

**PENGEMBANGAN BIOBRIKET ARANG DARI ECENG
GONDOK DENGAN PENGOKSIDATOR ALAMI GETAH PINUS**

PROPOSAL KARYA ILMIAH

Merupakan Ujian Keterampilan dan Syarat Kelulusan Sekolah:



Disusun oleh:

- | | |
|--|----------------|
| 1. 29796 Benedictus Hubert Harjono | XII MIPA 2/ 03 |
| 2. 29881 Eileen Muljo Utomo | XII MIPA 2/ 08 |
| 3. 30038 Kezia Elizabeth | XII MIPA 2/ 21 |
| 4. 30041 Kimi Kiandaru | XII MIPA 2/ 22 |
| 5. 30044 Krystalinna Lindsey Sutanto | XII MIPA 2/ 23 |
| 6. 30092 Mikhael Oktaviano Tanuraharja | XII MIPA 2/ 28 |

**SMA KATOLIK ST. LOUIS 1
SURABAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH PROPOSAL KARYA ILMIAH

Judul : Pengembangan Biobriket Arang dari Eceng Gondok dengan
Pengoksidator Alami Getah Pinus

Penyusun : 1. 29796 Benedictus Hubert Harjono XII MIPA 2/ 03
2. 29881 Eileen Muljo Utomo XII MIPA 2/ 08
3. 30038 Kezia Elizabeth XII MIPA 2/ 21
4. 30041 Kimi Kiandaru XII MIPA 2/ 22
5. 30044 Krystalinna Lindsey Sutanto XII MIPA 2/ 23
6. 30092 Mikhael Oktaviano Tanuraharja XII MIPA 2/ 28

Pembimbing I : FX. Novan Ali, S.T.

Pembimbing II : Irmina Indiryati, S.Pd.

Tanggal Presentasi : Rabu, 4 Desember 2024 (12.20-12.40 WIB)

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

FX. Novan Ali, S.T.

Irmina Indiyarti, S.Pd.

Mengetahui,
Kepala Sekolah

Dra. Sri Wahjoeni Hadi S

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena kasih dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan proposal penelitian ini yang berjudul “Pengembangan Biobriket Arang dari Eceng Gondok dengan Pengoksidator Alami Getah Pinus”. Adapun tujuan dari penyusunan proposal penelitian ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh nilai ujian praktek mata pelajaran Biologi, Fisika, Matematika Peminatan dan Kimia Kelas XII MIPA.

Kelompok menyadari bahwa proposal penelitian ini dapat terselesaikan karena banyak pihak yang membantu, membimbing, memberi petunjuk, saran dan motivasi. Oleh karena itu, sudah sepatutnya kelompok menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi bimbingan dan dukungan moril maupun materil sehingga proposal penelitian ini dapat selesai. Penulis berterima kasih kepada:

1. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S., selaku kepala sekolah SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya yang menyetujui dan mendukung pelaksanaan penilaian keterampilan;
2. Dahlia Adiati, S.Pd., selaku wakasek kurikulum sekolah SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya.
3. Adinda Berlian Maharani, S.Sn., selaku wali kelas XII MIPA 2 yang telah memberikan bimbingan dalam merancang proposal ini;
4. F.X. Novan Ali, ST., selaku pembimbing 1 dalam pembuatan proposal ini;
5. Irmina Indiyarti, S.Pd., selaku pembimbing 2 dalam pembuatan proposal ini;
6. Orang tua dan teman-teman yang telah memberi bimbingan dan dukungan dalam melaksanakan penilaian keterampilan;
7. Semua pihak yang berpartisipasi dalam membantu dan mendukung terlaksananya penilaian keterampilan ini.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa dalam proses penyusunan proposal penelitian ini masih banyak kekurangan serta jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sehingga dapat digunakan untuk perbaikan lebih lanjut. Kami sangat berharap proposal penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi kita semua. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Surabaya, 4 Desember 2024

