



Biochar Sebagai Pembenh Tanah Untuk Pertanian Regeneratif Pada Lahan Gapoktanhut Pujo Makmur Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran

Biochar as a Soil Amendment for Regenerative Agriculture on Forest Farmers Group Association of Pujo Makmur Padang Cermin Sub-District, Pesawaran

Duryat^{1*}, Afif Bintoro¹, Ceng Asmarahman¹, Melya Riniarti¹, Imron²

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri
Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng, Bandar Lampung Indonesia.

²Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Teknik Universitas Indo Global
Mandiri, Jalan Jendral Sudirman No.629 Km.4 Kec. Ilir Tim. I, Kota Palembang, Sumatera
Selatan Indonesia

***Korespondensi:** duryat.1978@fp.unila.ac.id

Diterima (Received):
18-September-2024

Diterima (Accepted):
3-November-2024

Terbit (Published):
25-November-2024

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian di lahan Hutan Kemasyarakatan (HKm) yang dikelola oleh Gabungan Kelompok Tani Hutan (Gapoktanhut) Pujo Makmur melalui penerapan biochar sebagai teknologi pembenh tanah dalam praktik pertanian regeneratif. Pelaksanaan kegiatan meliputi ceramah, diskusi, dan demonstrasi praktik pembuatan serta aplikasi biochar. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan dalam pengetahuan, sikap, dan keterampilan petani terkait biochar. Petani memahami definisi, manfaat biochar dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, serta teknik pembuatan dan aplikasinya. Pelatihan juga memberikan keterampilan praktis dalam memilih biomassa, membuat alat pirolisis, serta memproduksi biochar secara mandiri. Penggunaan biochar sebagai bagian dari pertanian regeneratif terbukti dapat memperbaiki kesuburan tanah secara berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, dan membantu mitigasi perubahan iklim. Masukan dari peserta mencerminkan kebutuhan untuk pendampingan berkelanjutan dan pelatihan lanjutan untuk memperdalam penerapan teknologi biochar di lahan mereka.

ABSTRACT

Kata Kunci:
*biochar, pertanian regeneratif,
kesuburan tanah, Hutan
Kemasyarakatan (HKm),
agroforestri.*

This community service activity aims to enhance soil fertility and agricultural productivity on Community Forestry (HKm) land managed by the Pujo Makmur Forest Farmers Group Association (Gapoktanhut) through the implementation of biochar as a soil amendment technology within regenerative agricultural practices. The activities included lectures, discussions, and practical demonstrations on the

Keywords:

**biochar, regenerative
agriculture, soil fertility,
Community Forestry,
agroforestry.**

production and application of biochar. The results indicated a significant improvement in farmers' knowledge, attitudes, and skills regarding biochar. Farmers now understand the definition and benefits of biochar in enhancing the physical, chemical, and biological properties of the soil, as well as the techniques for its production and application. The training also provided practical skills in selecting biomass, constructing pyrolysis equipment, and independently producing biochar. Biochar, as part of regenerative agriculture, has been proven to sustainably improve soil fertility, reduce dependency on chemical fertilizers, and aid in climate change mitigation. Feedback from participants highlighted the need for ongoing support and further training to deepen the application of biochar technology on their land.

PENDAHULUAN

Pemanenan hasil hutan bukan kayu (HHBK) pada sistem agroforestri memiliki potensi untuk menyebabkan aliran hara keluar dari sistem, yang dapat berdampak pada penurunan kesuburan lahan dalam jangka panjang [1]. HHBK seperti buah-buahan, daun, biji, resin, dan bahan organik lainnya sering kali diekstraksi dalam jumlah besar untuk keperluan subsisten maupun komersial [2]. Selama proses pemanenan, unsur hara yang terkandung dalam biomassa yang dipanen juga ikut terambil dari ekosistem [3]. Proses ini dapat mengakibatkan penurunan kandungan unsur hara esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman dan kelestarian ekosistem agroforestry [4; 5].

Penurunan kesuburan tanah di lahan pertanian Gabungan Kelompok Tani Hutan (Gapoktanhut) Pujo Makmur menjadi tantangan serius sebagai dampak dari intensifikasi pertanian yang telah dilakukan dalam beberapa dekade. Intensifikasi yang ditujukan untuk meningkatkan produktivitas lahan dengan penggunaan pupuk dan pestisida kimia dalam kuantitas besar, tanpa disertai dengan manajemen pengelolaan tanah yang berkelanjutan, menjadi penyebab degradasi kualitas tanah [6]. Penggunaan pupuk kimia telah menyebabkan penurunan kadar bahan organik dan mikroorganisme, serta memicu pengerasan tanah yang menghambat infiltrasi air [7]. Lebih lanjut, pestisida yang digunakan terus-menerus menyebabkan berkurangnya keanekaragaman hayati tanah dan menciptakan ketidakseimbangan ekosistem pada lahan [8]. Akibatnya, daya dukung tanah untuk mempertahankan produktivitas pertanian menurun, memaksa petani menghadapi penurunan pendapatan pertanian serta tingginya biaya produksi untuk mempertahankan produktivitas [9]. Pemulihan kesuburan tanah melalui metode pertanian berkelanjutan seperti aplikasi biochar, penggunaan pupuk organik, rotasi tanaman, dan teknik agroforestri menjadi solusi yang perlu segera diterapkan untuk menjaga kelangsungan pertanian di kawasan ini [10; 11].

