

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI PADA BRIKET KULIT
KACANG DAN CANGKANG KEMIRI DENGAN PEREKAT TEPUNG
TAPIOKA TERHADAP KUALITAS BRIKET BIOMASSA**



Disusun Oleh :

NAMA : FIRMANSYAH ANSYORI

NIM : 1911042

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI INSTITUT
TEKNOLOGI NASIONAL MALANG 2024**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI PADA BRIKET KULIT KACANG DAN CANGKANG KEMIRI DENGAN PEREKAT TEPUNG TAPIOKA TERHADAP KUALITAS BRIKET BIOMASSA

Disusun Oleh :

Nama : Firmansyah Ansyori
NIM : 1911042
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.
NIP. P. 1031400477

Diperiksa/Disetujui
Dosen Pembimbing



Ir. I Wayan Sujana, MT.
NIP.195812311989031012



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Firmansyah Ansyori
NIM : 1911042
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **PENGARUH VARIASI KOMPOSISI PADA BRIKET
KULIT KACANG DAN CANGKANG KEMIRI
DENGAN PEREKAT TEPUNG TAPIOKA TERHADAP
KUALITAS BRIKET BIOMASSA**

Dipertahankan di hadapan tim penguji skripsi jenjang Strata I (S-1) Pada:

Hari / Tanggal :

Telah dievaluasi Dengan Nilai :

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.
NIP. P. 1031400477

Sekretaris

Tutut Nani Prihatni, SS, SPd, MPd
NIP. P. 1031500493

Anggota Penguji

Penguji I

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP. Y. 1030400405

Penguji II

Febi Rahmadianto, ST., MT.
NIP. Y. 1031500490

ABSTRAK

Firmansyah Ansyori (1911042)

Program Studi Teknik Mesin S-1, FTI-Institut Teknologi Nasional Malang

Email : orifirmansyah28@gmail.com

Briket biomassa merupakan salah satu alternatif pemamfaatan limbah guna meningkatkan nilai tambah hasil pertanian. Berbagai potensi limbah biomassa seperti sekam padi, ampas tebu, batok kelapa, serbuk gergaji, kotoran ternak, dan lain – lain telah digunakan sebagai briket biomassa. Biomassa yang dijadikan sebagai bahan bakar alternatif harus lebih ramah lingkungan, mudah diperoleh, lebih ekonomis dan dapat digunakan oleh masyarakat luas. Kemiri juga mengandung berbagai zat gizi mikro yang dibutuhkan oleh tubuh, seperti natrium, zinc, dan vitamin B. jangan khawatir dengan jumlah lemak di dalam kemiri yang cukup tinggi, pasalnya Sebagian besar lemak tersebut merupakan lemak tak jenuh yang baik bagi kesehatan. Kulit kacang tanah mempunyai potensi menjadi karbon aktif karena mengandung selulosa yang cukup tinggi dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif.. pada penelitian biobriket ini menggunakan metode pengumpulan sampel penelitian dengan variasi komposisi 85% : 15% , 80% : 20%

, 75% : 15% dengan pengujian nilai kalor, kadar air, dan laju pembakaran, ini untuk menunjukkan karakteristik yang sangat sesuai untuk briket yang lebih bagus. Nilai Kalor tertinggi briket pada komposisi 85% : 15% mendapatkan nilai kalor sebesar 3795,56 kal/gram sedangkan nilai kalor terendah pada komposisi 75% : 25% mendapatkan nilai kalor sebesar 3506,13 kal/gram. Kadar Air terendah briket pada komposisi 85% : 15% mendapatkan kadar air sebesar 5,92 % sedangkan kadar air tertinggi pada komposisi 75% : 25% mendapatkan nilai kalor sebesar 6,04 %. Laju Pembakaran tertinggi briket pada komposisi 85% : 15% mendapatkan laju pembakaran sebesar 0,050 gram/menit sedangkan laju pembakaran terendah pada komposisi 75% : 25% mendapatkan nilai kalor sebesar 0,026 gram/menit.

Kata Kunci : Briket, Cangkang Kemiri, Kulit Kacang Tanah, Tapioka

ABSTRACT

Firmansyah Ansyori (1911042)

Program Studi Teknik Mesin S-1, FTI-Institut Teknologi Nasional Malang

Email : orifirmansyah28@gmail.com

Biomass briquettes are one of the alternative uses of waste to increase the added value of agricultural products. Various biomass waste potentials such as rice husks, sugarcane bagasse, coconut shells, sawdust, animal manure, and others have been used for biomass briquettes. Biomass used as an alternative fuel must be more environmentally friendly, easily obtainable, economically viable, and usable by the wider community. Candlenut also contains various micro-nutrients needed by the body, such as sodium, zinc, and vitamin B. Don't worry about the high fat content in candlenuts, as most of the fats are unsaturated fats that are beneficial to health. Peanut shells have the potential to become activated carbon due to their high cellulose content and can be used as an alternative energy source. In this biobriquette research, the sampling method was used with composition variations of 85%:15%, 80%:20%, 75%:15%, and testing for calorific value, moisture content, and combustion rate. This is to demonstrate characteristics that are well-suited for superior briquettes. The highest calorific value for briquettes in the 85%:15% composition is 3795.56 cal/gram, while the lowest calorific value in the 75%:25% composition is 3506.13 cal/gram. The lowest moisture content for briquettes in the 85%:15% composition is 5.92%, while the highest moisture content in the 75%:25% composition is 6.04%. The highest combustion rate for briquettes in the 85%:15% composition is 0.050 grams/minute, while the lowest combustion rate in the 75%:25% composition is 0.026 grams/minute.

Keywords: Briquette, Candlenut Shells, Peanut Shells, Tapioca.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga dalam penyusunan skripsi ini bisa terselesaikan tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk menyelesaikan studi S-1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penyusun ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. Selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawiranata, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST. MT. Sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
4. Bapak Ir. I Wayan Sujana, MT. Selaku Dosen Pembimbing Penyusunan Skripsi.
5. Bapak Djoko Hari Praswanto Sebagai Ketua Bidang Konversi Energi.
6. Orang Tua yang selalu memberika doa dan restu untuk kelancaran skripsi ini hingga bisa terselesaikan.
7. Teman-teman angkatan 2019 yang selalu memberi motivasi dan semangat. Sehingga skripsi ini bisa terselesaikan tepat pada waktunya.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca.

Malang, 15 Januari 2024

Penulis

PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Firmansyah Ansyori
NIM : 1911042
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul “ PENGARUH VARIASI KOMPOSISI PADA BRIKET KULIT KACANG DAN CANGKANG KEMIRI DENGAN PEREKAT TEPUNG TAPIOKA TERHADAP KUALITAS BRIKET BIOMASSA” adalah skripsi hasil

karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyandur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dari aslinya.

Malang, 15 Januari 2024



Firmansyah Ansyori
NIM. 19.11.042

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelusuran Penelitian Terdahulu	5
2.1.1 Kisyanto,Dkk (2022).....	5
2.1.2 M. Subandi (2022).....	5
2.1.3 Rustam Efendi (2022).....	6
2.1.4 Abdul Rahman (2016)	6
2.1.5 Kindriari Nurma Wahyusi (2016)	6
2.2 Biomassa	7
2.2.1 Sumber Biomassa	8
2.2.2 Teknologi Konversi Biomassa Menjadi Energi.....	8
2.3 Karbonisasi.....	9
2.4 Briket Arang	10
2.6 Kulit Kacang Tanah	15

2.7	Bahan Perekat	16
2.8	Kadar Air	19
2.8.1	Kadar Zat Menguap	20
2.8.2	Kerapatan	21
2.8.3	Keteguhan Tekan.....	21
2.9	Nilai Kalor	22
2.9.1	Bomb Calorimeter	22
2.10	Laju Pembakaran	23
2.11	Keuntungan Briket Arang	24
2.12	Prinsip Dasar Pembuatan Briket	24
BAB III RANCANGAN PENELITIAN		26
3.1	Diagram Alir Penelitian	26
3.2	Alat dan Bahan yang Digunakan	27
3.2.1	Alat yang Digunakan	27
3.2.2	Bahan yang Digunakan	27
3.4	Proses Pembuatan Briket Biomassa.....	28
3.5	Pengambilan Data	29
3.5.2	Data Laju Pembakaran.....	29
3.5.3	Data Nilai Kalor	30
3.5.4	Data Kadar Air	30
3.6	Analisa Pengambilan Data	31
3.6.1	Variabel Bebas	31
3.6.2	Variabel Terikat	31
3.6.3	Variabel Terkontrol	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		32
4.1	Data Hasil Penelitian.....	32
4.1.1	Data Hasil Pengujian Nilai Kalor	32
4.1.2	Data Hasil Pengujian Nilai Kadar Air	33
4.1.3	Data Hasil Pengujian Laju Pembakaran	33
4.2	Pembahasan	35
4.2.1	Pembahasan Data Uji Nilai Kalor	35
4.2.2	Pembahasan Data Uji Kadar Air	36

4.2.3 Pembahasan Data Uji Laju Pembakaran	37
4.2.4 Pembahasan Hubungan Nilai Kalor Terhadap Kadar Air	38
4.2.5 Pembahasan Hubungan Kadar Air Terhadap Laju Pembakaran.....	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN –LAMPIRAN	45
Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup	45
Lampiran 2. Data Hasil Pengujian	46
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Karbonisasi	9
Gambar 2. 2 Arang Briket	12
Gambar 2. 3 Biji Kemiri	15
Gambar 2. 4 Kulit Kacang Tanah	16
Gambar 2. 5 Tepung Tapioka	18
Gambar 2. 6 Bomb Calorimeter	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standart Kualitas Briket Arang	12
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Pati	18
Tabel 2. 3 Komposisi Kimia Tepung Tapioka.....	19
Tabel 4. 1 Data Hasil Uji Nilai Kalor	32
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Kadar Air	33
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Laju Pembakaran	34
Tabel 4. 4 Data Hasil Rata-rata Nilai Kalor	35
Tabel 4. 5 Data Hasil Rata-rata Kadar Air	36
Tabel 4. 6 Data Hasil Rata-rata Laju Pembakaran	37
Tabel 4. 7 Data Hubungan Nilai Kalor Terhadap Air	38
Tabel 4. 8 Data Hubungan Kadar Air Terhadap Laju Pembakaran	40

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Hubungan Komposisi Briket Terhadap Nilai Kalor	35
Grafik 4. 2 Hubungan Komposisi Briket Terhadap Kadar Air	36
Grafik 4. 3 Hubungan Komposisi Briket Terhadap Laju Pembakaran	38
Grafik 4. 4 Hubungan Nilai Kalor Terhadap Kadar Air Briket	39
Grafik 4. 5 Hubungan Kadar Air Terhadap Laju Pembakaran Briket.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan permasalahan utama dunia saat ini. Tiap tahunnya kebutuhan akan energi semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya aktivitas manusia yang menggunakan bahan bakar terutama bahan bakar minyak yang diperoleh dari fosil tumbuhan maupun hewan. Ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin langka berakibat pada kenaikan harga BBM, oleh karena itu diperlukan suatu alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak.

Briket biomassa merupakan salah satu alternatif pemamfaatan limbah guna meningkatkan nilai tambah hasil pertanian. Berbagai potensi limbah biomassa seperti sekam padi, ampas tebu, batok kelapa, serbuk gergaji, kotoran ternak, dan lain – lain telah digunakan sebagai briket biomassa. Briket biomassa yang sudah diteliti dan dikembangkan saat ini belum mencapai sifatsifat yang diharapkan sehingga untuk mendapatkan briket dengan karakteristik yang lebih baik perlu beberapa perlakuan dalam proses pembuatannya (Surono, 2010). Pemanfaatan buah kemiri sebenarnya sudah banyak diteliti terutama bijinya yaitu untuk minyak rambut dan minyak lampu, sedangkan kulitnya dibuang. Sebenarnya kulit kemiri masih mengandung minyak yang tinggi dan bisa diekstraksi serta ampasnya dapat dijadikan arang aktif sehingga nilai ekonominya akan bertambah (Jamilatun, 2008).

Dengan pengolahan limbah kulit kacang tanah menjadi biobriket dapat mengurangi limbah kulit kacang tanah serta meningkatkan nilai pemanfaatan dari kulit kacang tanah dan bambu. Briket arang biomassa atau biobriket dibuat dari arang biomassa baik berupa bagian yang memang sengaja dijadikan bahan baku briket maupun sisa atau limbah proses produksi/pengolahan agroindustri. Misalnya kayu, tempurung kelapa, arang tempurung kelapa sawit, limbah bambu, tandan buah kosong kelapa sawit, sekam padi, dan limbah batang tembakau dapat menjadi bahan baku untuk biobriket.

Arang adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85 – 95 % karbon dihasilkan dari bahan- bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika

pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Arang lebih baik dibandingkan dengan kayu bakar sebab nilai bakar arang serta densitas arang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kayu bakar. Arang dapat disimpan lama, ringkas dan ringan. di Indonesia, sampai saat ini arang masih banyak digunakan terutama untuk memasak (Surono, 2010).

