

**PENGEMBANGAN BIOCHAR DARI LIMBAH MANGROVE SEBAGAI SOLUSI
RAMAH LINGKUNGAN BAGI MASYARAKAT PESISIR***Developing Biochar from Mangrove Waste as an Environmentally Friendly Solution for
Coastal Communities***Intan Fajar Suri¹, Nur Afni Afrianti^{2*}, Muhammad Gilang Arindra Putra³, Berta Putri³,
Wahyu Hidayat¹, Faiz Al Qorny¹, Nila Aulia Bilqis Alfauzizah¹**¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung²Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung³Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar
Lampung*Korespondensi : nur.afni@fp.unila.ac.id**ABSTRAK**

Ekosistem mangrove merupakan salah satu potensi alam yang umum dimiliki oleh wilayah pesisir Provinsi Lampung dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekologi pesisir serta mendukung perekonomian masyarakat. Namun demikian, upaya pemanfaatan limbah biomassa mangrove belum optimal. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan keterampilan serta akses masyarakat di wilayah pesisir terhadap teknologi tepat guna dalam pengelolaan limbah biomassa mangrove. Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk memberdayakan masyarakat pesisir, khususnya di Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung, melalui pelatihan dan pendampingan dalam pengolahan limbah mangrove menjadi biochar. Kegiatan ini dilakukan dengan pendekatan *Participatory Learning and Action* (PLA). Teknologi yang digunakan adalah metode *single drum kiln* yang dapat dioperasikan pada skala rumah tangga. Tahapan kegiatan meliputi sosialisasi atau penyampaian materi oleh tim, pelatihan dan pendampingan teknis dalam pengolahan limbah mangrove menjadi biochar, serta evaluasi kegiatan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa kegiatan ini telah berhasil memberdayakan masyarakat melalui pengelolaan limbah mangrove menjadi biochar. Proses produksi biochar dengan metode *single drum kiln* dapat dilakukan dengan baik oleh masyarakat karena sederhana dan murah. Unit produksi biochar mulai terbentuk. Kegiatan ini telah berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta terkait pengelolaan limbah mangrove menjadi biochar secara signifikan, dengan persentase responden yang sangat memahami di akhir kegiatan sebesar 80%.

Kata Kunci: Biochar, Limbah Biomassa, Mangrove, Metode *Single Drum Kiln*, Pelatihan, Pendampingan

ABSTRACT

The mangrove ecosystem is a natural resource common to Lampung Province's coastal areas, playing a vital role in maintaining the coast's ecological balance and supporting community livelihoods. However, efforts to utilize mangrove biomass waste have not been optimized. This is due to limited skills and access to appropriate technology among coastal communities in managing mangrove biomass waste. The purpose of this community service



activity is to empower coastal communities, particularly in the Cuku Nyinyi Ecotourism Village, Pesawaran Regency, Lampung Province, through training and mentoring in processing mangrove waste into biochar. The activity is carried out using a Participatory Learning and Action (PLA) approach. The technology used is a single drum kiln method that can be operated at the household level. The activity stages include team socialization or delivery of materials, training and technical mentoring on processing mangrove waste into biochar, and activity evaluation. The results of the activity show that this activity has succeeded in empowering the community through the activity of managing mangrove waste into biochar, the single drum kiln method of biochar production can be carried out well by the community because it is simple and inexpensive, biochar production units are starting to form, this activity has succeeded in increasing the knowledge and skills of participants related to the management of mangrove waste into biochar significantly with the percentage of respondents who really understand at the end of the activity being 80%.

Keywords: Biochar, Biomass Waste, Mangrove, Single Drum Kiln Method, Training, Mentoring