Gapoktanhut Pujo Makmur mengelola lahan seluas 534 hektar di kawasan hutan lindung Pematang Kubuato, Register 20, yang berada di bawah pengelolaan Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Lindung Pesawaran. Kelompok ini terdiri dari 247 kepala keluarga dan telah melakukan kegiatan penanaman pohon Multi-Purpose Tree Species (MPTs) sejak sebelum memperoleh izin Hutan Kemasyarakatan (HKm) pada tahun 2008 [12]. Jenis pohon yang ditanam meliputi durian (*Durio zibethinus*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), pala (*Myristica fragrans*), pinang (*Areca catechu*), jengkol (*Ptecelobium lobatum*), petai (*Parkia speciosa*), kemiri (*Aleurites moluccana*), duku (*Lansium domesticum*), kakao (*Theobroma cacao*), dan berbagai jenis lainnya, yang membentuk kebun hutan dengan struktur tajuk yang beragam. Sistem agroforestri ini sebenarnya menghasilkan limbah pertanian dalam jumlah besar. Namun, biomassa tersebut saat ini hanya dibiarkan membusuk di lahan [13]. Praktik ini berpotensi menimbulkan masalah lingkungan seperti menjadi sarang hama dan penyakit, serta mengabaikan potensi besar limbah ini sebagai bahan organik yang bisa dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk, pembenah tanah, asam humat, dan pestisida nabati. Penggunaan bahan-bahan organik ini selaras dengan konsep pertanian regenerative yaitu mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap produk berbahan kimia yang mahal, sekaligus meningkatkan kesehatan tanah serta produktivitas pertanian.

Pertanian regeneratif berfokus pada memulihkan dan meningkatkan kesehatan tanah melalui pendekatan alami yang mengurangi penggunaan input kimia, menjaga keanekaragaman hayati, serta meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan [14]. Pada lahan HKm yang dikelola dengan agroforestri, di mana berbagai jenis pohon bernilai ekonomi tinggi ditanam bersama tanaman pangan, praktik regeneratif seperti rotasi tanaman, penggunaan pupuk organik, penanaman penutup tanah, dan penerapan biochar sangat relevan [15]. Teknik ini tidak hanya membantu memperbaiki struktur dan kesuburan tanah, tetapi juga mampu menyerap karbon dan meningkatkan kapasitas penyerapan air, yang sangat penting dalam mitigasi dampak perubahan iklim [16]. Selain itu, praktik ini memperkuat ketahanan ekosistem hutan serta meningkatkan produktivitas pertanian dengan cara yang lebih ramah lingkungan, sejalan dengan tujuan HKm untuk memberdayakan masyarakat lokal sekaligus menjaga kelestarian hutan [17]. Salah satu metode yang tepat diterapkan dalam mendukung pertanian regenerative pada lahan HKm Gapoktan Pujo Makmur adalah aplikasi biochar sebagai pembenah tanah. Biochar memiliki potensi besar sebagai pembenah tanah pada lahan Hutan Kemasyarakatan (HKm) yang dikelola secara agroforestry pada Gapoktan Pujo makmur. Biochar berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah

dengan cara meningkatkan kapasitas tukar kation, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan retensi air dan nutrisi [15]. Dalam sistem agroforestri, yang mengombinasikan berbagai jenis tanaman berkayu dan tanaman semusim, biomasa sebagai bahan baku biochar tersedia secara melimpah. Penggunaan biochar mampu menstabilkan bahan organik tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman melalui penyediaan nutrisi yang lebih efektif [18]. Selain itu, biochar juga dapat membantu mitigasi perubahan iklim dengan menyerap karbon dalam jangka panjang dan mengurangi emisi gas rumah kaca dari tanah [19]. Oleh karena itu, penerapan biochar sebagai pembenah tanah tidak hanya meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan ekosistem agroforestri di lahan HKm. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan petani tentang peran biochar dalam perbaikan sifat tanah dan mitigasi dampak perubahan iklim, serta memberikan keterampilan petani dalam memilih biomassa, membuat alat pirolisator, dan memproduksi serta mengaplikasikan biochar pada lahan HKm.

METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dilaksanakan di Sekretariat Gapoktanhut Pujo Makmur, Desa Banjaran, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung, dengan sasaran petani pengelola lahan HKm di Register 20 yang tergabung dalam Gapoktanhut Pujo Makmur dan dikelola oleh KPH Lindung Pesawaran. Kegiatan ini terdiri dari tiga tahap utama: perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi. Berikut penjelasan masing-masing tahapan kegiatan:

1. Perencanaan

Tahap perencanaan meliputi dua kegiatan utama: survei lokasi dan perizinan. Survei lokasi dilakukan melalui observasi dan wawancara singkat untuk mengkaji kondisi ekologis, biofisik, dan sosial ekonomi masyarakat, termasuk persepsi mereka tentang kesuburan lahan, komoditas yang dibudidayakan, masalah pengelolaan lahan HKm, serta upaya perbaikan kesuburan tanah. Perizinan dilaksanakan pada 22 Juli 2024 untuk memenuhi aspek legal dan memperoleh dukungan serta partisipasi masyarakat.

2. Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan meliputi tiga aktivitas utama: pengukuran pengetahuan awal, ceramah dan diskusi, serta demonstrasi dan praktik pembuatan biochar. Pengukuran pengetahuan awal dilakukan melalui pre-test menggunakan kuisisioner untuk menilai pemahaman masyarakat tentang

kesuburan tanah, potensi biochar, serta teknik pembuatan dan aplikasi biochar pada lahan agroforestri (Gambar 1). Ceramah dan diskusi mencakup dua materi utama: peran biochar dalam perbaikan sifat tanah dan teknik pembuatan serta aplikasi biochar. Demonstrasi dilakukan melalui video yang menunjukkan proses pemilihan bahan baku, pembuatan alat pirolisis, serta aplikasi biochar pada lahan pertanian[14].

3. Evaluasi

Tahap evaluasi bertujuan untuk mengukur efektivitas kegiatan pengabdian, dilakukan dalam dua tahap: pertama, mengukur peningkatan pengetahuan (kognitif) dan sikap (afektif) melalui pre-test dan post-test untuk melihat perubahan pengetahuan dan pola pikir peserta; kedua, mengukur keterampilan (psikomotorik) melalui observasi langsung terhadap kemampuan peserta dalam membuat alat pirolisis, memproduksi, dan mengaplikasikan biochar. Pada akhir kegiatan, sesi refleksi (feedback session) dilakukan untuk mengumpulkan persepsi, tanggapan, dan masukan peserta mengenai materi dan pelaksanaan kegiatan, yang akan digunakan untuk meningkatkan kualitas pelaksanaan pengabdian di masa depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada tanggal 20 Agustus 2024, dan diikuti oleh 25 peserta yang keseluruhannya adalah laki-laki (Gambar 1). Dominanya gender laki-laki sebagai peserta pelatihan mencerminkan adanya potensi ketidakseimbangan dalam partisipasi gender. Perempuan, yang juga memiliki peran penting dalam pengelolaan pertanian dan hutan, tidak terlibat dalam kegiatan tersebut, meskipun mereka sering berperan dalam pengelolaan hasil hutan bukan kayu (HHBK) dan subsistensi keluarga. Ketidakhadiran perempuan mungkin disebabkan oleh kendala sosial budaya yang menempatkan mereka pada tugas domestik dan menganggap bahwa pekerjaan pertanian dan kehutanan adalah ranah laki-laki [20]. Kondisi ini dapat menghambat akses perempuan terhadap pengetahuan, teknologi, dan sumber daya yang penting dalam pengelolaan agroforestri dan penerapan teknologi seperti biochar, yang krusial untuk keberlanjutan pertanian dan kesejahteraan rumah tangga [21].

Untuk mengatasi isu ini, program pengabdian perlu lebih inklusif dengan menyediakan ruang partisipasi bagi perempuan. Pendekatan yang mempertimbangkan waktu yang fleksibel, pengurangan beban kerja domestik, serta pelatihan yang sesuai dengan kebutuhan perempuan dapat meningkatkan

keterlibatan mereka. Langkah ini sejalan dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan ke-5 tentang kesetaraan gender, yang menekankan pentingnya akses setara bagi perempuan terhadap sumber daya alam dan pengambilan keputusan [22]. Dengan melibatkan perempuan secara aktif, program pengabdian akan lebih efektif dalam memberdayakan seluruh komunitas dan mencapai hasil yang lebih berkelanjutan.



a.



b.

