

PENINGKATAN KAPASITAS DAN KUALITAS PRODUK ARANG TEMPURUNG KELAPA MELALUI PELATIHAN SDM UMKM USAHA ARANG BATOK DI DESA PATUMBAK

Rikson Siburian^{1*}, Kerista Tarigan², Crystina Simanjuntak¹, Lisnawaty Simatupang^{3*}, Halmi Faujiah¹, Fina Sibuea¹ dan Betris Sidabutar¹

¹Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan Indonesia

²Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan Indonesia

³Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Medan

* Penulis Korespondensi : rikson@usu.ac.id; lisnawaty@unimed.ac.id

Abstrak

Mitra Usaha bersama Arang Batok terletak di jalan Pertahanan Patumbak kabupaten Deli Serdang. Industri rumah tangga dikelola oleh Bapak Burman, mulai beroperasi sejak tahun 2020 dan memiliki pekerja tetap sebanyak 4 orang, bergerak di bidang pengolahan tempurung kelapa menjadi arang. Berdasarkan observasi dan wawancara dengan mitra, dari mulai raw material (tempurung kelapa) hingga arang, dengan 5 unit tungku pembakaran dapat memproduksi arang ± 5 ton/minggu. Harga arang batok dipasaran Rp 10.000- 13.000/ kg, dengan omzet penjualan 500 – 1.000 juta/tahun. Salah satu masalah yang dihadapi oleh pengusaha arang tempurung kelapa adalah masih rendahnya mutu arang tempurung yang diproduksi disebabkan masih terdapat kotoran atau benda asing, serta kadar air tidak memenuhi persyaratan mutu arang. Hal ini juga yang dirasakan oleh mitra. Rendahnya omzet penjualan disebabkan kapasitas dan kualitas produksi masih sangat rendah. Proses pengolahan arang tempurung masih tradisional/ tanpa sentuhan IPTEK seperti sumur pembakaran terbuka yang juga menyebabkan polusi udara dilingkungan sekitar. Metode yang diberikan untuk mengatasi masalah di atas adalah dengan menggunakan metode pembakaran (pirolisis tertutup) sehingga proses pembakaran menjadi lebih merata dan asap pembakaran menjadi lebih berkurang. Sebelum dilakukan pelatihan kadar air arang batok ($>10\%$), setelah pemberian alat tungku pirolisis dan pelatihan diperoleh kadar air atang batok ($<5\%$). Memisahkan arang dan abu menggunakan ayakan manual. Setelah menggunakan ayakan vibrator efektifitas kerja menjadi lebih cepat sehingga peningkatan kualitas dan kapasitas produk arang batok $\pm 25\%$.

Kata kunci: arang batok, tungku pirolisis, mesin ayakan vibrator, kualitas, kuantitas

Abstract

Business Partners with Arang Batok are located on the Patumbak Defense Road, Deli Serdang district. The home industry is managed by Mr. Burman, started operating in 2020 and has 4 permanent workers, engaged in processing coconut shells into charcoal. Based on observations and interviews with partners, from raw materials (coconut shells) to charcoal, with 5 well units the kiln can produce ± 5 tons of charcoal/week. The price of shell charcoal on the market is IDR 10,000-13,000/kg, with a sales turnover of 500 – 1,000 million/year. One of the problems faced by coconut shell charcoal entrepreneurs is that the quality of the shell charcoal produced is still low due to the presence of dirt or foreign objects, and the water content does not meet the charcoal quality requirements. This is also what partners feel. The low sales turnover is due to production capacity and quality still being very low. The shell charcoal processing process is still traditional / without a touch of science and technology, such as open burning wells which also cause air pollution in the surrounding environment. Before the training, the water content of the shell charcoal was ($>10\%$), after providing the pyrolysis furnace equipment and training, the water content of the shell charcoal was obtained ($<5\%$). Separate charcoal and ash using a manual sieve. After using the vibrator sieve, work effectiveness becomes faster resulting in an increase in the quality and capacity of shell charcoal products by $\pm 25\%$.