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu potensi alam yang umum dimiliki wilayah pesisir Provinsi Lampung. Damsir *et al.* (2015) menjelaskan bahwa Provinsi Lampung memiliki luas areal mangrove sebesar 9.054,9 ha. Ekosistem ini memiliki peran penting bagi masyarakat di wilayah pesisir. Menurut Kusmana (2015), hutan mangrove merupakan salah satu sumber daya terbarukan. Hutan mangrove memiliki manfaat ekologi, ekonomi, dan sosial bagi masyarakat sekitar. Pengelolaan hutan ini harus didasarkan pada prinsip-prinsip berkelanjutan (*sustainable*) agar kebutuhan masyarakat dapat terpenuhi tanpa merusak lingkungan. Pada pengelolaan hutan mangrove, salah satu kegiatan yang dibutuhkan untuk menjaga keberlanjutan dan fungsi ekologis ekosistem mangrove adalah pemeliharaan mangrove, misalnya mengganti tanaman mati (penyulaman), menjaga jalur akses, serta melindungi bibit. Menurut Utomo *et al.* (2017), ekosistem mangrove menghasilkan biomassa dalam jumlah besar berupa daun gugur, ranting, dan kayu mati. Ketika dilakukan pemeliharaan hutan mangrove (misalnya penjarangan, peremajaan, atau rehabilitasi), dapat terjadi pemotongan pohon-pohon yang mati atau yang tidak tumbuh secara optimal. Sehingga menghasilkan limbah organik alami

(biomassa) berupa kayu-kayu pohon yang sudah mati secara alami ataupun akar atau batang pohon mangrove hasil penjarangan untuk peremajaan tanaman.

Pemanfaatan limbah biomassa mangrove saat ini belum optimal. Penyebabnya adalah keterbatasan keterampilan serta akses masyarakat di wilayah pesisir terhadap teknologi tepat guna. Limbah kayu tersebut biasanya dibiarkan membusuk atau dibakar, yang kemudian menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, salah satunya berupa emisi gas rumah kaca. Padahal, ekosistem mangrove sendiri, dengan berbagai macam penggunaannya, juga menjadi salah satu sumber gas rumah kaca (Arifanti, 2024). Selain itu, pembakaran kayu juga berdampak pada kesehatan (Pallegedara & Kumara, 2021). Limbah biomassa ini berpotensi dijadikan bahan baku biochar dan merupakan bagian dari pendekatan ekonomi sirkular serta pengelolaan ekosistem yang berkelanjutan, tanpa merusak keberlanjutan ekosistem mangrove. Pendekatan ini mendukung prinsip pemanfaatan berkelanjutan dan konservasi lingkungan.

Biochar adalah arang hayati yang dihasilkan melalui proses pirolisis biomassa dan memiliki manfaat sebagai pembenah tanah, penyerap logam berat, serta penyimpan karbon. Biochar merupakan material kaya karbon yang berasal dari biomassa organik yang diproses secara



termokimia (pirolisis dan karbonisasi hidrotermal) dengan kadar oksigen rendah. Biochar memiliki peranan besar dalam memperbaiki kualitas lingkungan, baik tanah maupun air (Barbosa *et al.*, 2025; Mendioroz *et al.*, 2025).

Saat ini, banyak tanah pertanian mengalami degradasi akibat penggunaan intensif tanpa berlandaskan konsep konservasi tanah dan air. Penggunaan biochar pada tanah yang terdegradasi mampu meningkatkan kesuburan tanah, baik secara fisik, kimia, maupun biologi. Secara fisik, biochar mampu meningkatkan porositas tanah yang berkaitan erat dengan ketersediaan air dan udara di dalam tanah. Secara kimia, keberadaan biochar mampu meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan dan menyediakan hara. Secara biologi, biochar menjadi sumber karbon bagi organisme tanah dan dapat menjadi ruang hidup (habitat) bagi berbagai organisme tersebut. Biochar juga dikenal memiliki kemampuan untuk memperbaiki kualitas air dari berbagai bahan pencemar. Menurut Mendioroz *et al.* (2025), untuk aplikasi pada tanah, biochar meningkatkan kesuburan, retensi air, dan aktivitas mikroba, sekaligus mengurangi pencucian hara serta memitigasi toksisitas logam berat. Untuk remediasi air, porositas dan gugus fungsi biochar yang tinggi membuatnya efektif dalam menyerap logam berat, obat-obatan, dan pewarna.

