

PENGEMBANGAN AGRIBISNIS KOPI MELALUI APLIKASI BIOCHAR DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH PERTANIAN (DI DESA KEMUNING LOR)

Sugiyarto^{#1}, Supriyadi^{#2}, A Salim^{#3}, R Firgiyanto^{#4}

^{1,2,3,4}*Jurusan Produksi Pertanian Politeknik Negeri Jember
Jalan Mastrip 164 Jember, Jember*

¹sugiyarto@polije.ac.id

²supriyadi@polije.ac.id

³abdurrahman.salim@polije.ac.id

⁴refa_firgiyanto@polije.ac.id

Abstrak

Kabupaten Jember merupakan salah satu Kabupaten sentral agribisnis kopi di wilayah Jawa. Selain itu topografi daerah Jember sendiri yang memungkinkan perkebunan kopi dapat berkembang. Kecamatan Arjasa merupakan salah satu sentral agribisnis kopi di wilayah Jember. Luasan lahan Kopi di kecamatan ini pada tahun 2017 mencapai 578,90 Ha dan pada tahun 2018 berkurang menjadi 25,69 ha. Pengurangan luas area ini juga berdampak signifikan pada penurunan produksi hampir mencapai 95% jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Beberapa faktor penyebab rendahnya produktivitas yang memenuhi standar perusahaan dan pasar internasional antara lain yaitu tidak dilakukan dengan teknik budidaya yang baik, berkurangnya luas area tanam, penurunan kesuburan tanah dan tingginya tingkat erosi tanah. Oleh karena itu, dibutuhkan adanya inovasi teknologi budidaya dan peningkatan kesuburan tanah melalui pemanfaatan limbah pertanian dengan disertai adanya perbaikan manajemen usaha tani dan pemasaran kopi sehingga ada peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani mitra. Kegiatan pengabdian dilaksanakan sejak bulan Mei – Nopember 2020 di Desa Kemuning Lor, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember. Pelaksana kegiatan ini antara lain yaitu tim Dosen, dua mahasiswa, kelompok tani mitra, pemerintah desa, penyuluh pertanian setempat dan masyarakat umum Desa Kemuning Lor. Tahapan penerapan teknologi yang telah dilaksanakan pada kegiatan pengabdian ini yaitu dimulai dari tahap persiapan dan koordinasi dengan mitra, studi literatur guna menyusun materi penyuluhan dan pelatihan, penyuluhan dan pelatihan mulai dari penerapan Teknologi budidaya kopi sesuai dengan GAP, pembuatan biochar dengan memanfaatkan limbah pertanian guna peningkatan kesuburan tanah dan konservasi lahan. Hasil dari kegiatan pengabdian ini antara lain yaitu meningkatnya pengetahuan dan ketrampilan mitra dalam membudidayakan kopi sesuai dengan GAP dan mengolah hasil limbah pertanian dengan baik menggunakan biochar. Selain itu, hasil kegiatan pengabdian ini juga telah dimuat di media massa <https://www.jemberpost.net/> dan prosiding.

Kata Kunci— **Biochar, Budidaya Kopi, Limbah Pertanian**

I. PENDAHULUAN

Sub sektor perkebunan merupakan salah sektor unggulan di Negera Indonesia. Kontribusi sub sektor perkebunan terhadap sektor pertanian, peternakan, perburuan dan jasa pertanian yaitu sebesar 25,75 persen pada tahun 2018, sehingga menempati urutan pertama di sektor tersebut. Kopi merupakan komoditi perkebunan nasional yang memegang peranan cukup penting dalam perekonomian Indonesia, selain komoditas tebu dan rempah-rempah [1]. Pada tahun 2018 total volume ekspor kopi mencapai 279,96 ribu ton pada tahun 2018 dengan total nilai sebesar US\$ 815,93 juta[2]. Guna mendukung perkembangan ekspor kopi Pemerintah Indonesia samapai mengeluarkan kebijakan yang mendorong keberhasilan kegiatan ekspor kopi. Diplomasi kopi merupakan bentuk kebijakan luar negeri Indonesia dalam menghadapi persaingan pasar ekspor kopi

dunia dan media promosi kopi Indonesia[3][4].

