

**PENGOLAHAN BATUBARA BUKIT ASAM SEBAGAI BRIKET BIO-
BATUBARA CAMPURAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT PADA
VARIASI KOMPOSISI, METODE AKTIVASI DAN JENIS PEREKAT**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Bidang Studi Kimia**



Oleh:

SUCI AISYAH

08031182126012

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGOLAHAN BATUBARA BUKIT ASAM SEBAGAI BRIKET BIO-
BATUBARA CAMPURAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT PADA
VARIASI KOMPOSISI, METODE AKTIVASI DAN JENIS PEREKAT**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:

SUCI AISYAH

08031182126012

Indralaya, 21 Mei 2025

Dosen Pembimbing I



Dr. Ady Mara, M.Si

NIP. 196404301990031003

Dosen Pembimbing II



Dr. Desnelli, M.Si

NIP. 196912251997022001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Suci Aisyah (08031182126012) dengan judul “Pengolahan Batubara Bukit Asam Sebagai Briket Bio-Batubara Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Variasi Komposisi, Metode Aktivasi dan Jenis Perekat”, telah disidangkan dihadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Mei 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

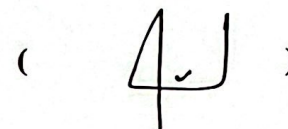
Indralaya, 21 Mei 2025

Pembimbing,

1. **Dr. Ady Mara, M.Si.**
NIP. 196404301990031003

()

2. **Dr. Desnelli, M.Si.**
NIP.196912251997022001

()

Penguji

3. **Fahma Riyanti, M.Si.**
NIP. 197202052000032001

()

4. **Dr. Eliza, M.Si.**
NIP. 196407291991022001

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muharni, M. Si.
NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Suci Aisyah

NIM : 08031182126012

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.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 21 Mei 2025

Penulis



Suci Aisyah

NIM. 08031182126012

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Suci Aisyah

NIM : 08031182126012

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Pengolahan Batubara Bukit Asam Sebagai Briket Bio-Batubara Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Variasi Komposisi, Metode Aktivasi dan Jenis Perekat”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/menformatkan, 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.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 20 Mei 2025



Suci Aisyah

NIM. 08031182126012

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim.

Sesungguhnya Bersama kesulitan itu terdapat kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap (Q.S Al-Insyirah; 6-8)

Skripsi ini sebagai salah satu rasa syukur kepada Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas segala nikmat, rahmat dan kasih sayangNya dalam hidup sehingga penulis bisa menyelesaikan dengan baik dan penuh keyakinan hati.

Dan kupersembahkan juga kepada:

1. Kedua orang tuaku yang selalu yang selalu mendoakan, memberi support baik secara moril maupun materil serta dikala senang maupun sedih
2. Pembimbing, pembahas serta sahabat dan semua orang baik yang selalu membantu pada penyusunan skripsi ini.
3. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang. Saya panjatkan puji dan syukur atas kehadiran-Nya yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengolahan Batubara Bukit Asam Sebagai Briket Bio-Batubara Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Variasi Komposisi, Metode Aktivasi Dan Jenis Perekat”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) 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 banyak terimakasih kepada **Bapak Dr. Ady Mara, M.Si.** dan **Ibu Dr. Desnelli, M.Si** yang telah membimbing, membantu, memberikan nasehat dan motivasi sejak awal penelitian hingga skripsi ini selesai.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah menentukan segala apa yang akan terjadi pada hamba-Nya. Alhamdulillah atas nikmat dan rahmat-Nya, skripsi ini bisa terselesaikan dengan kemudahan kemudahan dalam setiap prosesnya.
2. Kepada kedua orang tua saya (Bapak Iskandar dan Ibu Yanti) yang telah memberikan dukungan moril maupun materi serta doa yang tiada henti untuk kesuksesan saya dan keberhasilan dalam penulisan ini. Menjadi suatu kebanggaan memiliki orang tua yang mendukung anaknya. Terima kasih telah membuktikan kepada semuanya bahwa anakmu bisa menjadi sarjana. Tanpa kehadiran kalian, orang tua yang sangat luar biasa, pencapaian ini tidak mungkin terwujud, karena kalian merupakan sumber inspirasi dan kekuatan yang tak tergantikan. Ucapan terima kasih saja tak akan pernah cukup untuk membalas semua kebaikan orang tuaku maka skripsi ini karya yang sederhana ini kupersembahkan untuk kalian.

3. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya
4. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Ady Mara, M.Si. selaku dosen Pembimbing Utama sekaligus Pembimbing akademik penulis, yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini, terimakasih telah memberikan banyak pelajaran berharga dan memberikan arahan dan gambaran serta memberikan penulis ilmu yang sangat bermanfaat, motivasi dan dukungan. Semoga bapak panjang umur, selalu diberikan kesehatan, dilancarkan segala urusannya Aamiin.
7. Ibu Dr. Desnelli, M.Si. selaku dosen Pembimbing Kedua, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan saya serta memberikan bimbingan dan pelajaran agar saya menjadi lebih baik. Terimakasih ibu sudah selalu peduli kepada saya, semoga ibu panjang umur, selalu diberikan kesehatan, dilancarkan segala urusannya Aamiin.
8. Ibu Fahma Riyanti, M.Si dan Ibu Dr. Eliza, M.Si selaku dosen pembahas yang sudah banyak memberikan saran dan masukan yang sangat bermanfaat. Semoga kebaikan ibu senantiasa dibalas oleh Allah SWT.
9. Seluruh Dosen jurusan Kimia Fakultas FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing dalam dunia perkuliahan.
10. Mbak Novi dan Kak Chosiin selaku Admin Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses kelengkapan administrasi atau syarat yang diperlukan selama kuliah sampai sidang, sehat selalu.
11. Bapak Neci Agus Pranteno selaku Ast. Manager satuan kerja Pabrik Briket Tanjung Enim PT. Bukit Asam, sekaligus pembimbing magang dan penelitian penulis. TTerima kasih bapak atas saran, masukan dan arahnya

selama saya melakukan penelitian di Satuan kerja Pabrik Briket Tanjung Enim PT. Bukit Asam.

