



Peningkatan Produksi Kompos Biochar Pembenah Tanah melalui Rekayasa Konstruksi Mesin Pencacah Bahan Organik dalam Mendukung Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim Pertanian bagi Masyarakat Kampung Belimau-Kelurahan Lempake, Kelurahan Sempaja Utara, Kota Samarinda

Syafii¹, Abdul Rasyid Zarta¹, Muh. Akshar^{1*}, Zahrotul Isti'anah Marroh¹, Eva Nurmarini¹, Ita Merni Patulak¹, Taman Alex¹, Muhammad Tahrir¹, Teguh Rizali Zahroni¹, Yusdiansyah¹, Ridwan¹, Nadia Fatimah Azzahrah¹

¹Program Studi Terapan Rekayasa Kayu, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Jl. Samratulangi, Samarinda, Indonesia, 75131

*Email korespondensi: muhhammadin.akshar@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history

Received: 5 Dec 2024

Accepted: 24 Jul 2025

Published: 31 Jul 2025

Kata Kunci:

Biomassa;
Keberlanjutan;
Kompos;
Limbah.

ABSTRACT

Background: Berkurangnya lahan subur, cekaman alam dan biotik terhadap lahan pertanian di Kalimantan Timur menuntut tindakan adaptasi yang bermuara pada peningkatan produktivitas dan keberlanjutan usaha pertanian. Adaptasi dan keberlanjutan menuntut inovasi kreativitas yang didasarkan riset, dengan adanya kegiatan produksi kompos biochar menggunakan mesin pencacah maka kuantitas hasil produksi akan semakin bertambah yang akan berpengaruh pada jumlah dan kualitas hasil pertanian. Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai upaya peningkatan produksi kompos biochar pemberah tanah melalui rekayasa konstruksi mesin pencacah bahan organik. Mitra pada kegiatan pengabdian ini adalah Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) P4S Puri Leisa. **Metode:** Untuk mengatasi permasalahan maka diadakan penyuluhan dan pelatihan terhadap 15 – 20 orang petani dan mahasiswa, dengan materi teori dan praktik pembuatan kompos biochar selama 1 hari (4 jam) antara lain Penyiapan Alat Pirolysis, Pemilihan Bahan Biochar, Proses Pembakaran, Pemantauan Suhu dan Pemadaman, Penjemuran, Aktivasi dan Penepungan, Analisis dan Distribusi. **Hasil:** Pada tahap awal kegiatan pengabdian, para peserta pelatihan mendapatkan kulsponsi penjelasan prosedur cara membuat kompos biochar dari instruktur dengan bantuan penggunaan alat proyektor untuk dapat lebih informatif dan komunikatif, selain itu dilakukan juga tanya jawab sebelum pelaksanaan praktik di lapangan. Tahap kedua adalah praktik dengan memasukkan bahan-bahan organik yang berasal dari limbah pertanian dan serasah kehutanan ke mesin pencacah untuk menghasilkan serbuk yang seragam sebelum akhirnya diproses menjadi biochar. Limbah pertanian serta limbah kehutanan atau limbah alami organik lainnya tidak membutuhkan perlakuan khusus maupun perlakuan pendahuluan seperti dengan menjemurnya atau membuatnya menjadi bagian-bagian dengan ukuran lebih kecil. **Kesimpulan:** Melalui penggunaan mesin pencacah bahan alami, produktivitas kompos meningkat menjadi 800 kg per hari dibandingkan sebelumnya hanya berkisar 100-200 jika menggunakan tenaga manual.

ABSTRACT

Keyword:

Biochar;
Biomass;

Background: Decreasing soil fertility, natural and biotic stress on agricultural land in East Kalimantan require adaptation actions that lead to increased

Compost;
Sustainability;
Waste.

productivity and sustainability of agricultural businesses. Adaptation and sustainability require creative innovation based on research, utilizing natural resources, the purpose of this community service activity is to provide an understanding to the community about efforts to increase biochar compost production as a soil conditioner through engineering the construction of an organic material shredding machine. **Methods:** To overcome these problems, counseling and training were held for 15-20 farmers and students, with theoretical and practical materials on making biochar compost for 1 day (4 hours) including Preparation of Pyrolysis Equipment, Selection of Biochar Materials, Combustion Process, Temperature Monitoring and Extinguishing, Drying, Activation and Flouring, Analysis and Distribution. **Results:** In the early stages of community service activities, training participants received a sponsored explanation of the procedure for making biochar compost from the instructor with the help of a projector to make it more informative and communicative, in addition, a question and answer session was also held before the implementation of the practice in the field. The second stage is the practice of putting organic materials from agricultural waste and forestry litter into a shredder to produce uniform powder before finally being processed into biochar. Agricultural waste and forestry waste or other organic natural waste do not require special treatment or pre-processing such as drying or making into smaller pieces. **Conclusion:** Through the use of a natural material shredder, compost productivity has increased to 800 kg per day compared to 100-200 kg when using manual labor.