Penelitian pembuatan biobriket berbahan dasar kulit kacang tanah telah dilakukan oleh Kusuma (2021), dengan menggunakan biji nangka sebagai perekat. Adapun variabel yang diteliti adalah variasi komposisi perekat terhadap kulit kacang tanah menggunakan perekat biji nangka dan membuat karakteristik terbaik dari briket. Hasil terbaik dari penelitian ini didapatkan pada perbandingan 90% kulit kacang dan 10% tepung biji nangka dengan kadar air 4,19%, kadar abu 4,41% dan nilai kalor 4342,19 kal/ g.

Penelitian Karakteristik Briket cangkang kemiri yang dilakukan oleh Rustam Efendi (2022) Hasil pengujian fisik, proksimasi, dan emisi briket cangkang kemiri yang dihasilkan adalah nilai rata-rata kadar air 3.82%, kadar abu 6,64%, zat terbang 26,09%, kandungan kadar karbon 63.30%, nilai kalor 6061kkal/kg, kuat tekan 5,708kg/cm² , kerapatan 0,679g/cm³ , CO sebesar 1,201%, NO_x 421ppm, dan HC 247,80ppm. Briket cangkang kemiri dapat dijadikan bahan bakar alternatif karena memiliki nilai kalor yang cukup tinggi yaitu 6061kkal/kg. Briket cangkang kemiri pada dasarnya telah memenuhi Standar Nasional Indonesia SNI 01-6235-2000 dan Standar Emisi Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama.

Tepung Tapioka merupakan saripati yang diekstrak dari singkong, penggunaan bahan perekat di maksudkan untuk menarik kadar air dan membentuk struktur padat atau mengikat dua substrat yang akan direkatkan kadar perekat. Adanya penambahan perekat maka susunan partikel akan semakin baik, teratur, dan lebih padat sehingga proses pengempaan ketangguhan tekanan pembriketan akan semakin lebih baik. Tepung kanji banyak di jumpai di pasaran, harga perekat ini cukup ekonomis dan mudah didapatkan.

Hal tersebut menimbulkan gagasan untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul ‘‘ PENGARUH VARIASI KOMPOSISI PADA BRIKET KULIT KACANG DAN CANGKANG KEMIRI DENGAN PEREKAT TEPUNG TAPIOKA TERHADAP KUALITAS BRIKET BIOMASSA’’ bertujuan untuk memanfaatkan limbah kulit kacang kemiri dan kulit kacang tanah menjadi biobriket dengan menambahkan tepung tapioca sebagai perekat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis merumuskan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh komposisi briket cangkang kemiri dan kulit kacang tanah terhadap nilai kalor?
2. Bagaimana pengaruh komposisi briket cangkang kemiri dan kulit kacang tanah terhadap kadar air?
3. Bagaimana pengaruh komposisi briket cangkang kemiri dan kulit kacang tanah terhadap laju pembakaran?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya proses penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui nilai kalor pada komposisi briket campuran cangkang kemiri dan kulit kacang tanah.
2. Untuk mengetahui kadar air pada komposisi briket campuran cangkang kemiri dan kulit kacang tanah.
3. Untuk mengetahui laju pembakaran pada komposisi briket campuran cangkang kemiri dan kulit kacang tanah.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan masalah yang diangkat dalam skripsi ini terlalu luas jika diteliti secara menyeluruh, maka dari itu penulis memberikan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Tempat Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Manufaktur Produksi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Pengujian yang dilakukan meliputi :

- a) Pengujian Nilai Kalor
 - b) Pengujian Kadar Air
 - c) Pengujian Laju Pembakaran
3. Penelitian ini dilakukan dengan tekanan pengepresan 50 kg/cm^2
 4. Pembuatan Sample Pengujian dilakukan di Laboratorium Manufaktur Produksi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dengan Menggunakan mesin press hidrolik dan bahan yang digunakan cangkang biji kemiri dan kulit kacang tanah.
 5. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini :
 - a. Variabel Bebas
Rasio campuran arang : Perekat 85% : 15%, 80% : 20%, 75% : 25%
 - b. Variabel Terikat
Cangkang Biji Kemiri, Kulit Kacang Tanah Dan Perekat Tepung Tapioka
 - c. Variabel Terkontrol
Kadar Air, Nilai Kalor, Laju Pembakaran

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membantu mengatasi pengolahan limbah cangkang kemiri dan kulit kacang
2. Dapat meningkatkan pendapatan masyarakat bila pembuatan briket ini dikelola dengan baik.
3. Menciptakan alternatif bahan bakar energi terbarukan yang ekonomis
4. Dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan agar menciptakan lingkungan yang bersih.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelusuran Penelitian Terdahulu

2.1.1 Kisyanto,Dkk (2022)

Penelitian tentang ‘‘Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah dan Bambu Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biobriket Dengan Metode Karbonisasi’’ Karbonisasi dilakukan pada kulit kacang tanah 450°C dan bambu 500°C selama 60 menit. Arang dihaluskan kemudian diayak lebih kecil dari 70 mesh. Arang kulit kacang tanah (KK) dan bambu (B) ditimbang 20 gram dengan komposisi 100%KK, 80%KK : 20%B, 60%KK : 40%B, 50%KK : 50%B, 40%KK : 60%B, 20%KK : 80%B, 100%B. Arang dicampurkan dengan perekat kanji 5 % dari massa arang (1 gr kanji : air 25 ml). Dikeringkan pada suhu 80°C selama 24 jam. Hasil kombinasi terbaik didapatkan pada kulit kacang tanah 20% dan bambu 80% dengan nilai kalor 6908,6 kal/g, kadar air 3,95%, kadar abu 6,27%, kadar karbon terikat 73,2% telah memenuhi standar SNI 01-6235-2000, kecuali untuk kadar zat terbang 16,58% masih belum memenuhi standar SNI 01-6235-2000.

2.1.2 M. Subandi (2022)

Berdasarkan data penelitian pembuatan briket cangkang kemiri dengan perekat tepung tapioka yang telah dilakukan, maka bisa di simpulkan, Nilai kalor tertinggi briket pada komposisi 85% : 15% cangkang kemiri dengan perekat tepung tapioka mendapat nilai kalor sebesar 4695,8 Kal/gram sedangkan nilai kalor terendah pada komposisi 75% : 25% cangkang biji kemiri dengan perekat tepung tapioka mendapat nilai kalor sebesar 4247,39 Kal/gram. Laju Pembakaran briket tertinggi pada komposisi 85% : 15% cangkang biji kemiri dengan perekat tepung tapioka mendapat nilai sebesar 0, 069 gram/menit sedangkan laju pembakaran terendah pada komposisi 75% : 25% cangkang biji kemiri dengan perekat tepung tapioka mendapat nilai sebesar 0,055 gram/menit. Kadar Air briket tertinggi pada komposisi 85% : 15% cangkang biji kemiri dengan perekat tepung tapioka mendapat nilai sebesar 3,16% sedangkan laju pembakaran terendah pada komposisi 75% : 25% cangkang biji kemiri dengan perekat tepung tapioka mendapat nilai sebesar 3,4%.

2.1.3 Rustam Efendi (2022)

Penelitian tentang ‘ Analisis Karakteristik Briket Dari Cangkang Kemiri Sebagai Bahan Bakar Alternatif’ Pembuatan perekat kanji (tepung tapioka) dengan perbandingan serbuk arang dan perekat kanji (tepung tapioka) sebesar 90:10%. Pencetakan briket dengan perbedaan beban tekan yakni 350kg, 400kg, 450kg, dan 500kg. Selanjutnya briket cangkang kemiri diuji sifat fisik (kuat tekan dan kerapatan) dan uji proksimasi (kadar abu, air, carbon, zat menguap, nilai kalor) serta uji emisi (CO, NO_x, HC). Hasil pengujian fisik, proksimasi, dan emisi briket cangkang kemiri yang dihasilkan adalah nilai rata-rata kadar air 3.82%, kadar abu 6,64%, zat terbang 26,09%, kandungan kadar karbon 63.30%, nilai kalor 6061kcal/kg, kuat tekan 5,708kg/cm² , kerapatan 0,679g/cm³ , CO sebesar 1,201%, NO_x 421ppm, dan HC 247,80ppm. Briket cangkang kemiri dapat dijadikan bahan bakar alternatif karena memiliki nilai kalor yang cukup tinggi yaitu 6061kcal/kg.

2.1.4 Abdul Rahman (2016)

Penelitian tentang ‘ Karakterisasi Biobriket Campuran Kulit Kemiri Dan Cangkang Kemiri ‘ Penentuan mutu biobriket dengan menganalisa kadar air, kadar abu, zat menguap, karbon terikat dan nilai kalor. Nilai kalor kulit dan cangkang kemiri sebesar 3.218,7 kal/gr dan 4.087,3 kal/gr. Hasil penelitian analisa nilai kalor terbaik yaitu 6.170,1 kal/gr didapatkan pada komposisi cangkang kemiri dan kulit kemiri 100:0% menggunakan perekat tar. Kadar air terendah yaitu 12,5 % diperoleh pada komposisi cangkang kemiri 100 % dengan menggunakan perekat tepung beras. Kadar zat menguap paling tinggi yaitu 0,27% diperoleh pada komposisi 60:40 % dengan perekat tar. Kadar abu tertinggi diperoleh yaitu 7,72% pada komposisi 0:100% menggunakan perekat tepung beras. Sedangkan nilai karbon terikat tertinggi yaitu 94,76 didapatkan pada komposisi 40:60% dengan menggunakan perekat tepung beras.

2.1.5 Kindriari Nurma Wahyusi (2016)

Penelitian tentang ‘‘ Briket Arang Kulit Kacang Tanah Dengan Proses Karbonisasi;’’ Kulit kacang tanah dipotong dua bagian kemudian dijemur, setelah itu dilakukan proses karbonisasi selama 90 menit dengan suhu 200 0C, 225 0C, 250 0C, 275 0C dan 300 0C. Arang yang terbentuk ditumbuk dan diayak untuk menyeragamkan ukuran (40 mesh) setelah itu arang ditimbang masing-masing: 25 gram, 50 gram, 75 gram, 100 gram dan 125 gram, lalu dicampurkan perekat dan dicetak. Briket yang terbentuk diangin anginkan selama 24 jam, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 100 0C selama 1 jam, selanjutnya dianalisis nilai kalor, kadar abu, kadar air dan warna nyala. Nilai kalor tertinggi yang dihasilkan dari briket arang kulit kacang tanah pada berat arang 75 gram pada suhu karbonisasi 250 0C : 6536,98 kcal/kg. Kadar air terendah dihasilkan pada berat arang 125 gram pada suhu karbonisasi 300 0C sebesar: 2,014%, sedangkan kadar abu terendah dihasilkan pada berat arang 75 gram pada suhu karbonisasi 200 0C sebesar: 7,39 %.

2.2 Biomassa

Energi merupakan permasalahan utama dunia saat ini. Setiap tahunnya kebutuhan akan energi semakin bertambah seiring dengan semakin meningkatnya aktivitas manusia yang mengkonsumsi bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan terutama bakar minyak yang didapatkan dari fosil tumbuhan maupun hewan. Energi alternatif dapat dihasilkan dari teknologi tepat guna yang sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan seperti briket dengan memanfaatkan limbah biomassa seperti serabut kelapa, ampas tebu, sekam padi, dan serbuk gergaji kayu mengingat limbah ini belum dimanfaatkan secara maksimal. (Jamilatun, 2008)

Ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin lama semakin langka mengakibatkan kenaikan harga BBM, oleh karena itu diperlukan suatu alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak. Salah satu alternatif tersebut yaitu dengan penggunaan energi biomassa. Energi biomassa merupakan sumber energy yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif energi terbarukan. Biomassa yang dijadikan sebagai bahan bakar alternatif harus lebih ramah lingkungan, mudah diperoleh, lebih ekonomis dan dapat digunakan oleh masyarakat luas. (Barir, 2019)

Biomassa merupakan campuran bahan organik yang kompleks, terdiri dari karbohidrat, lemak, protein dan mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi. Komponen utama tanaman biomassa adalah karbohidrat (berat kering $\pm 75\%$), lignin ($\pm 25\%$), Namun dalam beberapa tanaman komposisinya dapat berbeda. Energi biomassa dapat dijadikan sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi). Beberapa sifat biomassa antara lain : dapat diperbaharui (renewable resources), relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian. Biomassa yang digunakan secara langsung sebagai bahan bakar kurang efisien. Oleh karena itu, energi biomassa harus diubah dulu menjadi energi kimia yang disebut bioarang. (Putro, 2015)

2.2.1 Sumber Biomassa

Potensi biomassa di Indonesia yang bisa digunakan sebagai sumber energi jumlahnya sangat melimpah, potensi biomassa Indonesia sebesar 146,7 juta ton per tahun. Sementara peluang Biomassa yang berasal dari sampah pada tahun 2020 diperkirakan berjumlah 53,7 juta ton. Limbah yang berasal dari hewan maupun tumbuhan semuanya dapat dimanfaatkan dan dikembangkan. Pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar nabati memberi tiga keuntungan langsung. (Parinduri, 2020)

Pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan bakar nabati dapat dibagi tiga keuntungan sebagai berikut.

