

Penerapan Teknologi *Co-Compost Biochar* untuk Meningkatkan Produktivitas Sayuran pada Kelompok Tani Mekar Jaya di Desa Sungai Rengas Kalimantan Barat

Rini Suryani*¹, Agusalm Masulili², Edy Syafril Hayat³

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Sains dan Teknologi, Universitas Panca Bhakti, Indonesia

*e-mail: rini.suryani@upb.ac.id

Abstrak

Kelompok Tani Mekar Jaya di Desa Sungai Rengas, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat menghadapi permasalahan produktivitas rendah akibat kondisi tanah pasang surut yang miskin bahan organik. Produktivitas sayuran hanya mencapai 4-6 kg per m² per musim tanam, jauh di bawah potensi optimal 10-12 kg per m². Di sisi lain, desa ini memiliki limbah organik melimpah berupa eceng gondok (500 kg/minggu) dan batok kelapa (500 kg/bulan) yang belum dimanfaatkan optimal. Program Kemitraan Masyarakat ini bertujuan memberdayakan petani melalui pengenalan dan penerapan teknologi co-compost biochar sebagai pembenah tanah berbasis potensi lokal. Metode kegiatan meliputi sosialisasi konsep pertanian berkelanjutan, pelatihan pembuatan co-compost biochar secara partisipatif, pendampingan aplikasi pada demplot sayuran, dan evaluasi menggunakan kuisioner pre-test dan post-test. Kegiatan diikuti 15 anggota Kelompok Tani Mekar Jaya selama enam bulan (Maret-Juli 2025). Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan pada aspek pengetahuan dari 40% menjadi 82% dan keterampilan dari 45% menjadi 87%. Petani mampu memproduksi co-compost biochar secara mandiri dan mengaplikasikannya pada budidaya cabai, bawang daun, kembang kol, dan seledri. Terbentuk kesadaran baru tentang nilai ekonomi limbah organik dan pengurangan ketergantungan terhadap pupuk kimia. Inisiatif pemanfaatan pekarangan sebagai lahan produktif mulai bermunculan di kalangan petani. Teknologi co-compost biochar terbukti menjadi solusi berkelanjutan yang dapat direplikasi di wilayah lahan pasang surut lainnya untuk meningkatkan kesuburan tanah, produktivitas pertanian, dan pengelolaan limbah organik berbasis pemberdayaan masyarakat.

Kata Kunci: Biochar; Co-Compost; Eceng Gondok; Lahan Pasang Surut; Pemberdayaan Petani

Abstract

The Mekar Jaya Farmers' Group in Sungai Rengas Village, Kubu Raya Regency, West Kalimantan faced low agricultural productivity caused by tidal soils with poor organic matter. Vegetable yields reached only 4–6 kg per m² per growing season, far below the optimal potential of 10–12 kg per m². At the same time, the village had abundant organic waste—water hyacinth (500 kg/week) and coconut shells (500 kg/month)—that had not been utilized effectively. This Community Partnership Program aimed to empower farmers through the introduction and application of co-compost biochar technology as a locally sourced soil amendment. The activities included socialization of sustainable agriculture concepts, participatory training on co-compost biochar production, assistance in its application on vegetable demonstration plots, and evaluation using pre-test and post-test questionnaires. The program involved 15 members of the Mekar Jaya Farmers' Group over a six-month period (March–July 2025). The results showed a significant improvement in knowledge from 40% to 82% and in skills from 45% to 87%. Farmers were able to independently produce co-compost biochar and apply it in the cultivation of chili, scallions, cauliflower, and celery. A new awareness emerged regarding the economic value of organic waste and the reduced dependence on chemical fertilizers. Initiatives to utilize home gardens as productive land also began to appear among farmers. Co-compost biochar technology proved to be a sustainable solution that can be replicated in other tidal-land areas to improve soil fertility, agricultural productivity, and organic waste management through community empowerment.

Keywords: Biochar; Co-Compost; Water Hyacinth; Tidal Land; Farmer Empowerment

1. PENDAHULUAN

Kelompok Tani Mekar Jaya yang berlokasi di Desa Sungai Rengas, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat menghadapi tantangan serius dalam pengembangan usaha budidaya sayuran. Kelompok yang beranggotakan 15 petani usia produktif (20-40 tahun) ini mengelola lahan pertanian di kawasan pasang surut dengan produktivitas yang masih jauh dari optimal. Hasil panen sayuran seperti cabai, bawang daun, dan kembang kol hanya mencapai 4-6 kg per m² per musim tanam, padahal potensi produktivitas lahan dapat mencapai 10-12 kg per m². Rendahnya produktivitas ini berdampak langsung pada pendapatan petani dan keberlanjutan usaha tani di wilayah tersebut.

Permasalahan utama yang dihadapi petani adalah kondisi tanah pasang surut yang memiliki tingkat keasaman tinggi, kandungan bahan organik rendah, serta struktur tanah dengan drainase dan aerasi terbatas. Kondisi geografis lahan yang terpengaruh pasang surut air juga membatasi pola tanam, dimana sebagian besar lahan tidak dapat digunakan selama musim pasang. Teknik pemupukan yang masih konvensional dengan dominasi penggunaan pupuk kimia semakin menambah beban biaya produksi tanpa memberikan perbaikan signifikan terhadap kualitas tanah dalam jangka panjang.