Proses pembuatan biochar dapat dilakukan dengan teknologi sederhana yang memungkinkan masyarakat lokal berperan aktif dalam produksinya. Hal ini menyebabkan di beberapa wilayah pesisir lain di Indonesia, pemanfaatan biochar dari limbah organik telah menunjukkan pengaruhnya terhadap kesejahteraan masyarakat melalui peningkatan produktivitas pertanian dan pendapatan rumah tangga (Sutrisno *et al.*, 2019). Pengaruh ini tentunya tercapai setelah melalui berbagai tahapan, mulai dari mengetahui, memahami, hingga mempraktikkan, yang umumnya diperoleh melalui kegiatan sosialisasi, pelatihan, praktik, pendampingan, penyediaan sarana,

dan lain-lain. Pelatihan berbasis praktik langsung efektif dalam meningkatkan pengetahuan masyarakat desa. Sutrisno *et al.* (2019) menyatakan bahwa penyediaan sarana sederhana dan pendampingan teknis merupakan faktor penting dalam keberhasilan adopsi teknologi di tingkat masyarakat. Pembentukan kelompok usaha masyarakat yang berbasis pada sumberdaya lokal dapat meningkatkan pendapatan dan memperkuat keberlanjutan program berbasis lingkungan. Biochar sendiri memiliki manfaat sebagai pembenah tanah yang dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan menyerap karbon. Selain itu, aplikasi biochar dapat memperbaiki tanah dan memberikan manfaat ekonomi. Hal ini dikarenakan nilai ekonomi dari peningkatan hasil pertanian lebih besar dibandingkan biaya produksi biochar (Sparrevik *et al.*, 2014).

Salah satu teknologi yang digunakan dalam pengelolaan limbah mangrove menjadi biochar adalah metode *Single Drum Kiln*. Metode *Single Drum Kiln* merupakan salah satu teknik sederhana dan murah untuk memproduksi biochar, yaitu arang yang dihasilkan dari pembakaran biomassa (seperti limbah pertanian, ranting, kayu sisa) dalam kondisi terbatas oksigen (pirolisis parsial). Metode ini merupakan metode sederhana yang dapat dioperasikan pada tingkat rumah tangga. Kegiatan ini diharapkan mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan masyarakat Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung, dalam pengolahan limbah mangrove menjadi biochar. Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk memberdayakan masyarakat pesisir, khususnya di Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung melalui pelatihan dan pendampingan pengolahan limbah mangrove menjadi biochar.

METODE

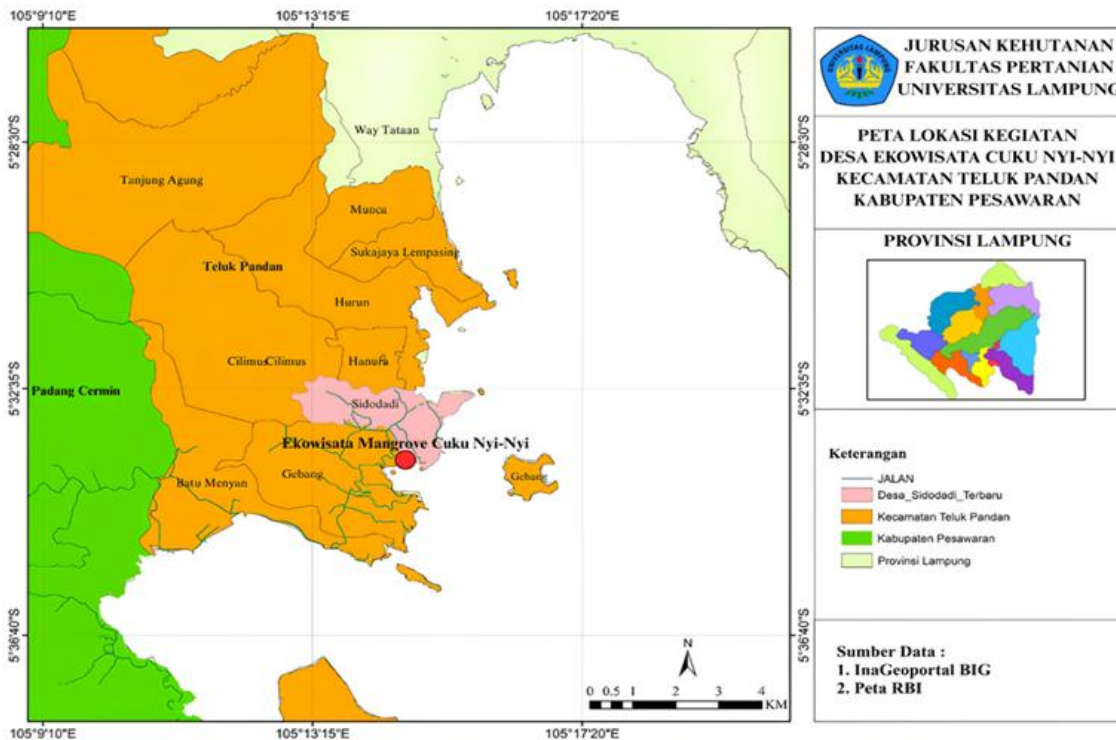
Waktu dan Tempat

Kegiatan pengabdian berlangsung di Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Desa Sidodadi, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten



Pesawaran, Provinsi Lampung, pada hari Sabtu, 6 September 2025. Peta lokasi kegiatan pengabdian disajikan pada Gambar 1.

mangrove secara tepat serta manfaat yang diperoleh dari kegiatan pengelolaan limbah ini. Selanjutnya adalah kegiatan pelatihan dan pendampingan teknis dalam pengolahan



Gambar 1. Lokasi Pengabdian kepada Masyarakat di Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Desa Sidodadi, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung

Prosedur Pelaksanaan dan Analisis Data

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan dengan pendekatan *Participatory Learning and Action* (PLA), yaitu semua pihak aktif dilibatkan dalam diskusi dan praktik pembuatan produk. Tahapan kegiatan meliputi sosialisasi atau penyampaian materi oleh tim, pelatihan dan pendampingan teknis dalam pengolahan limbah mangrove menjadi biochar, serta evaluasi kegiatan.

Materi yang disampaikan pada kegiatan ini adalah pengenalan ekosistem mangrove dan limbahnya, pengenalan biochar dan manfaatnya, teknik pembuatan biochar (metode *single drum kiln*), serta manfaat pengelolaan limbah mangrove menjadi *biochar* terhadap kelestarian lingkungan. Penyampaian materi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah

limbah mangrove menjadi biochar. Teknologi yang didiseminasikan dalam pengolahan limbah mangrove menjadi biochar ini adalah metode *single drum kiln*, yaitu kegiatan pembakaran biomassa dengan menggunakan oksigen terbatas sehingga dihasilkan biochar/arang alami. Pembuatan biochar dengan metode ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan drum bekas berukuran 90 cm × 60 cm (tinggi × diameter). Teknologi ini merupakan teknologi sederhana yang dapat dioperasikan pada tingkat rumah tangga. Evaluasi kegiatan dilakukan sebelum sosialisasi (*pre-test*) dan pada akhir kegiatan pelatihan dan pendampingan (*post-test*). Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui persentase peningkatan pemahaman dan keterampilan masyarakat peserta kegiatan terkait pengelolaan limbah mangrove menjadi biochar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini membahas pemanfaatan limbah mangrove menjadi biochar ramah lingkungan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir. Kegiatan ini dilaksanakan pada hari Sabtu, 6 September 2025, di Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Desa Sidodadi, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Salah satu permasalahan yang ada di wilayah ini adalah keberadaan limbah biomassa hutan mangrove. Utomo *et al.* (2017) menyatakan bahwa biomassa yang dihasilkan dari ekosistem mangrove memiliki jumlah yang cukup besar. Tidak sedikit limbah berupa kayu-kayu pohon yang sudah mati secara alami, ataupun akar atau batang pohon mangrove. Limbah dalam bentuk kayu-kayu pohon yang sudah mati secara alami ataupun akar atau batang pohon mangrove ini dapat dihasilkan dari kegiatan pemeliharaan hutan mangrove, seperti kegiatan penjarangan, peremajaan, rehabilitasi, atau pemotongan pohon-pohon yang mati atau yang tidak tumbuh optimal. Limbah ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan biochar. Berdasarkan hasil prasarvei, masyarakat di sekitar hutan mangrove, Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Desa Sidodadi, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung menyatakan bahwa mereka belum memahami dengan benar pengelolaan limbah biomassa mangrove menjadi bahan tertentu yang bermanfaat, termasuk metode agar biomassa tersebut diolah menjadi biochar atau yang mereka kenal sebagai arang alami. Batasan pengetahuan yang dimiliki masyarakat adalah arang yang dibuat dengan cara dibakar, namun belum memahami bagaimana agar pembakaran yang terjadi tidak sampai menjadi abu. Selain itu, masyarakat juga belum mengetahui peran biochar dalam meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki kualitas lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan ini diperlukan agar masyarakat memahami cara yang tepat dan sederhana dalam mengelola limbah biomassa mangrove serta dapat

melakukannya secara mandiri pada skala rumah tangga.

