

PELATIHAN PEMBUATAN ARANG DAN ASAP CAIR DI KOPERASI PERTANIAN BERKAH ABADI JAYA DESA LUBUK CUIK

TRAINING FOR MAKING CHARCOAL AND LIQUID SMOKE IN AGRICULTURAL KOPERASI ABADI ABADI JAYA LUBUK CUIK VILLAGE

Ilmi¹, Suherman*², Zainal³, Putri Rizki⁴ Muchsin Harahap⁵, M.N.H. Pasaribu⁶

¹Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara

²Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

^{3,4}Prodi Manajemen Industri Akademi Teknik Indonesia Cut Meutia

⁵Prodi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Tanjungbalai

*Corresponding author: suherman@umsu.ac.id

Abstrak

Koperasi Pertanian Berkah Abadi Jaya terletak di Desa Lubuk Cuiik, Kecamatan Lima Puluh pesisir Kabupaten Batu bara. Sebagian besar penduduk didesa ini adalah petani tanaman cabai. Jumlah produksi cabai terus mengalami penurunan karena tingkat kejenuhan tanah dan banyaknya penyakit. Permasalahan yang lain adalah, diwilayah ini proses pembuatan arang sebagian besar dilakukan dengan menggunakan cara tradisional dimana menghasilkan arang dengan kualitas rendah serta menyebabkan polusi udara karena asap hasil pembakaran tersebar kedaerah sekitar. Oleh karena itu dengan menerapkan teknologi tepat guna dalam proses pembuatan arang akan menghasilkan kualitas yang baik dengan kadar air rendah dan jumlah abu yang sedikit. Kegiatan PkM ini diawali dengan perancangan mesin dan kemudian dilakukan proses pembuatan mesin pirolisis. Mesin yang telah selesai dibuat selanjutnya dipasang dan diuji coba dilokasi mitra. Uji coba dilakukan untuk memastikan fungsi mesin berjalan dengan baik. Pelatihan dan pendampingan pembuatan arang dan asap cair dengan melibatkan seluruh anggota koperasi. Dari hasil uji coba pengolesian dan proses produksi arang dan asap cair menghasilkan arang dengan rendeman sebesar 30% dan jumlah asap cair sebanyak 30% dari total tempurung kelapa yang dipirolisis. Disisi lain, Mesin pirolisis yang diserahkan hanya membutuhkan waktu produksi (2 jam). Selain itu Mitra tidak perlu lagi menjemur arang yang diproduksi karena arang yang dihasilkan mesin ini benar-benar kering dan rapuh dengan jumlah kadar abu yang sedikit.

Kata kunci: Arang, Asap Cair, Koperasi, tempurung kelapa

Abstract

The Berkah Abadi Jaya Agricultural Cooperative is located in Lubuk Cuiik Village, Lima Puluh Subdistrict, Batubara Regency. Most of the people in this village are chili farmers. The chili production continues to decline due to soil saturation and the number of diseases. Another problem is that in this area, the charcoal-making process is mainly done using traditional methods, which produce low-quality charcoal and cause air pollution because the smoke from the combustion is spread to the surrounding area. Therefore, applying appropriate technology in making charcoal will produce good quality with low water content and a small amount of ash. This community partnership program activity begins with the design of the machine, and then the process of making a pyrolysis machine is carried out. Machines that have been completed are then installed and tested at partner locations. Tests are carried out to ensure the machine functions properly. Training and assistance in making charcoal and liquid smoke by involving all cooperative members. The etching trials and the production process of charcoal and liquid smoke produced charcoal with a yield of 30% and the amount of liquid smoke as much as 30% of the total pyrolyzed coconut shell. On the other hand, the delivered pyrolysis machine only takes production time (2 hours). In addition, Partners no longer need to dry the charcoal produced because the charcoal produced by this machine is dry and brittle with a small amount of ash content.

