

**PEMBUATAN BIOBRIKET DARI CAMPURAN *COALITE* DAN
CANGKANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) SEBAGAI
SUMBER ENERGI ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN**

SKRIPSI

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



Oleh:

TRI MULYANITA SARAH

08031382126091

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

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMBUATAN BIOBRIKET DARI CAMPURAN COALITE DAN
CANGKANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) SEBAGAI
SUMBER ENERGI ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN**

SKRIPSI

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

Oleh:

TRI MULYANITA SARAH

08031382126091

Indralaya, 23 Mei 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ady Mara, M.Si.
NIP. 196404031990031003



Prof. Dr. Hasanudin, M.Si
NIP. 197205151997021003

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 Tri Mulyanita Sarah (08031382126091) dengan judul "Pembuatan Biobriket dari Campuran *Coalite* dan Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan" telah disidangkan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya Pada tanggal 22 Mei 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 23 Mei 2025

Ketua:

1. Dr. Addy Rachmat, M.Si.
NIP. 197409282000121001

()

Anggota:

1. Dr. Ady Mara, M.Si.
NIP. 196404031990031003
2. Prof. Dr. Hasanudin, M.Si.
NIP. 197205151997021003
3. Prof. Dr. Poedji Loekitowati H., M.Si.
NIP. 196808271994022001

()

()

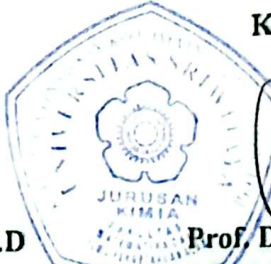
()

Mengetahui,

Dekan EMIPA


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

Ketua Jurusan


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

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Tri Mulyanita Sarah

NIM : 08031382126091

Fakultas/Jurusan : MIPA/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, 23 Mei 2025



Penulis

Tri Mulyanita Sarah

NIM. 08031382126091

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Tri Mulyanita Sarah

NIM : 08031382126091

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

Jenis Karta : Skripsi

Demikian pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif” (non-exclusively royalty-free right) atas karya ilmiah yang berjudul “Pembuatan Biobriket dari Campuran *Coalite* dan Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan”. Dengan hak bebas royalti non eksklusif 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, 23 Mei 2025

Penulis



Tri Mulyanita Sarah

NIM. 08031382126091

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ ۝۱۳

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”

(Q.S Ar-Rahman: 13)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(Q.S Al-Baqarah: 216)

“Perbaiki sholatmu maka Allah akan memperbaiki hidupmu”

Skripsi ini saya persembahkan kepada Allah SWT, Nabi Muhammad SAW, Papa, Mama, Kakak, Ayuk, Sarie, serta Keluarga Besar, Dosen, Sahabat dan Almamater kebanggaan.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan syukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis diberikan kemampuan dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Pembuatan Biobriket dari Campuran *Coalite* dan Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan didalamnya. Apabila terdapat banyak kesalahan pada skripsi ini, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing Bapak Prof. Dr. Hasanudin, M. Si. dan Bapak Dr. Ady Mara, M.Si. yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, pengalaman, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan junjungannya Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan segala nikmat dan kasih sayang-Nya yang begitu besar hingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua orang tua penulis, Papa Romli, Sm.Hk dan Mama Lily Rosita yang menjadi alasan utama untuk penulis menyelesaikan pendidikan ini, dimana mereka selalu memberikan yang terbaik untuk hidup penulis, berjuang dengan sangat keras agar penulis mendapatkan hidup yang sangat layak. Terimakasih atas semua kasih sayang, cinta, serta dukungan yang selalu mereka berikan kepada penulis. Terimakasih karena papa dan mama selalu percaya dan tidak pernah ragu untuk setiap usaha yang penulis lakukan, penulis berjanji akan berusaha dengan segenap jiwa dan raga, serta akan berusaha untuk tidak mengecewakan setiap kepercayaan yang telah kedua orang tua penulis berikan kepada penulis. Penulis berharap papa dan mama selalu diberikan kesehatan serta umur yang panjang agar tetap menjadi saksi setiap perjalanan penulis kedepannya. Skripsi ini merupakan salah satu bukti dari penghormatan,

apresiasi, perjuangan, pengorbanan, cinta dan rasa syukur penulis kepada kalian berdua..

3. Prof. Hermasyah, S.Si., M.Si., 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 Prof. Dr. Hasanudin, M.Si. selaku pembimbing dan dosen akademik, terimakasih bapak sudah selalu peduli kepada saya, sudah banyak meluangkan waktu untuk membimbing saya, 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. Tetap menjadi dosen terbaik yang rasa tulusnya tersampaikan ke hati kami. Semoga banyak generasi emas yang diciptakan dari kebaikan bapak.
7. Bapak Dr. Ady Mara, M.Si. selaku pembimbing, terimakasih bapak sudah selalu peduli kepada saya, sudah banyak meluangkan waktu untuk membimbing saya, memberikan arahan dan gambaran serta memberikan penulis ilmu yang sangat bermanfaat, motivasi dan dukungan selama magang dan proses skripsi ini.
8. Bapak Dr. Zainal Fanani, M.Si. dan Bapak Dr. Suheryanto, M.Si. selaku dosen pembahas dalam seminar kemajuan hingga sidang skripsi. Terimakasih bapak sudah memberikan perhatian lebih kepada saya. Terimakasih untuk ilmu yang sangat bermanfaat, terimakasih untuk kesabaran bapak.
9. Seluruh Dosen FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa studi penulis.
10. Kak iin dan Mba Novi selaku Admin Jurusan Kimia yang selalu baik, ramah, sabar dan mau membantu penulis selama perkuliahan hingga lulus. Terimakasih banyak, semoga selalu diberikan kesehatan. Tetap berbuat baik sehingga menciptakan generasi yang sabarnya dan baiknya sama seperti mbak dan kak iin ya.