- a) Peningkatan efisiensi energi secara menyeluruh karena kandungan energi yang terdapat pada limbah cukup besar dan akan terbuang percuma jika tidak dimanfaatkan.
- b) Penghematan biaya, karena sering kali membuang limbah bisa lebih mahal daripada memanfaatkannya.
- c) Mengurangi keperluan akan tempat penimbunan sampah karena penyediaan tempat penimbunan akan menjadi lebih sulit dan mahal, khususnya di daerah perkotaan.

2.2.2 Teknologi Konversi Biomassa Menjadi Energi

Berbagai alternatif jalur konversi yang dapat dilakukan dalam pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi. Dan tentunya biomassa sangat menguntungkan setelah mengalami proses pengolahan sebagai energi terbarukan misalnya energi listrik, panas dan

lain sebagainya. Energi menjadi peranan penting hasil pembuatan briket yang berasal dari jenis limbah sebagai sumber energi yang dapat digunakan atau dikonversi sebagai zat baru yang dapat dimanfaatkan. Energi yang dihasilkan berupa energi kalor atau energi listrik yang ditimbulkan dari hasil pengolahan.

2.3 Karbonisasi

Karbonisasi merupakan metode atau teknologi untuk memperoleh arang sebagai produk utama dengan memasukan biomassa padat seperti serabut kelapa, kayu, sekam padi dll. Pada 400-6000°C, hal ini dapat menghasilkan tar, asam pyroligneus dan gas mudah terbakar sebagai hasil samping produk. Karbonisasi umumnya berarti pembuatan arang meskipun itu merupakan istilah dari distilasi kering. Distilasi kering adalah suatu metode pemisahan zat-zat kimia. Dalam proses distilasi kering, bahan padat dipanaskan sehingga menghasilkan produk-produk berupa cairan atau gas (yang dapat berkondensasi menjadi padatan). Karbonisasi merupakan suatu proses konversi dari suatu zat organik ke dalam karbon atau residu yang mengandung karbon dalam proses pembuatan arang berkarbon, karbonisasi dilakukan dengan membakar serbuk untuk menghilangkan kandungan air dan material-material lain dalam serbuk yang tidak dibutuhkan oleh arang seperti hidrogen dan oksigen atau material yang menguap.



Gambar 2. 1 Karbonisasi
Sumber : Parinduri, 2020

2.4 Briket Arang

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. Briket arang harus memiliki kualitas yang baik sebagai pembriketan, proses pembriketan adalah proses pengolahan yang mengalami penghalusan dengan menumbuk, pencampuran bahan baku, pencetakan dengan sistem hidrolik dan proses pengeringan pada kondisi tertentu, sehingga diperoleh briket yang mempunyai bentuk, ukuran fisik, dan sifat kimia tertentu untuk menghasilkan briket yang baik pula.

Energi biomassa pada metode pembuatan briket dengan mengkonversi bahan baku padat menjadi suatu bentuk hasil kompaksi atau pengempaan yang lebih mudah untuk digunakan dan dimanfaatkan sebagai energi terbarukan untuk mengatasi permasalahan masyarakat. Briket yang memiliki kualitas baik yaitu memiliki kadar karbon tinggi dan kadar abu rendah, karena dengan kadar karbon tinggi maka energi yang dihasilkanpun juga semakin tinggi.

Karakteristik briket digunakan sebagai indikator untuk menentukan kualitas briket yang baik dan memenuhi standar briket yang berkualitas tinggi, yang diantaranya meliputi sifat fisik, kimia dan mekanik. Nilai kalor merupakan ukuran panas atau energi yang dihasilkan untuk mengubah menjadi energi baru, energi yang dihasilkan berupa kalor dan diukur sebagai nilai kalor kotor (*gross calorific value*) atau nilai kalor netto (*nett calorific value*). Prinsip nilai kalor adalah dengan melakukan pengukuran energi yang ditimbulkan pada laju sebuah pembakaran dalam satuan massa, biasanya menggunakan satuan gram. Pengukuran nilai kalor bakar dihitung berdasarkan banyaknya tiap kalor yang dilepaskan dengan banyak kalor yang diserap. Pengujian terhadap nilai kalor bertujuan untuk mengetahui sejauh mana nilai panas pembakaran yang dihasilkan oleh briket, nilai kalor sangat menentukan kualitas briket. Briket dengan nilai kalor tertinggi adalah briket yang berkualitas paling baik.

Densitas atau rapat jenis (ρ) suatu zat adalah ukuran untuk konsentrasi zat tersebut dan dinyatakan dalam massa persatuan volume. Sifat ini ditentukan dengan cara

menghitung nisbah (ratio) massa zat yang terkandung dalam suatu bagian tertentu terhadap volume bagian tersebut.

Kadar air dalam pembuatan briket arang sangat berpengaruh terhadap kualitas briket arang. Semakin tinggi kadar air maka akan menyebabkan kualitas briket arang menurun, hal ini terjadi karena energi kalor yang seharusnya digunakan untuk meningkatkan energi digunakan untuk menguapkan air terlebih dahulu. Terutama akan berpengaruh terhadap nilai kalor briket arang dan briket arang akan lebih sulit dalam penyalaannya.

Abu adalah bahan yang tersisa apabila kayu dipanaskan hingga berat konstan. Kadar abu ini sebanding dengan kandungan bahan an-organik di dalam kayu. Abu berperan menurunkan mutu bahan bakar karena menurunkan nilai kalor dengan kadar abu yang tinggi, maka kadar nilai kalor semakin rendah dan mutu briket semakin rendah. Abu memiliki unsur utama yaitu silica yang memiliki pengaruh kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan, begitu juga terhadap laju panas. Bioarang atau briket yang baik adalah yang memiliki kadar air dan abu yang rendah, akan tetapi pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian kadar abu.

Kadar zat mudah uap pada briket menunjukkan zat terbang mengindikasikan mudah atau tidaknya kadar briket untuk menyala, dan mempengaruhi proses laju pembakaran. Besarnya suhu dalam proses karbonisasi mengakibatkan semakin rendahnya kadar zat menguap pada arang yang di hasilkan, dan mempengaruhi kualitas briket. Kadar karbon terikat menunjukkan adanya jumlah zat dalam biomassa, yang kandungan utamanya adalah senyawa yang mempengaruhi proses pembriketan yaitu karbon, hidrogen oksigen, sulfur dan nitrogen yang tidak terbawa dalam bentuk gas. Kadar karbon terikat mempengaruhi nilai kalor, semakin tinggi kadar karbon terikat maka semakin tinggi pula nilai kalornya sehingga kualitas bioarang atau briket semakin baik.

Pengujian stability digunakan untuk mengetahui perubahan bentuk dan ukuran dari briket sampai ukuran dan bentuk selama rentang waktu tertentu. Pengukuran dimulai dengan di ukurnya dimensi awalnya setelah keluar cetakan, menggunakan alat ukur jangka sorong untuk menghasilkan ukuran dimensi yang valid. Briket mempunyai gaya elastisitas

saat mengalami pembriketan dengan cetakan. Sehingga mengalami perubahan bentuk dan ukuran karena faktor kadar air yang ada pada briket.

Briket dianggap baik bila memenuhi standar yang telah ditetapkan di Indonesia, standar mutu briket untuk bahan baku organik selain arang kayu belum ditetapkan, namun standar yang mengatur kualitas briket saat ini adalah SNI 01- 6235-2000 Briket Arang Kayu yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional dimana syarat mutu meliputi Kadar air maksimal 8 % ; Kadar Zat Mudah Menguap maksimal 15 % ; Kadar abu maksimal 8 % ; Kalori (atas dasar berat kering) minimal 5000 kal/gr



Gambar 2. 2 Arang Briket
Sumber : Saleh, 2013

Karakteristik suatu briket ditentukan berdasarkan standar ketetapan yang mengatur pengujian kualitas briket arang yang dapat dilihat

Tabel 2. 1 Standart Kualitas Briket Arang

NO	Karakteristik	SNI
1	Kadar Air %	Maks 8
2	Kadar Abu %	Maks 10
3	Kerapatan (g/cm^3)	0,5 – 0,6
4	Kuat Tekan (Kg/cm^2)	Min 50
5	Nilai Kalor (Kal/gr)	Min 5600

Sumber : Hendra, 1999)

2.5 Cangkang Biji Kemiri

Tanaman Kemiri (*Aleurites moluccana Wild*) merupakan tanaman yang berasal dari Malaysia yang telah menyebar ke India, Filipina, Indonesia, Australia, Kepulauan Pasifik dan Brasil. Klasifikasi Kemiri adalah:

Divisi : *Embryophita*

Sub Divisi : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledonae*

Ordo : *Geraniales*

Family : *Euphorbiaceae*

Genus : *Aleurites*

Species : *A. moluccana L.*

Ada beberapa spesies dalam marga *Aleurites* yang dapat dimanfaatkan diantaranya *A. moluccana*, *A. triperma*, *A. fordi*, *A. Montana* dan *A. cordata*. Biji kemiri digunakan secara langsung untuk bumbu masak atau digunakan dalam industri seperti minyak biji kemiri, seperti bahan terpetin atau bahan kosmetika. Batang kemiri digunakan dalam industri korek api atau dapat digunakan sebagai bahan pulp.

Kemiri merupakan salah satu komoditas perkebunan. Areal perkebunan kemiri tersebar di beberapa wilayah di Indonesia terutama di Sulawesi Selatan, Aceh, Gorontalo, Sulawesi Barat, Sumatera Utara, Kalimantan Selatan, Sumatera Barat, Kalimantan Timur dan wilayah lainnya. Luas areal perkebunan kemiri di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 218.291 Ha. Tanaman kemiri dapat diusahakan pada jenis tanah lempung berpasir, lempung liat atau tanah kapur. Kedalaman tanah efektif lebih dari 150 cm, kemiringan 0-15 %, pH tanah antara 5,5-6,5. Ketinggian tempat 0-1.200 mdpl dengan ketinggian. 14 optimum 0-800 mdpl. Iklim yang cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman kemiri meliputi curah hujan 1.100-3.500 mm/tahun dengan curah hujan optimum antara

1.100-2.400 mm/tahun. Suhu udara 22-26°C dan kelembaban udara rata-rata 75%. Tanaman kemiri yang berasal dari biji mulai berbuah umur 3-4 tahun. Yang berasal dari bibit vegetatif mulai berbuah pada umur 2 tahun. Panen buah dilakukan 2 - 3 kali setahun, untuk konsumsi dipanen pada kemasakan 75 %. Bila untuk bibit/benih buahnya ditunggu sampai jatuh sendiri dari pohon. Cara panen dilakukan dengan memanjat pohon atau menggunakan galah atau ditunggu jatuh.

Kandungan Nutrisi Kemiri Dalam 100 gram kemiri terdapat sekitar 680 kalori.

Selain itu, masih banyak nutrisi yang ada di dalam kemiri, antara lain :

- 63 gram lemak
- 19 gram protein
- 8 gram karbohidrat
- 3 gram serat • 431 miligram kalium
- 200 miligram fosfor
- 80 miligram kalsium

Kemiri juga mengandung berbagai zat gizi mikro yang dibutuhkan oleh tubuh, seperti natrium, zinc, dan vitamin B. jangan khawatir dengan jumlah lemak di dalam kemiri yang cukup tinggi, pasalnya Sebagian besar lemak tersebut merupakan lemak tak jenuh yang baik bagi Kesehatan. Adapun manfaat kemiri untuk Kesehatan yaitu menyuburkan rambut, mencegah keriput, mencegah infeksi, mengatasi sembelit, menjaga kadar kolestrol, dan lain sebagainya.



Gambar 2. 3 Biji Kemiri
Sumber : M. Subandi, 2023

2.6 Kulit Kacang Tanah

Kacang tanah merupakan tanaman palawija yang tergolong dalam anggota spermatophyte, genus *arachis*. Genus *Arachis* merupakan tanaman herbal, daunnya terdiri dari 3-4 helai, memiliki daun penumpu, bunga berbentuk kupu-kupu dengan tabung hipatium, dan buah atau polongnya tumbuh di dalam tanah. Kacang tanah (*Arachis hypogaea* (L.) Merr.) telah lama dibudidayakan di Indonesia dan pada umumnya di tanam di lahan kering ke lahan sawah melalui pola tanam padi-padi-palawija. Kacang tanah di tanam pada berbagai lingkungan agroklimat dengan beragam suhu, curah hujan dan jenis tanah. Kacang tanah merupakan salah satu sumber protein nabati yang cukup penting dalam pola menu makanan untuk masyarakat Indonesia. Salah satu limbah pertanian yang belum dimanfaatkan secara luas adalah kulit kacang tanah. Kulit kacang tanah dapat diperoleh dari industri rumah tangga maupun industri besar yang memproduksi jenis makanan yang mengandung kacang tanah seperti kacang atom, kacang bawang dan selai kacang. Kulit kacang tanah biasanya digunakan untuk pakan ternak, obat tradisional dan bahkan dibuang begitu saja. Banyak sekali kulit kacang di buang begitu saja tanpa adanya tindakan untuk mengatasi limbah tersebut.

