat kanji sejumlah 250gram menjadikan air terdapat dalam perekat akan masuk dan tersimpan di pori-pori, selain dari itu pengisian banyak perekat dapat membuat kerapatan dan menyebabkan pori-pori briket mengecil.

Penyebab lainnya ketika proses pembakaran, perekat kanji dapat menunda proses pembakarannya sehingga tidak gampang menjadi abu serta bisa mengendalikan temperatur briket tetap stabil ketika proses pembakaran sedang berlangsung.

Pengadukan merata antara serbuk cangkang ini dan perekat kanji proses pembentukan serta pengepresannya dapat memanfaatkan mesin cetak khusus yang berbahan bakar solar. Tujuan pembentukan yaitu membaguskan penampilan dan komposisi sehingga memudahkan penggunaan khususnya pada pembakaran dan pengepakan. Pemberian tekanan saat pengepresan bisa menjadikan perekat sedang dalam keadaan cair serta mulai terpecah secara merata ke dalam belahan dan keseluruhan permukaan batok kelapa menimbulkan ikatan antar partikel serbuk batok semakin kuat sehingga briket dihasilkan tidak mudah hancur serta berbentuk oval serta ukuran lebar 6 cm dan ketebalan 3-4 cm.

Tujuan pengeringan briket untuk mengurangi kandungan air bersumber dari pelarut dipakai. Briket telah kering serta dikepak lebih baik karena arang batok tersebut bersifat higroskopis kalau dibiarkan pada udara terbuka maka mudah menghisap udara sekitar mengakibatkan menjadi rapuh.

#### 4. Kesimpulan

Hasil dari 9 perlakuan pengujian penelitian ini menunjukkan yang paling baik yaitu pada uji coba 6,25% takaran perbandingan adukan perekat tepung kanji dan serbuk batok kelapa yaitu 0,25:4. Pengadukan untuk daya perekat kanji diperoleh dengan cara mengaduk tepung kanji ditambahkan air pada takaran perbandingan 0,25:0,9. Secara bentuk yaitu bentuk oval serta ukuran lebar 6 cm dan ketebalan 3-4 cm. pengepresan dengan kekuatan tekan 6 kg/cm<sup>2</sup> agar tidak mudah pecah. Untuk kerapatan pori-pori arang pada ujicoba ini menggunakan tepung kanji sebagai daya lekat pada adukannya agar proses pembakaran briket tidak cepat menyusut menjadi abu dan kondisi temperatur dalam keadaan tetap sehingga lebih awet sebagai fungsinya untuk bahan bakar. Selain dari itu pengisian banyak perekat dapat menghasilkan bentuk briket yang lebih efisien, kerapatan tinggi serta pori-pori briket kecil.

#### Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Lhokseumawe yang sudah membantu sehingga penelitian ini bisa berjalan sampai tuntas serta bimbingan atas izin dan kesempatannya sehingga dapat melaksanakan penelitian.

**Daftar Pustaka**

- [1] K. M. A. Fatah and D. Kuncoro, "Modifikasi Bak Pendingin Pada Proses Produksi Asap Cair Tempurung Kelapa Untuk Peningkatan Volume Produksi," *Infotekmesin*, vol. 13, no. 1, pp. 39–44, 2022, doi: 10.35970/infotekmesin.v13i1.874.
- [2] S. Januariyansah, L. Atika, S. Gunawan, and N. Basuki, "Pembinaan Pembukuan Kelompok Usaha Arang Tempurung Kelapa Melalui Pelatihan Penggunaan Aplikasi Buku Kas," in *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2021, no. September, pp. 224–227.
- [3] G. ÖZBAYOĞLU\* and K. R. TABARI, "Briquetting of Iran-Angouran Smithsonite Fines," in *Physicochemical Problems of Mineral Processing 37 (2003)*, 2003, vol. 37, pp. 115–122.
- [4] N. Adkins and R. R. Radtke, "Students' and Faculty Members' Perceptions of the Importance of Business Ethics and Accounting Ethics Education: Is There an Expectations Gap?," *J. Bus. Ethics*, vol. 51, no. 3, pp. 279–300, 2004, doi: 10.1007/s13520-012-0023-7.
- [5] A. Gazali and M. Tang, "Uji Kualitas Briket Arang Buah Pinus Hasil Pirolisis Sebagai Bahan Bakar Alternatif," in *Seminar Nasional Ilmu Terapan V*, 2021, no. C, pp. 1–7.
- [6] D. P. Patandung, P., & Silaban, "Karakteristik Penyalaan Briket Limbah Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dengan Bahan Pemantik Abu Kelapa (Cocodust)," *J. Ris. Teknol. Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 50–58, 2017.
- [7] T. Priangkoso, "Detonasi Pada Pembakaran," *J. Momentum UNWAHAS*, vol. 4, no. 2, pp. 45–46, 2008.
- [8] K. Ridhuan and J. Suranto, "Perbandingan Pembakaran Pirolisis Dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 50–56, 2016, doi: 10.24127/trb.v5i1.119.
- [9] N. Iskandar, S. Nugroho, and M. F. Feliyana, "Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI," *J. Ilm. Momentum*, vol. 15, no. 2, pp. 103–108, 2019, doi: 10.36499/jim.v15i2.3073.
- [10] A. Ningsih, "Analisis kualitas briket arang tempurung kelapa dengan bahan perekat tepung kanji dan tepung sagu sebagai bahan bakar alternatif," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 7, no. 2, pp. 101–110, 2019, doi: 10.32487/jtt.v7i2.708.
- [11] Y. Bontong, "Analisis Briket Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif," *J. Dyn. Saint*, vol. 3, no. 1, pp. 537–547, 2017, doi: 10.47178/dynamicsaint.v3i1.275.
- [12] O. Kurniawan, *Superkarbon "Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah dan Gas"*, 1st ed. Jakarta: Penebar Swadaya, 2008.
- [13] K. Ridhuan, D. Irawan, and R. Inthifawzi, "Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 69–78, 2019, doi: 10.24127/trb.v8i1.924.
- [14] A. Nurhidayat, "Analisis Variasi Ketebalan Core Komposit Sandwich Serbuk Limbah Tempurung Kelapa Terhadap Sifat Mekanik," *J. Tek.*, vol. 7, no. 1, pp. 21–27, 2021.
- [15] B. N. Widarti, P. Sihotang, and E. Sarwono, "Penggunaan Tongkol Jagung Akan Meningkatkan Nilai Kalor Pada Briket," *J. Integr. Proses*, vol. 6, no. 1, pp. 16–21, 2016.
- [16] Silalahi, *Penelitian Pembuatan Briket Kayu Dari Serbuk Gergajian Kay Bogor*. Bogor: Hasil Penelitian Industri DEPERINDAG, 2000.