Gambar 1. Pelaksanaan Pre-test (a), Ceramah dan diskusi (b)

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Gapoktanhut Pujo Makmur berjalan dengan lancar dan tertib, diikuti dengan antusiasme tinggi dari para peserta (Gambar 2). Hal ini terlihat dari partisipasi aktif para petani dalam sesi diskusi, di mana mereka mengajukan berbagai pertanyaan terkait topik yang disampaikan. Tema kegiatan, yaitu peran biochar sebagai pembenah tanah, sangat relevan dengan permasalahan yang mereka hadapi, yakni penurunan kesuburan lahan akibat intensifikasi pertanian dan tingginya harga pupuk kimia. Dalam konteks pengelolaan lahan Hutan Kemasyarakatan (HKm) yang dikelola secara agroforestri, penggunaan biochar menjadi solusi yang dianggap tepat karena dapat meningkatkan kualitas tanah secara berkelanjutan, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan retensi air dan nutrisi [15]. Biochar juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia yang semakin mahal, sebuah masalah yang sering kali menjadi beban bagi petani dalam upaya mempertahankan produktivitas lahan mereka [18].



a.

b.

Gambar 2. Proses evaluasi : pelaksanaan post-test (a), feedback session (b)

Partisipasi aktif peserta dalam kegiatan ini menunjukkan tingginya tingkat ketertarikan terhadap topik yang disampaikan, terutama karena manfaat biochar secara langsung berkaitan dengan upaya peningkatan produktivitas pertanian dan keberlanjutan ekosistem agroforestri. Selain itu, pelatihan ini memberikan wawasan baru mengenai teknik pembuatan dan aplikasi biochar, yang tidak hanya mampu memperbaiki kesuburan tanah tetapi juga berpotensi mengurangi biaya produksi melalui pengurangan penggunaan pupuk kimia [19]. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini tidak hanya meningkatkan pengetahuan peserta, tetapi juga memberikan solusi praktis yang dapat segera diimplementasikan dalam pengelolaan lahan mereka, yang pada akhirnya akan berdampak pada peningkatan kesejahteraan masyarakat setempat.

Demonstrasi pemilihan bahan baku, pembuatan dan aplikasi biochar dalam pelatihan tersebut berjalan lancar dan sukses, meskipun hanya disampaikan melalui media audio-visual. Teknologi pembuatan biochar dan asap cair yang mudah dipahami melalui media tersebut mampu meningkatkan pengetahuan afektif dan psikomotorik peserta. Para petani menunjukkan ketertarikan yang besar dan merasa terdorong untuk mencoba serta mengaplikasikan biochar dan asap cair pada lahan pertanian mereka. Ini menunjukkan bahwa penggunaan media audio-visual tetap efektif dalam memberikan pemahaman yang mendalam dan praktis kepada masyarakat. Penelitian telah membuktikan bahwa metode demonstrasi melalui media audio-visual efektif dalam meningkatkan keterampilan praktis peserta, karena memungkinkan visualisasi proses secara lebih jelas dan detail, sehingga peserta dapat memahami langkah-langkah secara menyeluruh [23].

Evaluasi Kegiatan

Secara umum, tingkat pengetahuan (*kognitif*), pola pikir (*afektif*), dan keterampilan (*psikomotorik*) peserta sebelum mengikuti kegiatan pengabdian

tergolong sangat rendah. Namun, setelah mengikuti pelatihan, kemampuan tersebut mengalami peningkatan yang signifikan, dengan kategori meningkat dari rendah menjadi tinggi hingga sangat tinggi. Perubahan kemampuan petani anggota Gapoktanhut Pujo Makmur setelah mengikuti kegiatan secara lengkap disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Peningkatan kemampuan khalayak sasaran pada ranah kognitif, afektif dan psikomotorik sebagai dampak partisipasi pada kegiatan.

No	Ranah	Komponen Penilaian	Sebelum		Sesudah	
			Skor	Kategori	Skor	kategori
1	Kognitif	Definisi biochar	24,2	Kurang	85,3	Sangat Baik
		Peran biochar dalam perbaikan sifat fisik tanah	39,6	Kurang	80,1	Baik
		Peran biochar dalam perbaikan sifat kimia tanah	28,4	Kurang	87,6	Sangat baik
		Peran biochar dalam perbaikan sifat biologi tanah	44,2	Kurang	84,8	baik
2	Afektif	Kepedulian masyarakat dalam mitigasi perubahan iklim melalui aplikasi biochar	56,8	Kurang	86,8	Sangat baik
		Kemauan dan keinginan masyarakat untuk mengaplikasikan biochar sebagai bagian dari pertanian regeneratif	48,5	Kurang	90,3	Sangat baik
3	Psiko-motorik	Keterampilan masyarakat dalam memilih biomasa sebagai bahan baku biochar	43,1	Kurang	87,2	Sangat baik
		Keterampilan masyarakat dalam membuat alat pirolisator sederhana	20,8	Kurang	83,3	Baik
		Keterampilan masyarakat dalam membuat biochar	35,7	Kurang	82,8	Baik
		Keterampilan masyarakat dalam aplikasi biochar sebagai pembenah tanah	32,8	Kurang	82,7	Baik