Ironisnya, di tengah kendala kesuburan tanah yang rendah, Desa Sungai Rengas justru memiliki potensi limbah organik yang sangat melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal. Eceng gondok yang tumbuh subur di sungai yang melintasi desa tersedia sekitar 500 kg per minggu. Selama ini eceng gondok hanya dipandang sebagai gulma perairan yang mengganggu, padahal memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang dapat diolah menjadi pupuk organik berkualitas (Kakar et al., 2020; Manopo et al., 2024). Limbah batok kelapa dari aktivitas perkebunan mencapai 500 kg per bulan juga tidak termanfaatkan, umumnya hanya ditumpuk atau dibakar sehingga menimbulkan masalah lingkungan. Padahal, batok kelapa mengandung karbon tinggi dengan sifat fisik ideal untuk diolah menjadi biochar (Ding et al., 2016; Masulili et al., 2022; Masulili et al., 2023).

Biochar merupakan material karbon hasil pirolisis biomassa pada suhu tinggi dalam kondisi oksigen terbatas yang berfungsi sebagai pembenah tanah. Biochar memiliki kemampuan meningkatkan retensi air dan serapan unsur hara serta memperbaiki struktur tanah. Ketika biochar dikombinasikan dengan kompos dalam bentuk co-compost biochar, efektivitasnya dalam memperbaiki kualitas tanah dan produktivitas tanaman menjadi lebih optimal (LumWang & Akdeniz, 2023). Antoangelo et al. (2021) melaporkan bahwa co-compost biochar berperan penting dalam memperbaiki kualitas tanah, produktivitas tanaman, dan ameliorasi logam beracun, khususnya pada lahan-lahan marginal, salah satunya tanah pasang surut. Di Indonesia, penelitian Bahri et al. (2020) juga menunjukkan bahwa kombinasi biochar dan pupuk kandang efektif memperbaiki sifat fisik tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman pada tanah Ultisol yang memiliki karakteristik serupa dengan tanah pasang surut. Penelitian lainnya Suryani et al. (2025) menyatakan bahwa penggunaan arang kompos bioaktif (campuran arang dan kompos) yang difermentasikan bersama-sama dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai di tanah Ultisol.

Berdasarkan kondisi tersebut, program pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk memberikan solusi konkret terhadap permasalahan yang dihadapi Kelompok Tani Mekar Jaya. Kegiatan ini memperkenalkan dan melatih petani dalam pemanfaatan teknologi co-compost biochar sebagai pembenah tanah berbasis potensi limbah lokal. Pendekatan pemberdayaan masyarakat yang partisipatif diharapkan dapat meningkatkan kapasitas petani dalam mengolah limbah organik menjadi input produktif pertanian sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia.

Program ini bertujuan untuk: (1) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam pembuatan dan aplikasi co-compost biochar; (2) membentuk kemandirian petani dalam memproduksi pembenah tanah organik secara berkelanjutan; dan (3) meningkatkan produktivitas sayuran pada lahan pasang surut melalui perbaikan kualitas tanah dengan memanfaatkan limbah organik lokal.

2. METODE

Program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Desa Sungai Rengas, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat selama enam bulan dari bulan Maret hingga Juli 2025. Khalayak sasaran adalah seluruh anggota Kelompok Tani Mekar Jaya yang berjumlah 15 orang petani usia produktif (20-40 tahun) yang aktif menjalankan usaha budidaya sayuran di lahan pasang surut. Kegiatan ini menggunakan pendekatan partisipatif yang mengedepankan pemberdayaan masyarakat, dimana petani tidak hanya sebagai penerima manfaat tetapi juga sebagai pelaku aktif dalam setiap tahapan program. Keberhasilan program tidak hanya diukur dari ketercapaian teknis, tetapi juga dari tingkat adopsi teknologi, partisipasi aktif mitra, dan keberlanjutan penerapan di lapangan.

2.1. Tahap Persiapan (Minggu 1-2)

Tahap persiapan dimulai dengan observasi lapangan mendalam untuk mengidentifikasi kondisi riil yang dihadapi mitra, meliputi survei kondisi lahan pertanian, identifikasi jenis dan ketersediaan limbah organik lokal, serta pemetaan permasalahan teknis budidaya sayuran. Koordinasi dilakukan dengan berbagai pihak terkait yaitu Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Kubu Raya, Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Kecamatan Sungai Kakap, Kelompok Tani Mekar Jaya untuk memastikan dukungan dan keberlanjutan program.

Penyusunan program kegiatan dilakukan secara rinci mencakup penetapan jadwal kegiatan, penyiapan materi sosialisasi dan pelatihan, pengadaan bahan baku (eceng gondok, batok kelapa, dekomposer *Trichoderma*, pupuk kandang, sekam padi, dan dedak), serta penyiapan peralatan yang dibutuhkan untuk pembuatan co-compost biochar. Tim pengabdian juga mempersiapkan instrumen evaluasi berupa kuisioner pre-test dan post-test yang akan digunakan untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta.

