PENGARUH VARIASI WAKTU AKTIVASI DAN KONSENTRASI ASAM SULFAT SERTA JENIS PEREKAT TERHADAP KARAKTERISTIK BIOBRIKET AMPAS KOPI

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia

Oleh :
Satria
08031181722014

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI WAKTU AKTIVASI DAN KONSENTRASI ASAM SULFAT SERTA JENIS PEREKAT TERHADAP KARAKTERISTIK BIOBRIKET AMPAS KOPI

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

Satria

08031181722014

Indralaya, 4 Januari 2023

Pembimbing I	**Pembimbing II**
Dr. Ady Mara, M.Si	**Dra. Fatma, M.S**
NIP. 196404301990031003	**NIP. 196207131991022001**

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Prof. Hermansyah, Ph.D
NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Pengaruh Variasi Waktu Aktivasi dan Konsentrasi Asam Sulfat serta Jenis Perekat Terhadap Karakteristik Biobriket Ampas Kopi" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 3 Januari 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 4 Januari 2023

Ketua:

1. **Nova Yuliasari, M.Si** ( )
   NIP. 197307261999032001

Sekretaris:

1. **Dr. Addy Rachmat, M.Si** ( )
   NIP. 197409282000121001

Pembimbing:

1. **Dr. Ady Mara, M.Si** ( )
   NIP. 196404301990031003
2. **Dra. Fatma, M.S** ( )
   NIP. 196207131991022001

Penguji:

1. **Dr. Zainal Fanani, M.Si** ( )
   NIP. 196708211995121001
2. **Prof. Dr. Muharni, M.Si** ( )
   NIP. 196903041994122001

Mengetahui,

Dekan FMIPA	**Ketua Jurusan Kimia**
Prof. Hermansyah, Ph.D	**Prof. Muharni, M.Si**
NIP. 197111191997021001	NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Satria

NIM : 08031181722014

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 4 Januari 2023

Penulis

Satria

NIM. 08031181722014

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa	: Satria
NIM	: 08031181722014
Fakultas/Jurusan	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "Pengaruh Variasi Waktu Aktivasi dan Konsentrasi Asam Sulfat serta Jenis Perekat Terhadap Karakteristik Biobriket Ampas Kopi". Dengan hak bebas royalty non-ekslusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 4 Januari 2023

Penulis

Satria
NIM. 08031181722014

HALAMAN PERSEMBAHAN

"Hai manusia! Sembahlah Rabb-mu yang telah menciptakanmu dan orang-orang sebelummu, agar kamu bertakwa. Dialah Yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia menghasilkan dengan hujan itu segala buah-buahan sebagai rezeki untukmu, karena itu janganlah kamu mengadakan sekutu-sekutu bagi Allah, padahal kamu mengetahui."

(Q.S. Al-Baqarah : 21-22)

"Sebaik-baik orang di antara kalian adalah yang belajar Al-Qur'an dan mengajarkannya."

(HR. Bukhari)

Skripsi ini adalah bentuk rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan Sang Suri Tauladan Baginda Rasulullah Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wa sallam, dan skripsi ini penulis persembahkan untuk :

- Kedua orang tua, kakak dan adik, serta keluarga.
- Teman, sahabat dan Orang terdekat
- Dosen Pembimbing skripsi dan pembimbing akademik
- Almamater Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam. Penulis bersyukur kepada Allah yang telah melimpahkan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "Pengaruh Variasi Waktu Aktivasi dan Konsentrasi Asam Sulfat serta Jenis Perekat Terhadap Karakteristik Biobriket Ampas Kopi". Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan yang dilalui, mulai dari pencarian judul, literatur, penelitian, pengumpulan data, pengolahan data dan penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab sebagai mahasiswa serta bantuan dari berbagai pihak lain baik berupa moril maupun materil akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Ady Mara, M.Si dan Ibu Dra. Fatma, M.S. yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan, saran, nasehat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang senantiasa melimpahkan nikmat dan rahmat-Nya dalam setiap detik yang dilalui oleh penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi program sarjana.
2. Ayah dan Ibu tersayang, yang telah sabar dan begitu kuat dalam mendidik, memberikan dukungan baik moril maupun materil dan mengurus penulis serta selalu mendoakan yang terbaik untuk anaknya.
3. Kakak dan Adik tercinta, yang selalu penulis repotkan, terima kasih atas setiap doa dan dukungan selama ini serta semua keluarga besar terima kasih atas semangat dan doanya.
4. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

6. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Dr. Zainal Fanani, M.Si, Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si, Ibu Nova Yuliasari, M.Si selaku ketua dan penguji sidang sarjana. Serta semua Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
8. Ibu Dra. Fatma, M.S. selaku Dosen Pembimbing Akademik, terima kasih atas bimbingan, masukan dan motivasi yang diberikan selama masa kuliah.
9. Kak Iin dan Mbak Novi selaku staff administrasi Jurusan Kimia yang selalu sabar dalam membantu selama masa perkuliahan hingga lulus.
10. Teman-teman Jurusan Kimia, organisasi dan juga kawan dari daerah asal yang sama, terima kasih atas semua bantuan baik moril maupun materil, semangat dan motivasi dari teman-teman semua selama masa perkuliahan. Semoga kita semua sukses dan dapat bertemu lagi di lain kesempatan.