Penyusun,

Kezia Elizabeth
Ketua Kelompok

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Lingkungan Sehat.....	4
2.2 Bahan Biodegradable.....	5
2.3 Eceng gondok.....	5
2.4 Briket Arang.....	6
2.5 Tepung Maizena.....	7
2.6 Getah Pinus.....	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	10
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	10
3.3 Metode dan Analisis Data.....	10
DAFTAR PUSTAKA.....	12

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.3.1	Eceng Gondok	5
2.4.1	Briket Arang	6

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
3.3.1	Variabel yang Diuji	11

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang masih memanfaatkan sumber energi fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Pengertian energi fosil menurut International Energy Agency (IEA) adalah sumber energi yang berasal dari dekomposisi organik jutaan tahun yang lalu, yang tersimpan di bawah tanah dalam bentuk batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Sumber ini berkontribusi besar terhadap suplai energi dunia tetapi memerlukan pengelolaan emisi yang baik untuk memitigasi dampak perubahan iklim. Ketergantungan Indonesia pada penggunaan sumber energi fosil ini mengakibatkan menipisnya cadangan energi fosil yang ada. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), cadangan minyak bumi Indonesia hanya tersedia untuk 9,5 tahun dan gas bumi untuk 19,9 tahun dengan asumsi tidak ada penemuan baru cadangan minyak dan gas bumi (Kementerian ESDM, 2019). Selain itu, penggunaan sumber energi fosil dalam kehidupan sehari-hari juga menyebabkan kenaikan emisi gas rumah kaca sehingga iklim menjadi tidak stabil serta meningkatnya suhu bumi dan permukaan air laut (Pertamina, 2020). Akibatnya, penggunaan sumber energi fosil secara berkelanjutan dapat menjadi ancaman serius bagi makhluk hidup dan juga lingkungan, terutama karena berkurangnya cadangan minyak bumi dan gas bumi, serta kenaikan emisi gas rumah kaca.

Sebagai upaya untuk mengurangi penggunaan sumber energi fosil, kami berfokus pada pengembangan sumber energi alternatif dengan bahan ramah lingkungan dan berlimpah. Maka dari itu, kami menghadirkan inovasi penggunaan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai bahan dasar biobriket arang. Eceng gondok merupakan salah satu jenis tumbuhan air mengapung. Kami memilih eceng gondok sebagai bahan dasar dari pembuatan biobriket karena eceng gondok memiliki kecepatan berkembang biak dan pertumbuhan yang sangat cepat, sehingga eceng gondok dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Pertumbuhan eceng gondok yang pesat terutama disebabkan oleh air yang mengandung nutrisi yang tinggi, terutama yang kaya akan nitrogen, fosfat dan potasium. Analisa nilai kalor, kandungan air dan

sulfur dilakukan pada biobriket eceng gondok ini untuk mengetahui karakteristik pembakaran sehingga biobriket ini berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif.