Keywords: *shell charcoal, pyrolysis furnace, vibrator sieve machine, quality, quantity*

1. Pendahuluan

Tanaman kelapa merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi apabila dikelola dengan baik. Indonesia sendiri merupakan negara penghasil kelapa, karena sebagai tanaman serbaguna yang telah memberikan kehidupan kepada petani di Indonesia, hal ini dibuktikan dengan tingkat penguasaan tanaman kelapa di Indonesia, yaitu 98% merupakan perkebunan rakyat (Thantiyo, Faray. 2010). Produksi kelapa (*Cocos nucifera* L) khususnya di Sumatera Utara 98.266 pada tahun 2021. komponen terbesar dari kelapa adalah buah kepala. Komposisi buah kelapa terdiri dari sabut 33 %, tempurung 12 %, daging buah 28% dan air 25% (BPS 2021). Limbah padat yang dihasilkan dari penggunaan kelapa berupa tempurung kelapa memiliki potensi yang cukup besar. Bagian yang keras yang memiliki ketebalan antara 3-8 mm yang sebagian besarnya terdiri atas lignin, selulosa dan hemiselulosa disebut dengan tempurung kelapa (Farrasati dkk., 2020). Tempurung kelapa melalui proses karbonisasi dapat menghasilkan arang (Wachid, *et.al.*, 2014).

Arang tempurung kelapa adalah produk yang diperoleh dari pembakaran tidak sempurna terhadap tempurung kelapa. Pembakaran tidak sempurna terhadap tempurung kelapa akan menyebabkan senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbon dioksida, peristiwa tersebut disebut sebagai pirolisis (Haji dkk., 2010). Pada saat pirolisis, energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga sebagian besar molekul karbon yang kompleks terurai menjadi karbon atau arang. Makin rendah kadar abu, air, dan zat yang menguap maka makin tinggi pula kadar fixed carbonnya dan mutu arang tersebut juga akan semakin tinggi (Jamilatun dan Setyawan 2014). Proses konversi dari suatu zat organik menjadi karbon disebut karbonisasi. Proses karbonisasi dilakukan dengan cara pembakaran/pirolisis untuk menghilangkan kandungan air dan material yang mudah menguap. Pirolisis dapat didefinisikan sebagai dekomposisi thermal material organik tanpa adanya oksigen. Pirolisis pada umumnya diawali pada suhu 200°C dan bertahan pada suhu sekitar 250–300°C Hasanah *et.al.*, 2012). Selulosa terdekomposisi pada temperatur 280°C dan berakhir pada 300°C-350°C. Hemiselulosa terdekomposisi pada temperatur 200°C-250°C. Lignin mulai mengalami dekomposisi pada temperatur 300°C-350°C (Febrina dkk., 2015). Bagian tempurung kelapa yang telah menjadi arang dapat menghasilkan sebagian besar karbon sekitar 57,11%, oksigen 42,67% dan material yang lainnya sekitar

0,23%. Salah satu masalah yang dihadapi oleh pengusaha arang tempurung kelapa adalah masih rendahnya mutu arang tempurung yang diproduksi petani kelapa yang disebabkan masih terdapat kotoran atau benda asing, serta kadar air tidak memenuhi persyaratan mutu arang. Padahal Peluang usaha pembuatan arang dari tempurung kelapa merupakan bisnis yang sangat menjanjikan, mengingat besarnya potensi limbah padat yang dihasilkan dari penggunaan kelapa.

Sistem Nasional IPTEK bertujuan meningkatkan kemandirian dan daya saing bangsa, bermakna bahwa perguruan tinggi yang didukung oleh lembaga litbang (LPNK, LPK, dan Badan Usaha) dan tenaga terampil pendidikan tinggi agar dapat memberikan kontribusi dalam penguatan perekonomian dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Perguruan tinggi harus lebih didorong dan difasilitasi untuk dapat menghasilkan lebih banyak lagi invensi dan inovasi yang menghasilkan hilirisasi teknologi tepat guna, menciptakan nilai tambah, serta meningkatkan produksi dan penggunaan komponen dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan terhadap produk impor (Akademik, 2021). Sehingga sangat perlu peran serta dan sentuhan IPTEKs dalam pengolahannya bagi kelompok masyarakat ataupun Industri Rumah Tangga (IRT) yang bergerak dalam bidang pengolahan tempurung kelapa ini agar pendapatan dan kesejahteraan masyarakat ekonomi produktif ini semakin meningkat