Keywords: Charcoal, Liquid Smoke, Cooperative, coconut shell

PENDAHULUAN

Pohon kelapa merupakan pohon sejuta manfaat karena semua bagian dari pohon ini bisa digunakan, dari mulai batang, dahan, lidi, sabut, daging buah hingga tempurung kelapa (gambar 1). Tempurung kelapa merupakan salah satu bahan dasar dalam pembuatan arang. Arang tempurung kelapa sangat baik digunakan sebagai briket atau karbon aktif karena mengandung nilai kalori yang cukup besar yaitu sekitar 7.000 kcal/kg (Arifah, 2016). Untuk menghasilkan 1 kg arang tempurung kelapa yang baik dibutuhkan setidaknya 4 kg tempurung kelapa. Proses pembuatan arang dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yang pertama proses pembakaran langsung dan pembakaran tidak langsung (pirolisis).

Proses pembakaran langsung biasanya disebut pembakaran secara tradisional dimana tempurung kelapa dimasukkan kedalam drum dan dibakar secara langsung dengan api kemudian dipadamkan dengan menggunakan air. Proses pembakaran langsung ini menghasilkan arang kualitas rendah karena kandungan airnya tinggi dan menghasilkan asap yang banyak sehingga jadi sumber polusi udara (gambar 3). Metode tradisional lainnya adalah proses pembakaran dilakukan didalam tanah. Tempurung kelapa dimasukkan kedalam lubang yang telah digali sebelumnya dan ditutup menggunakan pasir, proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama 5-6 jam (P4TK BMTI, 2018).

Gambar 1 perkebunan kelapa dan kelapa bulat di desa lubuk cuik



Proses yang kedua adalah proses pembuatan arang dengan cara Pirolisis dimana tempurung kelapa tidak dibakar secara langsung akan tetapi tempurung kelapa dimasukkan kedalam drum yang kedap udara dimana oksigen yang masuk ke drum seminimal mungkin. Sedangkan bagian luar api menyala dari bahan bakar kayu, sekam padi atau oli bekas. Pada proses pengarangan ini akan menghasilkan arang, tar dan gas. Proses ini terjadi menjadi 2 tahap yaitu proses menguapkan kandungan air didalam tempurung kelapa menguap dikarenakan panas dari api pada bagian dinding luar drum, proses ini terjadi pada suhu 100-200 °C.

Tahap kedua adalah proses dekomposisi komponen penyusun yang terkandung didalam tempurung kelapa yaitu berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin. Reaksi pada proses ini terjadi secara eksotermis pada temperatur 200-500 °C. pada tahap awal dihasilkan gas berupa CO, metana, methanol dan formaldehid

dan asam asetat. Kemudian pada tahapan selanjutnya menghasilkan tar, furfural, glukosa, dan senyawa aromatik (fenol, xilenol). Setelah semuanya menguap seiring dengan meningkatnya suhu maka yang tertinggal hanyalah arang. Proses ini menghasilkan arang yang rapuh dan tidak berpori sehingga lebih mudah untuk dihancurkan dengan mesin *crusher* ketika akan dijadikan briket (P4TK BMTI, 2018).

Gambar 2 sentra pengolahan kelapa kupas dikabupaten batu bara



Lubuk Cuik salah satu desa di kabupaten Batu Bara yang terletak di Kecamatan Lima Puluh Pesisir. Kabupaten batu bara merupakan penghasil kelapa terbesar di Sumatera Utara (gambar 2). Kelapa asal kabupaten ini memiliki kualitas yang bagus yaitu daging yang tebal dan kandungan santan yang banyak (disbunprovsu, 2017). Kelapa dari daerah ini sebagian besar dibawa ke kota Medan dan sebagian lagi diolah menjadi tepung santan yang di ekspor ke Malaysia dan Singapura. Di desa ini banyak tempat-tempat pengupasan kulit ari kelapa dan selanjutnya daging buah kelapa di proses oleh pabrik pengolahan kelapa menjadi tepung kelapa. Limbah proses pengolahan ini menghasilkan tempurung dan sabut kelapa sehingga bisa dimanfaatkan menjadi bahan baku arang dan asap cair (gambar 2).