Kecamatan Arjasa merupakan salah satu sentral agribisnis kopi di wilayah Jember. Luasan lahan Kopi di kecamatan ini pada tahun 2017 mencapai 578,90 Ha dan pada tahun 2018 berkurang menjadi 25,69 ha. Pengurangan luas area ini juga berdampak signifikan pada jumlah produksi tanaman kopi yang menurun dari 2.520 menjadi 36,72 Kwintal dengan produktivitas 8 kwintal/Ha. Penurunan produksi ini sangat drastis mencapai 95% jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Selain itu, produktivitas hasil di Kecamatan ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan kecamatan Silo dan Sumberbaru yang mencapai 9-10 kwintal/Ha [5]. Berdasarkan topografinya, sangat memungkinkan perkebunan kopi dapat berkembang dengan baik di kota Jember [6].

Beberapa permasalahan yang ditemukan hampir sama dengan permasalahan pada umumnya dari usaha kopi yang dilakukan oleh perkebunan rakyat antara lain yaitu para petani pada umumnya tidak mempunyai modal, teknologi, dan pengetahuan yang cukup untuk mengelola tanaman yang mereka miliki secara optimal. Selain itu, petani umumnya juga belum mampu menghasilkan biji kopi dengan mutu seperti yang dipersyaratkan untuk ekspor, padahal kualitas dan cita rasa biji kopi sangat ditentukan dari proses budidaya dan pengolahannya [7][8].

Perbaikan teknik budidaya adalah hal yang sangat mendasar dalam meningkatkan produksi kopi dari segi kualitas dan kuantitas. Teknik budidaya yang sudah dilakukan masih belum mengacu pada GAP yang didalamnya terdapat penanaman pohon rindang (naungan) yang sesuai dengan jumlah tanaman utama, pemupukan dengan sistem organik, pemangkasan cabang tidak produktif, konservasi lahan dan pengendalian hama [9]. Selain itu, salah satu kegiatan yang dapat dilakukan adanya konservasi lahan guna pendalian erosi dan mempertahankan kesuburan tanah adalah melalui pengaplikasian biochar dengan memanfaatkan limbah pertanian.

Biochar dikenal di Indonesia sebagai sumber energi (bahan bakar dan sumber panas) berupa arang yang kaya karbon (C) hasil konversi dari biomass seperti sekam padi, jerami, tempurung kelapa, kayu bekas gergajian, ranting pohon, potongan kayu, tongkol jagung, ampas sugu dan sejenisnya melalui proses pembakaran tidak sempurna dengan minimum oksigen (pirolisis) [9][10][11]. Potensi bahan baku biochar di wilayah ini tergolong melimpah yaitu berupa limbah sisa pertanian yang sulit terdekomposisi atau dengan rasio C/N tinggi. Manfaat dari pemberian biochar bagi kesuburan tanah adalah sebagai bahan pembenah tanah yang mampu memperbaiki sifat kimia, biologi dan fisik tanah serta mampu meningkatkan kualitas lahan karena mampu mengurangi sampah biomassa [12]. Kemampuan biochar dalam memperbaiki sifat fisik tanah antara lain dalam penurunnya bulk density dan berpengaruh pada ruang pori tanah sehingga mampu meningkatkan kemampuan tanah dalam memegang air [13][14][15][16]. Oleh karena itu, melalui aplikasi biochar dengan memanfaatkan limbah pertanian dan perbaikan dari teknik budidaya, manajemen usaha tani dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani mitra

II. TARGET DAN LUARAN

Luaran kegiatan dan target capaian dalam kegiatan ini pengabdian ini bagi mitra antara lain

Pengetahuan dan petani terkait penerapan teknik budidaya kopi sesuai dengan GAP dan ketrampilan petani dalam mengolah limbah pertanian menjadi biochar dan aplikasinya guna peningkatan kesuburan tanah dan konservasi lahan, serta penerapan manajemen usaha tani. Selain itu, luaran dari kegiatan ini juga berupa Prosiding hasil pengabdian Politeknik Negeri Jember dan berita dalam media massa yaitu Jember Post serta terciptanya kerjasama yang berkelanjutan antara Politeknik Negeri Jember dengan mitra.

III. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian dilaksanakan sejak bulan Mei – Nopember 2020 di Desa Kemuning Lor, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember. Pelaksana kegiatan ini antara lain yaitu tim Dosen, dua mahasiswa, kelompok tani mitra, pemerintah desa, penyuluh pertanian setempat dan masyarakat umum Desa Kemuning Lor. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dalam mendukung keberhasilan pengembangan agribisnis kopi di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa adalah sebagai berikut:

A. Tahap persiapan dan koordinasi dengan mitra

Pada tahap persiapan ini tim pengusul bersama dengan mitra menganalisis secara mendalam mengenai keadaan yang ada di lapangan melalui diskusi dan pembuatan FGD (Focus group discussion), kemudian menganalisis permasalahan dan berbagai potensi yang mungkin dimaksimalkan sesuai dengan kebutuhan mitra serta masyarakat. Tim pengabdian dan mitra kemudian membuat kesepakatan solusi yang akan dituangkan dalam program pengabdian ini dengan ditentukan peserta kegiatan, target dan sasaran, serta peran dan tugas dari tim pengabdian dan mitra guna mendukung pengembangan agribisnis kopi yang berkelanjutan.