12. Bapak Edi Prayitno, selaku supervisor (SPV), Bapak Suprayitno selaku *foreman* dan Bapak Richi selaku Quality Control Satuan kerja Pabrik Briket Tanjung Enim PT. Bukit Asam. Terima kasih bapak atas saran, masukan dan arahnya selama saya melakukan penelitian di Satuan kerja Pabrik Briket Tanjung Enim PT. Bukit Asam.
13. Nurlaila Melania Fitria, terima kasih sudah menjadi kakak sekaligus teman disepanjang hidup penulis. Terima kasih untuk selalu ada disetiap perjalanan hidup aku sejauh ini, aku selalu bersyukur kamu selalu ada disetiap tahap yang sudah aku lewati. Sehat selalu, semoga diberikan kelancaran rezeki dan keluarga yang samawa Aamiin. Muhammad Fajar Satrio N dan Ratu Titian Destianti, terima kasih sudah menjadi sumber motivasi penulis untuk selalu memberikan contoh, pengalaman dan inspirasi yang terbaik untuk kalian. Sehat selalu, semoga apa yang kalian cita-cita kan bisa tercapai Aamiin
14. Bayu Satria Adinarta yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi. Telah berkontribusi dengan memberikan arahan, meluangkan waktu, pikiran dan materi serta senantiasa sabar menghadapi saya. Sukses selalu, semoga selalu diberikan kemudahan dan kelancaran rezekinya Aamiin.
15. Anisa Cahaya sahabatku dari jaman SMP, kita memang jarang komunikasi, tapi terima kasih atas dukungannya dari jauh. Makasih sudah mau berteman tulus dan ikhlas membantu, mendengarkan keluh kesah dan kesedihan terutama saat penulis melakukan penelitian. Semoga selalu bahagia dan sehat Aamiin.
16. Melia Citra Melati, sahabat sejak SMA. Ucapan beribu terimakasih karena sudah mau dijadikan tempat keluh kesah serta selalu memberikan dukungan. Semangat meraih gelarnya, semoga bisa lulus sesuai target yang diinginkan Aamiin.
17. Dia Faradila, selaku teman seperjuangan semasa perkuliahan. terima kasih banyak atas dukungan dan energi positif yang sudah diberikan. Terima kasih

sudah menghibur dan memberikan nasihat kepada saya. Semangat membahagiakan orang tua dan semangat mengejar mimpi-mimpi yang lain.

18. R.A Mayang Sari Khoirunisa selaku teman seperjuangan semasa perkuliahan. Terima kasih mayang untuk semuanya, terima kasih sudah berjuang sampe titik ini, kamu hebat! Terima kasih sudah menjadi sahabat sekaligus saudara diperantauan bagi saya. Semoga selalu dikelilingi orang baik, karna kamu orang baik. Semangat mengejar wisudah bulan Agustus .Semangat mengejar cita-cita kedepannya!.

19. Keluarga bapak R.A. Irfany dan ibu Apriyanti, selaku orang tua diperantauan. Terima kasih bapak ibu sudah, berlapang dada menerima penulis selama ini untuk menumpang dirumah keluarga ibu dan bapak. Semoga bapak dan ibu sekeluarga selalu diberikan kesehatan Aamiin.

20. Teman seperjuangan selama magang industri di PT. Bukit Asam Febi, Winda, Zesika, Sarah dan Julia. Terima kasih sudah banyak membantu dan berjuang bersama selama penelitian dan magang di PT BA. Kita perempuan-perempuan hebat. Semoga hubungan kita tetap terjalin dengan baik.

21. Rani, Deviriana dan Riskia, teman sedari maba sampe mahasiswa akhir. Terima kasih sudah mau membantu aku dalam segala hal selama perkuliahan. Semangat ya inshaAllah barengan ya selesainya bulan Juni ini.

22. Mijja, Terima kasih sudah sempat hadir dan maaf tidak bisa memberikan kenangan dan kesan yang baik. *Until we meet again in another life. Love you.*

23. Terima kasih untuk diriku sendiri yang sudah berjuang dititik ini, yang telah bertahan sejauh ini. Terima kasih selalu kuat dan sabar atas semua keadaan. Terima kasih atas pencapaiannya sejauh ini. Terima kasih atas perjuangannya selama ini, tangis dan kekhawatirannya berbuah hasil.

Semoga jasa-jasa dan kebaikan bapak, ibu, saudara sahabat-sahabatku, dan semua orang-orang baik tersebut di atas bisa menjadi perhitungan untuk menambah amal dan pahala yang di terima Allah SWT. Akhirnya dengan kerendahan hati, penulis meminta maaf apabila dalam penulisan ini terdapat kekhilafan dan kata yang menyinggung hati. Penulis menyadari skripsi ini masih banyak kekurangan,

sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Tuhan melindungi dan memberkati kita semua.