Gambar 3. proses pembuat arang secara konvensional



Selain menimbulkan asap yang banyak, proses pembakaran secara langsung mengurangi kualitas arang dan jumlah produksi arang (rendemen) yang dihasilkan. Dari 1 kg tempurung kelapa hanya menghasilkan 200 gram tempurung kelapa (20%). Selain rendemen yang rendah, arang yang dihasilkan harus dijemur dibawah sinar matahari karena kandungan air yang tinggi karena dalam

memadamkan api menggunakan air (gambar 4). Jika proses pembakaran pada musim penghujan maka proses penjemuran tidak bisa dilakukan. Dikarenakan kualitas yang rendah maka harga yang ditawarkan tengkulak juga sangat rendah. Arang tempurung kelapa hanya dihargai Rp 6.000/ kg. Sayangnya sebagian besar pengrajin arang tidak memanfaatkan asap yang dihasilkan dari proses pembakaran/ pirolisis tempurung kelapa, padahal asap ini bisa dikondensasi menjadi asap cair dengan mengkondensasi asap cair.

Gambar 4 penjemuran arang hasil pembakaran



Banyak mesin pirolisis dan asap cair yang telah dikembangkan peneliti baik skala kecil maupun skala industry besar telah diterapkan. (Fathussalam et al., 2019) menyebutkan bahwa mesin hasil rancangannya (Cyclone-Redistillation) menghasilkan asap cair yang jauh lebih banyak dibanding disain lainnya. (Nuryati et al., 2016) merancang mesin pembuat arang dan asap cair yang diterapkan sebagai pengawet lateks. Proses pirolisis pada temperatur 175 C dan waktu 2 jam menghasilkan rendemen yang paling tinggi. Lebih lanjut penerapan asap cair juga telah dilakukan dalam kegiatan pengabdian masyarakat di Desa Landasan Ulin Timur sebagai disinfektan pencegah Covid 19 (Wianto & Arrahimi, 2021). Selain itu kegiatan PkM telah dilakukan beberapa tim pengabdian untuk memanfaatkan tempurung kelapa. (Koto et al., 2021) memanfaatkan sisa arang untuk pembuatan briket di desa Sidomulyo. (Zuanif & Despita, 2019) menyebutkan penyemprotan asap cair setiap 4 hari sekali akan menghilangkan cendawan tanaman cabai. Penelitian yang sama pada tanaman cabai dilakukan (Sumini & Bahri, 2021) pada tanaman cabai. Hasil penelitian menunjukkan tanaman cabai yang disemprot asap cair sebanyak 2% setiap 2 hari sekali menurunkan jumlah kutu daun pada tanaman cabai.

Ada beberapa permasalahan yang dihadapi mitra seperti lahan pertanian yang kurang subur karena tingkat kejenuhan yang tinggi. Lebih lanjut sebagian besar pembuatan arand berbahan tempurung kelapa masih menggunakan teknologi yang masih tradisional sehingga produktivitas (rendemen) rendah dan waktu produksi sangat lama sehingga meningkatkan ongkos produksi. Proses

pengarangan menghasilkan polusi udara karena menghasilkan asap yang banyak sehingga sering mendapat teguran warga sekitar. Selain itu kualitas arang yang rendah karena dalam proses produksinya dibakar secara langsung sehingga terlalu banyak pori yang tidak memenuhi kualitas ekspor. Disisi lain arang yang dihasilkan memiliki kandungan air yang tinggi sehingga harus dijemur kembali karena saat produksi harus disiram menggunakan air dan ketika musim hujan tidak bisa dijual dengan cepat