© 2024 by authors. Lisensi Jurnal Solma, UHAMKA, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license.

PENDAHULUAN

Biomassa merupakan campuran material organik yang kompleks biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein, dan beberapa mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi. Komponen utama tanaman biomassa adalah karbohidrat ([Ridhuan and Suranto 2016](#)). Biomassa disebut juga sebagai "fitomassa" dan seringkali diterjemahkan sebagai bioresource atau sumber daya yang diperoleh dari hayati.

Basis sumber daya meliputi ratusan dan ribuan spesies tanaman, daratan dan lautan, berbagai sumber pertanian, perhutanan, dan limbah residu dan proses industri, limbah dan kotoran hewan ([Herlambang et al. 2017](#)). Secara spesifik klasifikasi Biomassa merujuk pada limbah pertanian seperti jerami, sekam padi, limbah perhutanan seperti serbuk gergaji, MSW, tinja, kotoran hewan, sampah dapur, lumpur kubangan, dan sebagainya. Limbah biomassa merupakan bahan organik yang jumlahnya melimpah di dalam mendukung usaha pertanian di Kalimantan Timur, selain ketersediaannya cukup banyak di Indonesia, biomassa kayu juga cenderung tidak menyebabkan dampak negatif pada lingkungan ([Mirwan and F 2020](#)). Biomassa memiliki potensi besar dalam mendukung transisi energi menuju sumber energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan ([Addriani and Razi 2024](#)).

Terdapat kategori jenis tanaman yang termasuk biomassa adalah kayu putih, poplar hybrid, kelapa sawit, tebu, rumput, rumput laut, dan lain-lain ([Herlambang et al. 2017](#)). Berdasarkan pengelompokkannya ([Sismiyanti, Hermansah, and Yulnafatmawita 2018](#)), membagi klasifikasi bahan organik menjadi dua bagian yakni bahan organik segar dan bahan organik sisa panen. Bahan organik segar tergolong pada bahan organik berkualitas tinggi. Artinya, bahan organik

segar ini dapat langsung ditambahkan ke dalam tanah, baik langsung (pupuk hijau) ataupun dikomposkan. Sementara itu, bahan organik yang berasal dari sisa panen dan limbah industri pertanian/perkebunan terdapat bahan organik yang berkualitas rendah, diantaranya jerami padi, sekam padi, dan tandan kosong kelapa sawit. Dalam pemanfaatannya, bahan organik berkualitas rendah ini perlu diolah terlebih dahulu, misalnya dijadikan kompos atau diaplikasikan dalam bentuk biochar. Biochar merupakan arang hayati berpori (porous) yang berasal dari limbah organik (biomassa pertanian) atau sering disebut juga arang aktif yang melalui proses pembakaran tidak sempurna atau suplai oksigen terbatas (pirolisis) (Pratiwi, Syakur, and Darusman 2021). Penggunaan biochar dapat dimanfaatkan sebagai biofuel pengurang karbon dan pengganti bahan bakar fosil. Biochar juga dapat didistribusikan kembali ke lahan pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah (Reynaldi et al. 2024). Jenis dari limbah tersebut sangat beragam diantaranya sisa hasil pertanian, tanaman liar, rumput liar, limbah pengolahan kayu, limbah kayu pengelolaan lahan dan berbagai limbah kayu sisa konstruksi, yang dapat digunakan sebagai biochar dan kompos. Menurut data BPS Kalimantan Timur tahun 2023 populasi ternak sapi dan kambing di Kalimantan Timur pada tahun 2021 adalah setara dengan 132.000 ekor satuan ternak. Dalam sehari produksi kotoran bahan kompos berkisar 396 ton. Dengan asumsi pemakaian pupuk dasar sebesar 30 ton per hektar, maka jumlah ini mampu memenuhi kebutuhan pupuk dasar sebesar 60 Hektar lahan setiap hari. Pembuatan biochar kompos ini diantaranya didasarkan pada hasil penelitian (Antonangelo, Sun, and Zhang 2021). Penelitian ini mengulas pembuatan biochar kompos dan pengaruhnya terhadap tanaman. Literatur lain disajikan oleh (Wang et al. 2019) yang merangkum manfaat biochar yang dikomposkan tembaga limbah tembaga memberikan manfaat yang baik bagi kesuburan tanah, pertumbuhan tanaman dan penangkapan karbon. Adapuan penelitian yang dilakukan oleh (Ansari 2022) menyatakan bahwa terjadi peningkatan unsur hara makro (N, Ca, Mg) pada tanah gambut yang diberikan biochar pelepas kelapa sawit.