2. BAHAN DAN METODE

Keberhasilan Industri Rumah Tangga (IRT) sangat dipengaruhi oleh pengetahuan Sumber Daya Manusia (SDM) dan sentuhan IPTEKS dalam pengelolaan bahan baku hingga barang jadi sehingga produktivitas dari industri tersebut menjadi meningkat. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi mitra maka metode pelaksanaan kegiatan ini merupakan hasil kesepakatan antara tim pengusul dan kelompok mitra IRT Usaha Bersama Arang Batok. Dengan ketua Burman untuk menyelesaikan 2 permasalahan pada mitra yakni: Teknologi tungku pembakaran termodifikasi dalam meningkatkan kapasitas produk tempurung kelapa dan meminimalisasi dampak negatif asap hasil pembakaran, Teknologi mesin pengayakan dalam hal efektivitas dan efisiensi waktu sehingga juga dapat meningkatkan kapasitas produk arang tempurung kelapa. Peningkatan kualitas arang hasil produksi IRT Usaha Bersama Arang Batok dengan melakukan pelatihan terhadap SDM. Pengetahuan yang akan diberikan adalah tentang analisa-

analisa yang perlu dilakukan untuk uji kualitas arang salah satunya adalah uji kadar air.

Pelaksanaan kegiatan ini dibagi dalam beberapa tahapan. Langkah-langkah solusi yang ditawarkan dalam kegiatan ini meliputi:

A. Tahap Persiapan

Tahap persiapan terdiri dari pembentukan tim kerja, survei awal (observasi), pengurusan perizinan dengan aparat desa dan perencanaan pelaksanaan kegiatan. Pembentukan tim kerja dilaksanakan untuk menentukan tugas dan fungsi anggota dari pelaksana kegiatan pengabdian masyarakat. Tahap ini juga meliputi penyiapan materi pelatihan. Pada tahap ini juga dilaksanakan sosialisasi kegiatan ini kepada IRT Usaha Bersama Arang Batok

B. Tahap Pelaksanaan

Tahap ini terdiri dari:

1. Sosialisasi, pelatihan SDM, dan pembinaan bagi mitra tentang teknik pembakaran tempurung kelapa yang benar sehingga mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan
2. Pelatihan, dan pembinaan bagi mitra tentang teknik pembakaran tempurung kelapa menjadi arang yang terstandarisasi sehingga mutu/kualitas arang tempurung kelapa yang dihasilkan meningkat
3. Pelatihan dan demonstrasi Penggunaan Tungku Pembakaran termodifikasi

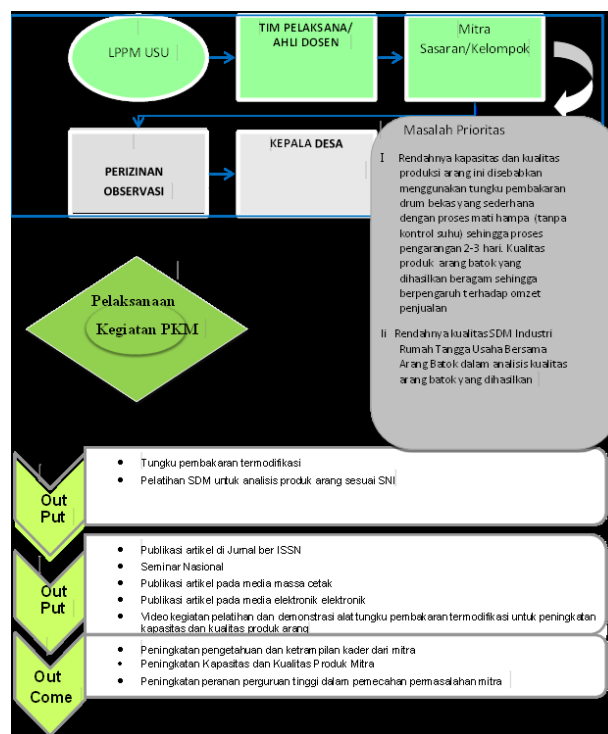
C. Tahap pemantauan dan evaluasi

Tahap monitoring dan evaluasi dilakukan untuk meningkatkan kemandirian SDM Industri Rumah Tangga Usaha Bersama Arang batok yang mandiri sehingga tercapai percepatan peningkatan kapasitas dan kualitas produk. Tentunya peningkatan kapasitas dan kualitas produk ini juga meningkatkan omzet dari IRT Usaha Bersama Arang batok yang di pimpin oleh Burman. Hasil dari Industri Rumah Tangga Usaha Bersama Arang batok menjadi model sains-techno yang bisa dijadikan obyek untuk pengabdian dan pembelajaran bagi IRT sejenis yang ada di Kawasan Patumbak. Evaluasi dilakukan pada setiap tahapan pelaksanaan untuk mengukur ketercapaian target kegiatan ini.