Dimasa pandemic ini permintaan arang dari luar negeri semakin meningkat (Nugroho, 2022), hal ini tentunya akan semakin meningkatkan devisa negara. Arang kayu dan arang tempurung kelapa sangat disukai oleh warga negara Timur Tengah seperti Kuwait karena arang dari Indonesia tidak memercikkan api dan abu sisa pembakaran berwarna putih (Kuwait, 2020). Berdasarkan peluang yang cukup besar Koperasi Berkah Abadi Jaya memulai usaha pembuatan arang tempurung kelapa dan asap cair sehingga menjadi nilai tambah untuk semua anggota koperasi.

METODE

Lokasi Kegiatan

Program PkM ini dilaksanakan di dusun IV desa Lubuk Cuik Kecamatan Lima Puluh, Kabupaten Batu Bara-SUMUT. Pada kegiatan ini bekerjasama dengan anggota Koperasi Berkah Abadi Jaya untuk diberikan pelatihan dan pendampingan pengoperasian mesin pirolisis arang dan asap cair.

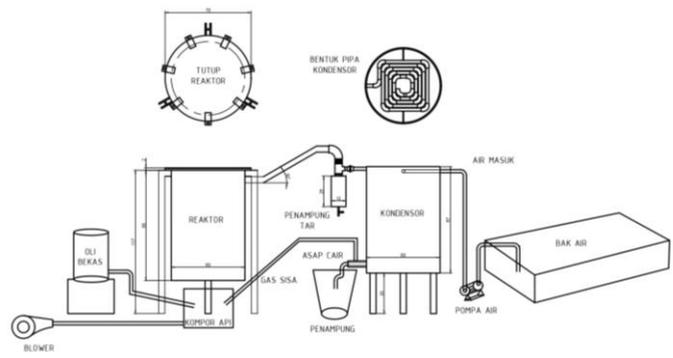
Tahapan Pelaksanaan

Secara umum metode pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat (PkM) ini terdiri dari kegiatan diskusi dengan Mitra sasaran, perancangan mesin, pembuatan mesin, pembuatan rumah mesin arang, pelatihan pengoperasian alat dan perawatannya, serah terima alat, Prosedur Operasional Standar (POS) bidang produksi, penyusunan ulang tata letak alat serta bahan baku dan alur proses produksi, mendesain kemasan. Untuk lebih lengkapnya tahapan pelaksanaan dan partisipasi mitra pada setiap kegiatan dijelaskan sebagai berikut:

Disain Mesin

Sebelum dilakukan proses manufaktur mesin asap cair, rancangan dilakukan dengan menggunakan software CAD. Disain ini meliputi komponen utama mesin asap cair seperti reaktor serta penutup, penampung bahan bakar, kondensor, bak pendingin, keranjang dan isolasi pendingin. Adapun hasil rancangan sebagaimana dijelaskan pada gambar (5).

Gambar 5 skema peralatan utama pembuat arang dan asap cair



Pembuatan Rumah Arang

Pembuatan rumah asap cair bertujuan agar bahan baku dan proses pembuatan arang dan asap cair dapat dilakukan tanpa terkendala cuaca. Pembuatan rumah asap cair diawali dengan pembersihan lokasi dari tumbuhan liar dan dilanjutkan dengan pengukuran lahan yang akan digunakan sebagai lokasi produksi arang dan asap cair. Pada kegiatan ini melibatkan beberapa tukang dan bangunan dan tukang las agar bangunan bisa segera didirikan. Adapun proses pembangunan rumah arang dan asap cair sebagaimana disajikan pada gambar (6)

Gambar 6 a) pembersihan lahan b) pembuatan rumah arang



Pemasangan atap dan pintu gerbang berbahan seng Rumah arang dan asap cair yang telah selesai dibangun sebagaimana ditunjukkan (gambar 7). Lokasi rumah produksi arang ini sangat mudah diakses karena terletak dipinggir jalan desa. Kemudahan ini menjadi pertimbangan agar bahan baku dan arang yang telah diproduksi mudah diangkut. Pertimbangan lain untuk pemilihan lokasi ini adalah karena dalam proses pembuatan arang dibutuhkan proses kondensasi asap menjadi cair. Proses ini membutuhkan air baku yang banyak, ketersediaan air yang banyak dan bersirkulasi menjadi pertimbangan karena sebelum kegiatan ini dibuat, penduduk sekitar telah membuat sumur bor untuk air bersih yang letaknya bersebelahan dengan rumah arang.