11. Kedua kakak penulis M. Rolli Eka Saputra dan Renata Maharany. Terimakasih atas semua kasih sayang dan cinta yang telah diberikan kepada penulis. Selalu mengusahakan yang terbaik bagi penulis baik dari segi waktu, materi, tenaga, dan semua *effort* yang telah diberikan. Terimakasih atas semua pelajaran, nasehat, dan arahan yang diberikan kepada penulis. Penulis sangat beruntung telah dihadirkan sosok kakak dan ayuk yang sangat baik. Mereka juga menjadi alasan mengapa penulis harus menyelesaikan skripsi ini, karena penulis tidak mau mengecewakan semua kepercayaan yang telah mereka berikan. Semoga penulis bisa membalas semua jasa dan pengorbanan kalian berdua.
12. Saudara kembarku Tri Mulyani Sarie. Terima kasih atas semua kasih sayang dan cinta yang telah diberikan kepada penulis selama kuliah di Indralaya. Selalu mengusahakan yang terbaik bagi penulis baik dari segi waktu, materi, tenaga, dan semua *effort* yang telah diberikan. Terimakasih atas semua pelajaran, nasehat, dan arahan yang diberikan kepada penulis. Penulis sangat beruntung telah dihadirkan saudara yang selalu membantu dari awal praktikum, penelitian sampai menyelesaikan skripsi ini, karena penulis tidak mau mengecewakan semua kepercayaan yang telah berikan. Semoga penulis bisa membalas semua jasa dan pengorbanan Sarie. Semoga proses skripsi Sarie di jurusan teknik mesin selalu diberikan kelancaran dan kemudahan aamiin.
13. Seluruh Keluarga Besar penulis yang tidak bisa disebut satu persatu, yang telah memberikan doa, semangat, dan motivasi kepada penulis.
14. Cindy Aprilia yang sangat tulus menjadi sahabat penulis dari praktikum biokimia sampai sekarang, yang selalu berusaha mengerti keadaan penulis, peka dengan perasaan penulis dan selalu peduli kepada penulis. Terima kasih atas semua kasih sayang dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis. Semangat yaa Ndyd untuk semua keadaan yang dihadapi. Terimakasih telah menemani penulis menghadapi semua masalah dan selalu menemani penulis disaat sedih. Tetap semangat ya ndyy dan jangan pernah merasa *insecure* lagi karena kamu memiliki *inner beauty*.
15. Devi Julia yang sangat tulus menjadi sahabat penulis dari lomba LKTI di Lombok sampai sekarang, yang selalu berusaha mengerti keadaan penulis, peka dengan perasaan penulis dan selalu peduli kepada penulis. Terima kasih atas

semua kasih sayang dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis. Semangat yaa Dev untuk semua keadaan yang dihadapi. Jangan pernah merasa *insecure* lagi karena kamu cantik.

16. Okta Jiwaro yang sangat tulus menjadi sahabat penulis sampai sekarang, yang selalu berusaha mengerti keadaan penulis, peka dengan perasaan penulis dan selalu peduli kepada penulis. Terima kasih atas semua kasih sayang dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis. Semangat yaa Taa untuk semua keadaan yang dihadapi. Terimakasih telah menemani penulis disaat *overthinking* mengenai penelitian dan proses skripsi ini. Tetap semangat Taa dan turuni gengsinya ya.
17. Rahel Natalia yang sangat tulus menjadi sahabat penulis lomba LKTI di Lombok sampai sekarang, yang selalu berusaha mengerti keadaan penulis, peka dengan perasaan penulis dan selalu peduli kepada penulis. Terima kasih atas semua kasih sayang dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis. Semangat yaa Hel untuk semua keadaan yang dihadapi. Tetap semangat ya Hel dan jangan pernah sedih lagi.
18. Amanda Muzdalifa Safitri yang telah menjadi sahabat penulis dari kos ungu, selalu ceria dan menghibur penulis. Terima kasih atas semua suka dan cita yang telah kita lewati bersama. Terima kasih atas semua kasih sayang dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis. Semangat terus ya Nda dan jangan pernah sedih lagi yaa.
19. Mianita Sadin yang telah menjadi sahabat penulis dari kos ungu, selalu ceria dan menghibur penulis. Terimakasih atas semua suka dan cita yang telah kita lewati bersama. Terima kasih atas semua kasih sayang dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis Semangat terus ya Mii dan jangan pernah sedih lagi yaa.
20. Zesika Ananda Putri yang telah menjadi sahabat penulis selama magang, selalu ceria dan menghibur penulis. Terimakasih atas semua suka dan cita yang telah kita lewati bersama. Terima kasih atas semua kasih sayang dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis. Semangat terus ya Jee dan jangan pernah sedih lagi yaa.