Indralaya, 20 Mei 2025

Penulis

SUMMARY

UTILIZATION OF BUKIT ASAM COAL FOR THE PRODUCTION OF BIO-COAL BRIQUETTES WITH OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCH (EFB) MIXTURES UNDER VARIATIONS IN COMPOSITION, ACTIVATION METHOD, AND BINDER TYPE

Suci Aisyah: supervised by Dr. Ady Mara, M.Si and Dr. Desnelli, M.Si
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.
x + 69 pages, 25 figures, 7 tables, and 3 attachments.

Indonesia possesses abundant coal resources; however, coal combustion can produce sulfur oxide gases. Low-quality coal typically contains high levels of sulfur and is often used as a raw material for coal briquette production. To produce environmentally friendly coal briquette fuel, special treatments are required, such as the addition of biomass to reduce sulfur content. Briquettes made from a mixture of coal and biomass are known as bio-coal briquettes. Empty Fruit Bunches (EFB) of oil palm are a type of biomass containing cellulose, hemicellulose, and lignin compounds. EFB charcoal has a calorific value of 5387 cal/g, indicating its potential as an energy source. Therefore, in this study, bio-coal briquettes were produced using a mixture of semi-coke and EFB charcoal. The bio-coal briquettes were made with variations in the composition of EFB charcoal and semi-coke, activation methods, and types of binders. The resulting bio-coal briquettes were characterized by testing for moisture content, ash content, calorific value, volatile matter, total sulfur, and fixed carbon content. The characterization results showed that the produced bio-coal briquettes met the quality standards based on SNI 4931:2010. The best-performing briquette was obtained from a composition of 30% semi-coke and 60% EFB charcoal, using sago starch as a binder and a non-soaking activation method. This briquette had a moisture content of 8,2%, ash content of 15,7%, volatile matter of 22,5%, fixed carbon content of 53,6%, total sulfur of 0,08%, and a calorific value of 5465 cal/g.

Keywords : Coal, Semi-coke, Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB), Bio-coal Briquette

Citation : 66 (1972–2025)

RINGKASAN

PENGOLAHAN BATUBARA BUKIT ASAM SEBAGAI BRIKET BIO-BATUBARA CAMPURAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT PADA VARIASI KOMPOSISI, METODE AKTIVASI DAN JENIS PEREKAT

Suci Aisyah: Dibimbing oleh Dr. Ady Mara, M. Si dan Dr. Desnelli, M.Si.

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

x + 69 halaman, 25 gambar, 7 tabel dan 3 lampiran.

Indonesia memiliki sumber daya batubara yang sangat melimpah, namun batubara dapat menghasilkan gas sulfur oksida saat pembakarannya. Batubara dengan kualitas rendah memiliki kandungan sulfur yang tinggi, biasanya digunakan sebagai bahan produksi briket batubara. Pembuatan bahan bakar briket batubara yang ramah lingkungan, perlu mendapatkan perlakuan khusus seperti penambahan biomassa untuk menurunkan kadar sulfur di dalamnya. Pembuatan briket yang berasal dari campuran batubara dan biomassa disebut sebagai briket bio-batubara. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan salah satu jenis biomassa yang mengandung senyawa selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Arang TKKS memiliki nilai kalori sebesar 5387 kal/g, yang menunjukkan bahwa arang ini memiliki potensi sebagai sumber energi. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pembuatan briket bio-batubara dengan menggunakan campuran semikokas dan arang TKKS. Pembuatan briket bio-batubara dibuat dengan variasi komposisi arang TKKS dan semikokas, metode aktivasi dan jenis perekat. Briket bio-batubara kemudian dikarakterisasi dengan melakukan uji kadar air, kadar abu, nilai kalor, kadar zat terbang, total sulfur, dan kadar karbon terikat. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa briket bio-batubara yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu berdasarkan SNI 4931:2010. Briket bio-batubara terbaik diperoleh dari komposisi semikokas 30% dan arang TKKS 60%, menggunakan perekat sagu dan metode aktivasi non-perendaman. Briket tersebut memiliki kadar air sebesar 8,2%, kadar abu 15,7%, kadar zat terbang 22,5%, kadar karbon terikat 53,6%, total sulfur 0,08%, dan nilai kalor sebesar 5465 kal/g.

Kata Kunci : Batubara, Semikokas, Tandan Kosong Kelapa Sawit, Briket Bio-Batubara

Kutipan : 66 (1972-2025).

DAFTAR ISI

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.....	viii
SUMMARY.....	xii
RINGKASAN.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	
xviii	
DAFTAR TABEL.....	
xix	
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Batubara.....	4
2.2 Semikokas.....	5
2.3 Biomassa.....	6
2.4 Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	7
2.5 Karbonisasi	10
2.6 Briket	11
2.7 Analisa Proksimat.....	12
2.7.1 Kadar Air	12
2.7.2 Kadar Abu	13
2.7.3 Kadar Zat Terbang.....	13

2.7.4 Kadar Karbon Terikat	14
2.8 Total Sulfur	12
2.9 Nilai Kalori	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2. Alat dan Bahan	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan.....	18
3.3. Prosedur Kerja	18
3.3.1 Karbonisasi Batubara	18
3.3.2 Karbonisasi Tandan Kosong Kelapa Sawit	18
3.3.3 Pembuatan Briket Variasi Komposisi.....	19
3.3.4 Pembuatan Briket Variasi Metode Aktivasi.....	19
3.3.4.1 Perendaman 24 Jam (Metode Laboratorium)	19
3.3.4.1.1 Preparasi Perekat Tapioka.....	19
3.3.4.1.2 Proses Aktivasi Arang Metode perendaman.....	19
3.3.4.1.3 Pembuatan Briket Metode perendaman.....	19
3.3.4.2 Non-Perendaman (Metode Pabrik).....	20
3.3.5 Pembuatan Briket Variasi Jenis Perekat	20
3.3.6 Analisis Karakteristik Briket.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Karbonisasi Batubara.....	25
4.2 Karbonisasi Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	26
4.3 Pengaruh Komposisi Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit..	28
4.3.1 Kadar Air	29
4.3.2 Kadar Abu	31
4.3.3 Kadar Zat Terbang.....	33
4.3.4 Kadar Karbon Terikat	34
4.3.5 Total Sulfur.....	35
4.3.6 Nilai Kalori.....	36
4.4 Perbandingan Metode Aktivasi.....	38
4.4.1 Kadar Air	38