Aplikasi biochar ke dalam tanah memiliki banyak manfaat seperti pengaruhnya terhadap sifat fisika (meningkatkan porositas, kapasitas memegang air, agregasi tanah), kimia (meningkatkan pH, kapasitas tukar kation, karbon organik tanah, retensi dan ketersediaan hara), dan biologi tanah (mikroba dan cacing tanah) (Winariza, Ilyas, and Sufardi 2021). Selain itu, manfaat lain dari biochar adalah dapat penyerap karbon dan perbaikan tanah (Rhomadoni et al. 2024). Perbaikan sifat tanah tersebut kemudian berpengaruh terhadap penampilan agronomis tanaman yaitu pertumbuhan dan produksi (Hussain et al. 2017). Selain itu, biochar memiliki fungsi pada issu pemanasan global, perubahan iklim, dan lingkungan yaitu berperan pada sekuestrasi dan stabilisasi karbon, emisi gas rumah kaca, dan remidiasi polutan tanah (Evizal and Prasmatiwi 2023).

Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) P4S Puri Leisa yang berkedudukan di Jalan Usaha Tani RT 24 Belimau, Lempake Samarinda Utara 75118 Kalimantan Timur dalam perannya sebagai Mitra pada kegiatan pengabdian Kepada Masyarakat Program Studi Rekayasa Kayu, Jurusan Lingkungan dan Kehutanan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.

Kapasitas produksi kompos biochar saat ini 100 – 200 kg kompos dalam per hari jika dikerjakan secara manual namun dengan introduksi mesin pencacah bahan baku alami dapat ditingkatkan menjadi 500 – 1000 Kg per hari. Perkembangan usaha kompos biochar akan

memungkinkan kemitraan usaha bersama petani dan peternak untuk memasok bahan kompos bagi kegiatan usaha bersama petani dengan P4S Puri Leisa. Hal ini akan merangsang tumbuhnya ekonomi masyarakat. Penggunaan biochar sebagai sumber alternatif bahan pembenah tanah dapat mengurangi penggunaan pupuk kandang. Hal ini dikarenakan biochar merupakan arang hayati yang bersifat recalsitrant atau mampu menyimpan air di dalam tanah seperti spons dan dapat menyimpan nutrisi lebih lama di dalam tanah.

Kegiatan dari pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai upaya peningkatan produksi kompos biochar pembenah tanah melalui rekayasa konstruksi mesin pencacah bahan organik. Jurusan Lingkungan dan Kehutanan bersama dengan P4S Puri Leisa memberikan penyuluhan sekaligus pelatihan bagi masyarakat tani di sekitar area dusun Balimau-Betapus Kelurahan Lempake untuk mengolah limbah sisa panen maupun limbah kehutanan dan serasah sebagai bahan baku pembuatan biochar. Kegiatan ini dapat berlangsung lama sehingga diperlukan ketekunan sek aligus juga kesabaran melatih ketrampilan agar produk pembuatan biochar sesuai dengan keinginan. Mitra juga bersedia memberikan bimbingan berkelanjutan bagi masyarakat sekitar, demikian juga komitmennya untuk membantu transfer ilmu dan ketrampilan di kampus jika sewaktu-waktu dibutuhkan.