Dengan memanfaatkan bahan dasar yang ramah lingkungan, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi eceng gondok sebagai bahan baku biobriket. Serta, menghasilkan biobriket yang tidak hanya bersifat ramah lingkungan namun juga dalam penggunaannya tidak menghasilkan emisi karbon berlebih, dan dapat terurai dengan baik. Dengan adanya penelitian ini, kami berharap dapat memberikan kontribusi dalam penyediaan solusi energi alternatif yang ramah lingkungan sekaligus memberdayakan sumber daya lokal yang melimpah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh komposisi perekat terhadap karakteristik briket arang berbahan dasar eceng gondok?
2. Bagaimana pengaruh penambahan pengoksidasi getah pinus terhadap efisiensi pembakaran briket arang berbahan dasar eceng gondok?
3. Bagaimana potensi briket arang berbahan dasar eceng gondok dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat eceng gondok berlebihan dalam perairan serta mendukung pengembangan lingkungan sehat?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis komposisi perekat terhadap karakteristik briket arang eceng gondok.
2. Mengamati pengaruh penambahan pengoksidasi getah pinus terhadap efisiensi pembakaran briket arang berbahan dasar eceng gondok.
3. Mengkaji potensi briket arang eceng gondok sebagai solusi untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat eceng gondok berlebihan dalam perairan dan mendukung pengembangan lingkungan sehat.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menghasilkan biobriket ramah lingkungan berbahan dasar eceng gondok yang mudah terurai, sehingga dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.
2. Memberikan alternatif bahan bakar bagi industri yang efisien, mudah diproduksi, dan lebih berkelanjutan, sehingga mendukung pengelolaan limbah biomassa secara optimal.
3. Mendorong kesadaran masyarakat dan industri untuk memanfaatkan eceng gondok berlebihan dalam perairan sebagai solusi energi alternatif yang mendukung pengembangan lingkungan yang lebih sehat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lingkungan Sehat

Lingkungan sehat merupakan keadaan dimana ekosistem mampu mendukung kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya secara berkelanjutan, dengan kualitas udara, air, dan tanah yang terjaga dengan baik. Menurut World Health Organization (WHO), lingkungan sehat memainkan peran yang sangat penting dalam mencegah berbagai penyakit dan meningkatkan kualitas hidup manusia (WHO, 2020). Meningkatnya polusi udara, pencemaran air, dan perubahan iklim yang disebabkan oleh aktivitas manusia telah menciptakan tantangan besar bagi kelangsungan lingkungan yang sehat. Oleh karena itu, upaya untuk menjaga dan memperbaiki kualitas lingkungan sangat penting.

Dalam konteks energi terbarukan dan pengelolaan limbah, pencarian solusi yang lebih ramah lingkungan menjadi salah satu cara untuk menciptakan lingkungan sehat. Kualitas udara dan kebersihan air yang tercemar berdampak langsung pada kesehatan masyarakat, dengan meningkatnya prevalensi penyakit pernapasan, kanker, dan gangguan sistem saraf. Oleh karena itu, penelitian terkait dengan inovasi ramah lingkungan seperti pengembangan biobriket dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap pengurangan pencemaran udara, yang pada gilirannya akan meningkatkan kualitas hidup masyarakat secara keseluruhan.

Salah satu cara untuk mendukung lingkungan yang sehat adalah dengan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang berkontribusi terhadap polusi udara. Penggunaan biobriket sebagai alternatif bahan bakar dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan polutan lainnya. Biobriket yang terbuat dari bahan organik seperti eceng gondok, dengan tambahan perekat alami seperti tapioka, dapat membakar lebih bersih dibandingkan dengan bahan bakar tradisional. Dengan demikian, pengembangan biobriket ini tidak hanya berpotensi untuk mengurangi pencemaran tetapi juga meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

2.2 Bahan Biodegradable

Bahan biodegradable adalah bahan yang dapat terurai secara alami oleh mikroorganisme menjadi komponen yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Pemanfaatan bahan biodegradable dalam pembuatan produk seperti biobriket sangat penting untuk mengurangi limbah dan dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam konteks biobriket, penggunaan bahan seperti eceng gondok dan tepung tapioka tidak hanya memberikan alternatif energi terbarukan tetapi juga memastikan bahwa produk tersebut dapat terurai setelah masa pakainya.

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan biodegradable dalam pembuatan briket dapat mengurangi akumulasi limbah di tempat pembuangan akhir (TPA) dan mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem. Selain itu, biobriket yang terbuat dari bahan-bahan ini memiliki potensi untuk meningkatkan kesuburan tanah setelah terurai, sehingga memberikan manfaat tambahan bagi pertanian dan lingkungan sekitar.