4.4.2 Kadar Abu	39
4.4.3 Kadar Zat Terbang.....	41
4.4.4 Kadar Karbon Terikat	42
4.4.5 Total Sulfur.....	43
4.4.6 Nilai Kalori.....	43
4.5 Perbandingan Jenis Perekat organik	45
4.5.1 Kadar Air	45
4.5.2 Kadar Abu	47
4.5.3 Kadar Zat Terbang.....	48
4.5.4 Kadar Karbon Terikat	48
4.5.5 Total Sulfur.....	49
4.5.6 Nilai Kalori.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Batubara.....	4
Gambar 2.	Semikokas	6
Gambar 3.	Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	9
Gambar 4.	Briket.....	12
Gambar 5.	Sulfur Analyzer.....	15
Gambar 6.	Bom Kalorimeter.....	17
Gambar 7.	Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit	27
Gambar 8.	Grafik kadar air briket bio-batubara TKKS terhadap komposisi arang TKKS.....	29
Gambar 9.	Grafik kadar abu briket bio-batubara TKKS terhadap komposisi Arang TKKS.....	31
Gambar 10.	Grafik kadar zat terbang briket bio-batubara TKKS terhadap komposisi arang TKKS.....	32
Gambar 11.	Grafik kadar karbon terikat briket bio-batubara TKKS terhadap komposisi arang TKKS.....	33
Gambar 12.	Grafik kadar sulfur briket bio-batubara TKKS terhadap komposisi arang TKKS.....	35
Gambar 13.	Grafik nilai kalori briket bio-batubara TKKS terhadap komposisi arang TKKS.....	36
Gambar 14.	Grafik kadar air briket bio-batubara TKKS terhadap metode aktivasi.....	38
Gambar 15.	Grafik kadar abu briket bio-batubara TKKS terhadap metode aktivasi.....	39
Gambar 16.	Grafik kadar zat terbang briket bio-batubara TKKS terhadap metode aktivasi.....	40
Gambar 17.	Grafik kadar karbon terikat briket bio-batubara TKKS terhadap metode aktivasi.....	41
Gambar 18.	Grafik kadar sulfur briket bio-batubara TKKS terhadap metode aktivasi	42
Gambar 19.	Grafik nilai kalori briket bio-batubara TKKS terhadap metode aktivasi.....	43
Gambar 20.	Grafik kadar air briket bio-batubara TKKS terhadap pengaruh jenis perekat.....	45
Gambar 21.	Grafik kadar abu briket bio-batubara TKKS terhadap pengaruh jenis perekat.....	46

Gambar 22. Grafik kadar zat terbang briket bio-batubara TKKS terhadap pengaruh jenis perekat..	47
Gambar 23. Grafik kadar karbon terikat briket bio-batubara TKKS terhadap pengaruh jenis perekat.....	48
Gambar 24. Grafik kadar sulfur briket bio-batubara TKKS terhadap pengaruh jenis perekat.....	49
Gambar 25. Grafik nilai kalori briket bio-batubara TKKS terhadap pengaruh jenis perekat.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandung Kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	9
Tabel 2. Karakteristik Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	9
Tabel 3. Karakteristik Batubara sebelum dan sesudah karbonisasi.....	25
Tabel 4. Karakteristik Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	28
Tabel 5. Karakteristik briket bio-batubara variasi komposisi.....	37
Tabel 6. Karakteristik briket bio-batubara variasi metode aktivasi.....	44
Tabel 7. Karakteristik briket bio-batubara variasi jenis perekat.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir.....	59
Lampiran 2. Contoh Perhitungan.....	63
Lampiran 3. Contoh Perhitungan.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki sumber daya batubara yang sangat melimpah, dengan total mencapai 125,28 miliar ton, sementara cadangan yang dapat ditambang sebesar 32,36 miliar ton (Haryadi dan Suciyanti, 2018). Cadangan batubara di Cekungan Sumatera Selatan, khususnya dalam Formasi Muara Enim milik PT. Bukit Asam, didominasi oleh batubara dengan peringkat rendah hingga menengah, berupa lignit hingga bituminus (Widiarso dan Nirmala, 2022). Batubara umumnya digunakan sebagai bahan bakar dalam skala industri seperti PLTU, sementara itu penggunaan batubara cukup sulit jika diterapkan untuk kebutuhan rumah tangga. Hal ini dikarenakan batubara memiliki kandungan sulfur yang tinggi sekitar <1-4% kandungan sulfur pada batubara ini menghasilkan gas sulfur oksida saat proses pembakaran batubara (Ilcham, 2020).