Semoga ilmu, bimbingan, bantuan dan masukan yang telah diberikan kepada penulis dapat menjadi amal dan pahala serta semoga Allah membalas semua kebaikan para pihak yang telah membantu penulis. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Indralaya, 4 Januari 2023

Penulis

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI WAKTU AKTIVASI DAN KONSENTRASI ASAM SULFAT SERTA JENIS PEREKAT TERHADAP KARAKTERISTIK BIOBRIKET AMPAS KOPI

Satria
Dibimbing oleh Dr. Ady Mara, M.Si dan Dra. Fatma, M.S.
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya
XVI + 60 Halaman + 15 Gambar + 4 Tabel + 3 Lampiran

Penelitian ini menganalisis pengaruh waktu aktivasi dan konsentrasi asam sulfat serta jenis perekat terhadap karakteristik biobriket ampas kopi, dengan menentukan parameter mutu biobriket yang sesuai dengan SNI 01-6235-2000. Arang ampas kopi diaktivasi menggunakan asam sulfat dengan variasi waktu aktivasi dan konsentrasi asam sulfat. Variasi waktu aktivasi yang dilakukan yaitu selama 8, 16 dan 24 jam sedangkan untuk variasi konsentrasi asam sulfat menggunakan 1,0 1,5 dan 2,0 N. Perekat yang ditambahkan berupa perekat kulit pisang kepok dan tapioka. Karakterisasi biobriket ampas kopi dilakukan dengan menganalisis nilai kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon dan nilai kalor. Karakteristik biobriket yang terbaik didapatkan pada arang yang diaktivasi selama 8 jam menggunakan asam sulfat 2 N, dengan kadar air mencapai 5,06 %, kadar abu 3,09 %, kadar zat terbang 12,42 %, kadar karbon 79,41 % dan nilai kalor 14,90 kkal/g. Berdasarkan data hasil karakteristik biobriket yang diperoleh, nilai kalor semakin meningkat dengan semakin sedikitnya perekat yang ditambahkan. Biobriket dengan perekat kulit pisang kepok menghasilkan karakteristik yang lebih baik namun hasilnya kurang berbentuk dan sedikit hancur. Hasil analisis karakteristik biobriket yang menggunakan komposisi terbaik, didapatkan semua nilai kadar yang diuji telah memenuhi syarat mutu sesuai dengan SNI 01-6235-2000.

Kata Kunci : Biobriket, Ampas Kopi, Kulit Pisang Kepok, Karakterisasi Biobriket.
Kutipan : 79 (2002-2022)

ABSTRACT

THE EFFECT OF VARIATIONS IN ACTIVATION TIME AND CONCENTRATION OF SULFURIC ACID AND TYPE OF ADHESIVE ON THE CHARACTERISTICS OF COFFEE GROUNDS BIOBRIQUETTES

Satria
Supervised by Dr. Ady Mara, M.Si and Dra. Fatma, M.S.
Departement of Chemistry. Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sriwijaya University
XVI + 60 pages + 15 pictures + 4 tables + 3 attachments

This research analyzed the effect of activation time and concentration of sulfuric acid and type of adhesive on the characteristics of coffee grounds biobriquettes, by determining the quality parameters of biobriquettes according to SNI 01-6235-2000. Coffee grounds charcoal was activated using sulfuric acid with variations in activation time and concentration of sulfuric acid. Variations in activation time were carried out for 8, 16 and 24 hours while for variations in sulfuric acid concentrations using 1.0, 1.5 and 2.0 N. The adhesives added were kepok banana skin adhesive and tapioca. The characterization of coffee grounds biobriquettes was carried out by analyzing the values of moisture content, ash content, volatile matter content, carbon content and heating value. The best biobriquette characteristics were obtained from activated charcoal for 8 hours using 2 N sulfuric acid, with a moisture content of 5.06 %, ash content of 3.09 %, volatile matter content of 12.42 %, carbon content of 79.41 % and a value of heat 14.90 kcal/g. Based on the data obtained from the characteristics of the biobriquettes, the calorific value increases the less adhesive is added. Biobriquettes with kepok banana peel adhesive produced better characteristics but the result was less shape and slightly crushed. The results of the analysis of the characteristics of the biobriquettes using the best composition, it was found that all grades tested met the quality requirements according to SNI 01-6235-2000.