2.3 Eceng gondok



Gambar 2.3.1 Eceng Gondok
Sumber: detik.com

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), merupakan salah satu jenis tanaman air yang mengapung. Secara morfologi, tanaman ini memiliki bagian-bagian seperti leher daun, akar rambut, ujung akar, helai daun, ligula, akar serabut, pengapung, serta stolon yang berfungsi sebagai alat reproduksi.

Daunnya berbentuk oval, tunggal, dan licin, dengan pangkal daun yang umumnya runcing, berwarna hijau, serta menggelembung. Akarnya termasuk jenis akar serabut, berwarna hitam dengan corak ungu di permukaannya. Tanaman ini menghasilkan bunga berbentuk granular dengan kelopak kompleks menyerupai tabung, sedangkan bijinya berbentuk bulat berwarna hitam. Buahnya memiliki tiga rongga dengan warna hijau.

Eceng gondok dapat tumbuh hampir di semua jenis perairan. Tanaman ini memiliki daya adaptasi yang sangat baik, termasuk tahan terhadap cuaca ekstrem, variasi ketinggian, dan arus air. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhannya meliputi intensitas cahaya, salinitas, kandungan nutrisi, pH, dan kedalaman air. Biasanya, tanaman ini tumbuh di tanah berair yang kaya akan nutrisi, namun berkat ketahanannya, eceng gondok juga mampu hidup di lingkungan tanah yang bersifat asam maupun basah. Karena itu, eceng gondok juga merupakan tanaman air invasif yang sering dianggap sebagai hama di banyak perairan. Namun, tanaman ini memiliki potensi besar sebagai sumber bahan baku untuk biobriket. Pemanfaatan eceng gondok dalam pembuatan biobriket tidak hanya membantu mengendalikan pertumbuhannya tetapi juga memberikan nilai ekonomi bagi masyarakat.

2.4 Briket Arang



Gambar 2.4.1 Briket Arang
Sumber: grandroyalcoco.com

Briket arang, adalah bahan bakar padat berbasis karbon dengan nilai kalor tinggi, mampu menyala dalam waktu lama, dan dihasilkan melalui pembakaran biomassa kering tanpa udara atau pirolisis. Biomassa merujuk pada senyawa organik yang berasal dari makhluk hidup, termasuk tanaman, hewan, dan mikroorganisme. Meskipun biomassa dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar, penggunaannya kurang efisien karena hanya menghasilkan nilai kalor sekitar 3.000 kal, sementara briket arang dapat mencapai 5.000 kal.

Pirolisis adalah proses dekomposisi kimia yang berlangsung dengan pemanasan tanpa oksigen. Proses ini, juga dikenal sebagai karbonisasi suhu tinggi, dilakukan pada suhu antara 4500°C hingga 5000°C untuk menghasilkan karbon atau arang. Gas yang dihasilkan selama pirolisis bervariasi tergantung bahan baku, meliputi CO, CO₂, H₂, CH₄, dan hidrokarbon ringan. Beberapa faktor mempengaruhi pirolisis, seperti suhu, kadar air, ukuran dan distribusi partikel, serta ketinggian tumpukan bahan.

Briket arang memiliki berbagai keunggulan dibandingkan arang konvensional, di antaranya:

- a. Menghasilkan panas lebih tinggi dibandingkan kayu biasa, dengan nilai kalor mencapai 5.000 kal.
- a. Pembakarannya tidak menimbulkan bau atau asap pekat.
- b. Tidak memerlukan pengipasan atau penambahan udara saat pembakaran berlangsung.
- c. Teknologinya sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia tambahan selain yang terkandung dalam bahan baku.
- d. Dapat dibuat dengan peralatan sederhana yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

2.5 Tepung Maizena

Tepung maizena (*cornstarch*) merupakan bahan yang umum digunakan sebagai perekat alami dalam pembuatan briket. Sifatnya yang biodegradable dan tidak beracun menjadikannya alternatif yang ramah lingkungan dibandingkan dengan perekat sintetis. Tepung maizena memiliki kemampuan membentuk gel jika dicampur dengan air panas, yang membantu mengikat partikel-partikel biomassa menjadi struktur padat yang stabil dan kokoh.