Kulit kacang tanah merupakan salah satu limbah yang menarik untuk diteliti, jika produksi kacang tanah di Indonesia pada tahun 2014 mencapai 682,258 ton Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) dan berat kulit kacang tanah 30 % dari berat keseluruhan kacang tanah, maka kuantitas limbah kulit kacang tanah di Indonesia mencapai 204 ton. Kacang tanah terdiri atas kulit (hull) 21-29%, daging biji (kernel) 69-72.40%, dan lembaga (germ) 3.10-3.60% (Keteren, 1998).

Komposisi kulit kacang tanah terdiri dari 9,5% air, 3,6% abu, 8,4% protein, 63,5% selulosa, 13,2% lignin, dan 1,8% lemak. Sedangkan menurut (Kerr, 2006) Kulit kacang tanah selain mengandung senyawafenolik juga mengandung senyawa senyawa lain yaitu 8,2% protein, 1,1% lemak, 28,2% lignin, 45,2% selulosa, 10,6% karbohidrat, 0,27% kalsium, 0,09% fosfor, dan 4,6 % (Department Pertanian ,2008).

2.7 Bahan Perekat



Gambar 2. 4 Kulit Kacang Tanah
Sumber : Department Pertanian ,2008

Bahan perekat adalah suatu zat yang memiliki kemampuan untuk menyatukan bahan-bahan lainnya melalui ikatan permukaan, penggunaan bahan perekat dimaksudkan untuk membentuk tekstur yang padat atau mengikat antara dua benda atau lebih yang akan direkatkan. Dengan adanya bahan perekat, maka susunan partikel akan semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekanan pembriketan akan semakin baik dan kuat.

Perekat yang biasa digunakan untuk membuat briket dapat di kelompokkan menjadi dua jenis yaitu perekat organik dan perekat anorganik :

1. Perekat organik merupakan perekat yang efektif, tidak terlalu mahal, dan menghasilkan abu yang sedikit. Contoh perekat organik adalah tepung tapioka/tepung kanji
2. Perekat anorganik, merupakan perekat yang dapat menjaga ketahanan briket dalam proses pembakaran, sehingga briket menjadi lebih tahan lama. Selain itu, perekat ini juga memiliki daya lekat yang kuat dibandingkan perekat organik, akan tetapi biaya yang di keluarkan lebih tinggi dan menghasilkan abu yang lebih banyak dibandingkan perekat organik

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 arang akan saling mengikat yang menyebabkan air terikat dalam pori-pori arang. Penggunaan bahan perekat dimaksudkan untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat atau mengikat dua substrat yang akan diretakkan. Dengan adanya bahan perekat maka susunan 16 partikel akan semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekan dan arang briket akan semakin baik (Setiawan,2012). Proses pembuatan briket arang memerlukan perekatan yang bertujuan untuk mengikat partikel-partikel arang sehingga menjadi kompak. Bahan perekat yang baik digunakan untuk pembuatan briket arang meliputi pati, dekstrin dan tepung tapioka, karena menghasilkan briket arang yang tidak berasap pada saat pembakaran dan tahan lama (Permatasari dan Utami 2015). Perekat yang sering digunakan pada pembuatan briket antara lain kanji, sagu, tanah liat, semen, natrium silikat dan tetes tebu. Beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Sutiyono, 2002) membandingkan antara perekat kanji dengan perekat tetes tebu dan dihasilkan briket yang optimum yaitu briket yang menggunakan bahan perekat kanji karena memiliki kuat tekan dan nilai kalor yang lebih tinggi. Penelitian lain dilakukan oleh (Lestari, 2010) yang membandingkan antara perekat sagu dan perekat kanji. Dari hasil penelitian tersebut juga dihasilkan perekat yang lebih baik yaitu perekat kanji karena memiliki kandungan air dan abu yang rendah dan karbon yang lebih tinggi dibandingkan dengan perekat sagu. Perekat ini memiliki daya ekonomis dan mudah didapatkan. Perekat ini biasa digunakan untuk

mengelem peranko dan kertas. Harganya sangat murah, cara mendapatkan sangat mudah dan cara penyeduhan yang mudah menjadi pilihan masyarakat untuk memilih perekat tapioka. Cara pembuatannya sangat mudah, yaitu cukup mencampurkan tepung tapioka dengan air, lalu dipanaskan di atas kompor. Proses pengadukan harus dilakukan selama pemanasan agar tidak menggumpal. Perubahan pada warna tepung yang semula putih akan berubah menjadi transparan setelah beberapa menit dipanaskan dan terasa lengket di tangan.

Tepung Tapioka merupakan saripati yang diekstrak dari singkong, penggunaan bahan perekat di maksudkan untuk menarik kadar air dan membentuk struktur padat atau mengikat dua substrat yang akan direkatkan kadar perekat. Adanya penambahan perekat maka susunan partikel akan semakin baik, teratur, dan lebih padat sehingga proses pengempaan ketannguhan tekanan pembriketan akan semakin lebih baik. Tepung kanji banyak di jumpai di pasaran, harga perekat ini cukup ekonomis dan mudah didapatkan.



Gambar 2. 5 Tepung Tapioka
Sumber : Kompasiana.com

Pada umumnya pati mengandung senyawa amilosa, amilopektin dan material antara,yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Pati

NO	KOMPONEN	KANDUNGAN (%)
----	----------	---------------

1	Amilosa	15%-30%
2	Amilopektin	70%-85%
3	Material antara	5%-10%

(Sumber : Sari, 2016)

Jenis perekat yang digunakan untuk pembuatan briket dalam penelitian ini adalah perekat dari tepung tapioka yang terbuat dari singkong/ketela pohon. Perekat tepung tapioka memiliki kandungan kimia tersendiri seperti kandungan air, lemak, abu, serat kasar, protein, dan karbon. Kandungan ini yang mempengaruhi tingkat perekat yang baik. Kandungan-kandungan tersebut seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Komposisi Kimia Tepung Tapioka

NO	KOMPONEN	KANDUNGAN (%)
1	Kalori	307 kalori/100 gram
2	Air	15 %
3	Abu	0,01 % - 0,04 %
4	Karbohidrat	85 %
5	Lemak	0,2 %
6	Protein	0,5%-0,7%
7	Serat	0,5 %

Sumber : Grace (1997) dalam Rahman (2007)

Dilihat dari kandungan di atas bahwa tepung tapioka merupakan salah satu bahan perekat terbaik untuk bahan pembuatan briket. Dalam pembuatan briket jumlah perekat yang digunakan sangat berpengaruh.

2.8 Kadar Air

Penetapan kadar air dilakukan dengan mengambil 1 gr sampel briket dan dikeringkan beberapa hari, setelah itu diletakkan dalam cawan mangkok yang telah disediakan. Kemudian briket diukur kadar airnya menggunakan rumus dan nilai kadar air keluar di layar alat ukur berupa angka dengan satuan persen, penelitian sebelumnya dilakukan oleh Hansen, 2009, kadar air yang tinggi pada biobriket akan menyebabkan pembakaran yang lambat, dan menentukan parameter yang penting terhadap kualitas ketahanan dan kualitas kerapatan briket.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(m1-m2)}{m1} \times 100\%$$

Keterangan : m1 = massa awal (gr)

m2 = massa setelah kering (gr)

2.8.1 Kadar Zat Menguap

Kadar zat menguap adalah gas yang dihasilkan selama briket dilakukan uji pembakaran dengan pengaruh terhadap kadar abu dan cepat atau lambatnya proses pembakaran. Pengaruh kadar VS dalam briket berbanding lurus dengan peningkatan panjang nyala api dan membantu dalam memudahkan penyalaan briket, serta memengaruhi kebutuhan udara sekunder oksigen yang terpenuhi di sekitar dan aspek-aspek distribusi penyusun pembakaran (Umar, R. C. (2022)).

Zat menguap (*volatile matter*) adalah zat selain kadar air, karbon terikat dan abu yang terdapat dalam arang. Terdiri dari cairan dan sisa bahan yang tidak habis dalam proses karbonisasi dan menjadi bara. Kadar zat mudah menguap ini dapat berubah-ubah tergantung lama proses pengarangan dan temperatur yang diberikan saat proses karbonisasi. Kadar zat menguap ini akan menurun persentasenya bila diberikan perlakuan dengan memperlambat proses karbonisasi pada temperatur yang sama atau meningkatkan temperatur proses dalam jangka waktu yang sama. Kadar karbon menguap ini dipengaruhi juga oleh kadar senyawa bahan baku yang dimiliki. Zat yang menguap dalam arang mempunyai batas maksimum 40% dan batas minimum 5%, kandungan zat yang mudah menguap ini mempengaruhi kesempurnaan pembakaran dan intensitas api. Penilaian tersebut didasarkan pada rasio atau perbandingan antara kandungan karbon dengan zat yang menguap, yang disebut dengan rasio bahan bakar. Semakin tinggi nilai rasio laju zat terbang, maka jumlah karbon di dalam batubara yang tidak terbakar menyebabkan kadar kualitas briket menjadi menurun.

Sedangkan bahan yang mudah menguap dapat berpengaruh terhadap proses penyalaan dan laju pembakaran. Kadar zat menguap berbanding lurus dengan laju pembakaran di mana dengan kadar zat menguap yang tinggi menyebabkan menurunnya laju pembakaran.

Kadar zat terbang ini mampu mengurangi laju dan dapat memberikan efek pencemaran dengan adanya kadar senyawa yang ada di dalamnya. Sehingga dengan kadar zat yang terbang ini maka briket menjadi lebih baik (Raharjo, 2006)

2.8.2 Kerapatan

Kerapatan atau bulk density dihitung dengan membandingkan massa briket dengan volume-nya. Pengetahuan mengenai kerapatan (densitas) suatu produk berguna untuk perhitungan kuantitatif dan pengkajian kualitas penyalaan (Umar, R. C. (2022).

Kerapatan bioarang mempengaruhi terhadap laju pembakaran, nilai kalor, kadar abu dan kadar zat menguap. Kerapatan memiliki pengaruh signifikan karena berbanding lurus dengan laju pembakaran. Semakin padat atau halus briket maka akan semakin lama laju pembakaran.

Semakin tinggi keragaman ukuran serbuk arang maka akan menghasilkan briket arang dengan kerapatan dan keteguhan yang semakin tinggi pula dan menjadi briket lebih baik. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan arang penyusun briket arang tersebut dengan keadaan dan struktur briket. Semakin tinggi kehomogenan dan semakin halus partikel penyusun briket akan semakin meningkatkan kerapatannya. Nilai kerapatan mempengaruhi kualitas briket arang. Nilai kerapatan yang tinggi dapat mempengaruhi tingkat nilai kalorinya. Kerapatan tergantung pada saat besar kecilnya pengepresan dengan dipengaruhi karakteristik jenis bahan. Sehingga kadar kerapatan atau kadar pengepresan berpengaruh terhadap kualitas briket. (Triono, 2006)

2.8.3 Keteguhan Tekan

Uji kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan suatu produk jika dikenai suatu beban dengan tekanan tertentu. Tingkat kekuatan tersebut diketahui ketika produk tersebut tidak mampu menahan beban lagi. Standar nilai kuat tekan pada briket bio-arang adalah sebesar 65 kg/cm²

Secara mekanis nilai kuat tekan sangat mempengaruhi oleh jenis bahan, ukuran partikel, densitas partikel, jenis perekat, tekanan pemampatan dan kerapatan produk. Semakin tinggi nilai kerapatan suatu produk, maka semakin tinggi pula nilai kuat tekan yang dihasilkan. (Umar, R. C. (2022).

Keteguhan ini memiliki peranan yang penting bagi pembriketan. Keteguhan briket berbanding lurus dengan kerapatan. Keteguhan yang tinggi akan mengindikasikan kerapatan tinggi maka akan meningkatkan tingginya laju pembakaran.

Keseragaman ukuran serbuk arang atau serbuk yang bertambah halus akan semakin tinggi akan meningkatkan keteguhan tekan dan kerapatan briket arang. Tingginya nilai keteguhan tekan briket arang yang dihasilkan disebabkan ukuran serbuk arang yang cenderung lebih seragam, permukaan yang seragam akan mempermudah pembriketan saat bahan dikempa dengan campuran perekat. Ditambah dengan tekanan tertentu membantu proses pengikatan dan pengisian ruang-ruang yang kosong. Ukuran yang tidak seragam maka akan menurunkan nilai kehomogenan. (Triono, 2006)

2.9 Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Analisa nilai kalor suatu bahan bakar dimaksudkan untuk memperoleh data tentang energi kalor yang dapat dibebaskan oleh suatu bahan bakar dengan terjadinya reaksi atau proses pembakaran.