Gambar 7 pengelasan rangka pintu dan pembuatan atap rumah arang



Pembuatan Mesin

Baja tahan karat lembaran tipe AISI 304 dengan ketebalan 2 mm dirol untuk membuat tabung reaktor pirolisis dan disambung dengan metode pengelasan SMAW menggunakan kawat stainless steel 308L pada bagian samping dan bawah tabung (gambar 8.a). Pada bagian penutup bagian atas tabung dilengkapi dengan klem yang bisa dikunci baut sebanyak 8 buah.

Gambar 8 a) proses pengelasan reaktor, b) mesin pengarangan



Pipa berukuran 3 inchi menghubungkan reaktor dengan pipa-pipa pendingin sebagai media kondensasi, dimana pada bagian tengah diberikan wadah penampung tar. Pada bagian sisi dari penampung tar dihubungkan dengan tabung pendingin dengan pipa berukuran 1 inchi. Pada bagian ujung pipa dipasang kran untuk mengeluarkan asap yang telah terkondensasi (gambar 8.b).

Pemasangan Mesin dilokasi

Mesin pirolisis yang telah selesai dibuat selanjutnya di assembling dan dipasang dilokasi mitra sebagaimana ditunjukkan pada gambar (9). Mesin pirolisis dipasangkan dan ditopang dengan profil U dan ditanam didalam tanah. Batu bata dipasangkan mengelilingi dari tabung pirolisis agar saat proses pembakaran, panas tidak terbuang kelingkungan sekitar (gambar 9). Pada bagian belakang rumah dibangun bak pendingin sebagai media proses kondensasi asap cair dapat bersirkulasi dengan baik (gambar 11).

Gambar 9 pemasangan batu bata sebagai pelindung panas (install mesin arang)



HASIL

Rumah Asap Cair

Pembuatan rumah asap cair bertujuan agar bahan baku dan proses pembuatan arang dan asap cair dapat dilakukan tanpa terkendala cuaca. Pembuatan rumah asap cair diawali dengan pembersihan lokasi dari tumbuhan liar dan dilanjutkan dengan pengukuran lahan yang akan digunakan sebagai lokasi produksi arang dan asap cair. Pada kegiatan ini melibatkan beberapa tukang dan bangunan dan tukang las agar bangunan bisa segera didirikan. Adapun proses pembangunan rumah arang dan asap cair sebagaimana disajikan pada gambar 10

Gambar 10 rumah arang telah selesai dikerjakan



Tabel 1 spesifikasi rumah arang

No	bagian	Spesifikasi
1	Dinding	Seng tebal 0.8 mm
2	Atap	Seng tebal 0.8 mm
3	Luas	5 m x 4 m x 4 m
4	Lantai	Tanah pasir
5	Pintu	Rangka mild steel dan Seng 2 daun

Mesin Pirolisis

Mesin pirolisis tempurung kelapa setelah *diinstal* dilokasi mitra selanjutnya diuji coba dengan membakar tempurung kelapa sebanyak 50 kg/proses. Adapun

beberapa parameter yang diamati yaitu waktu proses, temperatur, berat tempurung yang diproses, berat arang yang diperoleh, volume asap cair yang diperoleh dan karakteristik arang yang dihasilkan. Pengamatan dan pengukuran ini dilakukan beberapa kali ulangan.