Keywords : Biobriquette, Coffee Grounds, Kepok Banana Peel, Characterization of Biobriquette.
Citations : 79 (2002-2022)

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH ..... **iv**
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... **v**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
ABSTRAK ..... **ix**
ABSTRACT ..... **x**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
DAFTAR TABEL ..... **xv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Energi 5
2.2 Biomassa 5
2.3 Tanaman Kopi 6
2.4 Ampas Kopi 8
2.5 Biobriket 8
2.6 Perekat Biobriket 10
2.6.1 Tepung Tapioka 10
2.6.2 Kulit Pisang Kepok 11
2.7 Proses Karbonisasi 11
2.8 Proses Aktivasi 12

2.9 Karakteristik Biobriket 13
2.9.1 Kadar Air 13
2.9.2 Kadar Abu 13
2.9.3 Kadar Zat Terbang 14
2.9.4 Kadar Karbon 15
2.9.5 Nilai Kalor 15
2.10 *Microwave* Oven 16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 18
3.1 Waktu dan tempat 18
3.2 Alat dan bahan 18
3.2.1 Alat 18
3.2.2 Bahan 18
3.3 Prosedur Penelitian 18
3.3.1 Preparasi Ampas Kopi 18
3.3.2 Preparasi Perekat Tapioka 18
3.3.3 Preparasi Perekat Kulit Pisang Kepok 19
3.4 Karbonisasi Ampas Kopi 19
3.5 Pembuatan Biobriket Ampas Kopi 19
3.5.1 Menggunakan Perekat Kulit Pisang Kepok dan Tapioka 19
3.5.1.1 Variasi Waktu Aktivasi 19
3.5.1.2 Variasi Konsentrasi Asam Sulfat 20
3.5.2 Menggunakan Perekat Kulit Pisang Kepok 20
3.5.3 Menggunakan Perekat Tapioka 20
3.6 Karakterisasi Biobriket Ampas Kopi 21
3.6.1 Analisa Kadar Air (SNI 01-6235-2000) 21
3.6.2 Analisa Kadar Abu (SNI 01-6235-2000) 21
3.6.3 Analisa Kadar Zat Terbang (SNI 01-6235-2000) 21
3.6.4 Analisa Kadar Karbon (SNI 01-6235-2000) 22
3.6.5 Analisa Nilai Kalor (SNI 01-6235-2000) 22
3.6.6 Analisa Data 23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 24

4.1 Karakteristik Biobriket Ampas Kopi Terhadap Variasi Waktu Aktivasi dengan Asam Sulfat 1 N 24
4.1.1 Kadar Air 24
4.1.2 Kadar Abu 26
4.1.3 Kadar Zat Terbang 27
4.1.4 Kadar Karbon 28
4.1.5 Nilai Kalor 30
4.2 Karakteristik Biobriket Ampas Kopi Terhadap Variasi Konsentrasi Asam Sulfat dengan Waktu Aktivasi 8 Jam 31
4.2.1 Kadar Air 31
4.2.2 Kadar Abu 32
4.2.3 Kadar Zat Terbang 33
4.2.4 Kadar Karbon 34
4.2.5 Nilai Kalor 35
4.3 Perbandingan Biobriket Ampas Kopi dengan Berbagai Jenis Perekat 36
4.3.1 Kadar Air 37
4.3.2 Kadar Abu 38
4.3.3 Kadar Zat Terbang 39
4.3.4 Kadar Karbon 40
4.3.5 Nilai Kalor 41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 42
5.1 Kesimpulan 42
5.2 Saran 42
DAFTAR PUSTAKA 43
LAMPIRAN 51
DAFTAR RIWAYAT HIDUP 60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Biobriket ampas kopi yang diaktivasi dengan variasi waktu..... 24
Gambar 2. Kadar air terhadap waktu aktivasi menggunakan asam sulfat 1 N..... 25
Gambar 3. Kadar abu terhadap waktu aktivasi menggunakan asam sulfat 1 N..... 27
Gambar 4. Kadar zat terbang terhadap waktu aktivasi dengan asam sulfat 1 N..... 28
Gambar 5. Kadar karbon terhadap waktu aktivasi menggunakan asam sulfat 1 N..... 29
Gambar 6. Kadar air terhadap konsentrasi asam sulfat pada waktu aktivasi 8 jam 31
Gambar 7. Kadar abu terhadap konsentrasi asam sulfat pada waktu aktivasi 8 jam 32
Gambar 8. Kadar zat terbang terhadap konsentrasi asam sulfat pada waktu aktivasi 8 jam..... 33
Gambar 9. Kadar karbon terhadap konsentrasi asam sulfat pada waktu aktivasi 8 jam..... 35
Gambar 10. Biobriket yang dibuat dengan berbagai jenis perekat..... 36
Gambar 11. Kadar air biobriket ampas kopi dengan berbagai jenis perekat..... 37
Gambar 12. Kadar abu biobriket ampas kopi dengan berbagai jenis perekat..... 38
Gambar 13. Kadar zat terbang biobriket ampas kopi dengan berbagai jenis perekat..... 39
Gambar 14. Kadar karbon biobriket ampas kopi dengan berbagai jenis perekat..... 40
Gambar 15. Nilai kalor biobriket ampas kopi dengan berbagai jenis perekat..... 41