Batubara dengan kualitas rendah biasanya digunakan sebagai bahan produksi briket batubara. Pembuatan bahan bakar briket batubara yang ramah lingkungan, perlu mendapatkan perlakuan khusus seperti penambahan biomassa dan proses karbonisasi untuk menurunkan kadar sulfur di dalamnya sehingga aman untuk digunakan. Pembuatan bahan bakar briket yang berasal dari campuran batubara dan biomassa disebut sebagai briket bio-batubara (Nurhalim dkk., 2018). Kualitas batubara dapat ditingkatkan dengan cara mengubah batubara menjadi semikokas (*coalite*) melalui proses karbonisasi. Karbonisasi adalah proses mengubah zat organik menjadi karbon atau residu yang mengandung karbon melalui proses pirolisis. Proses ini memungkinkan batubara mengalami perubahan menjadi semikokas, yang kemudian digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan briket karbonisasi (Nurisman dkk., 2017).

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan biomassa dengan kandungan terbesar berupa selulosa, dan juga hemiselulosa dan lignin dalam jumlah yang lebih kecil. Kualitas TKKS tidak jauh berbeda kualitas biomassa lainnya, baik dengan limbah pertanian maupun dengan biomassa bukan kayu. Energi panas dari TKKS sebesar 4492,3 kal/g sangat potensial digunakan sebagai sumber energi alternatif (Amalia dkk., 2020). Menurut penelitian yang dilakukan oleh

Ristianingsih dkk. (2015), arang TKKS yang telah melalui proses pirolisis menjadi bahan yang potensial sebagai briket arang. Briket arang dengan bahan utama arang TKKS ini menghasilkan nilai kalori sebesar 6.748,15 kal/g, terdapat pada komposisi 95% arang TKKS dan 5% tepung kanji pada suhu pirolisis 500°C. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, arang TKKS memiliki potensi menjadi bahan campuran batubara untuk pembuatan briket bio-batubara.

Semikokas dan arang yang digunakan sebagai bahan pembuatan briket dapat ditingkatkan kualitasnya melalui proses aktivasi. Peningkatan kualitas arang dan semikokas dapat dilakukan dengan menambahkan aktivator berupa Natrium hidroksida (NaOH). Penelitian oleh Sinaga (2024), membandingkan briket arang tandan kosong kelapa sawit tanpa aktivator dan dengan aktivator. Aktivator yang digunakan berupa NaOH, arang direndam selama 24 jam menggunakan larutan NaOH. Selain itu, juga divariasikan konsentrasi dari NaOH untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator untuk kualitas briket TKKS yang dihasilkan, Kalor briket TKKS tanpa perlakuan aktivasi NaOH mencapai 5057 kal/g. Sementara itu, setelah direndam dalam larutan aktivator NaOH dengan konsentrasi 0,1 N, 0,2 N, dan 0,3 N, kalor yang dihasilkan secara berurutan adalah 5682 kal/g, 5707 kal/g, dan 5865 kal/g. Nilai kalor tertinggi terdapat pada briket TKKS dengan aktivasi NaOH 0,3 N.

Pemilihan jenis perekat juga menjadi hal yang harus diperhatikan dalam peningkatan kualitas briket. Perekat merupakan zat atau material yang mampu menyatukan dua objek melalui ikatan permukaan. Penggunaannya bertujuan untuk membentuk tekstur padat atau menghubungkan dua substrat yang akan direkatkan. Dengan adanya perekat contohnya tapioka susunan partikel menjadi lebih teratur, rapat, dan kuat, sehingga meningkatkan ketahanan tekanan serta kualitas arang briket dalam proses pengempaan. (Setiowati dan Tirono, 2014). Selain tapioka perekat arpus dan sagu juga memiliki potensi sebagai perekat untuk briket. Sagu mempunyai kadar amilosa sebesar 33,12-42,24%, kandungan amilosa yang tinggi menyebabkan tingginya daya rekat yang dimiliki sagu (Rahmawati dkk., 2019). Arpus adalah campuran asam-asam resin umumnya mengandung senyawa polimer, sehingga berpotensi menjadi perekat (Susilawati dan Rahmaniari, 2018).

Pada penelitian ini, pembuatan briket bio-batubara dengan campuran TKKS dilakukan dengan variasi komposisi, metode aktivasi, dan jenis perekat. Briket bio-batubara kemudian dianalisis untuk mengetahui karakteristiknya, meliputi kadar air, kadar abu, nilai kalor, kadar zat terbang, total sulfur, dan kadar karbon. Hasil analisis karakteristik briket bio-batubara tersebut kemudian dibandingkan dengan standar mutu briket bio-batubara berdasarkan SNI 4931:2010.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh komposisi arang tandan kosong kelapa sawit dan semikokas terhadap kualitas briket bio-batubara tandan kosong kelapa sawit?
2. Bagaimana pengaruh metode aktivasi terhadap kualitas briket bio-batubara arang tandan kosong kelapa sawit?
3. Bagaimana pengaruh jenis perekat organik terhadap kualitas briket bio-batubara tandan kosong kelapa sawit?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menentukan komposisi arang tandan kosong kelapa sawit dan samikokas terbaik terhadap karakteristik briket bio-batubara menurut SNI 4931:2010.
2. Menentukan metode aktivasi yang paling efisien untuk meningkatkan kualitas briket bio-batubara tandan kosong kelapa sawit terhadap karakteristik briket bio-batubara menurut SNI 4931:2010.
3. Menentukan jenis perekat organik terbaik untuk meningkatkan kualitas briket bio-batubara tandan kosong kelapa sawit terhadap karakteristik briket bio-batubara menurut SNI 4931:2010.

1.4. Manfaat penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih luas tentang produksi briket bio-batubara berbahan dasar batubara dan limbah kelapa sawit, sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, khususnya di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk.