Ranah Pengetahuan (*Kognitif*)

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Gapoktanhut Pujo Makmur menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan kognitif petani terkait biochar, khususnya dalam memahami definisi, serta perannya dalam perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Sebelum pelatihan, pengetahuan petani tentang biochar berada pada tingkat yang sangat

rendah, namun setelah mengikuti kegiatan, kemampuan kognitif mereka meningkat secara signifikan, dengan sebagian besar peserta mencapai tingkat pemahaman yang baik hingga sangat baik.

Pertama, pemahaman tentang definisi biochar menjadi sangat penting sebagai dasar bagi petani untuk memahami teknologi ini. Biochar didefinisikan sebagai hasil dari pirolisis biomassa organik pada suhu tinggi dengan sedikit atau tanpa oksigen, yang dihasilkan untuk aplikasi tanah guna memperbaiki kesuburan tanah serta mitigasi perubahan iklim [15]. Setelah pelatihan, petani memahami bahwa biochar bukan hanya produk sisa pembakaran, tetapi merupakan teknologi yang dapat memberikan manfaat jangka panjang untuk tanah dan lingkungan.

Kedua, peran biochar dalam perbaikan sifat fisik tanah menjadi fokus utama pelatihan. Biochar memiliki kemampuan untuk meningkatkan porositas tanah, mengurangi kepadatan tanah, serta meningkatkan retensi air dan drainase [18]. Petani yang sebelumnya kurang memahami manfaat biochar dalam perbaikan fisik tanah, setelah pelatihan menjadi lebih sadar akan dampaknya dalam meningkatkan struktur tanah yang lebih gembur, yang memungkinkan akar tanaman tumbuh lebih baik dan mengurangi risiko erosi tanah, terutama di lahan-lahan miring yang menjadi karakteristik agroforestri di kawasan tersebut.

Ketiga, pemahaman mengenai peran biochar dalam perbaikan sifat kimia tanah juga meningkat secara signifikan. Biochar mampu meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, memperbaiki ketersediaan hara, serta menurunkan keasaman tanah [24]. Setelah pelatihan, petani memahami bahwa penggunaan biochar dapat mengurangi ketergantungan mereka terhadap pupuk kimia yang mahal, karena biochar secara alami dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, dan kalium di dalam tanah. Pemahaman ini sangat relevan dengan kebutuhan petani untuk mempertahankan produktivitas lahan sambil mengurangi biaya produksi.

Keempat, peran biochar dalam perbaikan sifat biologi tanah juga menjadi pengetahuan baru yang diterima dengan baik oleh peserta pelatihan. Biochar mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, yang pada gilirannya memperbaiki proses dekomposisi bahan organik dan siklus hara [15]. Dengan peningkatan pengetahuan ini, petani mulai menyadari bahwa biochar tidak hanya memperbaiki aspek fisik dan kimia tanah, tetapi juga mendorong keseimbangan ekosistem mikroba di dalam tanah, yang penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan.

Secara keseluruhan, peningkatan kemampuan kognitif petani dalam memahami biochar sebagai pembenah tanah mencerminkan keberhasilan

pelatihan yang tidak hanya memberikan pengetahuan teoritis, tetapi juga solusi praktis yang relevan dengan masalah yang dihadapi petani. Peningkatan pemahaman ini sangat penting dalam mendukung transformasi pertanian yang lebih berkelanjutan di lahan Hutan Kemasyarakatan (HKm) Gapoktanhut Pujo Makmur.

Ranah Pola Fikir (Afektif)

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Gapoktanhut Pujo Makmur menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan afektif petani, khususnya terkait dengan kepedulian terhadap mitigasi perubahan iklim dan kemauan untuk mengaplikasikan biochar sebagai bagian dari pertanian regeneratif. Sebelum pelatihan, tingkat kepedulian dan keinginan masyarakat dalam mengadopsi praktik-praktik ramah lingkungan seperti biochar tergolong sangat rendah. Namun, setelah pelatihan, terjadi peningkatan yang signifikan dalam sikap mereka, yang tercermin dari kesadaran yang lebih tinggi akan pentingnya tindakan mitigasi dan keinginan kuat untuk menerapkan biochar dalam praktik pertanian sehari-hari.