Teknologi yang diperkenalkan pada kegiatan ini adalah teknologi pembuatan biochar dengan metode *single drum kiln* yang sesuai untuk digunakan pada limbah organik alami (biomassa) mangrove. Metode ini termasuk metode sederhana, baik dari peralatan yang digunakan maupun praktiknya dan sifatnya dapat dilaksanakan pada skala rumah tangga. Menurut Hidayat *et al.* (2023), metode ini dipilih karena sederhana, efisien, dan dapat menggunakan peralatan yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar, sehingga memungkinkan masyarakat mengoperasikannya secara mandiri di tingkat rumah tangga.

Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini meliputi beberapa tahap. Tahap pertama, tahap sosialisasi atau penyampaian materi oleh tim pengabdian. Pada tahapan ini disampaikan berbagai materi terkait pengelolaan limbah biomassa mangrove menjadi biochar, yaitu pengenalan ekosistem mangrove dan limbahnya, pengenalan biochar dan manfaatnya, teknik pembuatan biochar (metode *single drum kiln*), serta manfaat pengelolaan limbah mangrove menjadi biochar terhadap kelestarian lingkungan.

Pada materi pengenalan ekosistem mangrove dan limbahnya, masyarakat diperkenalkan pada keberadaan ekosistem mangrove sebagai bagian dari ekosistem pesisir yang penting bagi masyarakat dan lingkungan. Kusmana (2015) menyatakan bahwa hutan mangrove mempunyai berbagai manfaat bagi masyarakat di sekitar hutan mangrove, di antaranya adalah manfaat ekologi, manfaat ekonomi, dan manfaat sosial. Manfaat ekologi (lingkungan) hutan mangrove di antaranya adalah berfungsi sebagai benteng alami dari abrasi pantai dan intrusi air laut (Utomo *et al.*, 2017), penyerapan emisi karbon, serta sebagai habitat bagi berbagai spesies makhluk hidup. Manfaat ekonomi dan sosial bagi masyarakat di antaranya adalah masyarakat diperkenalkan pada berbagai jenis tanaman mangrove yang memiliki manfaat ekologis



dan ekonomis, serta diberikan pemahaman mengenai dampak negatif jika ekosistem mangrove tidak dilestarikan dengan baik. Selain itu, hutan mangrove jika dikelola dapat menjadi area ekowisata ataupun eduwisata, kesadaran lingkungan, meminimalkan terjadinya kerusakan lingkungan yang berdampak pada masyarakat. Selain itu, mangrove juga menghasilkan berbagai limbah, seperti kayu-kayu pohon yang mati secara alami ataupun akar atau batang pohon mangrove hasil pemeliharaan, yang dapat dimanfaatkan jika dikelola dengan baik, salah satunya dengan diolah menjadi biochar (Utomo et al., 2017).

Pada materi pengenalan biochar dan manfaatnya, masyarakat diperkenalkan pada definisi biochar, kandungan biochar, serta manfaatnya dalam meningkatkan kualitas tanah dan lingkungan. Selain itu juga disampaikan mengenai potensi biochar sebagai produk bernilai guna, bernilai ekonomi. Nilai ekonomi ini diperoleh dari peningkatan produksi pertanian yang nilainya lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi biochar (Sparrevik et al., 2014), sehingga dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar hutan mangrove. Pada materi pengenalan teknik pembuatan biochar (metode *single drum kiln*), masyarakat dikenalkan tahapan proses pembuatan biochar dari limbah biomassa mangrove dengan metode *single drum kiln*, yang merupakan teknik sederhana dan mudah dikerjakan pada skala rumah tangga, serta keunggulan metode tersebut.