B. Studi literature guna menyusun materi penyuluhan dan pelatihan

Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan hasil riset budidaya, konservasi lahan, manajemen usaha tani, pemasaran, teknologi informasi dan peraturan atau kebijakan pemerintah yang berkaitan dengan kopi untuk menentukan Ipteks yang cocok diterapkan sebagai solusi permasalahan mitra dan inovasi produk serta pemasarannya. Selain itu, tahapan ini juga bertujuan untuk menyusun referensi penyuluhan dan pelatihan yang dirancang dalam bentuk “Modul Pelatihan” dari masing-masing tahapan kegiatan.

C. Penyuluhan dan Pelatihan

Penyuluhan dan pelatihan kepada petani mitra dilakukan sesuai dengan tahapan solusi permasalahan. Selain itu, guna mempermudah dalam penerapan teknologi juga dilakukan adanya demplot percobaan penerapan GAP budidaya kopi dan rumah pembuatan biochar disalah satu petani mitra. Adapun langkah-langkah dalam pelatihan dan asistensi teknologi meliputi:

1. Penerapan Teknologi budidaya kopi sesuai dengan GAP

Kegiatan budidaya kopi sesuai dengan GAP mengacu pada Peraturan Menteri Pertanian No. 49/Permentan/OT.140/4/2014 tentang “Pedoman teknis budidaya kopi yang baik”. Pengenalan GAP menjadi penting karena berkaitan dengan kuantitas dan kualitas produksi kopi yang dilakukan. Oleh karena itu, petani juga akan dibekali dengan modul yang memuat GAP budidaya kopi.

2. Pembuatan biochar dengan memanfaatkan limbah pertanian guna peningkatan kesuburan tanah dan konservasi lahan

Pembuatan biochar dan aplikasinya mengacu pada Petunjuk teknis Biochar pembenah tanah yang Potensial dari Balai penelitian Tanah [16]. Pembuatan biochar dapat dilakukan dengan menggunakan alat pembakaran tipe sederhana atau yang lebih modern.

3. Perbaikan manajemen usaha tani

Perbaikan manajemen usaha tani dilakukan melalui diskusi bersama dengan mitra guna mempermudah dalam mengali berbagai permasalahan yang ada. Melalui perbaikan manajemen usaha tani diharapkan pengembangan sentra agribisnis kopi wilayah ini menjadi lebih baik dan berkelanjutan.

IV. KELAYAKAN PERGURUAN TINGGI

Kinerja P3M (pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) Politeknik Negeri Jember berkaitan dengan program Pengabdian kepada Masyarakat (PPM) dalam satu tahun terakhir mampu mendapatkan beberapa program antra lain yaitu 4 judul PKM; 4 judul PPDM; 3 judul PPPUD. Berikut ini adalah rincian dari judul tersebut.

- a. Program PKM dengan judul kegiatan: 1) PKM bagi kelompok Bengkel AC Mobil di Desa Balungkulon Kecamatan Balung, Kabupaten Jember dengan menerapkan 3R (Recovery, Recycling, Recharging) untuk Peningkatan Mutu serta Usaha Pencegahan Pencemaran Udara; 2) PKM Pengembangan Usaha Penangkaran Burung Jalak Suren (*Sturnus contra*) dengan Inovasi Sistem Koloni dan Inkubator Khusus; 3) PKM Pondok Pesantren

Miftahul Ulum Desa Tisnogambar Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember; 4) Diversifikasi Produk Kelor Dalam Mendukung Kemampuan Ekonomi Kader POSYANDU dan Percepatan Pencegahan Stunting di Kecamatan Sukoharjo, Kota Probolinggo;