MASALAH

Permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah kurangnya pengetahuan dan pemahaman masyarakat, khususnya petani tentang bahaya dan dampak pengomposan konvensional terhadap pencemaran lingkungan dan kaitannya dengan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Kurangnya pengetahuan masyarakat dan petani pada umumnya tentang tatacara pengomposan yang tepat dari bahan-bahan biomassa yang berasal dari limbah panen pertanian, perkebunan, dan kehutanan, khususnya yang berkaitan dengan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut di atas antara lain pertama mengadakan sosialisasi dan penyuluhan tentang bahaya pengomposan konvensional bagi pencemaran lingkungan dan kaitannya dengan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Mengundang masyarakat petani khususnya yang tinggal dan melakukan aktivitas pertanian, perkebunan dan kehutanan di sekitar Dusun Belimau Kelurahan Lempake, Kecamatan Samarinda Utara. Kedua, peragaan dan pelatihan tatacara perakitan alat secara sederhana untuk komposter yang aman dan ramah terhadap lingkungan dan iklim. Ketiga, mengadakan pelatihan tentang tatacara pembuatan komposter 3 ruang dan pengomposan yang tepat bagi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Keempat, memberikan ruang dan kesempatan kepada masyarakat petani dimaksud untuk secara berkesinambungan bekerjasama dan konsultasi aktif dengan mitra dalam penerapan produk kompos biochar dan aplikasi yang tepat terutama dosis dan prosedur dalam pemberian kompos biochar pada tanaman. Kelima, mengarahkan para petani aktif untuk mengembangkan produk kompos biochar tidak hanya sebagai media untuk meningkatkan produktivitas hasil pertanian, dan perkebunan tetapi juga dapat mengembangkannya menjadi komoditas komersial untuk peningkatan ekonomi masyarakat dengan cara berwirausaha produk kompos biochar.

METODE PELAKSANAAN

Subjek pada pelaksanaan kegiatan pengabdian sebagai penerima langsung penyuluhan dan pelatihan adalah para petani, kegiatan tersebut berlokasi di dusun Balimau-Betapus Kelurahan Lempake, Samarinda Utara. Adapun tahapan Pembuatan Biochar antara lain menyiapkan alat pyrolysis, memilih bahan biochar, proses pembakaran, pemantauan suhu dan pemadaman, penjemuran, aktivasi, penepungan, analisis, distribusi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat melibatkan sedikitnya 30 (tiga puluh) warga petani yang bermukim di sekitar lokasi serta komponen lain seperti pemerhati dan penyuluhan pertanian, dosen dan mahasiswa.



Gambar 1. Tempat Kegiatan Pengabdian Masyarakat (Kiri) dan Peserta Pelatihan Biochar Dalam Rangka Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat Program Studi Rekayasa Kayu Di Kampung Balimau, Lempake, Samarinda Utara (kanan).

Pada tahap awal, dilakukan seremonial pembukaan acara diikuti dengan sambutan-sambutan. Pembukaan secara resmi dilakukan oleh Wadir 1 Bidang Akademik bapak Dr. Heriad Daud Salusu, MP. Turut memberikan sambutan Ketua P3M, ibu Dr. Andi Lisnawati, serta Ketua Program Studi Rekayasa Kayu bapak Dr. Ir. Syafii, MP. Tempat pelaksanaan kegiatan tepatnya di jalan Tani Balimau Betapus yang berada di tengah-tengah areal persawahan; jalan tersebut tepat membelah area persawahan menjadi dua bagian yaitu sisi kiri dan sisi kanan jalan. Sejauh ini belum nampak ada bangunan permanen, kecuali beberapa bangunan warung sederhana, lapak, gazebo dan dua kafe besar serta satu buah cafe & Resto yang baru saja melakukan grand-opening. Selanjutnya para peserta pelatihan mendapatkan kuisponsi penjelasan prosedur cara membuat kompos biochar dari pihak P4S Puri Leisa bapak Bambang dengan bantuan penggunaan alat presentasi proyektor, dengan harapan dapat lebih informatif dan komunikatif. Dilakukan juga tanya jawab sebelum pelaksanaan praktik di lapangan diskusi dilakukan agar terbangun proses penglihatan dua atau lebih individu yang berinteraksi secara verbal dan saling berhadapan muka mengenai tujuan atau sasaran yang sudah ditentukan melalui cara tukar menukar informasi.



Gambar 2. Mesin Pencacah Bahan Organik

Penggunaan alat pencacah organik kompos biochar diharapkan dapat menghasilkan tampilan produk yang seragam berdasarkan ukuran partikel. Kapasitas produksi kompos biochar dengan introduksi mesin pencacah bahan alami mencapai 800 kg per hari dengan potensi pendapatan berkisar Rp. 1.000.000. Produksi tersebut menunjukkan adanya peningkatan produktivitas yang awalnya tanpa menggunakan mesin pencacah hanya berkisar 100-200 kg per hari. Perkembangan usaha kompos biochar akan memungkinkan kemitraan usaha bersama petani dan peternak, pekebun dan sektor kehutanan untuk memasok bahan kompos bagi kegiatan usaha bersama petani, dan hal ini akan merangsang tumbuhnya ekonomi masyarakat. Dengan demikian diharapkan akan memberikan dampak positif terutama meningkatkan penghasilan masyarakat khususnya para petani.