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Standar Mutu Biobriket..... 10
Tabel 2. Hasil analisis biobriket ampas kopi terhadap variasi waktu aktivasi arang dengan asam sulfat 1 N 51
Tabel 3. Hasil analisis biobriket ampas kopi terhadap variasi konsentrasi asam sulfat dengan waktu aktivasi 8 jam 52
Tabel 4. Hasil analisis biobriket ampas kopi dengan berbagai jenis perekat..... 53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Penelitian Pembuatan Biobriket Ampas Kopi 51
Lampiran 2. Perhitungan Sifat Fisik dan Nilai Kalor Biobriket Ampas Kopi 54
Lampiran 3. Gambar 58

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan bahan bakar fosil semakin lama semakin meningkat seiring dengan berkembangnya sektor industri dan bertambahnya populasi manusia. Akan tetapi kebutuhan bahan bakar fosil berbanding terbalik dengan ketersediaannya (Suhartoyo dan Kristiawan, 2020). Minyak bumi saat ini masih mendominasi dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional seperti pada bidang transportasi yang sangat mendukung dalam perkembangan industri, disisi lain pemakaian bahan bakar minyak yang demikian banyak ini dapat menyebabkan peningkatan kerusakan lingkungan (Kholiq, 2015). Oleh karena itu, diperlukan sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui, murah dan ramah lingkungan. Salah satu sumber energi alternatif itu adalah dengan memanfaatkan energi terbarukan seperti energi dari biomassa (Suhartoyo dan Kristiawan, 2020).

Biomassa termasuk sumber energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, biomassa juga dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil dengan membuatnya menjadi biobriket. Biobriket dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif yang dapat digunakan sebagai sumber energi pada industri seperti untuk proses pengeringan dalam pengolahan karet remah dan sit asap pada industri karet alam. Selain pada industri, biobriket juga dapat digunakan sebagai bahan bakar pada rumah makan, bahkan dalam rumah tangga dan lainnya (Arhamsyah, 2010).

Biomassa merupakan bahan organik yang sebagian besar kandungannya berupa lignoselulosa yang banyak mengandung atom karbon (Supriyatno dan Crishna, 2010). Biomassa bisa berasal dari limbah pertanian, perkebunan, dan bahkan kotoran ternak. Berdasarkan ekologi dan jenis vegetasinya biomassa terbagi menjadi 5 jenis yaitu biomassa kayu, biomassa rumput-rumputan, biomassa akuatik, biomassa limbah dan biomassa campuran (Tursi, 2019). Salah satu biomassa yang melimpah di Provinsi Sumatera Selatan adalah ampas kopi (Gita dkk, 2021). Keuntungan dari pemanfaatan sumber energi alternatif yang berasal dari biomassa antara lain yaitu tidak menyebabkan polusi udara karena relatif tidak

mengandung unsur sulfur (Ndraha, 2009). Sektor agroindustri yang terus berkembang pesat memiliki potensi untuk menghasilkan limbah baik pada saat proses persiapan bahan baku dan proses produksi maupun pada proses pengolahannya.

Kopi termasuk salah satu jenis tanaman perkebunan yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia. Menurut data statistik dari Badan Pusat Statistik (2003), produksi biji kopi di Indonesia mencapai 611.100 ton dan menghasilkan ampas kopi sebesar 1 juta ton. Jumlah limbah ampas kopi yang dihasilkan sangat besar tetapi hanya sebagian kecil dimanfaatkan penggunaannya untuk pakan ternak, pupuk organik, asam organik, rasa dan senyawa beraroma (Aprita, 2016). Ampas kopi memiliki kandungan kimia organik yang relatif tinggi. Aplikasi terbaik limbah dari kopi dengan mengubahnya menjadi bahan bakar padat karena mengandung nilai kalor sebesar 4,99 kkal/g dalam kondisi kering dan 3,48 kkal/g dalam kondisi yang basah (Romeiro *et al*, 2012). Basuki (2020) melaporkan tentang pembuatan biobriket yang menggunakan variabel tetap berupa ampas kopi dilakukan pada waktu pirolisis selama 6 jam dengan memvariasikan suhu karbonisasi dan konsentrasi perekat tapioka, mendapatkan hasil bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pirolisis, maka nilai kalor dan kadar karbon yang dihasilkan semakin tinggi.

Pembuatan biobriket pada umumnya memerlukan penambahan bahan perekat untuk meningkatkan sifat fisik dari briket. Jenis perekat yang digunakan pada pembuatan briket berpengaruh terhadap kerapatan, ketahanan tekan, nilai kalor bakar, kadar air, dan kadar abu (Akintunde and Seriki, 2013). Bahan perekat yang paling umum digunakan adalah tapioka, selain murah dan mudah untuk didapatkan, perekat tapioka juga menghasilkan asap yang sedikit dibandingkan dengan bahan lain (Susanto dan Yanto, 2013). Bahan perekat lain yang dapat digunakan selain tapioka yaitu limbah kulit pisang. Kulit pisang mengandung pektin yang berguna sebagai perekat (Timang dkk, 2019). Oleh karena itu, penggunaan bahan perekat dari tapioka dan kulit pisang diharapkan dapat menghasilkan kualitas biobriket yang baik.