Pertama, peningkatan kepedulian masyarakat terhadap mitigasi perubahan iklim melalui aplikasi biochar menjadi salah satu hasil yang paling menonjol dari kegiatan pengabdian ini. Biochar, sebagai pembenah tanah, memiliki kemampuan untuk menyerap karbon dioksida dari atmosfer dan menyimpannya dalam tanah, sehingga mengurangi emisi gas rumah kaca yang berkontribusi pada perubahan iklim [19]. Setelah mengikuti pelatihan, para petani menunjukkan peningkatan kesadaran akan peran mereka dalam menghadapi tantangan global ini. Mereka memahami bahwa aplikasi biochar tidak hanya bermanfaat bagi peningkatan produktivitas pertanian, tetapi juga memberikan kontribusi nyata dalam mengurangi dampak negatif perubahan iklim melalui penyerapan karbon dan peningkatan kapasitas retensi air tanah, yang membantu mengatasi kekeringan di musim kemarau [15]. Kepedulian ini mencerminkan perubahan sikap yang signifikan, di mana petani tidak lagi hanya berfokus pada manfaat ekonomi jangka pendek, tetapi juga pada keberlanjutan lingkungan dan peran mereka dalam menjaga ekosistem.

Kedua, kemauan dan keinginan masyarakat untuk mengaplikasikan biochar sebagai bagian dari pertanian regeneratif juga meningkat secara drastis setelah kegiatan pengabdian ini. Sebelum pelatihan, petani umumnya enggan mengadopsi teknologi baru yang dianggap sulit atau mahal. Namun, setelah memahami cara pembuatan dan aplikasi biochar yang mudah dan murah, serta manfaat jangka panjangnya dalam meningkatkan kesuburan tanah, banyak petani menunjukkan keinginan yang kuat untuk mengintegrasikan biochar

.....

dalam praktik pertanian mereka [24]. Pertanian regeneratif, yang berfokus pada pemulihan dan peningkatan kesehatan tanah melalui pendekatan alami, telah terbukti relevan dengan kebutuhan mereka dalam menghadapi tantangan penurunan kesuburan tanah dan tingginya biaya pupuk kimia [14]. Melalui pelatihan ini, petani mulai mengubah pola pikir mereka dan menyadari bahwa praktik regeneratif seperti aplikasi biochar bukan hanya solusi jangka pendek, tetapi merupakan strategi berkelanjutan yang dapat memperbaiki ekosistem pertanian mereka sekaligus meningkatkan kesejahteraan jangka panjang.

Secara keseluruhan, peningkatan kemampuan afektif petani dalam hal kepedulian terhadap perubahan iklim dan keinginan untuk menerapkan biochar mencerminkan keberhasilan program pengabdian ini dalam membentuk sikap positif dan kesadaran kritis terhadap pentingnya pertanian berkelanjutan. Perubahan ini menunjukkan bahwa petani tidak hanya memperoleh pengetahuan baru, tetapi juga termotivasi untuk bertindak secara proaktif dalam menghadapi tantangan lingkungan dan meningkatkan kualitas pertanian mereka.

Ranah Keterampilan (*Psikomotorik*)

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Gapoktanhut Pujo Makmur menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan psikomotorik petani, khususnya dalam aspek keterampilan yang terkait dengan biochar. Peningkatan ini meliputi keterampilan dalam memilih biomassa sebagai bahan baku biochar, pembuatan alat pirolisator sederhana, pembuatan biochar, dan aplikasi biochar sebagai pembenah tanah. Sebelum pelatihan, tingkat keterampilan petani dalam semua aspek tersebut tergolong sangat rendah. Namun, setelah mengikuti pelatihan, keterampilan mereka meningkat secara signifikan, dengan banyak peserta menunjukkan kemampuan yang baik hingga sangat baik.

Pertama, peningkatan keterampilan petani dalam memilih biomassa sebagai bahan baku biochar sangat penting karena kualitas biochar bergantung pada jenis biomassa yang digunakan. Pelatihan ini menekankan bahwa biomassa yang kaya akan karbon, seperti kayu keras, sekam padi, atau sisa-sisa pertanian yang kering, sangat ideal untuk menghasilkan biochar berkualitas tinggi [15]. Setelah pelatihan, para petani mampu secara efektif mengidentifikasi biomassa yang paling sesuai untuk menghasilkan biochar, dengan mempertimbangkan ketersediaan lokal dan potensi manfaatnya. Kesadaran ini memberikan mereka fleksibilitas dalam memanfaatkan sumber daya yang ada di sekitar mereka, sehingga meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam produksi biochar.