Gambar 11 mesin pirolisis tempurung kelapa dan bak pendingin



Uji coba proses pirolisis tempurung kelapa sehingga menghasilkan arang dan asap cair (gambar 13). Proses ini berjalan dengan baik dan menghasilkan arang sebanyak 15 kg arang dan menghasilkan 15 liter asap cair. Adapun karakteristik mesin arang dan asap cair seperti pada tabel (2)

Tabel 2 Karakteristik arang yang dihasilkan

No	Nama bagian	Spesifikasi dan bahan
1	Reaktor pirolisis	D: 60 t: 90 cm (bahan tabung SS 201)
2	Kapasitas reaktor	50 kg tempurung kelapa
3	Pipa pendingin	Mild steel (d: 1 inch)
4	Dinding isolasi	Batu bata diplaster
5	Wadah pendingin air	Drum bekas pelat baja
6	Saluran asap	Pipa mild steels 3 inchi
7	Pompa sirkulasi	Pompa akuarium
8	Pendingin asap	Air bersirkulasi
9	Blower	3 inchi
10	Bahan bakar	Oil bekas (5 liter/ proses)
11	Waktu proses	2 jam

Pelatihan Pembuatan Arang dan asap cair

Pelatihan pengoperasian mesin pirolisis dilakukan agar anggota Koperasi dalam mengoperasikan mesin dengan baik, kegiatan ini dilaksanakan dilokasi mitra selama 2 hari. Proses pirolisis dilakukan dengan melibatkan anggota koperasi dengan memperhatikan beberapa indicator seperti temperatur operasi, waktu proses pirolisis dan bobot tempurung kelapa yang diproses. Setelah proses

pirolisis dilakukan arang ditimbang dan asap cair yang diperoleh juga diukur untuk mendapatkan data rendemen (gambar 12).

Gambar 12. Kegiatan pelatihan pengoperasian mesin



Tempurung kelapa disusun dengan rapi agar keranjang besi bisa menampung lebih banyak tempurung kelapa. Selanjutnya keranjang berisi tempurung kelapa dimasukkan kedalam reaktor dan dilanjutkan dengan menghidupkan api pada bagian bawah reaktor pirolisis hingga 1,5 jam.

Gambar 13 photo bersama saat acara serah terima mesin



Setelah 15 menit proses pirolisis ujung dari pipa pendingin sudah mengeluarkan asap cair hingga proses pembakaran akan berakhir (gambar 14). Setelah waktu proses berjalan 1.5 jam oli bekas sebagai sumber bahan bakar dimatikan untuk menghemat bahan bakar karena gas keluaran dari pipa pendingin dialirkan ke bagian bawah api pembakar. Setelah proses selesai arang yang dihasilkan bisa dikeluarkan dari reaktor setelah arang sudah dalam kondisi dingin. Dari hasil pengukuran rendemen arang yang diperoleh sebanyak 30% (gambar 14), sedangkan asap cair yang diperoleh sebanyak 30% dari berat tempurung kelapa.

Gambar 14 asap cair dan arang hasil produksi saat pelatihan



Disain Kemasan Asap Cair Hasil Produksi

Disain kemasan sangat berguna bagi Koperasi Berkah Abadi Jaya ketika asap cair sudah mendapatkan izin edar. Kemasan yang telah didisain nantinya dibagi menjadi 3 ukuran yaitu ukuran 1.000 ml, 1.500 ml dan 2.000 ml. Adapun disain kemasan yang telah digunakan seperti terlihat pada gambar (15). Asap cair ini memiliki berbagai manfaat sebagai antioksidan dan pemberi aroma pada perikanan seperti belut dan ikan (Ayudiarti & Sari, 2010).

Gambar 15 hasil disain kemasan asap cair



UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan kebudayaan Riset dan Teknologi atas pendanaan kegiatan Program kemitraan Masyarakat (PkM) melalui Universitas Sumatera Utara dengan nomor kontrak Nomor: 358/UN5.2.4.1/PPM/2022 tahun 2022.