Dalam proses pembuatan biobriket selain bahan perekat, proses karbonisasi atau pengarangan juga sangat berpengaruh terhadap produk biobriket yang

dihasilkan. Karbonisasi dapat dilakukan secara pirolisis dengan meggunakan tungku pembakaran ataupun menggunakan *furnace*. Selain alat tersebut karbonisasi juga dapat dilakukan dengan menggunakan *microwave*. *Microwave* mengubah energi listrik menjadi energi panas sehingga bisa memanaskan makanan di dalamnya (Dewi dkk, 2020).

Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas biobriket yaitu dengan mengaktivasi arang yang belum dipadatkan menjadi briket. Asam sulfat termasuk salah satu senyawa yang dapat digunakan sebagai aktivator karena bersifat higroskopis dan memiliki situs aktif yang lebih banyak daripada aktivator asam lainnya (Asrijal dkk, 2014). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses aktivasi yaitu ukuran bahan, waktu aktivasi dan konsentrasi aktivator. Semakin meningkatnya konsentrasi dan waktu aktivasi maka semakin banyak mengikat pengotor yang menutupi pori-pori arang sehingga pori-pori arang lebih banyak terbuka dan luas permukaannya menjadi semakin besar (Kurniati, 2008).

Pratiwi dan Mukhaimin (2021) meneliti biobriket dari ampas kopi dengan variasi suhu karbonisasi dari perekat tapioka dan getah pinus, diperoleh nilai kalor tertinggi terdapat pada biobriket yang dibuat tanpa perekat pada suhu 300°C yaitu 7,55 kkal/g. Sedangkan pada biobriket yang menggunakan getah pinus memiliki nilai kalor tertinggi pada suhu 300°C dengan perekat sebanyak 40 % sebesar 6,12 kkal/g, namun hasil yang didapatkan ini tanpa dilakukan proses aktivasi kimia.

Berdasarkan uraian tersebut, pada penelitian ini dilakukan pembuatan biobriket dari ampas kopi dengan perekat kulit pisang kepok dan tapioka yang diaktivasi secara kimia dengan memvariasikan waktu aktivasi dan konsentrasi asam sulfat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi waktu aktivasi arang ampas kopi terhadap karakteristik biobriket ampas kopi.
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi asam sulfat pada proses aktivasi arang ampas kopi terhadap karakteristik biobriket ampas kopi yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan waktu aktivasi optimum arang ampas kopi dan karakteristik biobriketnya sesuai dengan SNI 01-6235-2000.
2. Menentukan konsentrasi optimum dari asam sulfat dan karakteristik biobriketnya sesuai dengan SNI 01-6235-2000.

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan informasi tentang pembuatan biobriket dengan memanfaatkan limbah kulit pisang sebagai upaya dalam mengurangi pencemaran lingkungan dan memanfaatkan ampas kopi sebagai bahan alternatif biobriket, serta mengetahui waktu aktivasi terbaik dan konsentrasi terbaik asam sulfat terhadap karakteristik biobriket ampas kopi.

DAFTAR PUSTAKA

Adhani, L., Marsya, M. A., Oktavia, S., dan Sindiany, I. I. (2020). Analisis Bahan Bakar Alternatif Komposit Biobriket dari Eceng Gondok dengan Perekat Kotoran Sapi. *Al-Kimiya*, 6(2), 81–86.

Adzikri, F., Notosudjono, D., dan Suhendi, D. (2017). Strategi Pengembangan Energi Terbarukan di Indonesia. *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro*, 1(1), 1–13.

Agung, A. I. (2013). Potensi Sumber Energi Alternatif Dalam Mendukung Kelistrikan Nasional. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2), 892–897.

Agustina, W. (2016). Analisis Material dan Energi Pada Produksi Bio-Briket Arang Tongkol Jagung. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 10(1), 56–63.

Ahda, Y., dan Berry, S. H. (2008). Pengolahan Limbah Kulit Pisang Menjadi Pektin dengan Metode Ekstraksi. *Jurnal Teknik Kimia*, 024(1), 1–6.

Akintunde, M., and Seriki, M. (2013). Effect f Paper Paste on the Calorific Value of Sawdust Briquette. *International Journal of Modern Engineering*, 2(1), 1–11.

Amirudin, M. (2020). *Variasi Konsentrasi Asam Sulfat Sebagai Aktivator Arang Aktif Berbahan Batang Tembakau (Nicotiana tabacum)*. Skripsi, Universitas Jember.

Aprita, I. R. (2016). *Produksi Biopelet dan Biobriket dari Ampas Seduhan dan Cangkang Biji Kopi dengan dan Tanpa Pra Perlakuan Bahan pada Berbagai Komposisi Perekat*. Tesis, Institut Pertanian Bogor.