D. Tahap pelaporan

Tahap pelaporan dilakukan di akhir pelaksanaan PKM. Selain menyusun laporan akhir PKM yang memuat semua kegiatan yang dilakukan maka target luaran kegiatan seperti artikel ilmiah yang dipublikasikan melalui jurnal ber ISSN atau prosiding ber ISBN dari seminar internasional, satu artikel pada media massa cetak/elektronik, video kegiatan pelaksanaan kegiatan tim dan mitra telah selesai dilakukan.

Adapun bagan alir pelaksanaan tampak pada gambar 2



Gambar 1. Bagan alir pelaksanaan kegiatan PKM

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mitra Usaha bersama Arang Batok terletak di jalan Pertahanan Patumbak kabupaten Deli Serdang. Industri rumah tangga dikelola oleh Bapak Burman, mulai beroperasi sejak tahun 2020 dan memiliki pekerja tetap sebanyak 4 orang, bergerak di bidang pengolahan tempurung kelapa menjadi arang. Berdasarkan observasi dan wawancara dengan mitra, dari mulai raw material (tempurung kelapa) hingga arang, dengan 5 unit sumur tungku pembakaran dapat memproduksi arang ± 5 ton/minggu.. Bahan- bahan baku diperoleh dari pengumpul batok kelapa yang berasal dari pasar-pasar yang ada di kawasan Sumatera Utara. Harga bahan baku yang berkualitas tinggi yakni batok belah utuh Rp 1200/kg dan batok hancur (kualitas rendah) Rp 700/kg. Batok-batok ini selanjutnya dibawa ke lokasi untuk di proses menjadi arang batok (gambar 1). Proses pengarangan dilakukan secara tradisional dimana tempurung kelapa dimasukkan dalam sumur batu berukuran besar yang disatukan dan kemudian ditanam ke dalam tanah seperti tampak pada gambar 2.A dan B



Gambar 2. A. Batok tempurung kelapa dan B. Sumur tungku pembakaran

Proses pembakaran tempurung dilakukan mitra menggunakan metode siram yakni pembakaran tempurung kelapa selama 2-3 hari. Pembakaran batok dalam sumur dilakukan secara terbuka dengan penambahan batok secara berkala, dibakar dan dijaga sampai berubah menjadi bara. Setelah batok berubah menjadi arang dipadatkan dengan menyiramkan air pada tungku sumur tersebut, seperti tampak pada gambar 3



Gambar 3. Proses Pembakaran tempurung kelapa sampai menjadi arang Batok

Permasalahan lainnya dalam proses pembakaran tampak asap yang begitu tebal tersebar kemana-mana menimbulkan polusi udara, Hal ini tentunya berdampak buruk bagi masyarakat sekitar terlebih kepada pekerja seperti tampak pada gambar 5.

Setelah arang dibongkar dari tangki pembakaran, selanjutnya dibawa ke proses selanjutnya yakni pengayakan yang bertujuan memisahkan arang dari abu yang merupakan hasil dari serabut kelapa yang tidak dipisahkan saat masuk ke dalam tangki pembakaran. Proses pengayakan oleh pekerja IRT Usaha bersama arang batok tampak pada gambar 4



Gambar 4. Arang hasil pembongkaran dan ayakan manual

Peralatan pengayakan masih sangat manual dan sederhana sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dalam prosesnya. Proses ini sangat tidak efektif dan efisien dalam peningkatan kapasitas produksi. Hasil pengayakan arang tempurung kemudian masuk ke dalam goni kapasitas 50 kg/packing, ditutup dengan cara disulam dengan tali dan ditumpuk pada tempat penyimpanan sampai mencapai target 5 ton/minggu untuk dijual ke industri besar pengumpul arang.