21. Sahabat Kosungu (Mia, Dera, Manda, Ade, dan Ikik). Terima kasih atas semua suka dan cita yang telah kita lewati, dimana kita saling bantu untuk kita menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga kebahagiaan selalu menyertai kalian gaiss.
22. Sahabat Katalis (Aghni, Wiwik, Nima, Devi, Rahel). Terima kasih atas semua suka dan cita yang telah kita lewati, dimana kita saling bantu untuk kita menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga kebahagiaan selalu menyertai kalian gaiss.
23. Adek asuhku (Amel). Terima kasih atas semua suka dan cita yang telah kita lewati. Semangat kuliah dan praktikumnya ya mel dan semoga Amel selalu diberikan kesehatan dan kebahagiaan.
24. Bang Ikki dan Bang Almer, yang telah membantu penulis dalam mempelajari reaksi kimia. Penulis bersyukur kepada abang karena sudah sabar membantu proses skripsi ini. Semoga abang selalu diberikan kesehatan dan kebahagiaan. Semangat terus ya bang.
25. Auzan, Fahry, Aan, Gilang, dan Tristan yang telah membantu penulis selama kuliah di Indralaya. Semangat skripsinya ya gaiss. Semoga kalian selalu diberikan kemudahan dan kebahagiaan.
26. Teman-teman magang (Zesika, Suci, Febi, Winda, Julia, Mayang dan Dia). Terimakasih atas semua suka dan cita yang telah kita lewati selama magang dan semoga kalian selalu diberikan kemudahan dan kebahagiaan.
27. Teman-teman sekolah (Trina, Nova, Anggi, Bagus, Dafa, Redho, Yusuf, dan Aji) yang telah membantu penulis selama kuliah di Indralaya. Terimakasih atas semua suka dan cita yang telah kita lewati dan semoga kalian selalu diberikan kemudahan dan kebahagiaan.
28. Kakai, Eldi, dan Irvanzah yang telah menjadi sahabat penulis. Terimakasih atas semua suka dan cita yang telah kita lewati dan semoga kalian selalu diberikan kemudahan dan kebahagiaan.
29. Teman-teman mesin (Alid, Rais, Ghani, Ilham, Adit, Ozi, Dwik, Jayak, dan Bintang) yang telah membantu penulis selama kuliah di Indralaya. Semangat penelitian dan skripsinya ya gaiss. Semoga kalian selalu diberikan kemudahan dan kebahagiaan.

30. Kepada sahabat penulis M. Khalid Husein yang telah membantu penulis selama magang dan skripsi. Terimakasih selalu mendengarkan masalah dan memberikan masukan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih telah mengajarkan penulis dalam membuat halaman, daftar isi, dan daftar gambar. Semangat penelitian dan skripsinya yaa, semoga selalu diberikan kemudahan dan kebahagiaan.
31. Teman-teman seperjuanganku (Lawrensium 21) terima kasih untuk kebersamaan kita di perkuliahan ini dan terima kasih sudah berjuang sampai akhir kelulusan.
32. Semua yang pernah hadir dalam kehidupan penulis, memberi banyak kebaikan dan pengajaran. Semua yang mendukung penulis baik secara langsung maupun tidak langsung, terima kasih banyak.
33. 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 selama ini berbuah hasil. Semangat membahagiakan orang-orang yang sayang sama kamu, Sarah.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 23 Mei 2025

Penulis



Tri Mulyanita Sarah

NIM. 08031382126091

SUMMARY

MAKING BIOBRIKETS FROM A MIX OF COALITE AND SKIN OF CHAPLAIN (*Elaeis guineensis* Jacq.) AS AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ALTERNATIVE ENERGY SOURCE

Tri Mulyanita Sarah: Supervised by Dr. Ady Mara, M.Si. and Prof. Dr. Hasanudin, M.Si.

Dapartement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University

x + 55 pages, 4 figures, 5 tables, 4 attachments

The development of industries today both small and medium is increasing along with the need for fuel which is also increasing, while fossil energy is running out. Therefore, as a substitute for petroleum and gas, environmentally friendly alternative fuels must have good characteristics in combustion, one example is biobriquettes. Biobriquettes are fuels consisting of a mixture of solids consisting of a mixture of coalite and oil palm shells (*Elaeis guineensis* Jacq.) with a low sulfur value, thereby reducing the pollutants produced. Coalite is a carbonized coal that is a smokeless fuel or fuel that emits little or no smoke when ignited. Oil palm shells are biomass that can increase the level of carbon tethered to briquettes, so that the heating value produced is higher. This study aims to determine the quality of biobriquettes based on the best composition, type of adhesive and comparison of soak activation and mixed activation. The process of making biobriquettes begins with the carbonization process, namely burning using a little oxygen. There are biobriquette testing parameters to determine the quality of biobriquettes in accordance with SNI 4931: 2010, including moisture content, ash content, fly substance content, tethered carbon content, sulfur value, and calorific value. Based on the results of the study, biobriquettes with a composition of 60% oil palm shells, 30% coalite, 7% clay, 3% arpus and using mixed activation techniques produced a moisture content of 5.7%, ash content of 11.6%, fly substance content of 30.7%, fixed carbon of 52%, sulfur value of 0.17%, and calorific value of 5,952 cal/g.