Pada materi pengenalan manfaat pengelolaan limbah mangrove menjadi biochar, masyarakat dikenalkan berbagai manfaat biochar dari berbagai aspek. Hidayat & Prmuga (2024) menyatakan bahwa biochar memiliki beragam manfaat, antara lain sebagai bahan bakar, media pemurnian air, bahan baku industri kosmetik dan farmasi, serta pembenah tanah (*ameliorant*). Yuananto & Utomo (2018) menyampaikan bahwa biochar yang dihasilkan dari limbah biomassa mangrove terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung

sekaligus memperbaiki sifat kimia tanah ultisol, khususnya pH. Penelitian Lumbantoruan (2018) juga melaporkan bahwa aplikasi biochar berbasis limbah jagung dapat meningkatkan pH tanah, memperbaiki serapan hara fosfor (P), serta menekan kebutuhan pupuk NPK hingga 75%. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan biochar tidak hanya berkontribusi terhadap produktivitas tanaman, tetapi juga mendukung praktik pertanian berkelanjutan melalui pengurangan ketergantungan pada pupuk anorganik.

Tahap kedua, tahap pelatihan dan pendampingan teknis pengolahan limbah mangrove menjadi biochar. Teknologi yang didiseminasikan dalam pengolahan limbah mangrove menjadi biochar ini adalah metode *single drum kiln*, yaitu kegiatan pembakaran biomassa dengan menggunakan oksigen terbatas sehingga dihasilkan biochar/arang alami. Pembuatan biochar dengan metode ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan drum bekas berukuran 90 cm × 60 cm (tinggi × diameter). Teknologi ini merupakan teknologi sederhana yang dapat dioperasikan pada tingkat rumah tangga. Pertama-tama, tim memberikan arahan sebelum proses pembuatan biochar dimulai. Proses pembuatan biochar dimulai dengan menyiapkan limbah biomassa mangrove berupa kayu-kayu pohon yang telah mati secara alami, serta akar atau batang pohon mangrove hasil penjarangan untuk peremajaan tanaman (Gambar 2). Sebelum digunakan limbah ini dikeringkan terlebih dulu untuk menurunkan kadar air sehingga lebih mudah mengalami pirolisis. Bahan kering kemudian dimasukkan ke dalam *drum* besi bekas yang berfungsi sebagai tungku sederhana (*single drum kiln*) (Gambar 3), lalu dilakukan proses pirolisis (Gambar 4). Proses ini menghasilkan dua produk utama, yakni biochar (arang hayati) dan asap cair. Menurut Ridhuan et al. (2019), kualitas hasil sangat dipengaruhi oleh suhu, lama pembakaran, serta jenis biomassa yang digunakan. Selama pirolisis berlangsung, bahan dimasukkan secara bertahap sambil diaduk agar pembakaran merata. Setelah volume *drum*





Gambar 2. Limbah Biomassa Mangrove Berupa Kayu-Kayu Pohon yang Sudah Mati Secara Alami di Hutan Mangrove Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Desa Sidodadi, Kecamatan Teluk Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung



Gambar 3. Peletakan Biomassa Limbah pada Tungku/Drum Biochar

terisi penuh, bagian atas *drum* ditutup menggunakan karung goni basah dan lapisan pasir untuk mencegah masuknya oksigen, sehingga proses pirolisis dapat berlangsung secara optimal. Tahap akhir adalah pendinginan *drum* selama 1–2 hari hingga biochar dapat dikeluarkan dan siap dikemas sebagai produk ramah lingkungan (Gambar 5). Biochar merupakan produk padat hasil pirolisis biomassa yang dikenal ramah lingkungan, ekonomis, serta memiliki

beragam manfaat, antara lain sebagai bahan bakar, media pemurnian air, bahan baku industri kosmetik dan farmasi, hingga berfungsi sebagai pembenah tanah (*ameliorant*) (Hidayat & Prmuga, 2024). Selain itu, pada kegiatan ini, tim juga membentuk unit produksi biochar (Gambar 6) sebagai bentuk dukungan kepada masyarakat dalam mengelola limbah mangrove menjadi biochar.



Gambar 4. Proses Pirolisis



Gambar 5. Hasil Pengolahan Limbah Mangrove Menjadi Biochar di Unit Produksi Biochar Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Desa Sidodadi, Kecamatan Teluk Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung



Gambar 6. Unit Produksi Biochar Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Desa Sidodadi, Kecamatan Teluk Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung

Tahap ketiga, tahap evaluasi kegiatan dilakukan sebelum sosialisasi (*pre-test*) dan pada akhir kegiatan pelatihan dan pendampingan (*post-test*) (Tabel 1). Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui persentase peningkatan pemahaman dan keterampilan masyarakat peserta kegiatan terkait pengelolaan limbah mangrove menjadi biochar. Pada kegiatan *pre-test*, peserta diberikan serangkaian pertanyaan yang mencakup definisi biochar, pengetahuan tentang teknik pembuatan biochar sederhana, bentuk pemanfaatan biochar, bahan limbah mangrove yang dapat diolah menjadi biochar, manfaat biochar terhadap kesuburan tanah, hingga cara pemanfaatan biochar sebagai media tanam. Hasil *pre-test* menunjukkan bahwa terdapat 30% responden yang cukup memahami materi dan 70% responden yang belum memahami materi dengan baik. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tingkat pengetahuan awal peserta mengenai topik yang diberikan masih rendah dan belum merata di antara seluruh peserta.