- b. Program PPDM dengan judul kegiatan: 1) Desa Wonosobo Kecamatan Srono Kabupaten Banyuwangi Sebagai Sentra Helicos (Health Coconut Sugar); 2) PPDM Desa Ranu Pakis Kecamatan Klakah Kabupaten Lumajang Sebagai Desa Sentra Produksi Jamur Tiram dan Aneka Produk Makanan Olahannya; 3) Pengembangan Desa Kaligondo Kecamatan Genteng Kabupaten Banyuwangi Sebagai Sentra Susu Segar Sehat (Centre of Healthy Fresh Milk); 4) PPDM Desa Pace Kecamatan Silo Sebagai Desa Sentra Herbal Di Kabupaten Jember;
- c. Program PPPUD dengan judul kegiatan: 1) Pengembangan Produk Bersih Agroindustri Berbasis Kopi di Kecamatan Panti Kabupaten Jember; 2) Aplikasi Teknologi Produksi Pakan Komplit Domba Dalam Mendukung Kontinuitas Eksport; 3) Pengembangan Peternakan Bebek di Kecamatan Gumuk Mas Kabupaten Jember.

V. HASIL DAN LUARAN

Kopi merupakan komoditi yang memiliki peranan penting dalam struktur perekonomian Indonesia khususnya dalam hal ekspor. Peran vital ini menjadikan Direktorat Jenderal Perkebunan dalam Renstranya menempatkan komoditas kopi menjadi salah satu komoditas yang menjadi sasaran pokok sub agenda prioritas peningkatan agroindustri yaitu peningkatan produksi komoditas andalan dan prospektif ekspor serta mendorong perkembangan agroindustri di pedesaan, selain komoditas kelapa sawit, kakao, teh dan kelapa.

Kegiatan pengabdian dimulai terlebih dahulu dengan kegiatan koordinasi bersama dengan mitra. Hasil koordinasi berupa permasalahan dan solusi dalam memecahkan permasalahan tersebut. Tim kemudian melakukan studi literature guna mencari berbagai solusi permasalahan yang tepat dan pembuatan modul.



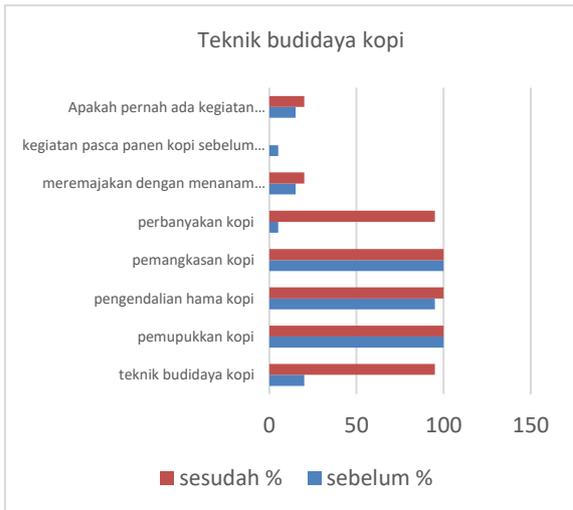
Gambar 1. Kegiatan penyuluhan kopi

Tim kemudian memberikan penyuluhan dan pelatihan secara langsung mengenai teknik budidaya kopi yang baik untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi kopi dikelompok tani mitra (Gambar 1 dan 2).



Gambar 2. Kegiatan pelatihan budidaya kopi

Berdasarkan pada kuisioner yang telah dibagikan sebelum dan sesudah penyuluhan dan pelatihan didapat hasil adanya peningkatan pengetahuan dan ketrampilan mitra dalam membudidayakan tanaman kopi sesuai dengan GAP (Gambar 3).

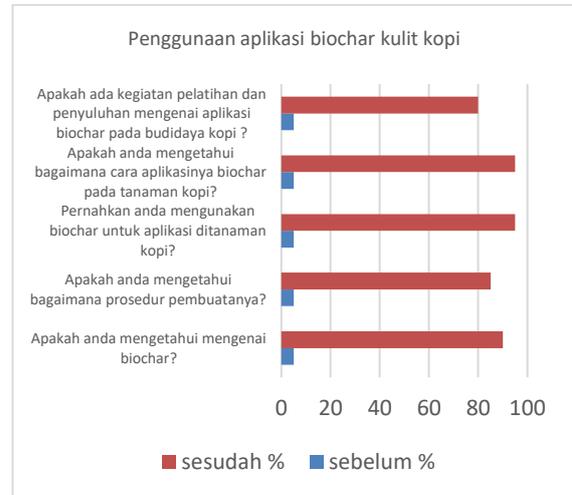


Gambar 3. hasil analisis data responden budidaya kopi

Kegiatan pengabdian kemudian dilanjutkan dengan penyuluhan dan pelatihan pembuatan biochar yang dilakukan menggunakan alat sederhana yaitu dengan memanfaatkan drum bekas sebagai alat pirolisnya (Gambar 4). Kemudian untuk melihat pemahaman mitra dapat dilihat dari Gambar 5. Berdasarkan pada data kuisioner terlihat bahwa pemahaman mitra pada saat sebelumnya sangat minim dalam memanfaatkan penggunaan limbah kulit kopi sebagai biochar. Namun setelahnya adanya penyuluhan dan pelatihan, mitra mulai memahami bahwa kulit kopi bisa digunakan sebagai biochar alami untuk membantu dalam meningkatkan unsur hara tanah pada lahan budidaya kopi.