Arhamsyah, A. (2010). Pemanfaatan Biomassa Kayu Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(1), 42–48.

Asrijal, Chadijah, S., dan Aisyah. (2014). Variasi Konsentrasi Aktivator Asam Sulfat (H_2SO_4) pada Karbon Aktif Ampas Tebu Terhadap Kapasitas Adsorpsi Logam Timbal. *Al-Kimia*, 2(1), 33–44.

Badan Standardisasi Nasional. *Standar Nasional Indonesia Briket Arang Kayu*. SNI 01-6235-2000.

Baryatik, P. (2016). *Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi Sebagai Adsorben Logam Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Batik*. Skripsi, Universitas Jember.

Basuki, M. A. A. (2020). *Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Biobriket Menggunakan Metode Torefaksi*. Skripsi, Institut Teknologi Nasional Bandung.

Buana, A. L., dan Susila, W. (2015). Pemanfaatan Bungkil dan Kulit Biji Karet Sebagai Bahan Bakar Alternatif Biobriket dengan Perekat Tetes Tebu. *Jurnal*

Teknik Mesin, 03(03), 7–15.

Dewi, R. K., Hudha, M. I., Darmawan, F., dan Prasetyo, D. W. (2020). Bio Briket Cangkang *Aleurites Moluccana* Melalui Gelombang Elektromagnetik dengan Varian Daya dan Durasi Waktu Karbonisasi. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, 4(2), 49–58.

Ekayuliana, A., dan Hidayati, N. (2020). Analisis Nilai Kalor dan Nilai Ultimate Briket Sampah Organik Dengan Bubur Kertas. *Jurnal Mekanik Terapan*, 1(2), 107–115.

Fachry, A. R., Sari, T. I., Dipura, A. Y., dan Najamudin, J. (2010). Mencari Suhu Optimal Proses Karbonisasi dan Pengaruh Campuran Batubara Terhadap Kualitas Briket Eceng Gondok. *Teknik Kimia*, 17(2), 55–67.

Farah, A. (2012). Coffee Constituents. *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention First Edition.* USA: Willey-Blackwell Publishing Ltd.

Fatmawati, D., dan Adiwibowo, P. H. (2014). Pembuatan Biobriket dari Campuran Enceng Gondok dan Tempurung Kelapa dengan Perekat Tetes Tebu. *Jurnal Teknik Mesin*, 03(02), 315–322.

Gita, M., Achmad, S. H., Ratna, R., dan Karsiwi, M. (2021). Pemanfaatan Ampas Kopi dalam Pembuatan Lilin Aromaterapi. *E-Proceeding of Applied Science, Universitas Telkom Bandung*, 7(5), 1574–1584.

Hachicha, R., *et al*. (2012). Co-composting of Spent Coffee Ground with Olive Mill Wastewater Sludge and Poultry Manure and Effect of Trametes Versicolor Inoculation on The Compost Maturity. *Chemosphere*, 88(6), 677–682.

Hanum, F., Menka, I., Kaban, D., dan Tarigan, M. A. (2012). Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang raja (*Musa sapientum*). *Jurnal Teknik Kimia*, 1(2), 21–26.

Harimurti, G., dan Adiwibowo, P. H. (2015). Pembuatan Biobriket dari Campuran Batok Kelapa Muda dan Bonggol Bambu Menggunakan Perekat Tetes Tebu. *JTM*, 03(03), 152–159.

Hartanto, S., dan Ratnawati. (2010). Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia. *Sains Materi Indonesia*, 12(1), 12–16.

Hayati, N. (2018). Optimasi Kondisi Pirolisis dan Pengeringan pada Proksimat Arang Tempurung Kelapa dengan Metode Taguchi. *Jurnal Simetris*, 12(1), 6–12.

Hayati, R., Marliah, A., dan Rosita, F. (2012). Sifat Kimia dan Evaluasi Sensori Bubuk Kopi Arabika. *Jurnal Floratek*, 7(1), 66–75.

Hidayat, N. P. P. A., Puspawati, G. A. K. D., dan Yusasrini, N. L. A. (2022). Pengaruh Waktu dan Daya *Microwave* pada Metode *Microwave Assisted*

Extraction (MAE) Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Pigmen Ekstrak Daun Ubi kayu (*Manihot Utilissima Pohl.*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 11(1), 134–146.

Indrawijaya, B., Mursida, L., dan Andini, N. D. (2019). Briket Bahan Bakar dari Ampas Teh dengan Perekat Lem Kanji. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 3(1), 23–28.

Jamilatun, S. (2008). Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu. *Jurnal Rekayasa Proses*, 2(2), 37–40.

Junary, E., Pane, J. P., dan Herlina, N. (2015). Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor dan Karakteristik pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepah Aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(2), 46–52.