Gambar 3. Penjelasan Prosedur Kerja Pembuatan Biochar dan Pengoperasian Mesin Pencacah Bahan Organik.

Selanjutnya dilakukan praktik memasukkan bahan-bahan organik yang berasal dari limbah pertanian dan serasah kehutanan ke mesin pencacah untuk menghasilkan serbuk yang seragam sebelum akhirnya diproses menjadi biochar. Limbah pertanian serta serasah hutan atau limbah kehutanan atau limbah alami organik lainnya tidak membutuhkan perlakuan khusus maupun perlakuan pendahuluan seperti dengan menjemurnya atau membuatnya menjadi bagian-bagian dengan ukuran lebih kecil. Kehadiran mesin pencacah telah membuat proses penanganan bahan baku menjadi efektif dan efisien. Selain meningkatkan kapasitas produksi penggunaan mesin pada dasarnya berpengaruh besar terhadap waktu pemrosesan(Assauri 2004). Pada tahap akhir proses

pembuatan kompos biochar, mulai dari persiapan hingga penanganan bahan baku dapat dengan mudah dilakukan serta waktu pengolahan juga menjadi relatif lebih singkat.



Gambar 4. Proses Memasukkan Limbah Pertanian dan Kehutanan Ke Mesin Pencacah (Kiri) dan Tim Politeknik Pertanian Negeri Samarinda dan LSM P4S Puri Leisa (Kanan)

Beberapa kendala pada proses pelaksanaan diantaranya pertama, pemesanan alat pencacah limbah bahan baku biochar memerlukan waktu yang cukup lama, selain lamanya pengiriman juga alat dan mesin tidak dalam keadaan siap untuk dikirim. Instalasi alat dan mesin juga memerlukan waktu beberapa hari karena harus membuat pondasi yang kuat dan memastikan bahwa mesin dapat duduk di tempatnya dengan kokoh dan aman ketika mesin sedang bekerja. Kedua, mesin harus digerakkan dengan tenaga genset karena di sekitar area dusun Balimau-Betapus belum mendapat aliran listrik PLN juga menjadi sedikit kendala, tetapi masyarakat sekitar sudah menjadi terbiasa dengan keadaan ini dan kreatif membuat solusinya. Ketiga, kondisi cuaca yang terkadang tidak menentu juga menjadikan waktu pembakaran harus dijadwal ulang, demikian juga ketika pengangkutan dan penjemuran bahan baku. Keempat, Produk biochar yang dihasilkan juga telah sesuai dengan yang diinginkan dan diharapkan para peserta dapat menggunakannya sesuai dengan petunjuk dan arahan serta penjelasan sebelum pelatihan dilaksanakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan di lapangan, para petani telah memahami tata cara penggunaan mesin pencacah hal tersebut dapat terlihat dari kegiatan tersebut jumlah produktivitas pembuatan kompos biochar meningkat menjadi 800 kg, jumlah ini telah sesuai dengan target ketercapaian yang semula dengan metode manual hanya mampu memproduksi 100-200 kg kompos oleh karena mesin pencacah kompos dapat bekerja lebih cepat dibandingkan dengan tenaga manual menjadikan volume bahan yang dapat diolah meningkat dan jumlah kompos yang dihasilkan juga akan lebih banyak. Kedua diharapkan adanya mesin pencacah dapat meningkatkan ekonomi masyarakat oleh karena penggunaan alat secara optimal dapat memberikan produk kompos berkualitas yang dapat dijual sebagai sumber pendapatan tambahan bagi masyarakat, ketiga mesin pencacah diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk kompos dikarenakan hasil pencacahan yang lebih halus dan merata dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik.