DAFTAR PUSTAKA

- Almasyhuri, A., Ridwan, E., Yuniarti, H. dan Hermana, H. 1999. Pengaruh Fermentasi terhadap Kandungan Protein dan Komposisi Asam Amino dalam Singkong. *Penelitian Gizi dan Makanan (The Journal of Nutrition and Food Research)*. 22(1): 55-61.
- Amalia, N., Kurniawan, E. dan Jalaluddin, J. 2020. Pemanfaatan Arang Tandan Kosong Sawit Sebagai Bahan Bakar Alternative dalam Bentuk Briket. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*. 2020(1): 1-10.
- Anggreini, D., Bahtiar, S., Widyawati, F. dan Hidayat, S. 2021. Analisis Hubungan Kandungan Total Moisture, Total Sulphur Dan Ash Content Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara. *Jurnal Tambora*. 5(3): 50-55.
- Arman, M., Makhsud, A., Aladin, A. dan Abdul Majid, R. 2017. Produksi Bahan Bakar Alternatif Briket Dari Hasil Pirolisis Batubara Dan Limbah Biomassa Tongkol Jagung. *Journal Of Chemical Process Engineering*. 02(2): 16-21.
- Arman, M. dan Munira. 2018. Produksi Bahan Bakar Alternatif Briket Dari Hasil Pirolisis Bahan Batubara Dan Serbuk Gergaji. *Journal Of Chemical Process*. 3(2): 27-32.
- Asmoro, N. W. 2021. Karakteristik dan Sifat Tepung Singkong Termodifikasi (Mocaf) dan Manfaatnya pada Produk Pangan [Characteristics and Properties of Modified Cassava Flour (Mocaf) and Its Benefits in Food Products]. *Journal of Food and Agricultural Product*. 1(1): 34-43.
- Carvajal-Ortiz, H., Gentzis, T. and Ostadhassan, M. 2021. Sulfur differentiation in organic-rich shales and carbonates via open-system programmed pyrolysis and oxidation: Insights into fluid souring and H₂S production in the Bakken shale, United states. *Energy dan Fuels*. 35(15): 12030-12044.
- Ekayuliana, A. dan Hidayati, N. 2020. Jurnal Mekanik Terapan Analisis Nilai Kalor dan Nilai Ultimate Briket Sampah Organik Dengan Bubur Kertas. *Jurnal Mekanik Terapan*. 1(2): 107-115.
- Fadlurrahman, M. D., Widiyanti, L., Rusnadi, I., Pratiwi, I., Energi, T., Teknik, F. dan Sriwijaya, P. N. 2024. Pengaruh Variasi Massa Tempurung Kelapa dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kualitas Arang. *Jurnal Redoks*. 9(2): 205-212.
- Febriani, A. V., Hanum, F. F., Rahayu, A., Wardhana, B. S. dan Chusna, F. M. A. 2025. The Impact of Carbonization Temperature on The Quality of Empty Fruit Bunch Charcoal and Palm Kernel Charcoal for Co-Firing Application. *Jurnal Sains Natural*. 15(1): 28-39.
- Gonardi, R., Setijawaty, E. dan Jati, I. R. A. 2022. Pengembangan Produk Bubuk Tomat dengan Pengering Kabinet Menggunakan Enkapsulan Maltodekstrin dan Natrium Carboxymethyl Cellulose. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 23(2): 101-118.
- Haryadi, H. dan Suciyanti, M. 2018. Analisis perkiraan kebutuhan batubara untuk industri domestik tahun 2020-2035 dalam mendukung kebijakan domestic market obligation dan kebijakan energi Nasional. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*. 14(1): 59-73.

- Hendrawan, Y., Sutan, S. M. dan YR, R. K. 2017. Pengaruh variasi suhu karbonisasi dan konsentrasi aktivator terhadap karakteristik karbon aktif dari ampas tebu (Bagasse) menggunakan activating agent NaCl. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*. 5(3): 200-207.
- Hendriani, D. dan Samidjo, G. S. 2024. Karakteristik sifat fisik dan kimia tepung tapioka berbagai varietas singkong (*Manihot esculenta* Crantz.) di tanah regosol. *Prodising Seminar Nasional Kedaulatan Pertanian*. 1(1): 57-73.
- Heriyanto, H., Umam, C. dan Margareta, N. 2014. Pengaruh minyak jelantah pada proses ubc untuk meningkatkan kalori batubara bayah. *Jurnal Integrasi Proses*. 5(1): 56-60.
- Hidayat, R. A. N., Nugroho, S., Dewajani, H. dan Yuni, A. 2021. Peningkatan kualitas gondorukem dengan penambahan chelating agent dan adsorben pada proses pengolahan getah karet (*Pinus merkusii*) di PT. Perhutani Anugerah Kimia. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*. 7(2): 390-399.
- Ilcham, A. 2021. Desulfurisasi Batubara secara Batch pada Kolom Tegak dengan Metoda Flotasi Larutan Daun Petai Cina. *Indonesian Journal of Industrial Research*. 5(2): 55-59.
- Iskandar, N., Nugroho, S., Meta, D., Feliyana, F. dan Sudharto, J. 2019. Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI. *Jurnal Ilmiah Momentum*. 15(2): 103-108.
- Iskandar, T. dan Rofiatin, U. 2017. Karakteristik biochar berdasarkan jenis biomassa dan parameter proses pyrolysis. *Jurnal Teknik Kimia*. 12(1): 28-35.
- Jones, J. B. and Isaac, R. A. 1972. Determination of sulfur in plant material using a Leco Sulfur Analyzer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 20(6): 1292-1294.
- 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.
- Kalsum, U., Atikah, A. dan Ibrahim, A. 2023. Pengaruh Ukuran Partikel Dan Komposisi Terhadap Kualitas Briket Dari Campuran Batubara Dan Cangkang Sawit. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. 14(02): 136-146.
- Kanna, A. R., Chandran, A., Nair, A. S., Arun, R. J. and Benedict, J. J. 2017. Comparison of Caloric Values of Various Fuels from Different Fuel Stations. *International Journal of Engineering and Science*. 7(4): 7-10.
- Khamidah, N., Suparto, H. dan Awalia, M. 2021. Utilization of Water Chestnut Activated Chacoal as Peat Water Biofilter Using Three Types of Activators. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 10(3): 151-161.
- Kresnawaty, I., Putra, S. M., Budiani, A. dan Darmono, T. W. 2017. Konversi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menjadi arang hayati dan asap cair. *Indonesian Journal of Agricultural Postharvest Research*. 14(3): 171-179.
- Kurniawati, K. dan Ayustaningwarno, F. 2012. Pengaruh Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Tempe Dan Tepung Ubi Jalar Kuning Terhadap Kadar Protein, Kadar B-Karoten, Dan Mutu Organoleptik Roti Manis. *Journal of Nutrition College*. 1(1): 344-351.