Gambar 4. Kegiatan Pembuatan Biochar cair



Gambar 5. Grafik Analisis Pemahaman Biochar kulit kopi

Perbaikan manajemen usaha tani dilakukan melalui beberapa tahapan. Pada tahap pertama meliputi kegiatan perencanaan yang tersusun rapi tercatat dalam wujud RDKK (Rencana Definitif Kebutuhan Kelompok) yaitu mitra dibekali bagaimana membuat perencanaan yang baik pada usaha tani kopi. Tahap kedua yaitu pengaturan/organisasi dimana mitra dilatih bagaimana mengorganisasikan setiap masalah dan faktor produksi yang dimilikinya. Pada saat pelaksanaan juga diusahakan adanya usaha dalam penguatan kelembagaan petani agar terjadi adanya peningkatan kinerja kelompok tani melalui integrasi kelembagaan demi mendukung agribisnis pertanian. Tahap keempat yaitu pengawasan/monitoring usaha tani. Mitra dibekali dengan proses pengawasan terhadap usaha taninya agar sesuai dengan perencanaan yang dibuat. Jika ada masalah dan kekurangan, petani harus segera mengambil keputusan yang cepat dan tepat. Caranya adalah dengan melihat sumber daya yang ada dan menyelaraskan dengan tujuan pelaksanaan usahatani. Tahap terakhir yaitu evaluasi. Tahap ini hanya akan optimal jika semua hal yang dilakukan oleh petani terdokumentasi dalam sebuah catatan.

Fungsi dari evaluasi yang utama adalah sebagai bahan untuk perencanaan usahatani berikutnya sehingga lambat laun maka usahatani yang dilaksanakan menjadi lebih maju dengan pencapaian hasil yang optimal. Kegiatan evaluasi dilaksanakan secara bersama-sama oleh tim pengusul dan lembaga mitra (Gambar 6).



Gambar 6. Penyuluhan manajemen usaha tani

Pada tahap ini juga dilakukan pendampingan dalam pembuatan kemasan dan label produk kopi hasil budidaya. Pemilihan bahan kemasan berdasarkan pada harga yang murah namun tetap menjaga keamanan pangan dan berdampak terhadap lingkungan sekecil mungkin agar pertanian. Pada setiap akhir kegiatan selalu dilakukan adanya monitoring dan evaluasi agar pengembangan agribisnis kopi menjadi terwujud dan berkelanjutan (Gambar 7). Luaran pengabdian yang telah tercapai adanya peningkatan pengetahuan dan ketrampilan mitra dalam kegiatan budidaya kopi sesuai dengan GAP, pembuatan biochar berbahan limbah pertanian serta perbaikannya manajemen dan pemasaran kopi dari mitra. Selain itu, pengabdian ini juga telah termuat dalam artikel media massa <https://www.jemberpost.net/gunakan-aplikasi-biochar-poliije-dorong-pengembangan-agribisnis-kopi-di-desa-kemuning-lor/> dan hasil pengabdian dimuat dalam prosiding seminar nasional.



Gambar 7. Penyuluhan pemasaran dan monitoring serta evaluasi kegiatan pengabdian

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengabdian ini adalah :

1. Petani kopi desa kemuning lor mengalami peningkatan pengetahuan dan ketrampilan dalam membudidayakan kopi sesuai dengan GAP.
2. Petani kopi mengalami peningkatan pengetahuan dalam mengelola limbah pertanian menjadi biochar yang lebih bermanfaat bagi peningkatan kesuburan tanah dilahan budidaya kopi. Selain itu, juga terjadi adanya perbaikan manajemen usaha tani dan pengetahuan pemasaran dari mitra kopi sehingga agribisnis kopi dapat berjalan secara berkelanjutan