Keunggulan lain dari penggunaan tepung maizena adalah sifatnya yang biodegradable. Setelah digunakan, briket yang mengandung tepung maizena akan terurai secara alami tanpa meninggalkan residu berbahaya bagi lingkungan. Ini menjadikan tepung maizena sebagai pilihan ideal dalam pengembangan produk ramah lingkungan yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem.

2.6 Getah Pinus

Pinus adalah salah satu jenis pohon konifer yang tumbuh di berbagai wilayah beriklim tropis hingga subtropis, termasuk Indonesia. Tanaman ini memiliki peran penting dalam ekosistem karena kemampuannya menyerap karbon dioksida dan menghasilkan oksigen. Pohon pinus juga dikenal karena kayunya yang berkualitas tinggi serta getahnya yang memiliki banyak manfaat komersial. Getah pinus, atau yang sering disebut resin, adalah cairan kental yang dihasilkan oleh pohon pinus sebagai mekanisme pertahanan alami terhadap luka pada kulit batangnya. Getah ini kaya akan senyawa organik, seperti terpena dan resin acid, yang membuatnya memiliki sifat kimiawi unik, seperti mudah terbakar dan mampu mempercepat pembakaran.

Getah pinus telah lama dimanfaatkan dalam berbagai industri, termasuk pembuatan bahan bakar, vernis, dan perekat. Salah satu manfaat ekologis dari getah pinus adalah potensinya sebagai bahan tambahan dalam pembuatan biobriket. Sebagai bahan pengoksidator alami, getah pinus membantu meningkatkan efisiensi pembakaran briket sehingga menghasilkan panas yang lebih tinggi dan proses pembakaran yang lebih stabil. Selain itu, senyawa kimia dalam getah pinus berfungsi untuk mengurangi asap selama pembakaran, menjadikannya bahan yang ramah lingkungan dalam produksi energi.

Dalam produksi biobriket, getah pinus berfungsi sebagai oksidator yang dapat meningkatkan efisiensi pembakaran. Penambahan getah ini membantu mempercepat waktu penyalaan awal, meningkatkan nilai kalor, dan mengurangi emisi karbon monoksida. Studi menunjukkan bahwa variasi konsentrasi getah (0,5–30%) memberikan efek positif pada daya tahan briket terhadap tekanan mekanis, serta menghasilkan panas yang lebih konsisten. Selain meningkatkan performa pembakaran, penggunaan getah pinus sebagai bahan tambahan dalam biobriket dapat memenuhi standar nasional (SNI) untuk bahan bakar biomassa.

Getah ini juga mudah didapat, ramah lingkungan, dan membantu memanfaatkan sumber daya lokal, terutama di wilayah dengan hutan pinus melimpah seperti Indonesia metode integrasinya melibatkan pencampuran resin dengan bahan pengikat seperti tapioka untuk memastikan stabilitas struktur briket saat dipanaskan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan rasio optimal dan efeknya pada berbagai jenis biomassa.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tanggal : Sabtu, 21 Desember 2024