2.2. Tahap Pelaksanaan (Minggu 3-20)

Sosialisasi dan Edukasi (Minggu 3-4)

Kegiatan sosialisasi dilakukan untuk membangun kesadaran dan motivasi petani tentang pentingnya pemanfaatan limbah organik lokal. Materi sosialisasi mencakup: (1) permasalahan tanah pasang surut dan dampaknya terhadap produktivitas pertanian; (2) potensi pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan baku kompos berkualitas; (3) nilai ekonomi limbah batok kelapa sebagai sumber biochar; (4) konsep co-compost biochar sebagai pembenah tanah ramah lingkungan; dan (5) manfaat ekonomi, ekologi, dan sosial dari penerapan teknologi ini.

Sosialisasi dilakukan secara interaktif dengan melibatkan diskusi kelompok, pemutaran video pembelajaran, dan sesi tanya jawab. Pada sesi ini, petani didorong untuk menyampaikan pengalaman dan kendala yang mereka hadapi selama ini terkait pemupukan dan pengelolaan limbah. Pendekatan dialogis ini bertujuan membangun kepercayaan dan memastikan bahwa solusi yang ditawarkan sesuai dengan kebutuhan riil petani.

Pelatihan Pembuatan Co-Compost Biochar (Minggu 5-12)

Pelatihan dilakukan dengan metode *learning by doing* yang menggabungkan ceramah, demonstrasi langsung, dan praktik mandiri oleh peserta. Pelatihan dibagi menjadi tiga tahapan utama:

Tahap 1: Pembuatan Kompos Eceng Gondok

Peserta dilatih untuk mencacah eceng gondok menjadi potongan kecil (5-10 cm) agar proses dekomposisi berjalan optimal. Eceng gondok yang telah dicacah kemudian dicampur dengan pupuk kandang ayam dan sapi, sekam padi, serta dedak dengan perbandingan yang telah ditentukan hingga merata. Larutan *Trichoderma* yang berfungsi sebagai dekomposer dilarutkan dalam air dan disiramkan secara merata pada campuran bahan hingga mencapai kelembaban optimal (lembap tetapi tidak menetes saat digenggam). Tumpukan kompos ditutup rapat menggunakan terpal dan difermentasi selama kurang lebih 21 hari dengan pembalikan berkala setiap 7 hari. Kompos dinyatakan matang bila volumenya menyusut, berwarna hitam kecoklatan, berbau tanah segar, dan bertekstur remah.

Tahap 2: Produksi Biochar dari Batok Kelapa

Peserta diajarkan teknik pembuatan biochar melalui proses pirolisis sederhana menggunakan drum modifikasi. Batok kelapa yang telah dibersihkan dimasukkan ke dalam drum

dan dibakar dalam kondisi oksigen terbatas dengan cara menutup sebagian lubang udara. Proses pirolisis berlangsung selama 3-4 jam hingga menghasilkan biochar dengan karakteristik berwarna hitam mengkilap dan ringan. Biochar kemudian didinginkan dan dihancurkan hingga menjadi partikel berukuran 0,5-1 cm.

Tahap 3: Pencampuran Menjadi Co-Compost Biochar

Kompos eceng gondok yang telah matang dicampur dengan biochar batok kelapa dengan perbandingan volume 1:1. Pencampuran dilakukan hingga merata sehingga menghasilkan co-compost biochar yang siap diaplikasikan. Peserta dilatih untuk menilai kualitas co-compost biochar berdasarkan karakteristik fisik seperti warna, tekstur, dan aroma.

Selama proses pelatihan, setiap peserta diberi kesempatan untuk mempraktikkan secara langsung setiap tahapan. Tim pengabdian melakukan pendampingan intensif dan memberikan umpan balik konstruktif untuk memastikan penguasaan keterampilan. Setiap peserta juga diberi panduan teknis tertulis yang dapat dijadikan rujukan saat praktik mandiri di rumah.

Pendampingan Aplikasi pada Demplot (Minggu 13-20)

Aplikasi co-compost biochar dilakukan pada demplot percobaan seluas 100 m² untuk budidaya kembang kol, seledri, dan cabai rawit. Co-compost biochar diaplikasikan dengan dosis 2 kg per m² yang dicampurkan dengan tanah pada kedalaman 15-20 cm sebelum penanaman. Petani terlibat aktif dalam seluruh proses mulai dari persiapan lahan, aplikasi co-compost biochar, penanaman, pemeliharaan, hingga pemantauan pertumbuhan tanaman.

Pendampingan dilakukan melalui kunjungan rutin setiap minggu untuk memantau perkembangan demplot, memberikan bimbingan teknis, dan mendiskusikan kendala yang dihadapi. Petani didorong untuk membandingkan pertumbuhan tanaman pada lahan yang diberi co-compost biochar dengan lahan kontrol yang menggunakan pemupukan konvensional. Pengamatan visual terhadap pertumbuhan tanaman dicatat bersama untuk membangun pemahaman empiris tentang manfaat teknologi yang diterapkan.