Kahariayadi, A., Setyawati, D., Nurhaida, Diba, F., dan Roslinda, E. (2015). Kualitas Arang Briket Berdasarkan Persentase Arang Batang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*) dan Arang Kayu Laban (*Vitex Pubescens Vahl*). *Hutan Lestari*, 3(4), 561–568.

Kalsum, U. (2016). Pembuatan Briket Arang dari Campuran Limbah Tongkol Jagung, Kulit Durian dan Serbuk Gergaji Menggunakan Perekat Tapioka. *Distilasi*, 1(1), 42–50.

Kholiq, I. (2015). Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substansi BBM. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 19(2), 75−91.

Khusna, D., dan Susanto, J. (2015). Pemanfaata Limbah Padat Kopi Sebagai Bahan Bakar Alternatif dalam Bentuk Briket Berbasis Biomass (Studi Kasus di PT. Santos Jaya Abadi Instan Coffee). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 247–260.

Kristiawan, Y. Y. (2020). Pemanfatan Limbah Biomassa Menjadi Sumber Energi Alternatif. *Jurnal CRANKSHAFT*, 3(2), 23–28.

Kurniati, E. (2008). Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 8(2), 96–103.

Laos, L. E., Masturi, M., dan Yulianti, I. (2016). Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016, V*, 135–139.

McKendry, P. (2002). Energy Production from Biomass (part 1): Overview of Biomass. *Bioresource Technology*, 83(1), 37–46.

Mustafa, A. (2015). Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa. *Agrointek*, 9(2), 127–133.

Nasir, N., Nurhaeni, dan Musafira. (2014). Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Bekas. *Journal of Science and Technology*, 3(1), 18–30.

Ndraha, N. (2009). *Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu Yang Dihasilkan.* Skripsi, Universitas Sumatera Utara.

Novananda, A., Rahmawati, I., Sani, S., Astuti, D. H., dan Suprianti, L. (2020). Karbon Aktif dari Batubara Lignite dengan Proses Aktivasi Menggunakan Hidrogen Flourida. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(1), 8–14.

Nurhilal, O. (2017). Desain Kalorimeter Bomb Biomassa dengan Metode Oksigen Dinamik. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 1(2), 21–27.

Nuwa, N., dan Prihanika, P. (2018). Tepung Tapioka Sebagai Perekat dalam Pembuatan Arang Briket. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 34–38.

Pari, G., Hendra, D., dan Pasaribu, R. A. (2006). Pengaruh Lama Waktu Aktivasi dan Konsentrasi Asam Fosfat Terhadap Mutu Arang Aktif Kulit Kayu Acacia Mangium. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(1), 33–45.

Pratiwi, V. D., dan Mukhaimin, I. (2021). Pengaruh Suhu dan Jenis Perekat Terhadap Kualitas Biobriket dari Ampas Kopi dengan Metode Torefaksi. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 4(1), 39–50.

Purwanto, D. (2015). Pengaruh Ukuran Partikel Tempurung Sawit dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Biobriket. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(4), 303–313.

Purwazi, A. I., Kuncoro, R. B., Atmaja, R. D., dan Sanjaya, A. S. (2018). Analisa Perbandingan Persentase Perekat Terhadap Nilai Uji Kalor dan Proksimat Biobriket Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Menggunakan Metode Karbonisasi. *Jurnal Integrasi Proses*, 7(1), 20–25.

Putri, P. T. (2020). *Pembuatan Biobriket dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Perekat Kulit Pisang Kepok dan Tapioka pada Variasi Temperatur dan Waktu Karbonisasi*. Skripsi, Universitas Sriwijaya.

Putri, R. E., dan Andasuryani. (2017). Studi Mutu Briket Arang dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2), 143–151.

Putro, S., Musabbikhah, dan Suranto. (2015). Variasi Temperatur dan Waktu Karbonisasi Untuk Meningkatkan Nilai Kalor dan Memperbaiki Sifat Proximate Biomassa sebagai Bahan Pembuat Briket yang Berkualitas. *Simposium Nasional RAPI XIV - 2015 FT UMS*, 282–288.

Rahmadani, Hamzah, F., dan Hamzah, F. H. (2017). Pembuatan Briket Arang Daun

Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) dengan Perekat Pati Sagu (*Metroxylon sago Rott.*). *JOM FAPERTA UR*, 4(1), 1–11.

Rahman, A. (2018). *Karakteristik Bahan Bakar Biomassa Jenis Tandan Kosong, Cangkang dan Serat Kelapa Sawit serta Pengaruh Timbulnya Pengotoran Alat Penukar Kalor pada Ketel Uap*. Skripsi, Universitas Sumatera Utara.

Ridhuan, K., dan Suranto, J. (2017). Perbandingan Pembakaran Pirolisis dan Karbonisasi pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1), 50–56.

Ristianingsih, Y., Ulfa, A., dan Syafitri, R. K. S. (2015). Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Pirolisis. *Konversi*, 4(2), 45–51.

Riyanti, F., dan Hariani, P. L. (2003). Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 dan Temperatur Karbonisasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Ampas Kopi. *Jurnal Penelitian Sains*, 1(13), 13–20.