Melihat kondisi ini maka yang paling dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi arang adalah memberikan sentuhan IPTEKS dalam pengelolaan bahan baku hingga barang jadi sehingga

produktivitas dari industri tersebut menjadi meningkat. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi mitra maka metode pelaksanaan kegiatan ini merupakan hasil kesepakatan antara tim pengusul dan kelompok mitra IRT Usaha Bersama Arang Batok. Dengan ketua Burman untuk menyelesaikan 2 permasalahan pada mitra yakni: Teknologi tungku pembakaran termodifikasi dalam meningkatkan kualitas produk tempurung kelapa dan meminimalisasi dampak negatif asap hasil pembakaran, Teknologi mesin pengayakan dalam hal efektivitas dan efisiensi waktu sehingga juga dapat meningkatkan kapasitas produk arang tempurung kelapa. Peningkatan kualitas arang hasil produksi IRT Usaha Bersama Arang Batok dengan melakukan pelatihan terhadap SDM. Pengetahuan yang akan diberikan adalah tentang analisa-analisa yang perlu dilakukan untuk uji kualitas arang salah satunya adalah uji kadar air.

Untuk model tungku yang diberikan ke mitra adalah metode pirolisis/pembakaran menggunakan tungku termodifikasi. Pirolisis terjadi dalam tungku pembakaran dimana pada keadaan ini tempurung mengalami proses penguraian atau degradasi yang disebabkan oleh energi panas (api). Desain konstruksi didasarkan dan digunakan dalam sosialisasi Teknik Pembuatan Arang Tempurung Kelapa dengan Pembakaran Sistem Suplai Udara Terkendali yang dilakukan oleh Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi pada tahun 2006. Model tungku ini disebut dapat menghasilkan kualitas arang tempurung kelapa yang baik (Nicolas dkk, 2019). Dengan menggunakan desain tungku ini maka, suhu dan waktu pembakaran dapat dikendalikan. Tungku ini dilengkapi dengan cerobong agar asap yang keluar selama proses pembakaran tidak menyebar tetapi ke atas sehingga mengurangi/meminimalisasi dampak polusi udara yang ditimbulkan. Seperti tampak pada Gambar 5



Gambar 5. Tungku termodifikasi dan Penjelasan tim pelaksana terkait penggunaan alat

Setelah diberikan pemberian alat Tungku pembakaran termodifikasi maka proses pembakaran menjadi lebih merata, keadaan ini tempurung mengalami proses penguraian atau degradasi yang disebabkan oleh energi panas (api) terkendali. Sehingga proses karbonisasi menjadi lebih sempurna menghasilkan

kualitas arang tempurung kelapa yang baik Sebelum diberikan alat dan dilakukan pelatihan kadar air arang batok (>10%), tetapi setelah pemberian alat tungku pirolisis dan pelatihan diperoleh kadar air atang batok (<5%). Teknologi tungku pembakaran termodifikasi bukan hanya meningkatkan kualitas produk tempurung kelapa, tetapi juga meminimalisasi dampak negatif asap hasil pembakaran,

Solusi terkait peralatan pengayakan yang masih sangat manual dan sederhana sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dalam poses pemisahan abu dan arang adalah memberikan ayakan mekanis vibrator. Ayakan di rancang dengan saringan yang terstandar 40 mesh dan dilengkapi mesin yang memberikan efek getar sehingga arang dan abu bisa terpisah secara otomatis seperti tampak padaa gambar 6.



Gambar 6. Ayakan mekanis vibrator dan proses demonstrasi dengan Tim Pelaksana

Proses penggunaan alat ini sangat efektif dan efisien dalam memisahkan arang dan abu. Hasil pengayakan arang tempurung lebih bersih dan arang bersih langsung masuk ke dalam goni kapasitas 50 kg/packing. Data perbandingan hasil menggunakan mesin ayakan manual dan mesin ayakan vibrator tertera pada tabel 1.

Peralatan	Parameter		
	Waktu	Berat	Hasil
Ayakan Manual	40 menit	50 kg	Kurang bersih
Ayakan Mekanik vibrator	40 menit	200 kg	Bersih

Dari data tampak pengerjaan yang lebih efektif dan efisien dengan waktu 40 menit meningkatkan kapasitas 4x lipat. Arang yang dihasilkan juga lebih tampak bersih dari abu. Sehingga untuk waktu pengerjaan untuk mencapai target mencapai 5 ton/mingguanya untuk dijual ke industri besar pengumpul arang dapat dilakukan hanya dalam waktu 5 hari.

Dari pengabdian yang telah dilakukan ini memberikan dampak/ hasil yang begitu besar bagi mitra IRT Batok Arang batok. Kapasitas produksi arang

meningkat 25%, Kualitas arang menjadi lebih terstandar karena proses pembakaran megggunakan kontrol suhu.Omzet penjualan meningkat 25%

Lebih lanjut Mitra IRT Usaha Bersama Arang Batok di bawah pimpinan Burman meminta agar kerjasama pengabdian ini dapat terus berlanjut, karena banyak lagi hal yang harus dibenahi terkait SDM, sarana dan manajemen UKM sehingga mengharapkan bantuan dari pihak akademisi dalam memberikan solusi yang tepat.