2.3. Tahap Evaluasi (Minggu 21-22)

Evaluasi dilakukan untuk mengukur tingkat ketercapaian tujuan program berdasarkan aspek pengetahuan dan keterampilan. Instrumen evaluasi yang digunakan adalah kuisioner terstruktur dengan skala yang terdiri dari 10 pertanyaan untuk aspek pengetahuan dan 10 pertanyaan untuk aspek keterampilan. Kuisioner pre-test diberikan sebelum kegiatan sosialisasi untuk mengukur tingkat pengetahuan dan keterampilan awal peserta, sedangkan kuisioner post-test diberikan setelah seluruh rangkaian pelatihan dan praktik selesai.

Indikator yang diukur pada aspek pengetahuan meliputi: (1) pemahaman konsep pembenah tanah; (2) pengetahuan tentang pupuk organik; (3) pemahaman manfaat eceng gondok; (4) pengetahuan tentang biochar; (5) pemahaman fungsi co-compost biochar; (6) pengetahuan peran *Trichoderma*; dan indikator lain yang relevan. Indikator aspek keterampilan meliputi: (1) kemampuan membuat kompos eceng gondok; (2) kemampuan membuat biochar; (3) kemampuan mencampur co-compost biochar; (4) kemampuan mengaplikasikan pada lahan; dan indikator lain yang relevan.

Kriteria keberhasilan program ditetapkan bahwa minimal 80% peserta mampu menjawab benar pertanyaan pengetahuan dan mampu mempraktikkan pembuatan co-compost biochar dengan benar. Data hasil kuisioner dianalisis menggunakan perhitungan persentase peningkatan dengan membandingkan nilai rata-rata pre-test dan post-test. Selain evaluasi kuantitatif, dilakukan juga evaluasi kualitatif melalui wawancara mendalam dan diskusi kelompok terfokus untuk menggali perubahan sikap, motivasi, dan rencana keberlanjutan penerapan teknologi oleh petani.

2.4. Monitoring dan Evaluasi Keberlanjutan (Minggu 23-24)

Monitoring dilakukan untuk memastikan keberlanjutan program setelah kegiatan formal berakhir. Tim pengabdian melakukan kunjungan lanjutan untuk mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat dalam adopsi teknologi. Evaluasi dampak dilakukan dengan mengamati perubahan perilaku petani, tingkat adopsi teknologi secara mandiri, dan inisiatif pengembangan lebih lanjut seperti pemanfaatan pekarangan sebagai lahan produktif.

Aspek yang dimonitor meliputi: (1) kontinuitas produksi co-compost biochar oleh petani secara mandiri; (2) perluasan area aplikasi co-compost biochar; (3) perubahan pola pemupukan

dari dominasi pupuk kimia ke pupuk organik; (4) peningkatan kesadaran lingkungan dalam pengelolaan limbah; dan (5) potensi replikasi program oleh kelompok tani lain di sekitar wilayah. Hasil monitoring dijadikan dasar rekomendasi untuk pendampingan lanjutan dan pengembangan program di masa mendatang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Profil Mitra dan Kondisi Awal

Kelompok Tani Mekar Jaya merupakan kelompok tani yang baru aktif beroperasi selama satu tahun sebelum program pengabdian ini dimulai. Keanggotaan kelompok terdiri dari petani muda berusia 20-40 tahun yang menunjukkan semangat tinggi untuk mengembangkan usaha pertanian meskipun menghadapi berbagai keterbatasan. Lahan pertanian yang dikelola merupakan lahan pasang surut dengan karakteristik agronomis yang menantang, meliputi tingkat keasaman tanah yang tinggi, kandungan bahan organik sangat rendah, serta struktur tanah yang kurang mendukung dengan drainase dan aerasi terbatas.

Sebelum kegiatan pengabdian dilaksanakan, praktik budidaya yang diterapkan petani masih sangat konvensional dengan ketergantungan tinggi pada pupuk kimia. Biaya pemupukan mencapai 35-40% dari total biaya produksi, namun tidak memberikan hasil yang memuaskan karena pupuk kimia tidak dapat memperbaiki struktur tanah secara permanen. Kondisi geografis yang dipengaruhi pasang surut air membuat petani hanya dapat bercocok tanam pada musim-musim tertentu, sehingga intensitas tanam menjadi terbatas dan berdampak pada rendahnya pendapatan keluarga petani.

Di sisi lain, potensi limbah organik di lokasi sangat melimpah namun sama sekali belum dimanfaatkan. Limbah eceng gondok yang tumbuh subur di sungai mencapai 500 kg per bulan dan limbah batok kelapa dari aktivitas perkebunan kelapa mencapai 100-300 kg per bulan. Selama ini limbah tersebut hanya menumpuk di pinggir sungai atau dibakar begitu saja, bahkan sering dianggap sebagai masalah lingkungan yang mengganggu. Tidak ada satupun petani yang menyadari bahwa limbah-limbah tersebut memiliki nilai ekonomi tinggi jika diolah dengan cara yang tepat.