Nilai kalor bahan bakar terdiri dari Nilai Kalor Atas (Highest Heating Value) dan Nilai Kalor Bawah (Lowest Heating Value). Nilai Kalor Atas (NKA) adalah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna suatu satuan berat bahan bakar padat atau cair, atau suatu satuan volume bahan bakar gas, pada tekanan tetap, apabila semula air yang mula-mula berwujud cair setelah pembakaran mengembun kemudian menjadi cair kembali. Nilai Kalor Bawah (NKB) adalah kalor yang besarnya sama dengan nilai kalor atas dikurangi kalor yang diperlukan air yang terkandung dalam bahan bakar dan air yang terbentuk dari pembakara bahan bakar.

2.9.1 Bomb Calorimeter

Automatic bomb calorimeter adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur bahan pembakaran atau daya kalori dari suatu material. Proses pembakaran diaktifkan di dalam suatu atmosfer oksigen di dalam suatu kontainer volume tetap. Semua bahan terbenam di dalam suatu rendaman air sebelah luar dan keseluruhan alat dalam bejana calorimeter tersebut. Bejana

calorimeter juga terbenam di dalam air bagian luar. Temperatur air di dalam bejana calorimeter dan rendaman dibagian luar keduanya dimonitor.



Gambar 2. 6 Bomb Calorimeter
Sumber : Laboratorium Termodinamika UIN Malang, 2023

Automatic bomb calorimeter dapat digunakan untuk mengukur beberapa aplikasi dan telah dirancang sehingga sesuai dengan ISO, DIN dan standard internasional lainnya. Automatic bomb calorimeter adalah alat yang digunakan untuk menentukan nilai energi kotor. Sedangkan nilai energi bersihnya adalah pengurangan nilai energi kotor dengan perkalian anantara H₂O hasil pembakaran yang tertampung dalam bomb dan panas laten penguapan H₂O. Satuan yang digunakan pada automatic bomb calorimeter adalah kalori/gram, karena kalori merupakan unit untuk mengukur energi kimia.

2.10 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. (Masthura, 2019)

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah :

Laju pembakaran : $_ \text{gr/menit}$

Ket :

a = Massa briket

b = Waktu pembakaran

2.11 Keuntungan Briket Arang

Briket arang memiliki komponen yang baik terhadap pengganti emisi. Keuntungan yang diperoleh dari penggunaan briket bioarang antara lain adalah biayanya sangat murah. Alat yang digunakan untuk membuat briket bioarang sangat mudah, bahkan tidak perlu membeli karena berasal dari sampah, daun-daun kering, limbah pertanian yang sudah tidak berguna lagi. Kualitas bioarang yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai pemenuhan kebutuhan keluarga. Bahan baku pembuatan arang umumnya telah tersedia di sekitar kita. Briket bioarang dalam penggunaannya digunakan untuk menghasilkan laju pembakaran yang baik sebagai penghasil energi termis (Andry, 2000)

Syarat briket yang baik adalah briket yang halus dan tidak menghasilkan warna ubah briket terhadap tangan. Selain itu, sebagai bahan bakar, briket juga harus memenuhi kriteria sebagai berikut untuk menentukan kualitas briket:

- Mudah dinyalakan saat akan dilakukan laju pembakaran.
- Tidak mengeluarkan asap artinya kadar zat terbang sedikit.
- Emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun, kecap air dan hasil pembakaran tidak berjamur bila disimpan pada waktu lama artinya kadar abu pada briket sedikit.
- Menunjukkan upaya laju pembakaran (waktu, laju pembakaran, dan suhu pembakaran) yang baik.

Briket yang baik harus memenuhi standar yang telah ditentukan agar dapat dipakai sesuai dengan keperluannya. Penentuan kualitas briket arang umumnya dilakukan terhadap komposisi kimia dan sifat fisika seperti kadar air, berat jenis, nilai kalor serta sifat mekanik. Kualitas briket arang yang berada di pasaran sudah dalam taraf yang baik serta memilih daya emisi yang tinggi dengan standar pemenuhan kebutuhan untuk masyarakat. Briket arang sangat ekonomis sehingga sangat membantu menyelesaikan solusi masyarakat.

2.12 Prinsip Dasar Pembuatan Briket

Proses karbonisasi atau pengarangan adalah proses pirolisis dengan mengubah bahan baku asal menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang tertutup

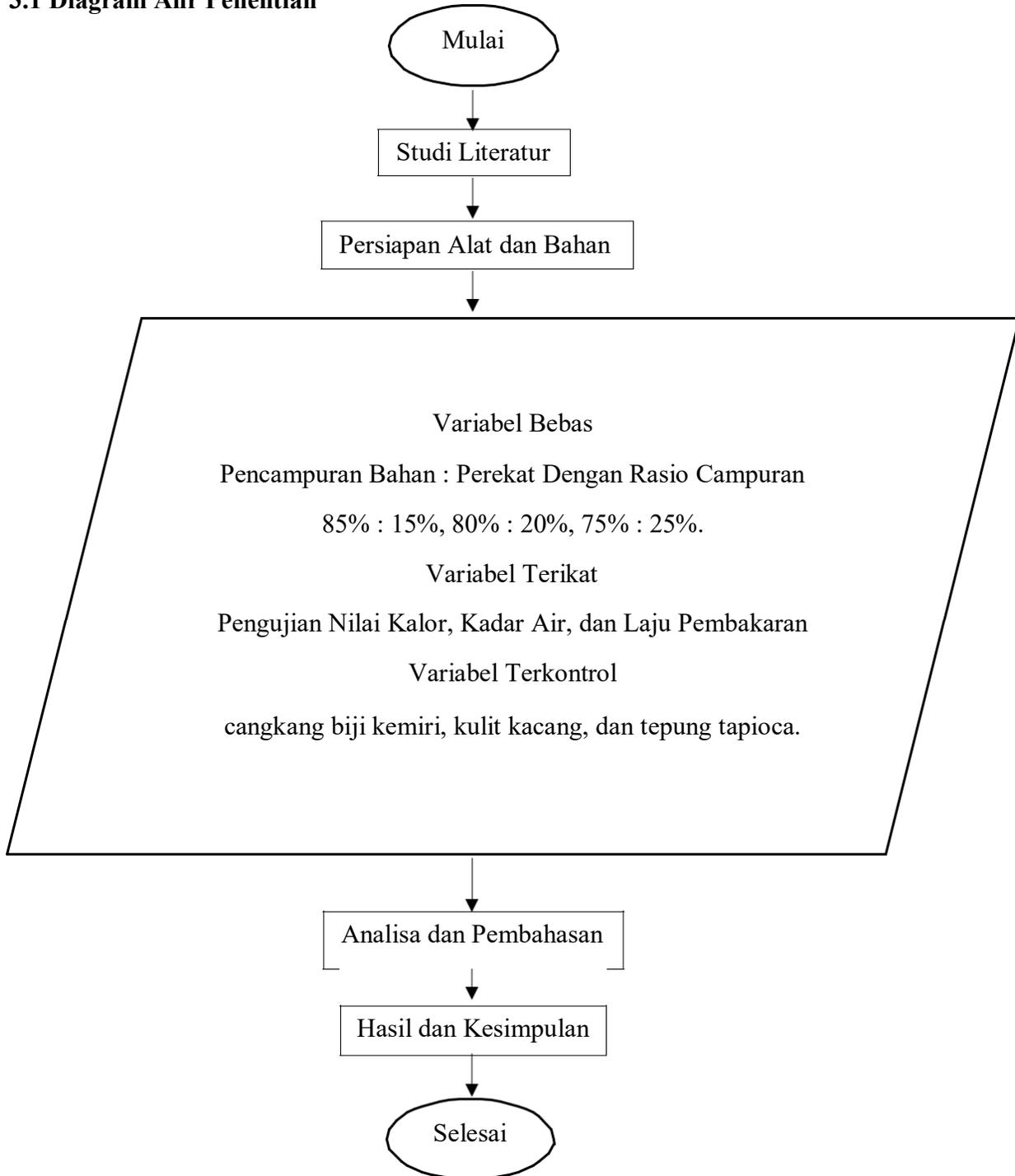
dengan udara yang terbatas atau seminimal mungkin atau dengan pembakaran dengan kadar karbon yang rendah (Junaedy, 2013).

Proses pembakaran dikatakan sempurna jika hasil akhir pembakaran berupa abu berwarna keputihan dan seluruh energi di dalam bahan organik dibebaskan ke lingkungan (Junaedy, 2013). Namun dalam pengurangan, energi pada bahan akan dibebaskan secara perlahan. Apabila proses pembakaran dihentikan secara tiba-tiba ketika bahan masih membara, bahan tersebut akan menjadi arang yang berwarna kehitaman. Bahan yang digunakan hasil dari perkebunan atau perkotaan yang tidak digunakan kembali. Pembriketan ini mampu menjadi alternatif baik bagi kelangsungan hidup masyarakat sehingga dapat menurunkan ketergantungan masyarakat terhadap energi.

BAB III

RANCANGAN PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan

3.2.1 Alat yang Digunakan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini sebagai berikut:

1. Alat Press Hidrolik
2. Cetakan
3. Moisture Meter
4. Bomb Calorimeter
5. Gelas Ukur
6. Aluminium Foil
7. *Stopwatch*
8. Baskom Pencampur
9. Timbangan Digital
10. Kompor
11. Sendok
12. *Thermogun*
13. Oven
14. Plat Penampang 1 mm

3.2.2 Bahan yang Digunakan

1. Cangkang Biji Kemiri
2. Kulit Kacang Tanah
3. Tepung Tapioka

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

- Waktu Penelitian

Pengambilan data akan dilakukan pada bulan november sampai dengan selesai

- Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan pembuatan bertempat di Laboratorium Manufaktur Produksi Institut Teknologi Nasional Malang dan Pengujian Nilai Kalor akan dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Universitas Brajiwaya, Pengujian Kadar Air dilakukan di

Laboratorium Konversi Energi Universitas Brajiwaya, Pengujian Laju Pembakaran di Laboratorium Manufaktur Produksi Insititut Teknologi Nasional Malang.

3.4 Proses Pembuatan Briket Biomassa

Proses pengerjaan pada penelitian ini yaitu persiapan bahan baku, pengeringan bahan, karbonisasi, penumbukan arang, pencampuran bahan perekat, pencampuran bahan baku, pencetakan dan pengempaan, pengeringan. Adapun tahapan tersebut dapat diterangkan sebagai berikut :

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang disiapkan adalah serbuk cangkang kemiri dan kulit kacang. Pada proses ini kedua bahan dikumpulkan dan dibersihkan dari kotoran dan material tidak berguna yang dapat mempengaruhi kualitas dari sampel yang akan dikeringkan dibawah sinar matahari untuk mengurangi kandungan air pada bahan tersebut.

2. Proses Karbonisasi

Pada proses karbonisasi atau pengarangan untuk bahan serbuk cangkang kemiri dan kulit kacang, bahan kemudian dikarbonisasi dengan menggunakan oven tangkring (oven kompor). Pembakaran selesai ditandai dengan asap yang keluar sudah mulai habis, proses pembakaran ini berlangsung selama 1 jam dengan suhu kompor sekitar 100-160°C. Selanjutnya arang di dinginkan selama 30 menit dan dilakukan penyortiran dengan memisahkan antara arang yang berwarna hitam dengan arang yang telah membentuk abu maupun arang yang belum terbentuk sempurna.

3. Penumbukan arang

Proses penumbukan arang dilakukan dengan menggunakan cobek batu, selanjutnya setelah semua bahan halus kemudian dipindahkan kedalam baskom.

4. Pencampuran bahan perekat

Bahan baku yang digunakan adalah tepung kanji dan aquades, dengan perbandingan 1 : 1 dari jumlah massa perekat.

5. Pembuatan adonan

Bahan baku yang telah dibuat tersebut selanjutnya dicampurkan dengan perekat tepung kanji sebanyak perbandingan 85% : 15%, 80% : 20%, 75% : 25%. dan membentuk semacam adonan yang cukup basah jika semakin banyak perekat yang digunakan.

6. Pencetakan dan Pengepresan

Hasil adonan briket dimasukkan ke dalam cetakan yang berbentuk silinder dengan diameter 5 cm, kemudian dipadatkan dan dilakukan pengepresan dengan tekanan 50 kg/cm² pada temperatur 50°C.

7. Pengeringan

Sampel Briket arang dioven kurang lebih selama 20 menit dengan temperatur sekitar 100-160°C. Proses pengeringan kadar air merupakan proses untuk menghilangkan kadar air dalam briket. Hal ini di karenakan dalam proses pengeringan briket terjadi pengurangan massa karena briket yang baru di cetak masih banyak mengandung air, sehingga perlu dikeringkan agar tidak mengganggu besar nilai kalor dan laju pembakaran. Untuk mengetahui kadar air dari suatu bahan bakar padat dapat dilakukan pengeringan dengan sinar matahari.