- Lestari, R. S. D., Sari, D. K., Rosmadiana, A. dan Dwipermata, B. 2016. Pembuatan dan karaktersasi karbon aktif tempurung kelapa dengan aktivator asam fosfat serta aplikasinya pada pemurnian minyak goreng bekas. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*. 12(2): 419-430.
- Liew, M., Xiao, M. and Liu, S. 2021. Characterization of physical and mineralogical properties of anthracite and bituminous coal tailings. *International Journal of Coal Preparation and Utilization*. 41(9): 645-660.
- Mohanty, M. M. and Pal, B. K. 2017. Sorption behavior of coal for implication in coal bed methane an overview. *International Journal of Mining Science and Technology*. 27(2): 307–314.
- Mulyaningsih, Y. dan Riyanti, S. 2019. Cara Mengatasi Kendala pada Analisis Energi Kasar Menggunakan Kalorimeter Parr 6400. *Prosiding Temu Teknis Jabatan Fungsional Non Peneliti*. 177-182.
- Nahas, D. F., Nahak, O. R. dan Bira, G. F. 2019. Uji Kualitas Briket Bioarang Berbahan Dasar Arang Kotoran Kambing, Arang Kotoran Sapi dan Arang Kotoran Ayam. *Journal of Animal Science*. 4(3): 33–36.
- Nukman, Sipahutar, R., Yani, I. and Arief, T. 2014. The blending effect of coalite, coconut shell charcoal and gelam wood charcoal on calorific value. *American Journal of Applied Sciences*. 11(5): 833–836.
- Nurhalim, Abidin, A. dan Zainul Ridlo, M. 2024. Karakteristik Laju Pembakaran Briket Bio-batubara Characteristics of Burning Rate of Bio-coal Briquettes. *Jurnal Kajian Ilmiah Dan Teknologi Teknik Mesin*. 9(1): 2541–3562.
- Nurhalim, N., Cahyono, R. B. dan Hidayat, M. 2018. Karakteristik Bio-Briket Berbahan Baku Batubara dan Batang/Ampas Tebu terhadap Kualitas dan Laju Pembakaran. *Jurnal Rekayasa Proses*. 12(1), 51-58.
- Nurisman, E., Lubis, J. F. dan Wahyudi, A. 2017. Studi Eksperimental Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Rendemen Dan Kualitas Semikokas (Coalite) Berdasarkan Analisis Proksimat Dan Nilai Kalori Di Pabrik Briket PT Bukit Asam (Persero) TBK. *Seminar Nasional AVoER*. 9(1): 1-6.
- Nurmalasari, N. dan Afiah, N. 2017. Briket kulit batang sagu (Metroxylon sagu) menggunakan perekat tapioka dan ekstrak daun kapuk (Ceiba pentandra). *Dinamika*. 8(1): 1-10.
- Papilo, P. 2012. Briket Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Yang Bernilai Ekonomis Dan Ramah Lingkungan. *Jurnal Sains*. 9(2): 67-78.
- Parinduri, L. dan Parinduri, T. 2020. Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*. 5(2): 88-92.
- Parmar, K. 2017. Biomass- An Overview on Composition Characteristics and Properties. *IRA-International Journal of Applied Sciences (ISSN 2455-4499)*. 7(1): 42.
- Purnama, R. R., Chumaidi, A. dan Saleh, A. 2012. Pemanfaatan Limbah Cair Cpo Sebagai Perekat Pada Pembuatan Briket Dari Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*. 18(3): 43-53.