3.2. Pelaksanaan Kegiatan Sosialisasi dan Pelatihan

Kegiatan sosialisasi yang dilaksanakan pada minggu ketiga dan keempat dihadiri dengan antusiasme tinggi oleh seluruh anggota Kelompok Tani Mekar Jaya. Peserta menunjukkan ketertarikan besar ketika diperkenalkan pada konsep co-compost biochar sebagai teknologi pembenah tanah ramah lingkungan yang dapat diproduksi sendiri dengan memanfaatkan limbah organik yang selama ini terbuang percuma. Materi sosialisasi yang disampaikan mencakup permasalahan riil yang dihadapi petani di lahan pasang surut, potensi pemanfaatan eceng gondok dan batok kelapa, prinsip dasar pembuatan kompos dan biochar, serta manfaat ekonomi dan ekologi dari penerapan teknologi co-compost biochar.

Sesi diskusi interaktif mengungkapkan bahwa selama ini petani merasa terbebani dengan tingginya biaya pembelian pupuk kimia yang terus meningkat setiap musim tanam. Mereka juga mengeluhkan bahwa meskipun telah menggunakan pupuk kimia dalam jumlah banyak, hasil panen tetap tidak meningkat signifikan karena kondisi tanah yang semakin memburuk. Kesadaran mulai terbentuk bahwa perbaikan tanah secara permanen memerlukan penambahan bahan organik, bukan hanya unsur hara kimia semata.

Melalui sosialisasi ini, paradigma petani mulai bergeser dari memandang eceng gondok sebagai gulma pengganggu menjadi sumber daya bernilai ekonomi. Begitu pula dengan batok kelapa yang selama ini hanya dibakar atau dibuang, kini dipandang sebagai bahan baku potensial untuk produksi biochar. Perubahan cara pandang ini menjadi fondasi penting untuk keberhasilan tahapan berikutnya, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3.

3.3. Proses Pembelajaran Melalui Pelatihan Partisipatif

Pelatihan pembuatan co-compost biochar dilakukan dengan pendekatan *learning by doing* yang mengedepankan keterlibatan aktif peserta dalam setiap tahapan. Metode ini terbukti sangat efektif karena petani tidak hanya mendengar penjelasan teoritis, tetapi langsung mempraktikkan dan merasakan setiap proses pembuatan. Pada tahap pembuatan kompos eceng gondok, peserta belajar teknik pencacahan yang benar, cara mencampurkan berbagai bahan dengan komposisi tepat, dan pentingnya menjaga kelembaban optimal selama fermentasi.

Tantangan awal muncul pada proses pembuatan biochar dari batok kelapa. Beberapa peserta kesulitan mengontrol suhu pembakaran dan tingkat oksigen dalam drum pirolisis. Namun melalui pendampingan intensif dan praktik berulang, mereka mulai memahami tanda-tanda visual seperti perubahan warna asap dan suara retakan batok yang menunjukkan proses pirolisis berlangsung dengan baik. Keberhasilan menghasilkan biochar berkualitas pada percobaan kedua dan ketiga meningkatkan kepercayaan diri peserta secara signifikan.

Proses pencampuran kompos dan biochar menjadi co-compost biochar merupakan tahap yang paling mudah dikuasai peserta. Mereka dengan cepat memahami perbandingan volume yang tepat dan teknik pencampuran hingga merata. Antusiasme peserta terlihat jelas ketika produk co-compost biochar pertama mereka berhasil dibuat dengan kualitas baik, ditandai dengan tekstur remah, warna hitam kecoklatan, dan aroma tanah segar tanpa bau busuk.

Kemampuan peserta dalam mempraktikkan setiap tahapan pembuatan co-compost biochar menunjukkan keberhasilan transfer teknologi. Pada akhir pelatihan, hampir seluruh peserta mampu membuat co-compost biochar secara mandiri tanpa bantuan tim pengabdian. Beberapa petani bahkan mulai berinisiatif mengumpulkan eceng gondok dan batok kelapa lebih banyak untuk produksi co-compost biochar di rumah masing-masing.

3.4. Aplikasi Co-Compost Biochar dan Perubahan Kondisi Lahan

Penerapan co-compost biochar dilakukan pada demplot percobaan seluas 100 m² untuk budidaya kembang kol, seledri, dan cabai rawit. Aplikasi dilakukan dengan mencampurkan co-compost biochar sebanyak 2 kg per m² ke dalam tanah pada kedalaman 15-20 cm sebelum penanaman. Petani terlibat aktif dalam seluruh proses mulai dari persiapan lahan, aplikasi co-compost biochar, penanaman bibit, pemeliharaan rutin, hingga pemantauan pertumbuhan tanaman setiap minggu.