Keywords : Biobriquettes, coalite, oil palm shells

Citations : 49 (2015 – 2024)

RINGKASAN

PEMBUATAN BIOBRIKET DARI CAMPURAN *COALITE* DAN CANGKANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN

Tri Mulyanita Sarah: Dibimbing oleh Dr. Ady Mara, M.Si. dan Prof. Dr. Hasanudin, M.Si.

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

x + 55 Halaman, 4 Gambar, 5 Tabel, 4 Lampiran

Perkembangan industri saat ini baik yang kecil maupun menengah semakin meningkat seiring dengan kebutuhan bahan bakar yang juga meningkat, sementara energi fosil semakin menipis. Oleh karena itu, sebagai pengganti minyak bumi dan gas bahan bakar alternatif ramah lingkungan harus memiliki karakteristik yang baik dalam pembakaran salah satu contohnya biobriket. Biobriket merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran padatan yang terdiri dari campuran *coalite* dan cangkang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan memiliki nilai sulfur yang rendah, sehingga mengurangi polutan yang dihasilkan. *Coalite* merupakan batubara terkarbonisasi yang bersifat *smokeless fuel* atau bahan bakar yang mengeluarkan sedikit asap atau tidak ada asap saat dinyalakan. Cangkang kelapa sawit merupakan biomassa yang mampu meningkatkan kadar karbon tertambat pada briket, sehingga nilai kalor yang dihasilkan semakin tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kualitas biobriket berdasarkan komposisi terbaik, jenis perekat serta perbandingan aktivasi rendam dan aktivasi campur. Proses pembuatan biobriket diawali dengan proses karbonisasi yaitu pembakaran dengan menggunakan sedikit oksigen. Terdapat parameter pengujian biobriket untuk mengetahui mutu biobriket yang sesuai dengan SNI 4931:2010 antara lain, kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon tertambat, nilai sulfur, dan nilai kalor. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh biobriket dengan komposisi 60% cangkang kelapa sawit, 30% *coalite*, 7% tanah liat, 3% arpus dan menggunakan teknik aktivasi campur menghasilkan nilai kadar air 5,7%, kadar abu 11,6%, kadar zat terbang 30,7%, kadar karbon tertambat 52%, nilai sulfur 0,17%, dan nilai kalor 5.952 kal/g.

Kata Kunci : Biobriket, *coalite*, cangkang kelapa sawit
Sitasi : 49 (2015 – 2024)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY.....	xiii
RINGKASAN	xiv
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Coalite</i>	4
2.2 Batubara	6
2.3 Karbonisasi	7
2.4 Cangkang Kelapa Sawit.....	7
2.5 Biobriket	8
2.6 Kadar Air.....	10
2.7 Kadar Abu	10
2.8 Kadar Zat Terbang	11
2.9 Kadar Karbon Tertambat.....	12
2.10 Nilai Sulfur.....	13
2.11 Nilai Kalor	13
2.12 Bomb Calorimeter.....	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat.....	16

3.2	Alat dan Bahan.....	16
3.2.1	Alat.....	16
3.2.2	Bahan.....	16
3.3	Prosedur Penelitian	16
3.3.1	Preparasi Cangkang Kelapa Sawit	16
3.3.2	Karbonisasi Cangkang Kelapa Sawit.....	16
3.3.3	Pembuatan Biobriket Berdasarkan Komposisi Terbaik	16
3.3.4	Pembuatan Biobriket Berdasarkan Jenis Perekat.....	17
3.3.5	Pembuatan Biobriket dengan Metode Aktivasi Rendam	17
3.3.6	Pembuatan Biobriket dengan Metode Aktivasi Campur.....	18
3.3.7	Uji Karakteristik Biobriket.....	18
3.3.8	Perhitungan Biobriket	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		23
4.1	Analisa Bahan Baku.....	23
4.1.1	<i>Coalite</i>	23
4.1.2	Cangkang Kelapa Sawit.....	24
4.2	Komposisi Terbaik Biobriket <i>Coalite</i> dan Cangkang Kelapa Sawit	24
4.3	Jenis Perekat Biobriket <i>Coalite</i> dan Cangkang Kelapa Sawit	29
4.4	Perbandingan Biobriket <i>Coalite</i> dan Cangkang Kelapa Sawit Berdasarkan Aktivasi Rendam dan Aktivasi Campur.....	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		36
5.1	Kesimpulan	36
5.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA.....		37
LAMPIRAN.....		42
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Batubara Sub-bituminus	6
Gambar 2. Cangkang Kelapa Sawit.....	8
Gambar 3. Biobriket	9
Gambar 4. Bomb Calorimeter PARR 6400	15

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil pengujian <i>coalite</i>	23
Tabel 2. Hasil pengujian cangkang kelapa sawit.....	24
Tabel 3. Hasil pengujian komposisi terbaik biobriket	25
Tabel 4. Hasil pengujian jenis perekat biobriket	29
Tabel 5. Hasil pengujian perbandingan aktivasi rendam dan aktivasi campur biobriket	33