Saran dari kegiatan pengabdian ini yaitu perlu adanya perbaikan dalam kegiatan pasca panen kopi agar produk kopi yang dipasarkan lebih bervariasi dan para petani lebih banyak dalam mendapatkan keuntungan. Selain itu, perlu adanya peningkatan keterampilan pemasaran atau “*Digital Marketing*” yang lebih baik dan lebih luas dalam pemasaran produk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jember yang telah memberikan hibah pendanaan PNPB pengabdian kepada masyarakat untuk tahun pendanaan 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Nafis and H. Juliansyah. 2019. Efisiensi Produksi Kopi Arabika Pada PT. Oro Kopi Gayo Kota Takengon.
- [2] BPS, “Statistika Kopi Indonesia 2019,” Jakarta : Badan Pusat Statistika.
- [3] R. Shertina. 2019. Diplomasi Kopi: Kebijakan Luar Negeri Indonesia dalam Meningkatkan Kerjasama Ekspor Komoditas Kopi ke Amerika Serikat Global & Policy.
- [4] H. Hervinaldy *et al.* 2017. Strategi Pemerintah Indonesia Dalam Meningkatkan Ekspor Kopi Ke Amerika Serikat. Riau University.
- [5] BPS. 2018. *Kabupaten Jember dalam Angka 2018*. Jember : Badan Pusat Statistika.
- [6] F. A. Yulianto. 2014. Fasilitas Agrowisata Kebun Kopi Robusta di Jember.
- [7] S. Sirait, D. Santoso, S. Egra. 2019. Teknologi Irigasi Otomatis Bertenaga Surya Di Kelompok Tani Cahaya Tani Kecamatan Tarakan Utara Kota Tarakan. *J. Ilmu Pertan.*, vol. 2, no. 2.
- [8] D. Santoso and S. Egra. 2018. Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Karakteristik dan Sifat Organoleptik Biji Kopi Arabika (*Coffeae Arabica*) Dan Biji Kopi Robusta (*Coffeae Cannephora*). *Rona Tek. Pertan.*, vol. 11, no. 2, pp. 50–56.
- [9] M. Magdalena Diana Widiastuti. 2016. Analisis



POLITEKNIK
NEGERI JEMBER



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat 2020, ISBN : 978-623-96220-0-8

- Manfaat Biaya Biochar Di Lahan Pertanian Untuk Meningkatkan Pendapatan Petani Di Kabupaten Merauke. *J. Penelit. Sos. dan Ekon. Kehutan.*, vol. 13, no. 2, pp. 135–143.
- [10] I. A. Sinaga, J. A. Arifandi, and M. Mandala. 2017. Pengaruh Media Tanam Dari Beberapa Formulasi Biochar Padatanah Pasiran Terhadap Kualitas Bibit Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst. *Agritrop J. Ilmu-Ilmu Pertan. (Journal Agric. Sci.*, vol. 15, no. 2.
- [11] A. D. Safitri. 2014. Pengaruh Penyemprotan Boron Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Benih Padi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, 2014.
- [12] S. Salawati, M. Basir-cyio, I. Kadekoh, and A. R. Thaha. 2017. Potensi Biochar Sekam Padi Terhadap Perubahan Ph, Ktk, C Organik Dan P Tersedia Pada Tanah Sawah Inceptisol. *Agrol. J. Ilmu-ilmu Pertan.*, vol. 23, no. 2, pp. 101–109.
- [13] M. Sarwani, N. L. Nurida, F. Agus. 2014. Greenhouse Gas Emissions and Land Use Issues Related To the Use of Bioenergy in Indonesia. vol. 32, no. 2, pp. 56–66, 2014.
- [14] R. Mateus, D. Kantur, D. M. Lenny Moy. 2017. Pemanfaatan Biochar Limbah Pertanian sebagai Pembenah Tanah untuk Perbaikan Kualitas Tanah dan Hasil Jagung di Lahan Kering.
- [15] W. Mindari, P. E. Sassongko, dan U. P. Khasanah. 2018. Rasionalisasi Peran Biochar dan Humat terhadap Ciri Fisik-Kimia Tanah,” *J. FOLium*, vol. 1, no. 2, pp. 34–42.
- [16] N. L. Nurida, A. Rachman. 2012. Potensi Pembenah Tanah Biochar Dalam Pemulihan Sifat Tanah Terdegradasi Dan Peningkatan Hasil Jagung Pada Typic Kanhapludults Lampung.
- [17] Balai Penelitian Tanah. 2014. *Petunjuk Teknis Biochar pemberian tanah yang potensial*. Balai Penelitian Tanah (Bogor Indonesia: Departemen Pertanian)