Pada kegiatan *post-test*, peserta diberikan serangkaian pertanyaan yang sama dengan *pre-test*, untuk melihat peningkatan pemahaman peserta terkait materi. Hasil *post-test* menunjukkan peningkatan pemahaman masyarakat terkait pengolahan limbah biochar secara signifikan. Hasil *pre-test* menunjukkan bahwa terdapat 80% responden yang sangat memahami materi ini, namun masih terdapat 20% responden yang belum memahami materi dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa metode pelatihan yang diterapkan efektif dalam mentransfer pengetahuan dan keterampilan kepada para peserta.

Secara umum, pola perubahan nilai menunjukkan adanya *learning gain* yang signifikan, baik pada kelompok dengan pengetahuan awal rendah maupun tinggi (Pryanti & Nasrudin, 2022). Selain itu, keberhasilan pelatihan ini juga ditunjukkan oleh tidak adanya responden yang mengalami penurunan skor pada tahap *post-test*. Justru, seluruh peserta menunjukkan hasil positif dengan capaian skor mendekati skor

Tabel 1. Hasil Evaluasi Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat di Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Desa Sidodadi, Kecamatan Teluk Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung

Responden	Tingkat Pemahaman Masyarakat (%)	
	Sebelum	Sesudah
Responden 1	0%	50%
Responden 2	60%	100%
Responden 3	70%	100%
Responden 4	30%	100%
Responden 5	10%	90%
Responden 6	0%	90%
Responden 7	70%	100%
Responden 8	0%	30%
Responden 9	30%	80%
Responden 10	20%	100%
% Responden belum memahami materi	70%	20%
% Responden cukup memahami materi	30%	0%
% Responden sangat memahami materi	0%	80%

Keterangan: 0 – 50% = belum memahami, 50 – 70% = cukup memahami, dan > 70% = sangat memahami



maksimum (100%). Fakta ini menegaskan bahwa pendekatan partisipatif dan penggunaan teknologi sederhana yang diperkenalkan dalam kegiatan pelatihan mampu meningkatkan keterlibatan peserta serta efektivitas proses pembelajaran.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Desa Sidodadi, Kecamatan Teluk Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung telah berhasil memberdayakan masyarakatnya melalui kegiatan pengelolaan limbah mangrove menjadi biochar, yang bermanfaat bagi tanah dan lingkungan serta memiliki nilai ekonomi dari peningkatan hasil pertanian.
2. Proses produksi biochar menggunakan metode *single drum kiln* dapat dilakukan dengan baik oleh masyarakat karena sederhana dan murah.
3. Unit produksi biochar mulai terbentuk dan mendapat dukungan partisipasi masyarakat, namun perlu penguatan dari sisi teknis dan kelembagaan agar dapat beroperasi secara berkelanjutan.
4. Kegiatan ini telah berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta terkait pengelolaan limbah mangrove menjadi biochar secara signifikan, terlihat dari kenaikan persentase responden yang sangat memahami materi dari 0% menjadi 80%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung atas dukungan pendanaan yang telah memungkinkan terselenggaranya kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Terima kasih pula disampaikan kepada Kepala Desa dan masyarakat Desa Ekowisata Cuku Nyinyi, Desa Sidodadi, Kecamatan Teluk Pidada,

Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung, yang telah mendukung serta berpartisipasi dalam kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifanti, V. B., Candra, R. A., Putra, C. A. S., Asyhari, A., Gangga, A., Ritonga, R. P., Ilman, M., Anggoro, A. W. & Novita, N. (2024). Greenhouse Gas Fluxes of Different Land Uses in Mangrove Ecosystem of East Kalimantan, Indonesia. *Carbon Balance Manage*, 19, 17. <https://doi.org/10.1186/s13021-024-00263-3>
- Barbosa, T. A., Filho, R. R. G., Wisniewski, A. & Mašek, O. (2025). Biochar Physical Degradation: Long-Term Effects as Soil Amendments. *Biomass and Bioenergy*, 203, 108284. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2025.108284>
- Damsir, D., Ansyori, A., Yanto, Y., Erwanda, S., & Purwanto, B. (2023). Pemetaan Areal Mangrove di Provinsi Lampung Menggunakan Citra Sentinel 2-A dan Citra Satelit Google Earth. *Jurnal Pengabdian Kolaborasi dan Inovasi IPTEKS*, 1(3): 207-216. <https://doi.org/10.59407/jpki2.v1i3.37>
- Hidayat, B. & Prmuga, A. (2024). Technique of Biochar Production. *Jurnal Agroteknologi*, 12(3), 1-11. <https://doi.org/10.32734/ja.v12i3.15789>
- Hidayat, W., Riniarti, M., Diantari, R., Talaumbanua, M., Suri, I. F., Utami, M. P., & Alfaridzi, M. (2023). Teknologi Single Drum Kiln untuk Produksi Biochar Limbah Tongkol Jagung di Desa Bangun Sari, Pesawaran. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(10), 4112-4124. <https://doi.org/10.33024/jkpm.v6i10.1731>
- Kusmana, C. (2015). Integrated Sustainable Mangrove Forest Management. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan*



- Lingkungan, 5(1), 1–6.
<https://doi.org/10.29244/jpsl.5.1.1>
- Lumbantoruan, B. R. (2018). *Pemanfaatan Beberapa Jenis Biochar dalam Mengurangi Pemupukan NPK pada Tanaman Jagung (Zea mays L.)*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
<http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/12654>
- Sparrevik, M., Lindhjem, H., Andria, V., Fet, A. M., & Cornelissen, G. (2014). Environmental and Socioeconomic Impacts of Utilizing Waste for Biochar in Rural Areas in Indonesia: A Systems Perspective. *Environmental, Science & Technology*, 48(9), 4664-71.
<https://doi.org/10.1021/es405190q>
- Mendioroz, P., Volpe, M. A., & Casoni, A. I. (2025). Biochar Application for Soil Amendment and Water Remediation: A Critical Review. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 193, 107417.
<https://doi.org/10.1016/j.jaap.2025.107417>
- Ridhuan, K., Irawan, D., Zanaria, Y. & Firmansyah, F. (2019). Pengaruh Jenis Biomassa pada Pembakaran Pirolisis terhadap Karakteristik dan Efisiensi Bioarang-Asap Cair yang Dihasilkan. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 20(1), 18-27.
<https://doi.org/10.23917/mesin.v20i1.7976>
- Sutrisno, D., Widodo, T. W. & Mulyadi, E. (2019). Pemberdayaan Masyarakat Pesisir Melalui Pemanfaatan Biochar untuk Pertanian Lahan Garam. *Jurnal Abdimas*, 23(1), 44–51.
<https://doi.org/10.15294/abdimas.v23i1>
- Pallegedara, A. & Kumara, A. S. (2021). Impacts of Firewood Burning for Cooking on Respiratory Health and Healthcare Utilisation: Empirical Evidence from Sri Lankan Micro-Data. *The International Journal of Health Planning and Management*, 37(1), 465–485.
<https://doi.org/10.1002/hpm.3350>
- Pryanti, W. & Nasrudin, H. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Stad untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik Melalui Metode Blended Learning pada Materi Laju Reaksi. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 508-515.
<https://doi.org/10.33369/pendipa.6.2.508-515>
- Utomo, B., Budiastuty, S., & Muryani, C. (2017). Strategi Pengelolaan Hutan Mangrove Di Desa Tanggul Tlare Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(2), 117-123.
<https://doi.org/10.14710/jil.15.2.117-123>
- Yuananto, H. & Utomo, W.H. (2018). Pengaruh Aplikasi Biochar Tongkol Jagung Diperkaya Asam Nitrat terhadap Kadar C-Organik, Nitrogen, dan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Berbagai Tingkat Kemasaman Tanah. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(1), 655–662.
<https://jtsl.ub.ac.id/index.php/jtsl/article/view/183>