KESIMPULAN

Dari kegiatan PkM ini dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Proses pengarangan tempurung kelapa mendapatkan rendemen sebesar 30% arang dan juga menghasilkan asap cair sebesar 30% dari total tempurung kelapa
2. Proses pengarangan membutuhkan waktu 2 jam/proses dan menghasilkan arang sebanyak 200 kg/hari.
3. Produktivitas dan kualitas arang yang dihasilkan sangat baik dibuktikan dengan kandungan air yang rendah dan arang sangat rapuh.
4. Anggota koperasi yang telah mengikuti kegiatan pelatihan memahami dengan baik cara pengoperasian dan perawatan mesin pirolisis arang tempurung kelapa

DAFTAR PUSTAKA

- Arifah, R. dan I. (2016). *Potensi Sampah Organik Dalam Penyediaan Briket Arang Untuk Memperkuat Ketahanan Energi Tesis*.
- Ayudiarti, D. L., & Sari, R. N. (2010). Asap cair dan aplikasinya pada produk

- perikanan. *Squalen*, 5(3), 101–108.
- disbunprov.su. (2017). *Evaluasi dalam rangka Penetapan Blok Penghasil Tinggi (BPT) dan Pohon Induk Terpilih (PIT) Kelapa Unggul Lokal*. Disbun.sumutprov.go.id
- Fathussalam, M., Putranto, A. W., Argo, B. D., Harianti, A., Oktaviani, A., Puspaningarum, F. P., & Putri, S. L. O. (2019). Rancang Bangun Mesin Produksi Asap Cair Dari Tempurung Kelapa Berbasis Teknologi Cyclone-Redistillation. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 7(2), 148–156. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v7i2.113>
- Koto, I., Riadi, S., Purba, B., & Noviar, A. (2021). Pemanfaatan Serbuk Arang Dan Kulit Arang Dari Sisa Pembuatan Arang Untuk Produksi Briket. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat: Kontribusi Perguruan Tinggi Dalam Pemberdayaan Masyarakat Di Masa Pandemi, November*, 83–87.
- Kuwait, K. (2020). *Peluang Ekspor Arang Indonesia ke Kuwait*. kemenlu.go.id
- Nugroho, W. . (2022). *Kualitasnya Mendunia, Ekspor Briket Batok Kelapa melonjak 50 Persen*. ntaranews.com
- Nuryati, N., Jaya, J. D., & Meldayanoor, M. (2016). Perancangan Dan Aplikasi Alat Pirolisis Untuk Pembuatan Asap Cair. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 2(1), 15–23. <https://doi.org/10.34128/jtai.v2i1.20>
- P4TK BMTI. (2018). *Buku Informasi Pembuatan Biobriket*. 1–25.
- Sumini, & Bahri, S. (2021). Efektivitas Asap Cair sebagai Pestisida Organik dalam Mengendalikan Hama Kutu Daun (*Myzus pericae*) pada Tanaman Cabai. *Klorofil*, XVI(2), 113–116.
- Wianto, T., & Arrahimi, R. (2021). *PENERAPAN TEKNOLOGI PREMIUM LIQUID SMOKE DI UKM RUMAH PENGARANG UNTUK PRODUKSI DENSIFEKTAN RAMAH LINGKUNGAN UNTUK PENCEGAHAN COVID-19*. 3.
- Zuanif, V., & Despita, R. (2019). Uji Kemampuan Asap Cair secara in Vitro dan in Vivo Untuk Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum L.*). *Jurnal Agriekstensia*, 18(2), 160–169. <https://jurnal.polbangtanmalang.ac.id/index.php/agriekstensia/article/view/434%0Ahttps://jurnal.polbangtanmalang.ac.id/index.php/agriekstensia/article/download/434/105>