Romeiro, G. A., *et al*. (2012). A Study of Pyrolysis Oil from Soluble Coffee Ground Using Low Temperature Conversion (LTC) Process. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 93(3), 47–51.

Safitri, Y., Zulfan, Z., dan Latif, H. (2016). Pengaruh Penggunaan Tepung Kulit Pisang Kepok Fermentasi (*Musa paradisiaca normalis*) Terhadap Performan Ayam Broiler. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 1(1), 781–789.

Sary, D. P. (2020). *Optimalisasi Pembuatan Biobriket Gambut Terkarbonisasi dan Teraktivasi*. Skripsi, Universitas Sriwijaya.

Setiani, V., Setiawan, A., Dhani, M. R., dan Maulidya, R. D. (2019). Analisis Proximate Briket Tempurung Kelapa dan Ampas Tebu. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 16(2), 91–96.

Siahaan, S., Hutapea, M., dan Hasibuan, R. (2013). Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1), 26–30.

Sjarif, S. R. (2017). Karakteristik Briket dari Campuran Limbah Kulit Pisang dan Serbuk Gergaji. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 9(2), 97−106.

Smith, H., dan Idrus, S. (2017). Pengaruh Penggunaan Perekat Sagu dan Tapioka Terhadap Karakteristik Briket dari Biomassa Limbah Penyulingan Minyak Kayu Putih di Maluku. *Jurnal BIAM*, 13(2), 21.

Sulistyaningkarti, L., dan Utami, B. (2017). Pembuatan Briket Arang dari Limbah Organik Tongkol Jagung dengan Menggunakan Variasi Jenis dan Persentase Perekat. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 2(1), 43–53.

Supriyatno, dan Crishna, M. (2010). Studi Kasus Energi Alternatif Briket Sampah

Lingkungan Kampus POLBAN Bandung. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 21, 1–9.

Susanti, P. D., Wahyuningtyas, R. S., dan Ardhana, A. (2015). Pemanfaatan Gulma Lahan Gambut Sebagai Bahan Baku Bio-Briket. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(1), 35–46.

Susanto, A., dan Yanto, T. (2013). Pembuatan Briket Bioarang dari Cangkang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 6(2), 68–81.

Susanto, H. (2018). Pengembangan Teknologi Gasifikasi Untuk Mendukung Kemandirian Energi dan Industri Kimia. In *Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung*.

Timang, S. I., Sabang, S. M., dan Ratman. (2019). Analisis Kadar Pektin pada Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) dan Pisang Raja (*Musa sapientum*). *Jurnal Akademika Kimia*, 8(2), 112–116.

Triono, A. (2006). *Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (Maesopsis eminii Engl) dan Sengon (Paraserianthes falcataria L. Nielsen) dengan Penambahan Tempurung Kelapa (Cocos nucifera L)*. Skripsi, Institut Pertanian Bogor.

Tsai, W. T., Liu, S. C., and Hsieh, C. H. (2012). Preparation and Fuel Properties of Biochars from The Pyrolysis of Exhausted Coffee Residue. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 93(1), 63–67.

Tursi, A. (2019). A Review on Biomass: Importance, Chemistry, Classification, and Conversion. *Biofuel Research Journal*, 6(2), 962–979.

Usmayadi, O. H., Nurhaida, dan Setyawati, D. (2018). Kualitas Briket Arang dari Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) Berdasarkan Ukuran Serbuk. *Jurnal Tengkawang*, 8(1), 18–25.

Verayana, Paputungan, M., dan Iyabu, H. (2018). Pengaruh Aktivator HCl dan H_3PO_4 Terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb). *Jurnal Entropi*, 13(1), 67–75.

Vollmer, M. (2004). Physics of The Microwave Oven. *Physics Education*, 39(1), 74–81.

Wibowo, S., Laia, D. P. O., Khotib, M., dan Pari, G. (2017). Karakterisasi Karbon Pelet Campuran Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum Scumach*) dan Tempurung Nyamplung (*Calophyllum inophyllum Linn.*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(1), 73–82.

Wilar, G., Indriyati, W., dan Subarnas, A. (2014). Pemanfaatan dan Pengolahan Limbah Kulit Pisang Menjadi Permen Kulit Pisang Yang Berkhasiat

Antidepresi Dalam Upaya Pemberdayaan Kesehatan dan Perekonomian Masyarakat Desa Di Kecamatan Karang Tengah Kabupaten Cianjur. *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, 3(1), 5–8.

Yuliah, Y., Suryaningsih, S., dan Ulfi, K. (2017). Penentuan Kadar Air Hilang dan Volatile Matter pada Bio-briket dari Campuran Arang Sekam Padi dan Batok Kelapa. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 1(1), 51–57.

Yunus, A. M. (2010). *Manfaat Kopi dan Ampas Kopi* (*Online*) (http://blog.amyunus.com/manfaat-kopi-dan-ampas-kopi/, *diakses tanggal 30 Maret 2010*).