Perubahan kondisi fisik tanah mulai terlihat dalam waktu dua minggu setelah aplikasi. Tanah yang semula padat dan mudah tergenang menjadi lebih gembur dengan aerasi yang lebih baik. Kemampuan tanah menahan air meningkat sehingga tanaman tidak cepat layu meskipun cuaca panas. Petani mengamati sendiri bahwa tanah pada demplot yang diberi co-compost biochar terasa lebih ringan saat dicangkul dan tidak mudah menggumpal keras seperti sebelumnya. Perbaikan sifat fisik ini sejalan dengan temuan Sarma et al. (2017) yang menyatakan bahwa amandemen organik seperti biochar dan kompos sangat efektif dalam memperbaiki struktur tanah asam dan meningkatkan mineralisasi karbon.

Secara visual, pertumbuhan tanaman yang diberi co-compost biochar menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan dengan lahan kontrol yang hanya menggunakan pupuk kimia konvensional. Tanaman kembang kol, seledri, dan cabai rawit pada demplot menunjukkan pertumbuhan vegetatif yang lebih vigor dengan warna daun lebih hijau segar, batang lebih kokoh, dan sistem perakaran yang lebih baik. Pengamatan pada fase generatif menunjukkan bahwa tanaman kembang kol menghasilkan krop yang lebih besar dan padat, sementara tanaman cabai rawit menghasilkan buah lebih banyak dengan ukuran lebih beragam.

Meskipun pengukuran produktivitas kuantitatif belum dilakukan secara menyeluruh pada tahap awal ini, indikator visual pertumbuhan tanaman memberikan bukti nyata kepada petani tentang efektivitas co-compost biochar. Pengalaman langsung ini membangun keyakinan petani untuk mengadopsi teknologi secara lebih luas pada musim tanam berikutnya. Perkembangan tanaman di demplot dapat dilihat pada Gambar 6.

3.5. Peningkatan Kapasitas dan Perubahan Perilaku Petani

Hasil evaluasi menggunakan kuisioner pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan

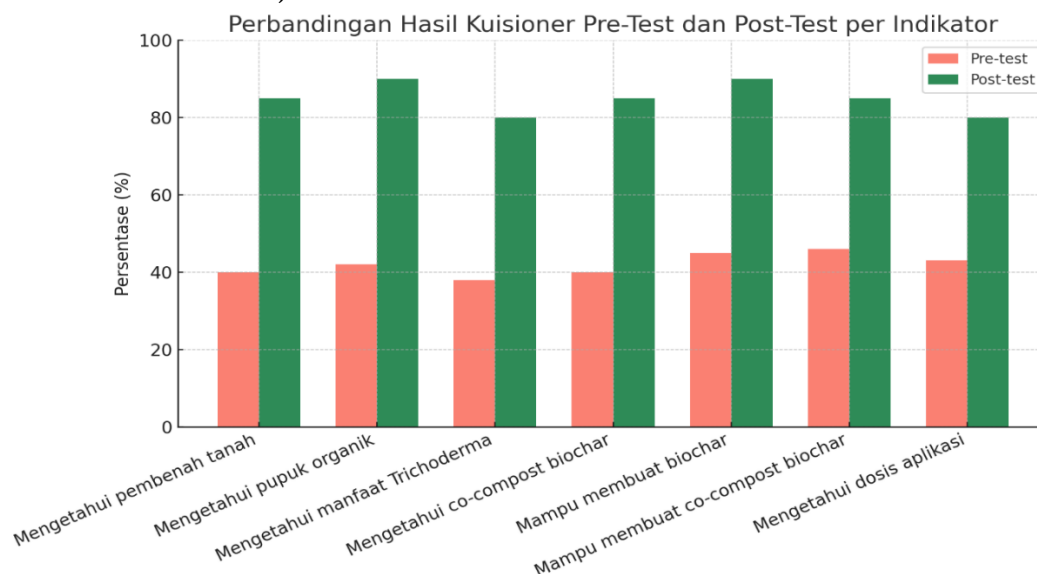
signifikan dalam pengetahuan dan keterampilan petani. Sebelum kegiatan dilaksanakan, rata-rata skor aspek pengetahuan hanya mencapai 40%, menunjukkan pemahaman yang sangat terbatas tentang konsep pembenah tanah, pupuk organik, biochar, dan teknologi co-compost. Tingkat keterampilan awal juga rendah dengan skor 45%, dimana sebagian besar petani belum pernah membuat kompos berkualitas apalagi biochar. Setelah mengikuti seluruh rangkaian sosialisasi, pelatihan, dan praktik langsung, terjadi peningkatan drastis dengan skor pengetahuan mencapai 82% dan keterampilan mencapai 87%.