3.5 Pengambilan Data

3.5.2 Data Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran dilakukan untuk mengetahui nilai laju pembakaran yang dihasilkan dari pembakaran briket tersebut.

Langkah – langkah pengujian sebagai berikut :

1. Menyiapkan plat untuk menjadi alas tempat pembakaran.
2. Meletakkan plat di atas kompor hingga temperatur plat mencapai 100°C.
3. Menyiapkan stopwatch untuk mengukur lama waktu briket.
4. Menyiapkan thermometer untuk mengukur data temperatur briket.
5. Meletakkan briket keatas tempat pembakaran.

6. Mencatat data hasil pengamatan dari nyala awal pembakaran setiap spesimen.
7. Mencatat data hasil pengamatan dari waktu dan temperatur pembakaaan setiap spesimen.
8. Menganalisa hasil pengujian.

Proses pengumpulan data dilakukan dengan pengujian briket cangkang kemiri dan kulit kacang terlebih dahulu. Pengujian briket campuran cangkang kemiri dan kulit kacang dilakukan dengan mengukur waktu nyala awal dan laju pembakaran. Berikut adalah table data pengujian laju pembakaran pada briket :

3.5.3 Data Nilai Kalor

Langkah pengambilan data nilai kalor dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Universitas Brawijaya menggunakan alat *Bomb Calorimeter* ASTM D240 jenis model 1241 *EF PAAR of PAAR* Instrument USA dengan cara sebagai berikut :

Pengujian nilai kalor dengan memasukkan sampel uji dengan massa sebesar 0,5 gram pada cawan ke dalam oxygen bomb. Kawat sepanjang 10 cm yang terpasang pada kepala oxygen bomb akan mengindikasikan penyalaan sampel uji yang dikenai pada sampel uji. Oksigen dimasukkan dengan tekanan 40 atm secara konstan selama 90 detik untuk membantu terjadinya pembakaran didalam oxygen bomb. Oxygen bomb dimasukkan kedalam oval bucket berisi 2 liter air di dalam adiabatic calorimeter. Sebagai keluaran dari pengujian ini, temperatur awal dan temperatur akhir dicatat setelah dilakukan ignite pada bomb calorimeter, dan sisa kawat diukur perbedaan panjangnya setelah terbakar. Data massa sampel, perbedaan temperatur, dan panjang kawat sisa dimasukkan kedalam perhitungan dengan rumus :

$$= [(T_{akhir} - T_{awal}) \times \text{Standart benzoic}] - (P_{awal\ kawat} - P_{sisa\ kawat}) \times 2.3 - \text{nilai kalor abu massa bahan uji}$$

Dimana :

$$\text{Nilai kalor abu} = 10 \text{ kal/gr}$$

3.5.4 Data Kadar Air

Langkah pengambilan data kadar air dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Universitas Brawijaya menggunakan alat Moisture Balance tipe MOC-120H dengan cara sebagai berikut :

Masukkan sampel sesuai dengan berat yang diinginkan, kemudian tutup bagian penutup alat, lalu pilih kondisi yang sesuai dengan bahan yang di uji. Kemudian tekan start untuk memulai pembacaan dan hasil persentase kadar air akan tertera di layar.

3.6 Analisa Pengambilan Data

Data yang diperoleh melalui perhitungan di atas selanjutnya dilakukan pemaparan data untuk analisis pada grafik hasil penelitian. Hasil pemaparan untuk mengetahui karakteristik dengan hasil data intensitas yang tertinggi dan terendah. Data yang diperoleh dapat digolongkan menjadi beberapa variabel, diantaranya sebagai berikut:

3.6.1 Variabel Bebas

Variabel bebas atau variabel penyebab (*independent variable*) merupakan variabel yang dapat dibuat bebas dan bervariasi. Variabel bebas menyebabkan atau mempengaruhi faktor-faktor yang diukur untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diobservasi atau diamati. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi bahan dengan perbandingan cangkang kemiri dan kulit kacang dengan perekat tepung tapioka 85% : 15%, 80% : 20%, 75% : 25%.

3.6.2 Variabel Terikat

Variabel terikat atau variabel tergantung (*dependent variable*) merupakan variabel yang muncul akibat adanya variabel-variabel terikat. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah laju pembakaran, kadar air, dan nilai kalor.

3.6.3 Variabel Terkontrol

Variabel Terkontrol merupakan variabel yang sengaja dikendalikan atau dibuat konstan oleh peneliti sebagai usaha untuk meminimalisir bahkan menghilangkan pengaruh lain selain variabel bebas yang dimungkinkan mempengaruhi hasil variabel terikat. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah cangkang biji kemiri, kulit kacang, dan tepung tapioca.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN

PEMBAHASAN 4.1 Data Hasil Penelitian

Setelah melakukan pengujian maka didapatkan data-data hasil pengujian briket campuran kulit kacang kemiri dan kulit kacang tanah dengan menggunakan perekat tepung tapioka. Mendapatkan nilai-nilai pengujian antara lain nilai kalor, kadar air, dan laju pembakaran tersebut di analisa dan di bahas setelah melakukan proses penelitian dalam pembuatan briket. Sehingga mendapatkan hasil sebagai berikut :

4.1.1 Data Hasil Pengujian Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor di lakukan di laboratorium Termodinamika UIN Malang menggunakan alat Oksigen *Bom Calorimeter Merk Athena* sebanyak 9 sampel uji. Nilai kalor menjadi parameter mutu kualitas briket arang, dengan variasi campuran bahan cangkang biji kemiri dan kulit kacang tanah dengan perekat tepung tapioka dengan satuan gram.

Tabel 4. 1 Data Hasil Uji Nilai Kalor

No	Komposisi	Sampel	Nilai Kalor (Kal/gram)	Rata-rata Nilai Kalor (Kal/gram)
1	85%:15%	1	3632,76	3795,56
		2	3931,23	
		3	3822,69	
2	80%:20%	1	3714,16	3659,89
		2	3578,49	
		3	3687,02	
3	75%:25%	1	3280,02	3506,13
		2	3605,62	
		3	3632,76	

Sumber : Laboratorium Termodinamika UIN Malang, 2023

4.1.2 Data Hasil Pengujian Nilai Kadar Air

Kadar air adalah jumlah air yang masih terdapat pada briket setelah dilakukan proses pengeringan selama sehari dengan cara menjemur waktu terik panas matahari. Besar kecilnya perenstase nilai berpengaruh pada nilai kalor yang ada pada briket. Pengujian ini dilakukan di laboratorium Rekayasa Proses Universitas Tribhuwana Tunggaldegi dengan bahan cangkang biji kemiri dan kulit kacang tanah dengan perekat tepung tapioka satuan gram.

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Kadar Air

No	Komposisi	Sampel	Kadar Air (%)	Rata-rata Kadar Air (%)
1	85%:15%	1	6,17	5,92
		2	5,99	
		3	5,6	
2	80%:20%	1	6,19	5,98
		2	6,00	
		3	5,75	
3	75%:25%	1	6,22	6,04
		2	6,1	
		3	5,8	

Sumber : Laboratorium Rekayasa Proses Universitas Tribhuwana Tunggaldegi, 2023

4.1.3 Data Hasil Pengujian Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran dilakukan secara manual dengan menggunakan tungku briket yang dilakukan di laboratorium Manufaktur dan Produksi ITN Malang. Dimana lama nyala api dari briket di hitung dengan stopwatch mana yang lebih tahan lama untuk nyala pembakarannya, kemudian setiap sampel dibakar sampai menjadi abu.

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Laju Pembakaran

No	Komposisi	Sampel	Massa Awal (gr)	Massa Akhir (gr)	Massa briket terbakar (gr)	Waktu Pembakaran (Menit)	Laju Pembakaran (Gram/menit)	Rata-rata Laju Pembakaran
1	85%: 15 %	1	4	2,3	1,7	60,45	0,028	0,050
		2	4,2	2,6	1,6	63,35	0,025	
		3	3,8	2,3	1,5	58,55	0,026	
2	80%: 20 %	1	3,9	1,8	2,1	39,2	0,053	0,047
		2	4,1	2,2	1,9	43,45	0,044	
		3	3,6	1,6	2	36,57	0,054	
3	75%: 25 %	1	4	2,3	1,7	60,45	0,028	0,026
		2	4,2	2,6	1,6	63,35	0,025	
		3	3,8	2,3	1,5	58,55	0,026	

Sumber : Laboratorium Manufaktur Produksi ITN Malang, 2023

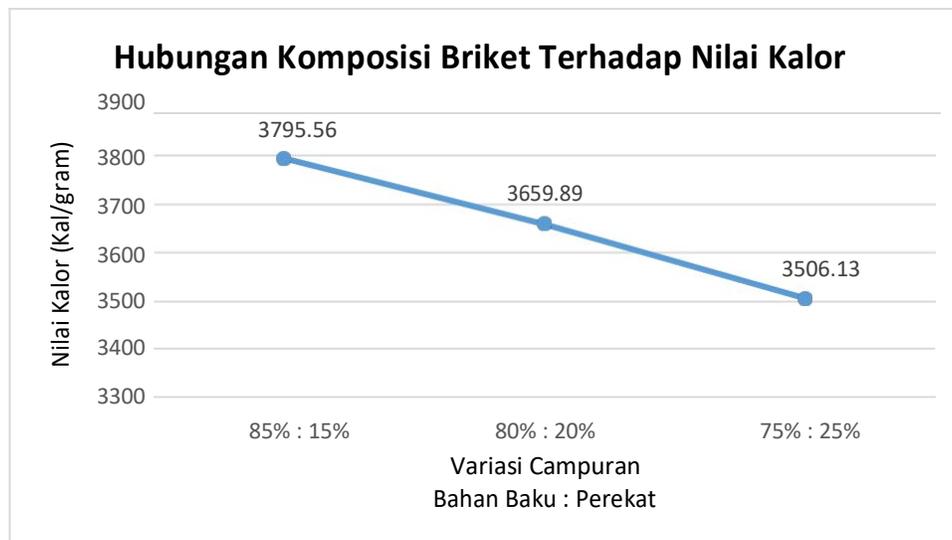
4.2 Pembahasan

4.2.1 Pembahasan Data Uji Nilai Kalor

Tabel 4. 4 Data Hasil Rata-rata Nilai Kalor

Komposisi	Nilai Kalor (Kal/gram)
85% : 15%	3795,56
80% : 20%	3659,89
75% : 25%	3506,13

Sumber : Laboratorium Termodinamika UIN Malang, 2023



Grafik 4. 1 Hubungan Komposisi Briket Terhadap Nilai Kalor

Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

Berdasarkan grafik diatas hubungan antara nilai kalor terhadap variasi komposisi briket mendapatkan data hasil pengujian nilai kalor dengan rata-rata tertinggi yaitu dengan variasi campuran 85% : 15% mendapatkan nilai kalor sebesar 3795,56 kal/gram, lalu pada variasi 80% : 20% mendapatkan nilai kalor 3659,89 kal/gram ini mengalami penurunan dari sebelumnya, sedangkan pada variasi 75% : 25% terus mengalami penurunan dengan mendapatkan nilai kalor sebesar 3506,13 kal/gram.

Pada penelitian sebelumnya yang di lakukan oleh (M.Subandi, 2022) dengan menggunakan bahan baku cangkang biji kemiri dengan komposisi yang berbeda

didapatkan hasil nilai kalor tertinggi disebabkan karena kandungan air yang rendah, semakin rendah kadar air maka nilai kalor pada briket akan semakin meningkat.

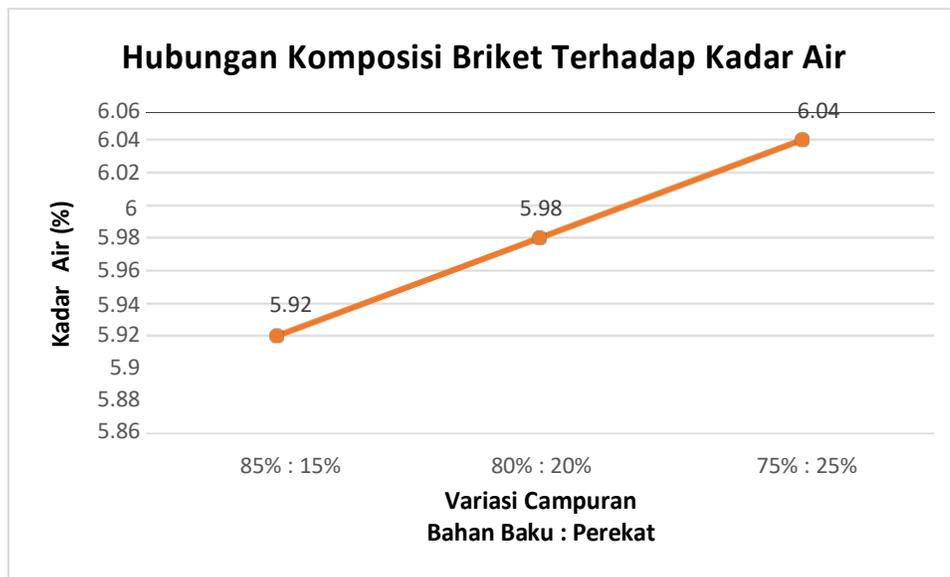
Bisa disimpulkan pada penelitian ini berbanding lurus dengan penelitian sebelumnya dimana komposisi briket cangkang biji kemiri dan kulit kacang tanah dengan perekat tepung tapioka disebabkan perbedaan variasi komposisi mengalami peningkatan.