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Flowchart	43
Lampiran 2. Perhitungan	47
Lampiran 3. Gambar Penelitian	51
Lampiran 4. Hasil Uji Analisis Laboratorium	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri saat ini, baik skala kecil maupun menengah, terus meningkat seiring dengan naiknya kebutuhan akan bahan bakar. Sementara itu, ketersediaan energi fosil semakin menipis. Oleh karena itu, diperlukan bahan bakar alternatif sebagai pengganti minyak bumi, salah satunya berasal dari batubara yang dikelola oleh PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Pabrik briket PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. menggunakan kualitas batubara sub-bituminus sebagai bahan baku pembuatan briket (Faizal dkk, 2015). Batubara yang dikarbonisasi dikenal sebagai *coalite*. Proses karbonisasi batubara dilakukan pada suhu 450°C – 600°C. *Coalite* memiliki kadar abu yang tinggi dibandingkan dengan batubara asli, namun *coalite* memiliki daya bakar yang cukup tinggi.

Briket batubara merupakan bahan bakar padat dengan bahan baku batubara sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah yang paling murah. Pabrik briket PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. mengelola briket karbonisasi dan non karbonisasi. Batubara yang digunakan untuk bahan baku pembuatan briket memiliki standar tertentu, antara lain dapat dilihat dari kadar abu, nilai kalor, nilai sulfur, bahan perekat maupun proses proses karbonisasi. Batubara yang sudah dikarbonisasi disebut dengan *coalite*. Proses karbonisasi ini juga menentukan kualitas batubara, dimana semakin tinggi temperatur dan waktu karbonisasi, maka nilai kalor dan kadar karbon semakin meningkat sedangkan kadar air dan *volatile matter* semakin menurun. Oleh sebab itu, *coalite* dan biomassa dapat digunakan dalam pembuatan biobriket (Kamil dkk, 2023).

Biomassa adalah semua bahan organik yang ada di permukaan bumi seperti kayu, rumput laut, limbah dari kotoran hewan dan lain-lain yang dapat digunakan sebagai energi. Biomassa adalah sumber energi yang bersifat ramah lingkungan, bersih, murah, dan dapat digunakan sebagai bahan bakar. Proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit menghasilkan sekitar 60% limbah berupa cangkang kelapa sawit yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. (Rantawi dkk, 2021). Cangkang kelapa sawit adalah biomassa dengan nilai kalor yang tinggi, biasanya sekitar 3.800 kcal/kg. Cangkang kelapa sawit dapat meningkatkan kandungan karbon terikat dalam briket hingga 5,195%. Kenaikan

kadar karbon terikat ini disebabkan oleh kandungan unsur karbon yang terdapat dalam cangkang kelapa sawit. Semakin tinggi kandungan karbon, semakin efisien pula proses pembakaran biobriket. Selain itu, cangkang kelapa sawit juga mengandung lignin sebesar 53,85% dan selulosa sebesar 6,92%, yang berkontribusi terhadap kualitas biobriket yang dihasilkan. (Iriany dkk, 2016).

Perekat dalam pembuatan briket berfungsi untuk merekatkan arang untuk menjadi padatan yang kuat. Selain itu, perekat juga dapat membuat briket tetap kuat karena dapat mengikat partikel-partikel dari bahan baku yang digunakan, sehingga briket dapat dicetak (Tarigan dkk., 2023). Jenis perekat yang digunakan pada penelitian ini yaitu tapioka, arpus, dan sagu. Tapioka dan sagu memiliki kandungan amilosa dan amilopektin yang dapat merekatkan karbon dalam pembuatan briket (Harahap dan Jumiati, 2023). Arpus yang dimanfaatkan sebagai bahan perekat dalam pembuatan biobriket dapat meningkatkan kualitas biobriket yang dihasilkan (Winoto dan Hatina, 2022). Arpus merupakan turunan dari asam organik alkil trisiklik tak jenuh, dengan senyawa utama yang terdiri atas asam abietat dan asam pimaric. Senyawa ini memiliki sifat amfipatik, yaitu mengandung gugus karboksil yang bersifat larut dalam air (hidrofilik) serta struktur trisiklik yang bersifat tidak larut dalam air (hidrofobik) (Khadafi dkk, 2016).

Biobriket adalah bahan bakar yang terdiri dari campuran padatan. Biobriket yang terbuat dari campuran batubara dan limbah kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif (Mandasini dkk, 2017). Limbah cangkang kelapa sawit akan di karbonisasi pada temperatur tinggi dan dengan atau sedikit oksigen (Harmiansyah dkk, 2023). Penentuan karakteristik dan kualitas batubara, umumnya dilakukan analisis kimia dan fisika batubara. PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. mengelola *coalite* untuk membuat briket karbonisasi, sehingga penelitian biobriket menggunakan *coalite* dan cangkang kelapa sawit, dapat memberikan dampak positif bagi lingkungan dan ekonomi. *Coalite* dan cangkang kelapa sawit merupakan sumber energi alternatif ramah lingkungan karena dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar pengganti minyak bumi dan gas serta memiliki nilai sulfur yang rendah, sehingga dapat mengurangi polutan. Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan biobriket berdasarkan variasi komposisi, jenis perekat, dan perbandingan aktivasi rendam dan aktivasi campur.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dipelajari pada penelitian ini berupa:

1. Bagaimana pengaruh komposisi terbaik biobriket *coalite* dan cangkang kelapa sawit terhadap karakteristik fisika kimianya?
2. Bagaimana pengaruh jenis perekat biobriket *coalite* dan cangkang kelapa sawit terhadap karakteristik fisika kimianya?
3. Bagaimana perbandingan biobriket *coalite* dan cangkang kelapa sawit berdasarkan aktivasi rendam dan aktivasi campur terhadap karakteristik fisika kimianya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan komposisi terbaik biobriket *coalite* dan cangkang kelapa sawit terhadap karakteristik fisika kimianya.
2. Menentukan jenis perekat biobriket *coalite* dan cangkang kelapa sawit terhadap karakteristik fisika kimianya.
3. Menentukan perbandingan biobriket *coalite* dan cangkang kelapa sawit berdasarkan aktivasi rendam dan aktivasi campur terhadap karakteristik fisika kimianya.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi lebih banyak mengenai pembuatan biobriket *coalite* dan cangkang kelapa sawit berdasarkan komposisi terbaik, jenis perekat, dan perbandingan aktivasi rendam dan aktivasi campur terhadap karakteristik fisika kimianya sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abimanyu, R., Zuhdi, F. M., Billah, M., Karaman, N., dan Pujiastuti, C. (2024). Briket Arang dari Limbah Tempurung Kemiri dan Serbuk Gergajian Kayu Sengon dengan Perekat Arpus (Gum Resin) Menggunakan Proses Karbonisasi. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(3), 2050–2059. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i3.4831>
- Ardiyansyah, I., Putra, A. Y., & Sari, Y. (2022). Analisis Nilai Kalor Berbagai Jenis Briket Biomassa Secara Kalorimeter. *Journal of Research and Education Chemistry*, 4(2), 120–133. [https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4\(2\).10735](https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4(2).10735)
- Crisdiantoro, E. E., Bimantio, M. P., & Oktavianty, H. (2024). Pengaruh Jenis Variasi Perekat pada Briket dari Limbah Ampas Kopi. *Biofoodtech: Journal of Bioenergy and Food Technology*, 3(02), 101–109. <https://doi.org/10.55180/biofoodtech.v3i2.786>
- Dewi, R., Azhari, A., & Nofriadi, I. (2021). Aktivasi Karbon Dari Kulit Pinang Dengan Menggunakan Aktivator Kimia Koh. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 12–22. <https://doi.org/10.29103/jtku.v9i2.3351>
- Ekayuliana, A., & Hidayati, N. (2020). Analisis Nilai Kalor dan Nilai Ultimate Briket Sampah Organik Dengan Bubur Kertas. *Jurnal Mekanik Terapan*, 1(2), 107–115. <https://doi.org/10.32722/jmt.v1i2.3357>
- Fajarwati, D. A., Lepong, P., & Wahidah, W. (2023). Analisis Proksimat dan Ultimat Terhadap Total Sulfur dan Nilai Kalori pada Batubara (PT Geoservices Samarinda). *Geosains Kutai Basin*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.30872/geofisunmul.v6i2.1145>
- Feng, Y., Lu, J., Wang, J., Mi, J., Zhang, M., Ge, M., Li, Y., Zhang, Z., & Wang, W. (2020). Desulfurization sorbents for green and clean coal utilization and downstream toxics reduction: A review and perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 273, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123080>
- Fitria, L., Mulyawan, R., Ishak, I., Sulhatun, S., Meriatna, M., & Kamar, I. (2023). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pembuatan Briket Dengan Perekat Tepung Singkong Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(5), 138–146. <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i5.9274>
- Hanum, F. H., Hapsauqi, I., Jamilatun, S., & Nirmalasari, J. (2024). Comparative Analysis of Coal Quality across Various Coal Basins in Sumatra: A Case Study of Calorific Value, Moisture Content, and Sulfur Content. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 12(1), 64–70. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2024.12-han>
- Harahap, N. S., & Jumiaty, E. (2023). Analisis Sifat Fisika dan Kimia terhadap Pembuatan Briket Arang Limbah Biji Salak dengan Variasi Perekat Tepung Tapioka dan Tepung Sagu. *Jurnal Fisika Unand*, 12(1), 116–124. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.1.115-123.2023>