Tabel 1 menyajikan rekapitulasi hasil kuisioner yang menunjukkan peningkatan konsisten pada seluruh indikator yang diukur. Gambar 1 memperlihatkan perbandingan hasil pre-test dan post-test per indikator secara lebih rinci.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Kuisioner

Aspek	Indikator	Pre-test (%)	Post-test (%)
Pengetahuan	Mengetahui pembenah tanah	40	85
	Mengetahui pupuk organik	42	90
	Mengetahui manfaat <i>Trichoderma</i>	38	80
	Mengetahui co-compost biochar	40	85
Keterampilan	Memahami pembuatan biochar	45	90
	Memahami pembuatan co-compost biochar	46	85
	Memahami dosis aplikasi	43	80

Sumber: Data Primer, 2025



Gambar 1. Perbandingan Hasil Kuisioner Pre-Test dan Post Test Per Indikator

Sebagaimana terlihat pada Gambar 1, peningkatan yang paling mencolok terjadi pada indikator pemahaman tentang pupuk organik yang naik dari 42% menjadi 90%, dan keterampilan membuat biochar yang meningkat dari 45% menjadi 90%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pendekatan belajar melalui praktik secara langsung yang diterapkan dalam pelatihan mampu secara efektif mentransfer pengetahuan teknis sekaligus membangun keterampilan praktis petani.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Simanjuntak et al. (2015) yang menegaskan bahwa pendekatan partisipatif berbasis praktik lapangan dapat mempercepat adopsi teknologi

konservasi tanah dan meningkatkan kapasitas petani secara berkelanjutan. Soekanto et al. (2025) juga menekankan pentingnya keterlibatan langsung petani dalam proses pembelajaran teknologi pembenahan tanah untuk memastikan keberlanjutan penerapannya.

Peningkatan pengetahuan dan keterampilan ini berdampak pada perubahan perilaku nyata di lapangan. Petani mulai secara rutin mengumpulkan eceng gondok dan batok kelapa untuk produksi co-compost biochar. Ketergantungan terhadap pupuk kimia mulai berkurang dengan porsi penggunaan co-compost biochar mencapai 60-70% dari total kebutuhan pemupukan. Perubahan ini tidak hanya berdampak pada pengurangan biaya produksi, tetapi juga meningkatkan kesadaran lingkungan dalam pengelolaan limbah organik.

3.6. Dampak Ekonomi dan Perubahan Kesejahteraan

Adopsi teknologi co-compost biochar memberikan dampak ekonomi konkret bagi petani. Biaya pemupukan yang sebelumnya mencapai Rp 350.000 hingga Rp 400.000 per 100 m² per musim tanam dapat ditekan menjadi sekitar Rp 150.000 hingga Rp 200.000 dengan memanfaatkan co-compost biochar yang diproduksi sendiri. Penghematan ini sangat berarti bagi petani yang memiliki modal usaha terbatas. Efisiensi ekonomi serupa juga dilaporkan oleh Widijanto et al. (2024) yang menemukan bahwa penggunaan biochar dapat mengurangi dosis pupuk NPK hingga 25% tanpa menurunkan hasil panen padi.

Selain penghematan biaya pupuk, petani juga memperoleh nilai tambah dari pemanfaatan limbah yang sebelumnya tidak bernilai ekonomi. Eceng gondok yang tadinya hanya dibuang atau bahkan mengganggu aktivitas di sungai, kini menjadi bahan baku berharga untuk produksi kompos. Batok kelapa yang sebelumnya dibakar atau ditumpuk begitu saja, sekarang diolah menjadi biochar yang memberikan manfaat jangka panjang untuk perbaikan tanah.

Beberapa petani mulai melihat peluang usaha baru dengan memproduksi co-compost biochar dalam jumlah lebih besar untuk dijual kepada petani lain di sekitar desa. Inisiatif ini menunjukkan bahwa program pengabdian tidak hanya meningkatkan kapasitas teknis, tetapi juga membuka peluang ekonomi produktif yang berkelanjutan. Antusiasme untuk mengembangkan usaha berbasis co-compost biochar terus tumbuh seiring dengan semakin banyaknya bukti nyata manfaatnya di lapangan.

3.7. Perubahan Kesadaran Lingkungan dan Inisiatif Keberlanjutan

Salah satu dampak positif yang tidak terukur secara kuantitatif namun sangat penting adalah perubahan kesadaran lingkungan di kalangan petani. Sebelum program ini, limbah organik dipandang sebagai masalah yang harus disingkirkan dengan cara dibakar atau dibuang ke sungai. Kini petani memahami bahwa limbah organik adalah sumber daya yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi pencemaran lingkungan. Pemanfaatan biochar dari limbah organik juga berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan dan penyimpanan karbon dalam tanah dalam jangka panjang (Lehmann et al., 2021).

Inisiatif spontan mulai bermunculan di kalangan petani untuk memanfaatkan pekarangan rumah sebagai lahan produktif dengan menerapkan teknologi yang telah dipelajari. Beberapa keluarga petani mulai menanam sayuran di pot dan polybag menggunakan media tanam yang diperkaya dengan co-compost biochar. Hasil panen dari pekarangan, meskipun dalam skala kecil, memberikan kontribusi pada pemenuhan kebutuhan pangan keluarga sekaligus mengurangi pengeluaran rumah tangga untuk membeli sayuran.

Kesadaran untuk beralih ke praktik pertanian berkelanjutan juga mulai terbentuk. Diskusi informal antar petani sering membahas pentingnya menjaga kesuburan tanah dalam jangka panjang, bukan hanya mengejar hasil panen tinggi jangka pendek dengan pupuk kimia berlebihan. Perubahan mindset ini merupakan modal sosial penting untuk keberlanjutan program dan replikasi teknologi ke wilayah lain.