Kedua, pelatihan juga memberikan dampak signifikan pada keterampilan petani dalam membuat alat pirolisator sederhana. Sebelum pelatihan, sebagian besar petani belum memiliki pengetahuan tentang cara membuat alat pirolisator. Namun, melalui demonstrasi yang diberikan selama pelatihan, mereka berhasil memahami cara merakit alat sederhana yang mampu melakukan proses pirolisis dengan efisien. Pirolisator sederhana ini dapat dibangun menggunakan bahan lokal seperti drum logam dan pipa, yang sangat terjangkau bagi petani dengan keterbatasan sumber daya. Keterampilan ini penting karena pirolisis merupakan proses inti dalam produksi biochar, dan kemampuan untuk membuat alat ini memastikan petani dapat memproduksi biochar secara mandiri [18].

Ketiga, keterampilan petani dalam membuat biochar juga mengalami peningkatan yang signifikan. Mereka tidak hanya memahami proses pirolisis tetapi juga dapat melakukan sendiri seluruh tahapan, mulai dari memasukkan biomassa ke dalam pirolisator, mengendalikan suhu pirolisis, hingga menghasilkan biochar berkualitas. Peningkatan keterampilan ini mengindikasikan bahwa para petani siap untuk memproduksi biochar secara berkelanjutan dan menerapkannya di lahan mereka sendiri. Biochar yang diproduksi dari biomassa lokal memiliki manfaat besar dalam meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, yang mahal dan berdampak negatif pada lingkungan [24].

Keempat, peningkatan dalam keterampilan aplikasi biochar sebagai pembenah tanah menjadi salah satu hasil yang paling signifikan. Petani kini memahami bahwa aplikasi biochar tidak bisa dilakukan sembarangan; biochar harus diaplikasikan dalam dosis yang tepat, disebar merata di tanah, dan diintegrasikan dengan teknik pertanian lainnya, seperti penggunaan pupuk organik. Setelah pelatihan, para petani mampu secara mandiri mengaplikasikan biochar pada lahan agroforestri mereka, dengan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana biochar memperbaiki struktur fisik tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, dan mendukung aktivitas mikrobiologi tanah [19]. Peningkatan keterampilan ini memastikan bahwa para petani tidak hanya memproduksi biochar tetapi juga menggunakannya dengan cara yang tepat untuk memaksimalkan manfaatnya bagi produktivitas pertanian.

Secara keseluruhan, peningkatan keterampilan psikomotorik petani dalam memilih biomassa, membuat alat pirolisator, memproduksi biochar, dan mengaplikasikannya di lahan menunjukkan keberhasilan kegiatan pengabdian dalam memberikan keterampilan praktis yang relevan. Kemampuan ini memungkinkan petani untuk menerapkan biochar sebagai bagian dari pertanian regeneratif, yang tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah, tetapi

juga mendukung keberlanjutan pertanian di wilayah mereka.

Beberapa masukan yang diperoleh selama sesi refleksi (*feedback session*) dari peserta adalah sebagai berikut:

1. Masyarakat mengharapkan pembinaan berkelanjutan melalui pendampingan dari perguruan tinggi dalam pengelolaan Hutan Kemasyarakatan (HKM) di wilayah Gapoktanhut Pujo Makmur.
2. Masyarakat menginginkan pelatihan tentang pengkayaan biochar dengan pupuk organik sebagai upaya perbaikan lahan dengan metode yang ramah lingkungan.
3. Masyarakat mengusulkan pelatihan pembuatan pirolisator yang dapat menghasilkan asap cair untuk dimanfaatkan sebagai pestisida nabati..

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Gapoktanhut Pujo Makmur telah berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani secara signifikan dalam berbagai aspek terkait pemanfaatan biochar. Kegiatan ini berfokus pada pemberdayaan petani melalui pemahaman tentang peran biochar sebagai pembenah tanah dan mitigator perubahan iklim, serta keterampilan praktis dalam memilih biomassa, membuat alat pirolisator, dan memproduksi serta mengaplikasikan biochar di lahan pertanian.

Peningkatan kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotorik para petani menunjukkan bahwa pelatihan ini berhasil memberikan solusi praktis terhadap masalah penurunan kesuburan tanah dan mahalnya harga pupuk kimia. Biochar terbukti mampu meningkatkan kualitas tanah secara berkelanjutan, memperbaiki struktur fisik, kimia, dan biologi tanah, serta mengurangi ketergantungan pada input kimia. Selain itu, adanya masukan dari peserta terkait perlunya pendampingan berkelanjutan, pelatihan tambahan tentang pengkayaan biochar dengan pupuk organik, serta pelatihan pembuatan pirolisator menegaskan tingginya minat dan kebutuhan masyarakat untuk terus mengembangkan praktik pertanian regeneratif di wilayah mereka.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas dukungan dana melalui Program Pengabdian Kepada Masyarakat Program DIPA Fakultas Tahun 2024 untuk pelaksanaan kegiatan ini. Kegiatan ini dapat berlangsung dengan lancar berkat bantuan dan dukungan kepala Gapoktanhut Pujo Makmur dan seluruh masyarakat Desa Banjaran, serta bantuan dosen dan mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas

Pertanian Unila, Ir. Indriyanto, M.P., Surnayanti, S. Hut., M.Si., Trio Santoso, S.Hut., M. Sc., Machya Kartika Tsani, S.Hut., M.Sc. dan Muhammad Umar Fadli.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Singh, M., Thakur, T., & Maji, S. Agroforestry systems and their management in relation to nutrient cycling: A review. *Agroforestry Systems*, 92, 1235-1254, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0229-4>
- [2] Reijers, V. S., De Beenhouwer, M., Aerts, R., & Honnay, O. Linking forest management, plant diversity and ecosystem services: A review and a conceptual framework. *Ecological Indicators*, 103, 21-32, 2019
- [3] Jose, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*, 93(4), 857-871, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00360-5>
- [4] van Noordwijk, M., Speelman, E. N., & Suprayogo, D.. Agroforestry: Functional biodiversity in managed ecosystems. *Annual Review of Environment and Resources*, 42, 1-24, 2017. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060935>
- [5] Aerts, R., Honnay, O., & Van Nieuwenhuyse, A. Biodiversity and ecosystem services in forests and agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*, 381, 145-159, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.09.008>
- [6] Liu, Y., Zhou, J., & Zhang, J. Managing soil health through sustainable fertilization practices: An overview. *Journal of Environmental Management*, 289, 112482, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112482>
- [7] Zhang, H., Sun, Y., Wang, Z., & Li, S. Impacts of chemical fertilizers on soil organic matter content and microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 124, 13-23, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.05.010>
- [8] Huang, M., Yang, L., Qin, H., Jiang, L., & Zou, Y. Soil microbial community and function shift in response to continuous pesticide application. *Applied Soil Ecology*, 143, 124-133, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.06.003>
- [9] Chen, J., Liu, X., & Wu, J. Impact of agricultural practices on soil quality and farmers' income: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121644, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121644>
- [10] Jiang, X., Li, H., Wang, J., & Deng, S. Sustainable agriculture: The role of biochar, organic fertilizers, and crop rotation in soil health restoration. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 323, 107685, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107685>
- [11] Xia, Z., Wang, F., Sun, B., & Gao, H. Integrated agroforestry systems for sustainable soil fertility and crop yield in degraded landscapes. *Agroforestry Systems*, 95(2), 321-334, 2021.

- <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00564-1>
- [12] Gapoktanhut Pujo Makmur. Profil Gabungan Kelompok Tani Hutan Pujo Makmur. Desa Banjaran Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran, Lampung, 2021.
- [13] Warsito, R. Pemanfaatan ruang tumbuh di bawah tegakan. Komunikasi individu secara langsung pada tanggal 1 Mei, 2024.
- [14] LaCanne, C. E., & Lundgren, J. G. Regenerative agriculture: Merging farming and natural resource conservation profitably. *PeerJ*, 6, e4428, 2018. <https://doi.org/10.7717/peerj.4428>
- [15] Lehmann, J., & Joseph, S. Biochar for environmental management: Science, technology, and implementation. Routledge, 2015. <https://doi.org/10.4324/9781849770552>
- [16] González-Pérez, J. A., González-Vila, F. J., Almendros, G., & Knicker, H. The effect of fire on soil organic matter: A review. *Environmental International*, 31(6), 833-849, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2005.05.003>
- [17] Shibu, J. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1-10, 2009. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>
- [18] Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - A review. *Biology and Fertility of Soils*, 35(4), 219-230, 2002. <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0466-4>
- [19] Woolf, D., Amonette, J. E., Street-Perrott, F. A., Lehmann, J., & Joseph, S. Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications*, 1, 56, 2010. <https://doi.org/10.1038/ncomms1053>
- [20] Kiptot, E., & Franzel, S. Gender and agroforestry in Africa: Are women participating? World Agroforestry Centre (ICRAF) Working Paper, 143, 1-24, 2012. <https://doi.org/10.5716/WP12096.PDF>
- [21] Agarwal, B. Gender equality, food security, and the sustainable development goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 34, 26-32, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.07.002>
- [22] United Nations (UN). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations, 2015.
- [23] Höffler, T. N., & Leutner, D. The role of visualizations in learning. *Educational Psychology Review*, 23(3), 365-378, 2011. <https://doi.org/10.1007/s10648-011-9153-6>
- [24] Schmidt, H. P., & Pandit, B. H. The Biochar Revolution: How biochar can transform agriculture and help combat climate change. Routledge, 2022.