- Puspitawati, I. N., Billah, M. dan Yelvia, A. R. 2023. Bio-briquettes Derived from Rice Husks and Mushroom Cultivation Materials. *Nusantara Science and Technology Proceedings*. 1(1): 46-51.
- Rahmawati, S., Wahyuni, S. dan Khaeruni, A. 2019. Pengaruh modifikasi terhadap karakteristik kimia tepung sagu termodifikasi: studi kepustakaan. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. 4(2): 2096-2103.
- Rahman, S. R., Al-Mahmud, N., Rahman, M., Hussain, M. Y. and Ali, M. 2013. Overview of biomass energy. *International Journal of Engineering Research dan Technology (IJERT)*. 2(11): 379-385.
- Ristianingsih, Y., Ulfa, A. dan Syafitri K.S, R. 2015. Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Perekat Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Proses Pirolisis. *Konversi*. 4(2): 16-22.
- Rubiyanti, T., Hidayat, W., Febryano, I. G. dan Bakri, S. 2019. Karakterisasi Pelet Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) Hasil Torefaksi dengan Menggunakan Reaktor Counter-Flow Multi Baffle (COMB) Characterization of Rubberwood (*Hevea brasiliensis*) Pellets Torrefied with Counter-Flow Multi Baffle (COMB) Reactor. *Jurnal Sylva Lestari ISSN*. 7(3): 321–331.
- Sa'diyah, K., Lusiani, C. E., Chrisnandari, R. D., Witasari, W. S., Aula, D. L. dan Triastutik, S. 2020. Pengaruh Proses Aktivasi Kimia Terhadap Karakteristik Adsorben dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* L.) Effect of Chemical Activation Process on the Characteristics of Adsorbents from *Musa acuminata* L. Peel. *Jurnal Chemurgy*. 4(1): 18-22.
- Satmoko, M. E. A., Saputro, D. D. dan Budiyono, A. 2013. Karakterisasi briket dari limbah pengolahan kayu sengon dengan metode cetak panas. *JMEL: Journal of Mechanical Engineering Learning*. 2(1): 1-8.
- Salmina, S. 2017) Studi Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Oleh Masyarakat Di Jorong Koto Sawah Nagari Ujung Gading Kecamatan Lembah Melintang. *Jurnal Spasial: Penelitian, Terapan Ilmu Geografi, dan Pendidikan Geografi*. 6(2): 35-40.
- Sani, S. 2012. Activated Carbon Production From Turf Soil. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(2): 400-406.
- Setiawan, D. K., Triantoro, A. dan Annisa, A. 2018. Analisis Kualitas Pembakaran Briket Batubara Dengan Metode Karbonisasi Berdasarkan Parameter Kualitas Briket, Ukuran Partikel Dan Komposisi. *Jurnal Geosapta*. 4(1): 7-13.
- Setiowati, R. dan Tirono, M. 2014. Pengaruh variasi tekanan pengepresan dan komposisi bahan terhadap sifat fisis briket arang. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*. 7(1), 23-31.
- Sinaga, N. E. M. 2024. Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH terhadap Nilai Kalor Briket Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Siswati, D. N. dan Festiani, A. 2010. Desulfurisasi Batubara Menggunakan Udara Dan Air. *Makalah Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono*. 1(1): 2-5.

- Sugiharto, A. dan Firdaus, I. 2021. Pembuatan Briket Ampas Tebu Dan Sekam Padi Menggunakan Metode Pirolisis Sebagai Energi Alternatif. *Inovasi Teknik Kimia*. 6(1), 17–22.
- Suri, T. M., Sair, A. dan Yusuf, S. 2021. Sejarah Penambangan Batubara Bukit Asam di Tanjung Enim. *HISTORIA: Jurnal Program Studi Pendidikan Sejarah*. 9(1):, 87.
- Susanto, J. P., Santoso, A. D. dan Suwedi, N. 2017. Perhitungan potensi limbah padat kelapa sawit untuk sumber energi terbarukan dengan metode LCA. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 18(2): 165-172.
- Susilawati, N. dan Rahmaniar, R. 2018. Pengaruh Penggunaan Tepung Tapioka dalam Pembuatan Lem Tegel Karet. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 29(1): 84-90.
- Sutikno, A., Pramana, A., Hafnizar, A. D. R., Dermawan, A., Sembiring, A. H., Zain, H. Z. dan Mursyid¹⁴, H. (2022). Pembuatan Arang Briket Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dalam Industri Pandai Besi. *J. Community Empower*. 2(2): 16-23.
- Suyadi, D. 2009. Upaya Peningkatan Kalori Batubara Peringkat Rendah Untuk Bahan Baku Briket Batubara. *Prosiding Geoteknologi LIPI*. 1(1): 1-5.
- Tambaria, T. N. dan Serli, B. F. Y. 2019. Kajian analisis proksimat pada briket batubara dan briket biomassa. *Jurnal Geosains Dan Teknologi*. 2(2): 77-86.
- Wardhani, D. S. R., Salshabila, K. A., Nurmawati, A., Saputro, W. dan Saputro, E. A. 2023. Carbon Conversion and Energy Consumption Analysis Carbonization of Coconut Shell at High Temperature. *Nusantara Science and Technology Proceedings*. 1(1): 12-18.
- Widiarso, D. A. dan Nirmala, F. 2022. Analisa Kualitas Dan Sumberdaya Batubara Lapangan X, Pt. Bukit Asam (Persero) Tbk., Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Geominerba (Jurnal Geologi, Mineral dan Batubara)*. 7(1): 64-80.
- Winarno, T. 2016. Perbandingan Karakteristik Lempung Kasongan dan Godean Sebagai Bahan Baku Industri Gerabah Kasongan. *Teknik*. 37(1): 41-46.
- Winoto, E. dan Hatina, S. 2022. Pengaruh Damar Sebagai Perekat Pada Biobriket Cangkang Biji Karet. *Jurnal Redoks*. 7(2): 39–48.
- Wirawan, T., Wiradikara Az, I. dan Hindryawati, N. 2023. Adsorption Of Methylene Blue Using Active Charcoal From Empty Fruit Bunch (EFB). *Jurnal Kimia Mulawarman*. 21(1): 8–17.
- Wiyono, B. 2002. Pengaruh konsentrasi asam dalam pembuatan gondorukem maleat terhadap rendemen dan sifat fisiko-kimianya. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 20(3): 207-215.