4.2.2 Pembahasan Data Uji Kadar Air

Tabel 4. 5 Data Hasil Rata-rata Kadar Air

Komposisi	Kadar Air (%)
85% : 15%	5,92
80% : 20%	5,98
75% : 25%	6,04

Sumber : Laboratorium Termodinamika UIN Malang, 2023



Grafik 4. 2 Hubungan Komposisi Briket Terhadap Kadar Air Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

Berdasarkan grafik diatas hubungan antara kadar air terhadap variasi komposisi briket mendapatkan data hasil pengujian kadar air dengan rata-rata tertinggi yaitu dengan variasi campuran 85% : 15% mendapatkan nilai kalor tertinggi sebesar 6,24 %, lalu pada variasi 80% : 20% mendapatkan kadar air 5,98 % ini mengalami penurunan dari sebelumnya, sedangkan pada variasi 75% : 25% mendapatkan nilai terendah dan terus

mengalami penurunan dengan mendapatkan kadar air sebesar 5,92 %. Hal ini dikarenakan jumlah pori-pori lebih sedikit

Dari hasil grafik menunjukkan kadar air sangat mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan, semakin rendah kadar air maka nilai kalor akan semakin tinggi dan begitupun sebaliknya semakin tinggi kadar air maka nilai kalor akan semakin rendah.

Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (**Rustam Efendi, 2022**) tentang Karakterisasi Biobriket Campuran Kulit Kemiri Dan Cangkang Kemiri, kandungan air yang tinggi pada briket juga akan menyulitkan pembakaran briket dan mengurangi temperature pembakaran. Berdasarkan data (Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, 2006) kadar air untuk briket yaitu maksimal 10% dan kadar air briket menurut Standar Nasional Indonesia yaitu 8%.

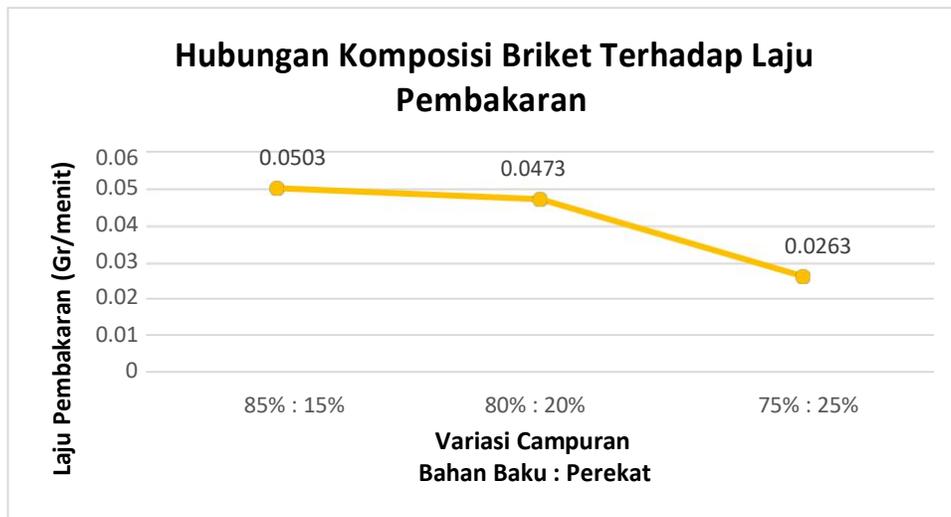
Penelitian ini bisa disimpulkan kadar air briket kulit cangkang kemiri dan kulit kacang tanah dengan variasi campuran 85% : 15%, 80% : 20% , dan 75% : 25% maka komposisi briket ini telah memenuhi Standar Nasional Indonesia.

4.2.3 Pembahasan Data Uji Laju Pembakaran

Tabel 4. 6 Data Hasil Rata-rata Laju Pembakaran

Komposisi	Laju Pembakaran (Gr/menit)
85% : 15%	0,0503
80% : 20%	0,0473
75% : 25%	0,0263

Sumber : Laboratorium Manufaktur Produksi ITN Malang, 2023



Grafik 4. 3 Hubungan Komposisi Briket Terhadap Laju Pembakaran Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

Berdasarkan grafik diatas hubungan antara laju pembakaran terhadap variasi komposisi briket mendapatkan data hasil pengujian laju pembakaran dengan rata-rata tertinggi yaitu dengan variasi campuran 85% : 15% mendapatkan nilai kalor tertinggi sebesar 0,0503 gr/menit %, lalu pada variasi 80% : 20% mendapatkan laju pembakaran 0,0473 gr/menit ini mengalami penurunan dari sebelumnya, sedangkan pada variasi 75% : 25% mendapatkan nilai terendah dan terus mengalami penurunan dengan mendapatkan laju pembakaran sebesar 0,0263 gr/menit. Hal ini dikarenakan pengaruh komposisi briket dan kadar air.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (**Kindriari Nurma Wahyusi, 2016**) laju pembakaran pada briket bergantung pada komposisi kimia bahan dan kadar air. Semakin rendah kadar air maka laju pembakaran briket akan semakin tinggi.

Penelitian ini bisa disimpulkan berbanding lurus pada penelitian sebelumnya dikarenakan komposisi briket 85% : 15% dengan bahan baku cangkang biji kemiri dan kulit kacang dengan perekat tepung tapioka mendapatkan nilai tertinggi laju pembakarannya sedangkan yang terendah pada komposisi briket 75% : 25%.

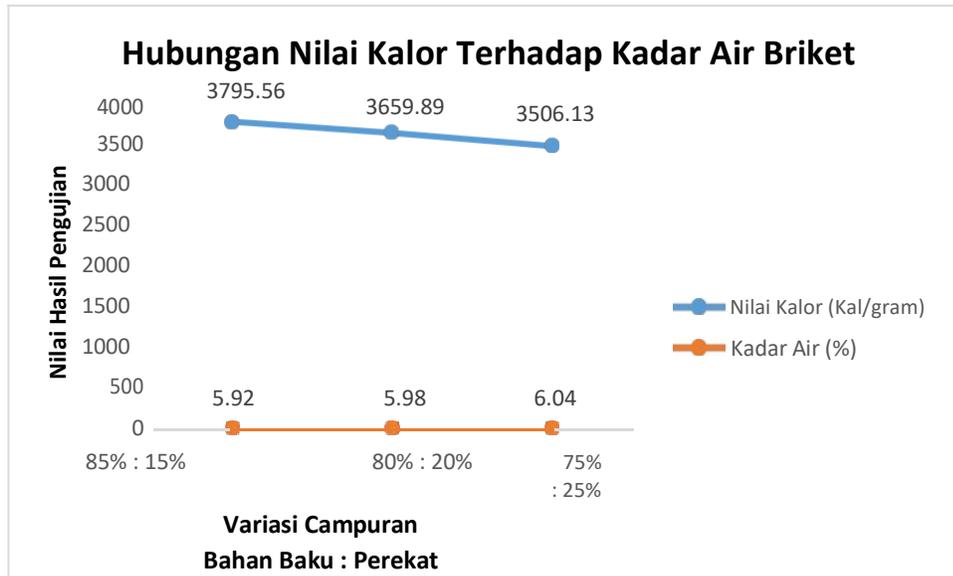
4.2.4 Pembahasan Hubungan Nilai Kalor Terhadap Kadar

Air Tabel 4. 7 Data Hubungan Nilai Kalor Terhadap Air

Komposisi	Nilai Kalor (Kal/gram)	Kadar Air (%)
-----------	------------------------	---------------

85% : 15%	3795,56	5,92
80% : 20%	3659,89	5,98
75% : 25%	3506,13	6,04

Sumber : Laboratorium Termodinamika UIN Malang, 2023



Grafik 4. 4 Hubungan Nilai Kalor Terhadap Kadar Air Briket Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

Berdasarkan grafik diatas hubungan nilai kalor terhadap kadar air yang diperoleh dari hasil pengujian setiap variasi komposisi. Komposisi 85% : 15% mendapatkan nilai kalor sebesar 3795,56 kal/gram dan kadar air 5,92 %, lalu pada komposisi 80% : 20% mendapatkan nilai kalor 3659,89 kal/gram dan kadar air 5,98 %, sedangkan komposisi 75% : 25% mendapatkan nilai kalor sebesar 3506,13 kal/gram dan kadar air sebesar 6,04 %.

Hal ini berbanding lurus dengan teori dikarenakan pengaruh nilai kadar air yang rendah maka pada uji nilai kalor pada komposisi briket akan tinggi begitupun sebaliknya jika nilai kadar air tinggi maka nilai kalor akan rendah.

Teori ini diperkuat pada penelitian sebelumnya (**Abdul Rahman, 2016**) mengatakan nilai kalor yang tinggi disebabkan karena kandungan air yang rendah, semakin rendah kadar air maka nilai kalor pada briket akan semakin tinggi.

Maka penelitian ini bisa disimpulkan berbanding lurus dari penelitian sebelumnya akan tetapi jika mengacu pada kondisi standar briket, dimana mutu nilai kalor yang

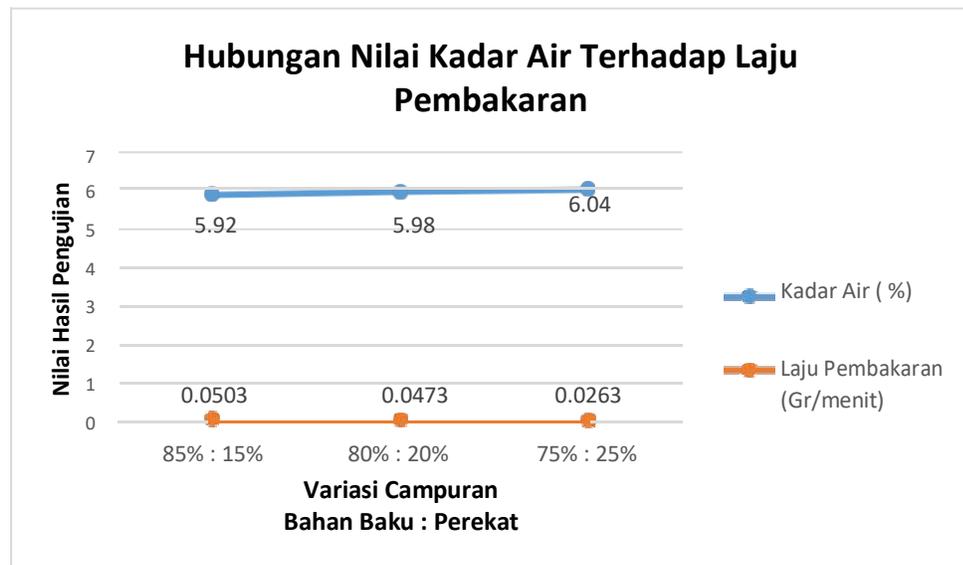
ditetapkan >5000 kal/gram, maka briket cangkang biji kemiri dan kulit kacang tanah dengan perekat tepung tapioka ini belum memenuhi standart mutu nilai kalor briket SNI.

4.2.5 Pembahasan Hubungan Kadar Air Terhadap Laju Pembakaran

Tabel 4. 8 Data Hubungan Kadar Air Terhadap Laju Pembakaran

Komposisi	Kadar Air (%)	Laju Pembakaran (Gr/menit)
85% : 15%	5,92	0,0503
80% : 20%	5,98	0,0473
75% : 25%	6,04	0,0263

Sumber : Laboratorium Manufaktur Produksi ITN Malang, 2023



Grafik 4. 5 Hubungan Kadar Air Terhadap Laju Pembakaran Briket Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

Berdasarkan grafik diatas hubungan kadar air terhadap laju pembakaran yang diperoleh dari hasil pengujian setiap variasi komposisi. Komposisi 85% : 15% mendapatkan nilai kadar air sebesar 5,92 % dan laju pembakaran 0,0503 gr/menit, lalu pada komposisi 80% : 20% mendapatkan nilai kadar air 5,98 % dan laju pembakaran 0,0473 gr/menit, sedangkan komposisi 75% : 25% mendapatkan kadar air sebesar 6,04 % dan laju pembakaran 0,0263 gr/menit.