Gambar 7. Tim Pelaksana PKM dan Mitra Arang Batok

Monitoring yang dilakukan tim pelaksana terhadap mitra menunjukkan walaupun program telah selesai dilaksanakan, tetapi keberlanjutan kegiatan dapat dilaksanakan oleh mitra secara mandiri dan sangat memberikan manfaat bagi mitra.

KESIMPULAN

1. Terlaksananya sosialisasi, pelatihan tehnik pembakaran tempurung menggunakan tungku pembakaran termodifikasi dan proses pemisahan menggunakan mekanik vibrator
2. Tersedianya tungku pembakaran tempurung kelapa termodifikasi membuat proses pembakaran lebih terkendali sehingga menghasilkan kualitas arang tempurung kelapa yang baik dengan kadar air arang batok (<5%)
3. Ayakan mekanik vibrator meningkatkan efektifitas dan efisiensi kerja 4 kali lipat. Sehingga Kapasitas produksi arang meningkat 25%
4. Kualitas dan kapasitas arang meningkat sehingga meningkatkan omzet penjualan $\pm$ 25%

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih Terima kasih kepada Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sumatera Utara yang telah memberikan dukungan dana, melalui Mono Tahun Reguler Sumber Dana Non PNBP USU T.A.2023 Nomor: 614/UN5.2.4.1/PPM/2023. Rekan Dosen yang membantu dalam pelaksanaan kerja, mahasiswa serta semua pihak yang telah berkontribusi sehingga kegiatan

program pengabdian kepada masyarakat ini berjalan dengan baik dan lancar hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

1. Akademik, P. T., Vokasi, P. T., Pendidikan, K., & Teknologi, D. A. N. (2021). Panduan penelitian 2021
2. BPS. 2021. Direktori Perusahaan Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia. Diakses dari: <https://www.bps.go.id/statictable/> [8 Februari 2022]
3. Farrasati, R., Pradiko, L., Rahutomo, S., Sutarta, E. S., Santoso, H & Hidayat, F. (2020). C- organik Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit Sumatera Utara. Jurnal Tanah dan Iklim, 43(2), 257. <https://doi.org/10.21082/jti.v43n2.2019.157-165>
4. Febrina, D., Jamarun, N., Zain, M., & Khasrad, K. (2015). Kandungan Fraksi Serat Pelepah Sawit Hasil Biodelignifikasi Menggunakan Kapang *Phanerochaete chrysosporium* dengan Penambahan Mineral Ca dan Mn. Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science), 17(3), 176. <https://doi.org/10.25077/jpi.17.3.176-186.2015>
5. Haji AG, Pari G, Habibati, Amiruddin, Maulina. Kajian Mutu Arang Hasil Pirolisis Cangkang Kelapa Sawit. Purifikasi. 2010;11(1):77–86.
6. Hasanah, U., Setiaji, B., Triyono, T., & Anwar, C. (2012). The Chemical Composition and Physical Properties of the Light and Heavy Tar Resulted from Coconut Shell Pyrolysis. The Journal of Pure and Applied Chemistry Research, 1(1), 26–32. <https://doi.org/10.21776/ub.jpacr.2012.001.01.102>
7. Jamilatun S, Setyawan M. Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. Spektrum Ind. 2014;12(1):75–83.
8. Nicolas, T., Makalalag A.K., & Manurung S., (2019), Proses Pengolahan Arang Tempurung Kelapa Menggunakan Tungku Pembakaran Termodifikasi, Jurnal Penelitian Teknologi Industri Vol. 11 No. 2 Desember 2019 : Hal 83-92
9. Thantiyo, Farray. 2010. Analisa Kontribusi Nilai Tambah Industri VCO (Virgin Coconut Oil) Pada PT. BUMI SARIMAS Indonesia di Sumatera Barat [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas
10. Wachid, F. M., Perkasa, A. Y., Prasetya, F. A., Rosyidah, N., & Darminto. (2014). Synthesis and characterization of nanocrystalline graphite from coconut shell with heating process. AIP Conference Proceedings, 1586(February 2015), 202–206. <https://doi.org/10.1063/1.4866759>