Berdasarkan ketercapaian kegiatan PKM maka rekomendasi kegiatan PKM berikutnya yang dapat dilakukan antara lain, pelatihan pengolahan sampah rumah tangga dengan mengajarkan masyarakat untuk memilah sampah organik menjadi bahan utama dari pengolahan kompos

ditambah kegiatan pembangunan bank sampah sebagai sarana penampungan sampah rumah tangga, selain itu kegiatan yang dapat dilaksanakan untuk PKM selanjutnya adalah pelatihan kewirausahaan melalui pemberian pelatihan kepada masyarakat tentang pemasaran online.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Politeknik Pertanian Negeri Samarinda sebagai pihak penyedia anggaran dan kepada Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) P4S Puri Leisa yang telah menyediakan tempat untuk diadakannya kegiatan pengabdian masyarakat, serta kepada seluruh dosen, admin, mahasiswa serta masyarakat yang telah bekerja sama dan berkontribusi selama pelaksanaan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Addriani, Ranti, and Pakhrur Razi. 2024. "Systematic Literature Review: Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan." 8:8. <https://doi.org/10.31004/jptam.v8i3.24269>
- Ansari, M. Y. 2022. "Pengaruh Pemberian Arang (Biochar) Pelepas Kelapa Sawit Terhadap Perubahan Unsur Hara Makro Pada Tanah Gambut." 1–47.
- Antonangelo, João A., Xiao Sun, and Hailin Zhang. 2021. "The Roles of Co-Composted Biochar (COMBI) in Improving Soil Quality, Crop Productivity, and Toxic Metal Amelioration." Journal of Environmental Management 277(October 2020). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111443>
- Assauri, Sofjan. 2004. Manajemen Produksi Dan Operasi. Jakarta.
- Evizal, Rusdi, and Fembriarti Erry Prasmatiwi. 2023. "Biochar: Pemanfaatan Dan Aplikasi Praktis." Jurnal Agrotropika 22(1):1. <http://dx.doi.org/10.23960/ja.v22i1.7151>
- Herlambang, Susila, Susanti Rina, Budi Santosa Purwono, and Heru Sutiono. 2017. "Biomassa Sebagai Sumber Energi Masa Depan." 7(2):107–15.
- Hussain, M., Farooq, M., Nawaz, A., Al-Sadi, A. M., Solaiman, Z. M., Alghamdi, S. S., Ammara, U., Ok, Y. S., & Siddique, K. H. M. (2017). Biochar for crop production: potential benefits and risks. Journal of Soils and Sediments, 17(3), 685–716. <https://doi.org/10.1007/s11368-016-1360-2>
- Mirwan, Mohamad, and Insanul Mufti F. 2020. "Pemanfaatan Lumpur Ipal Dan Serbuk Gergaji Menjadi Briket Alternatif." Jurnal Envirotek 12(2):59–63. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v12i2.77>
- Pratiwi, Dhea, Syakur Syakur, and Darusman Darusman. 2021. "Karakteristik Biochar Pada Beberapa Metode Pembuatan Dan Bahan Baku." Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian 6(3):210–16. <http://dx.doi.org/10.17969/jimfp.v6i3.16967>
- Putri, Nabila & Manfarizah, Manfarizah & Darusman, Darusman. (2024). Pengaruh Jumlah Air dan Biochar Kelapa Muda terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (Zea Mays L.) pada Ultisol. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian. 9. 209-218. <http://dx.doi.org/10.17969/jimfp.v9i2.29446>
- Reynaldi, Bayu, Ika Ayu Putri Septyan, Hilwa Walida, and Khairul Rizal. 2024. "Sifat Kimia Biochar Pelepas Kelapa Sawit Dari Negeri Lama Seberang, Kabupaten Labuhanbatu." Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan 11(1):1–6. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2024.011.1.1>
- Rhomadoni, Firda Rizki, Siti Jamilatun, M. Idris, and Martomo Setyawan. 2024. "Mekanisme Dan Aplikasi Pirolisis Biomassa Dalam Produksi Biochar, Bio-Oil Dan Gas Pirolisis." Prosiding Seminar Nasional Inovasi Dan Teknologi (SEMNASINTEK) (November):54–68.
- Ridhuan, Kemas, and Joko Suranto. 2016. "Perbandingan Pembakaran Pirolisis Dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori." Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin 5(1):50–56. <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v5i1.119>

Sismiyanti, Sismiyanti, Hermansah, Hermansah, and Yulnafatmawita Yulnafatmawita. 2018. "Klasifikasi Beberapa Sumber Bahan Organik Dan Optimalisasi Pemanfaatannya Sebagai Biochar." Jurnal Solum 15(1):8-16. <https://doi.org/10.25077/jsolum.15.1.8-16.2018>

Wang, Yuchuan, Maria B. Villamil, Paul C. Davidson, and Neslihan Akdeniz. 2019. A Quantitative Understanding of the Role of Co-Composted Biochar in Plant Growth Using Meta-Analysis. Vol. 685. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.244>