- Harmiansyah., Dari, P. W., Wahyuni, S., Rahmawati, S. D., Wati, N. M. T., dan Putri, A. K. (2023). Karakteristik Arang Dari Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Dasar Utama Pembuatan Biobriket. *Sultra Journal of Mechanical Engineering (SJME)*, 1(2), 29–36.
- Hernanto, A., Pitulima, J., & Andini, D. E. (2020). Analisis Pengaruh Perubahan Nilai Total Moisture Dan Ash Content Terhadap Nilai Kalori Batubara Di Unit Pelabuhan Pt Bukit Asam Tbk Tarahan Bandar Lampung. *Mineral*, 5(1), 7–12. <https://doi.org/10.33019/mineral.v5i1.3053>
- Hibatulloh, M. F., Prasongko, B. K., & Harjanto, A. (2022). Geologi dan Karakteristik Geometri Lapisan Batubara di Daerah Bunati, Kecamatan Angsana, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Geosains Dan Teknologi*, 5(1), 26–41. <https://doi.org/10.14710/jgt.5.1.2022.26-41>
- Iriany, Carnella, C., & Sari, C. N. (2016). Pembuatan Biobriket dari Pelelepah dan Cangkang Kelapa Sawit: Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Baku dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kualitas Briket. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(3), 31–37.
- Kahariyadi, A., Setyawati, D., Diba, F., & Roslinda, E. (2015). Kualitas Briket Arang Berdasarkan Persentase Arang Batang Kelapa Sawit dan Arang Kayu Laban. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(4), 561–568.
- Kalsum, U., Atikah, & 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.
- Kamil, M. R., Hardiyono, A., Wijayanti, K., & Salinita, S. (2023). Karakteristik Dan Jenis Batubara Serta Potensinya Untuk Dimanfaatkan Menjadi Briket Batubara Pada Lapisan Seam F, Daerah Sekitar Subanburung, Formasi Muara Enim, Cekungan Sumatera Selatan. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 7(6), 1764–1772.
- Khadafi, M., Rostika, I., & Hidayat, T. (2016). Pengolahan Gondorukem Menjadi Bahan Pendirian Sebagai Aditif Pada Pembuatan Kertas. *Jurnal Selulosa*, 4(01), 17–24. <https://doi.org/10.25269/jsel.v4i01.53>
- Kurniawan, E. W., Rahman, M., & Pemuda, R. K. (2019). Studi Karakteristik Briket Tempurung Kelapa dengan Berbagai Jenis Perekat Briket. *Buletin Loupe*, 15(01), 31–37. <https://doi.org/10.51967/buletinloupe.v15i01.24>
- Kusdarini, E., Budianto, A., & Ghafarunnisa, D. (2017). Produksi Karbon Aktif Dari Batubara Bituminus Dengan Aktivasi Tunggal H₃PO₄, Kombinasi H₃PO₄-NH₄HCO₃, Dan Termal. *Reaktor*, 17(2), 74–80. <https://doi.org/10.14710/reaktor.17.2.74-80>
- Kusniawati, E., Pratiwi, I., & Monica, S. nanda. (2023). Analisa Pengaruh Nilai Total Moisture Terhadap Gross Calorific Value pada Batubara Jenis X di PT Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(8), 3211–3222.
- Liu, S., Shangguan, J., Yang, S., Du, W., Yan, X., & Zhang, K. (2019). Producing

- Effective and Clean Coke for Household Combustion Activities to Reduce Gaseous Pollutant Emissions. *Journal of Chemistry*, 2019(x), 1–12. <https://doi.org/10.1155/2019/7142804>
- Mandasini, Pawennari, A., Darnengsih, & Mustafiah. (2017). Analisis Kualitas Bio-Briket Dari Campuran Batubara Dan Sekam Padi. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v2i1.108>
- Nainggolan, R., & Hasan, F. F. (2016). Menguji akurasi bom kalorimeter ika c200 ver 1.12 dengan sampel batu bara, cangkang & serat sawit, minyak solar dan bensin. *POLIMEDIA*, 19(3), 34–45.
- Nurhalim, N., Cahyono, R. B., & Hidayat, M. (2018). Karakteristik Bio-Briket Berbahan Baku Batu Bara dan Batang/Ampas Tebu terhadap Kualitas dan Laju Pembakaran. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12(1), 51–58. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.35278>
- Olugbade, T. O., & Ojo, O. T. (2021). Binderless briquetting technology for lignite briquettes: a review. *Energy, Ecology and Environment*, 6(1), 69–79. <https://doi.org/10.1007/s40974-020-00165-3>
- Pamekas, S. F., Nurdijat, & Ghani, R. M. G. (2019). Kerangka Sekuen Pengendapan Batubara Berdasarkan Analisis Nilai Sulfur Dan Kadar Abu Daerah Bentarsari, Kecamatan Salem, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 3(4), 281–286. <http://jurnal.unpad.ac.id/geoscience/article/view/23194>
- Panji Permana, A. (2016). Kajian Coal Rank Berdasarkan Analisa Proximate (Studi Kasus Batubara di Kabupaten Sorong). *Jurnal Teknik*, 14(2), 123–131.
- Purwazi, A. I., Kuncoro, R. B., Atmaja, R. D., & 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. <https://doi.org/10.36055/jip.v7i1.2777>
- Puspitawati, I. N., Wahyusi, K. N., Santi, S. S., ijeise, S., Saputro, E. A., & Karaman, N. (2023). Characteristics Biobriquettes from Mushroom Baglog Waste Carbonization Production. *International Journal of Eco-Innovation in Science and Engineering*, 4(1), 18–23. <https://doi.org/10.33005/ijeise.v4i1.112>
- Putri, S., Syarif, T., & Aladin, A. (2022). Blending Batubara Dengan Limbah Biomassa Tongkol Jagung Untuk Mengurangi Ketergantungan Sumber Energi Tidak Terbarukan. *Journal of Chemical Process Engineering*, 7(2), 117–122. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v7i2.807>
- Rantawi, A. B., Siregar, A. L., & Rizkullah, A. (2021). Perbandingan Persentase Perekat Arpus 17,5% dan 20% terhadap Kualitas Briket Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 13(3), 223–230.
- Restin, Ifa, L., & Yani, S. (2025). Pengaruh jenis perekat terhadap kualitas biobriket hasil pirolisis limbah biomassa lignoselusa D07. *JUTIN: Jurnal Teknik*

Industri Terintegrasi, 8(1), 1119–1131.