Pukul : 10.30-13.00 WIB

Tempat : SMA Katolik St. Louis 1

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat

1. Furnace
2. Oven
3. Pengayak
4. Sarung tangan
5. Pisau
6. Mesin pencacah
7. Cetakan biobriket

Bahan

1. Eceng gondok
2. Air
3. Tepung tapioka
4. Lem kayu/epoxy

3.3 Metode dan Analisis Data

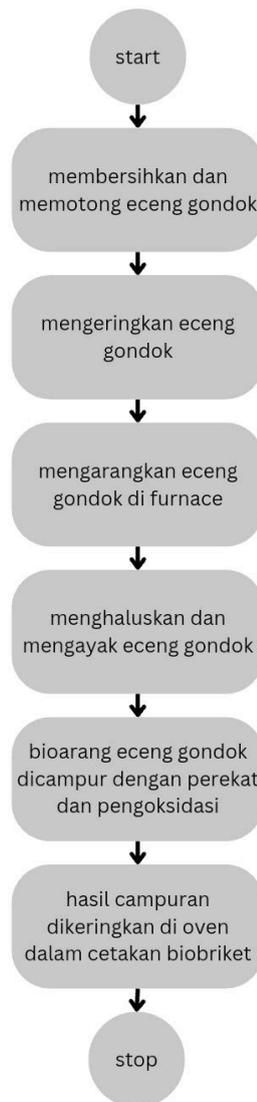
Metode pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini mencakup eksperimen, observasi, dan kuantitatif.

Penelitian eksperimen merupakan suatu cara untuk mencari hubungan sebab-akibat (kausal) antara dua faktor yang sengaja dimunculkan oleh peneliti dengan mengeliminasi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu. Pada pembuatan produk Biobriket Eceng Gondok ini, dibutuhkan metode eksperimen untuk menentukan bahan serta takaran yang sesuai untuk menciptakan inovasi yang maksimal dalam aspek seperti ketahanan, manfaat, serta dampak produk pada lingkungan

Observasi diartikan sebagai cara untuk mengumpulkan data dalam kondisi yang "alami". Metode observasi berarti memperhatikan dan mendengarkan kejadian atau tindakan yang dilakukan oleh orang yang diamati, kemudian mencatat hasil pengamatan tersebut dengan catatan atau alat bantu lainnya. Dalam proses pembuatan produk ini, dibutuhkan metode observasi untuk meneliti produk agar dapat digunakan dalam kurun waktu yang lama serta dapat digunakan oleh masyarakat demi mencapai tujuan.

Data kuantitatif merupakan data yang berbentuk angka atau data yang dikonversi menjadi angka (*scoring*). Jenis data ini umumnya dapat dianalisis menggunakan metode atau teknik statistik. Data tersebut juga dapat berupa angka atau skor, yang biasanya diperoleh melalui pengumpulan data. Metode ini diperlukan untuk mengukur perbandingan kelebihan dan kekurangan Biobriket Eceng Gondok.

Berikut diagram alur proses pembuatan produk penelitian ini:



3.3.1 Gambar Diagram Alur Proses

Berikut merupakan variabel yang diuji dari penelitian ini:

Variabel Kontrol	Waktu pengeringan eceng gondok, Suhu pengarangan
Variabel Bebas	Perbandingan komposisi arang eceng gondok dengan perekat tepung tapioka, Penambahan pengoksidasi getah pinus pada biobriket
Variabel Terikat	Banyak asap yang dihasilkan oleh pembakaran biobriket eceng gondok

Tabel 3.3.1 Variabel yang Diuji

DAFTAR PUSTAKA

Hadiasyah, Achmad. 2021. PEMBUATAN BIOBRIKET DARI SERASAH DAN AMPAS KOPI SERTA PENAMBAHAN LIMBAH BUBUK KAKAO SEBAGAI PENGAROMA. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.

Isa, I., Lukum, H., & Arif, I.H. 2012. Briket Arang Dan Arang Aktif Dari Limbah Tongkol Jagung. *Laporan Penelitian*. Fakultas Matematika dan Ipa Universitas Negeri Gorontalo.

Pari, Gustan, dkk. (2023). Initial Ignition Time and Calorific Value Enhancement of Briquette with Added Pine Resin. *J. Korean Wood Sci. Technol*, 51(3), 207-221.

Ramadhani, Oktavia Putri Jati, dkk. (2023). Briket Daun Jati Solusi Alternatif Pengganti Bahan Bakar Fosil. *Jurnal Inovasi Daerah*, 2(1), 145-153.