Hal ini bisa disimpulkan laju pembakaran pada briket cangkang biji kemiri dan kulit kacang tanah dengan perekat tepung tapioka bergantung pada komposisi kimia bahan dan

kadar air, dimana nilai kadar air briket ini rendah maka laju pembakaran briket akan semakin tinggi.

Pada penelitian sebelumnya yang di lakukan oleh **(Kisyanto,Dkk 2022)** sebelumnya kadar air yang meningkat mengakibatkan dibutuhkan energy panas yang lebih untuk membakar briket. Kadar air yang secara fisik terhambat secara kimiawi di dalam ruang atau rongga pada pori-pori bahan briket. Sedangkan air bebas yaitu yang menempel pada permukaan bahan dan terikat secara fisik maupun mekanik, air bebas ini berasal dari air ketika campuran bahan briket dimana perekat dan bahan baku briket tersebut.

Maka bisa disimpulkan penelitian tentang komposisi briket cangkang biji kemiri ini berbanding lurus dengan penelitian sebelumnya dikarenakan nilai kadar air rendah maka laju pembakaran briket akan semakin tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil data penelitian briket cangkang biji kemiri dan kulit kacang tanah dengan perekat tepung tapioka yang telah dilakukan pengujian dan analisa, maka bisa disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaruh dari briket campuran cangkang kemiri dan kulit kacang dengan perekat tepung tapioka menghasilkan Nilai Kalor tertinggi briket pada komposisi 85% : 15% mendapatkan nilai kalor sebesar 3795,56 kal/gram sedangkan nilai kalor terendah pada komposisi 75% : 25% mendapatkan nilai kalor sebesar 3506,13 kal/gram.
2. Pengaruh dari briket campuran cangkang kemiri dan kulit kacang dengan perekat tepung tapioka menghasilkan Kadar Air terendah briket pada komposisi 85% : 15% mendapatkan kadar air sebesar 5,92 % sedangkan kadar air tertinggi pada komposisi 75% : 25% mendapatkan nilai kalor sebesar 6,04 %.
3. Pengaruh dari briket campuran cangkang kemiri dan kulit kacang dengan perekat tepung tapioka menghasilkan Laju Pembakaran tertinggi briket pada komposisi 85% : 15% mendapatkan laju pembakaran sebesar 0,050 gram/menit sedangkan laju pembakaran terendah pada komposisi 75% : 25% mendapatkan nilai kalor sebesar 0,026 gram/menit.

5.2 Saran

Berdasarkan proses penelitian dan pengujian briket dengan cangkang biji kemiri dan kulit kacang tanah dengan perekat tepung tapioka yang telah dilakukan penulis mensarankan perlu pemilihan bahan baku yang tepat agar kualitas briket yang dihasilkan terjamin mutu Standar Nasional Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rahman, (2016). Karakterisasi Biobriket Campuran Kulit Kemiri Dan Cangkang Kemiri.
- Barir, Muhammad Fatihul. Analisis fisis briket dari sampah berbahan alami kulit buah Siwalan (*Borassus flabellifer* L) sebagai bahan biomassa. Diss. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2019.
- Hansen, Mette, et al. "Effect of estrogen on tendon collagen synthesis, tendon structural characteristics, and biomechanical properties in postmenopausal women." *Journal of Applied Physiology* 106.4 (2009): 1385-1393.
- Jamilatun, S. (2008). Sifat-sifat penyalaaan dan pembakaran briket biomassa, briket batubara dan arang kayu. *Jurnal rekayasa proses*, 2(2), 37-40.
- Kindriari Nurma Wahyusi, (2016). Briket Arang Kulit Kacang Tanah Dengan Proses Karbonisasi.
- Kisyanto, (2022). Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah dan Bambu Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biobriket Dengan Metode Karbonisasi.
- Kusuma ,(2021). Variasi Komposisi Perekat Terhadap Kulit Kacang Tanah Menggunakan Perekat Biji Nangka Dan Membuat Karakteristik Terbaik Dari Briket.
- Lestari, L., Aripin, Yanti, Zainudin, Sukmawati, Marliani,. (2010). Analisis Kualitas Briket Arang Tongkol Jagung yang Menggunakan Bahan Perekat Sagu dan Kanji. *Jurnal Aplikasi Fisika*, vol. 6 no.2
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi biomassa sebagai sumber energi terbarukan. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 5(2), 88-92.
- Permatasari, & Utami, (2015). Pembuatan dan Karakteristik Briket Arang dari Limbah Tempurung Kemiri (*Aleurites Moluccana*) dengan Menggunakan Variasi Jenis Bahan Perekat dan Jumlah Bahan Perekat. Universitas Sebelas Maret.
- Putra, H. A ., & Kawaroe, M., Hwangbo, J., Augustine, D. (2015). Comparison

of density, specific growth rate, biomass weight, and doubling time of microalgae *Nannochloropsis* sp. cultivated in Open Raceway Pond and Photobioreactor. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 8(5), 740-750.

Raharjo, J. (2006). Perkembangan Teknologi Material Pada Sel Bahan Bakar Padat Temperatur Operasi Menengah. *Jurnal Sains Materi indonesia*, 28-34.

Rustam, Efendi. (2022). Analisis Karakteristik Briket Dari Cangkang Kemiri Sebagai Bahan Bakar Alternatif' *Jurnal Sains Materi indonesia*.

Sutiyono. 2002. Pembuatan Briket Arang dari Tempurung Kelapa dengan Bahan Pengikat Tetes Tebu dan Tapioka *Jurnal Kimia Fakultas Technology Industri-UPN "Veteran"*.

Surono, Untoro Budi. "Peningkatan kualitas pembakaran biomassa limbah tongkol jagung sebagai bahan bakar alternatif dengan proses karbonisasi dan pembriketan." *Jurnal Rekayasa Proses* 4.1 (2010): 13-18.

Subandi, M. (2022) Analisa Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perikat Terhadap Karakteristik Arang Briket Cangkang Biji Kemiri. Skripsi Thesis, Itn Malang.

Triono, A. (2006). Karakteristik briket arang dari campuran serbuk gergaji kayu Afrika (*Maesopsis eminii* Engl) dan sengan (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) dengan penambahan tempurung kelapa (*Cocos nucifera* L.).

Umar, R. C. (2022). Analisa Pengaruh Penambahan Serbuk Cocopeat Pada Briket Ampas Kopi Menggunakan Perikat Campuran Tepung Kanji Dan Aquades Terhadap Karakteristik Pembakaran (Doctoral Dissertation, Itn Malang).

LAMPIRAN –LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

Nama : Firmansyah Ansyori
NIM : 1911042
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Tempat/ Tanggal Lahir : Mataram, 10 Maret 2000
Alamat Asal : Jl. Gn. Merapi Gg. Merdeka XII/203 Pelita, Kota Mataram.
No.Tlp : 082146819967
Riwayat Pendidikan :

	SD	SMP	SMK	S-1
Nama Institut	SDN 18 MATARAM	MTS AL- AZZIYAH	SMKN 3 Mataram	Institut Teknologi Nasional Malang
Jurusan			Teknik Sepeda Motor	Teknik Mesin S-1
Tahun Masuk-Lulus	2007-2013	2013-2016	2016-2019	2019-Sekarang

Lampiran 2. Data Hasil Pengujian



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI FISIKA
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144, Telp./Faks. (0341) 558933

SURAT KETERANGAN
No. 217/FSK.2/PP.00.9/12/2023

Yang bertandatangan di bawah ini Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang menerangkan bahwa:

Nama : Firmansyah Anayoci
NIM : 1911042
Instansi : Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang

Telah melakukan pengujian nilai kalor pada sampel briket menggunakan alat *Digital Bomb Calorimeter* merk *Athens Technology* sebanyak 9 sampel uji pada tanggal 11-13 Desember 2023 di Laboratorium Termodinamika Program Studi Fisika Fak. Sains dan Teknologi.

Demikian keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 14 Desember 2023

Menyetujui,
Kepala Laboratorium Termodinamika

Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si

Operator/Laboran

Nurun Nayiroh, M.Si

Mengetahui,
Ketua Program Studi Fisika

Dr. Ines Tuzi, M.Si



Lampiran I

HASIL PENGUJIAN KALOR

1. Informasi Umum

Nama Sampel : Orisat
Kode Sampel : UT0228/2023
Jumlah Sampel : 9 Pcs
Parameter Uji : Nilai Kalor
Nama Pelanggan : Firmansyah Anasyori
Instansi : Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang
Alamat : Malang
Tanggal Pengujian Sampel : 11-13 Desember 2023

2. Data Hasil Pengujian

No	Kode	Masa Sampel (g)	Suhu (°C)			Nilai Kalor (kal/gram)
	Nama Sampel		Awal	Akhir	Δt	
1	400°C (85% - 15%) (C1)	1	26,6	27,98	1,38	3714,16
2	400°C (85% - 15%) (C2)	1	26,4	27,71	1,31	3578,49
3	400°C (85% - 15%) (C3)	1	26,6	27,89	1,29	3487,02
4	400°C (85% - 20%) (C1)	1	26,4	27,75	1,35	3602,76
5	400°C (85% - 20%) (C2)	1	26,4	27,86	1,46	3891,23
6	400°C (85% - 20%) (C3)	1	26,5	27,92	1,42	3822,49
7	400°C (75% - 25%) (C1)	1	26,5	27,52	1,02	2780,02
8	400°C (75% - 25%) (C2)	1	27,1	28,44	1,34	3405,62
9	400°C (75% - 25%) (C3)	1	26,6	27,95	1,35	3602,76

Malang, 13 Desember 2023

Mengesah,
Kepala Laboratorium Termodinamika


Wiyati Sasmita Wahidiyah, M.Si

Operator/Laboran


Nurun Nayroh, M.Si

Catatan: Laboratorium tidak melakukan sampling, sampel diterima dari petacheon.



**LABORATORIUM REKAYASA PROSES
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS TRIBHUWANA TUNGGADEWI**

Jl. Telaga Warna Tigomas - Malang Telp. (0341) 565508 Fax. (0341) 565522

**LAPORAN HASIL UJI
No. 67/Lab. RP/FP-UNI TR154/2023**

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Laboratorium Rekayasa Proses Universitas Tribhwana Tungga Dewi menerangkan bahwa hasil analisis sampel atas nama :

Nama : Firmansyah Ansyori
Instansi : Institut Teknologi Nasional Malang
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Mesin
Nama Sampel : Briket
No. Sampel : 54

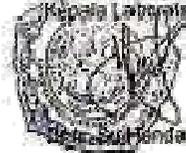
Dengan hasil sebagai berikut :

Pertakuan	Kadar Air (%)
85 % : 15% U1	6,22
80 % : 20 % U2	6,19
75 % : 25 % U3	6,17
85 % : 15% U1	6,10
80 % : 20 % U2	6,08
75 % : 25 % U3	6,07
85 % : 15% U1	6,00
80 % : 20 % U2	5,75
75 % : 25 % U3	5,68

Demikian surat keterangan ini dibuat dan dapat digunakan sepenuhnya.

Malang, 7 Desember 2023

Kepala Laboratorium



Dr. Sulandayani, MP

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



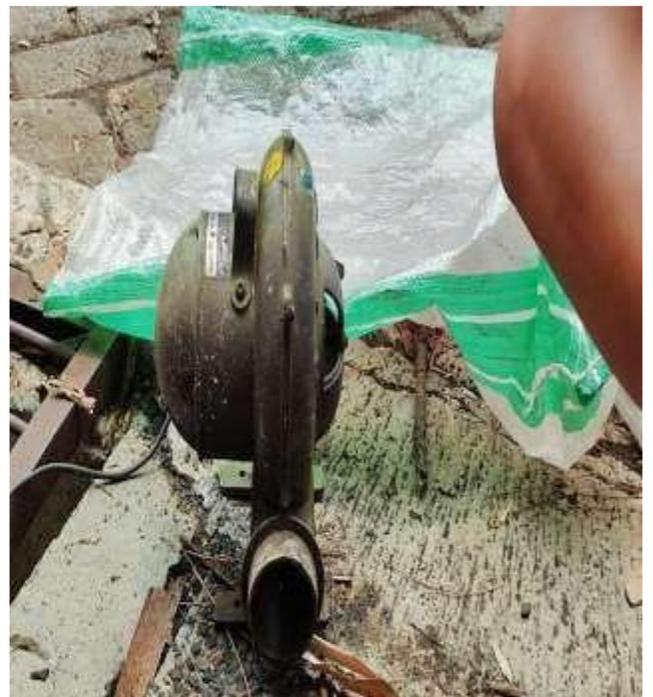
Gambar 1. Proses Karburisasi



Gambar 2. Pembuatan Perekat



Gambar 3. Timbangan Digital



Gambar 4. Kipas Karborisasi



Gambar 5. Proses Pencampuran Bahan



Gambar 6. Mesin Press Hidrolik



Gambar 7. Proses Pengepressan



Gambar 8. Proses Pngeringan Briket



Gambar 9. Proses Uji Laju Pembakaran



Gambar 10. Nyala Api Briket