- Rosalina, Tedja, T., Riani, E., & Sugiarti, S. (2016). Pengaruh Aktivasi Fisika Dan Kimia Arang Aktif Buah Bintaro Terhadap Daya Serap Logam Berat Krom. *Biopropal Industri*, 7(1), 35–45.
- Ruing, A. P. T., & Sulaiman, D. (2022). Analisis Karakteristik Briket Berbahan Cangkang Kelapa Sawit Dan Sekam Padi Menggunakan Perekat Tapioka. *Jurnal Sains Benuanta*, 1(1), 15–24. <https://doi.org/10.61323/jsb.v1i1.9>
- Sa'diyah, K., & Lusiani, C. E. (2022). Kualitas Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok Menggunakan Aktivator Kimia dengan Variasi Konsentrasi dan Waktu Aktivasi. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 6(1), 9–19. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v6i1.259>
- Solihin, & Kuntoro, D. (2016). Ekstraksi Logam Emas/Perak dari Larutan Bijih Emas/Perak dengan Sistem Penyerapan Menggunakan Karbon Aktif Batubara Sub-Bituminus (*Coalite*). *Ethos (Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat)*, 4(1), 139–148.
- Sugiarto, W., T. Listyani R.A., & Winarti. (2023). Pengaruh Kandungan Abu Terhadap Kualitas Batubara Pada Formasi Labanan. *Kurvatek*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.33579/krvtk.v8i1.4020>
- Tarigan, M., Oktavianty, H., & Kusumastuti. (2023). Pembuatan Briket Arang dari Cangkang Kelapa Sawit dan Ampas Tebu Menggunakan Perekat Tapioka. *Agroforetech*, 1(3), 1969–1975.
- Triantoro, A., Mustofa, A., Kartini, K., & Hanafi, A. (2019). Studi Analisa Kualitas Biobriket Campuran Bottom Ash Batubara dan Onggok Tepung Tapioka Menggunakan Karbonisasi. *Jurnal Fisika FLUX*, 1(1), 54–60. <https://doi.org/10.20527/flux.v1i1.6147>
- Tsabitah, A. M., & Azkiya, N. I. (2024). PENGARUH PERBANDINGAN MASSA AMPAS TAHU DAN SEKAM PADI TERHADAP KARAKTERISTIK BRIKET. *Distilat*, 10(4), 778–790.
- Wicaksono, W. R., & Nurhatika, S. (2018). Variasi Komposisi Bahan pada Pembuatan Briket Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dan Limbah Biji Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 66–70. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37231>
- Widiarso, D. A., & 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. <https://doi.org/10.58522/ppsdm22.v7i1.56>
- Winoto, E., & Hatina, S. (2022). Pengaruh Damar Sebagai Perekat Pada Biobriket Cangkang Biji Karet. *Jurnal Redoks*, 7(2), 39–48. <https://doi.org/10.31851/redoks.v7i2.9582>
- Wiranata, B., Amijaya, H., Anggara, F., Perdana, A. R., Isnadiyati, O. F., & Putra Tanggara, D. N. S. (2019). Total Sulfur and Ash Yield of Tanjung Formation

- Coal in Sekako, Barito Basin, Central Kalimantan: Implication of Depositional Process. *Journal of Applied Geology*, 4(2), 82–91. <https://doi.org/10.22146/jag.53208>
- Yonghui, S.; Wenjin, H.; Qiaona, M.; Yuhong, T.; Xinzhe, L. (2020). Effect of Binder Composition on the Preparation of Formed Coke with Low-Rank Coal. *Int. J. Coal Prep. Util.* 40, 376– 388, DOI: 10.1080/19392699.2017.1363738
- Yuliah, Y., Suryaningsih, S., & 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(01), 51–57. <https://doi.org/10.24198/jiif.v1i01.10902>
- Yulianti, E., Jannah, R., Khoiroh, L. M., & Istighfarini, V. N. (2019). Briket Arang Tempurung Kawista (*Limonia acidissima*) Teraktivasi NaOH dengan Perekat Alami. *Al-Kimiya*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.15575/ak.v6i1.4798>
- Zulfa, R., Kurniawan, E., Bahri, S., Ibrahim, I., Kimia, J. T., Teknik, F., Malikussaleh, U., Utama, K., Teungku, C., Reuleut, N., & Batu, M. (2024). Pembuatan briket dari campuran limbah cangkang kelapa sawit dan serbuk kayu gergaji menggunakan perekat sagu dan arpus sebagai bahan bakar alternatif. *Chemical Engineering Journal Storage*, 4(4), 454–466.