3.8. Kendala yang Dihadapi dan Solusi Adaptif

Meskipun program berjalan dengan baik, beberapa kendala ditemui selama pelaksanaan. Kendala utama adalah benturan jadwal kegiatan dengan aktivitas kemasyarakatan lain di desa, seperti kegiatan gotong royong, yang memengaruhi tingkat kehadiran peserta pada beberapa sesi. Solusi yang diterapkan adalah melakukan penyesuaian jadwal dengan berkoordinasi lebih intensif dengan pengurus kelompok tani dan perangkat desa, serta mengadakan pengulangan sesi pelatihan khusus bagi petani yang tidak dapat hadir.

Keterbatasan pengetahuan awal tentang teknologi pengolahan limbah menjadi tantangan tersendiri dalam transfer teknologi, terutama pada tahap pembuatan biochar yang memerlukan pemahaman tentang proses pirolisis. Hal ini diatasi melalui metode demonstrasi langsung yang diulang beberapa kali, pendampingan individual yang intensif, serta pemberian panduan teknis bergambar yang mudah dipahami. Kesabaran dan pendekatan personal dalam pembimbingan terbukti efektif mengatasi hambatan ini.

Kendala teknis juga muncul terkait ketersediaan peralatan dan bahan baku pada fase awal. Tidak semua petani memiliki drum untuk membuat biochar, sehingga tim pengabdian memfasilitasi pengadaan drum modifikasi yang dapat digunakan secara bergantian oleh anggota kelompok. Untuk memastikan ketersediaan bahan baku berkelanjutan, petani dibantu dalam memetakan lokasi pengumpulan eceng gondok dan membuat kesepakatan dengan pemilik kebun kelapa untuk pengumpulan batok kelapa secara rutin.

3.9. Keberlanjutan Program dan Potensi Replikasi

Keberhasilan program ini telah menciptakan model pemberdayaan petani berbasis potensi lokal yang dapat direplikasi di wilayah lahan pasang surut lainnya, tidak hanya di Kabupaten Kubu Raya tetapi juga di daerah-daerah lain di Kalimantan Barat bahkan Indonesia secara luas. Terbentuknya kemampuan mandiri dalam pembuatan co-compost biochar memberikan nilai tambah berkelanjutan bagi petani melalui pengurangan biaya input produksi, peningkatan kualitas tanah secara permanen, dan peningkatan produktivitas pertanian.

Program ini juga memberikan kontribusi signifikan terhadap pengurangan masalah lingkungan melalui pemanfaatan limbah organik yang sebelumnya menjadi sumber pencemaran. Pendekatan ekonomi hijau yang diterapkan mendukung keberlanjutan usaha tani sekaligus konservasi lingkungan, sejalan dengan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan yang menjadi agenda global saat ini. Selain meningkatkan kesuburan tanah, biochar juga memiliki potensi untuk remediasi tanah yang terkontaminasi logam berat dan polutan organik, sehingga teknologi ini sangat strategis untuk keberlanjutan lingkungan (Zhang et al., 2013).

Kelompok Tani Mekar Jaya kini telah menjadi percontohan bagi kelompok tani lain di sekitar wilayah. Beberapa kelompok tani dari desa tetangga telah mengunjungi demplot dan menyatakan ketertarikan untuk menerapkan teknologi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa program pengabdian yang dirancang dengan baik, melibatkan partisipasi aktif masyarakat, dan memberikan manfaat nyata memiliki efek multiplikasi yang dapat mempercepat penyebaran inovasi pertanian berkelanjutan. Selanjutnya, Gambar 5 menunjukkan penerapan co-compost biochar pada budidaya tanaman sayuran di lahan pasang surut yang telah dilakukan secara mandiri oleh petani setelah program pengabdian formal berakhir.



Gambar 2. Kegiatan Sosialisasi Co-compost di Lokasi Mitra



Gambar 3. Demonstrasi pembuatan pupuk kompos Eceng gondok sebagai bahan baku Co-compost biochar



Gambar 4. Aplikasi Co-compost biochar dalam budidaya sayuran (bunga kol dan seledri) dan cabai rawit



Gambar 5. Foto bersama dengan kelompok tani



Gambar 6. Penerapan Co-compost biochar pada budidaya tanaman sayuran di lahan pasang surut di Desa Sungai Rengas

4. KESIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat ini berhasil memberdayakan Kelompok Tani Mekar Jaya melalui pengenalan dan penerapan teknologi co-compost biochar sebagai solusi berkelanjutan untuk meningkatkan kesuburan lahan pasang surut di Desa Sungai Rengas, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Peningkatan kapasitas petani tercermin dari peningkatan signifikan pengetahuan dari 40% menjadi 82% dan keterampilan dari 45% menjadi 87%, menunjukkan keberhasilan transfer teknologi melalui pendekatan partisipatif.

Petani telah mampu memproduksi co-compost biochar secara mandiri dengan memanfaatkan limbah organik lokal berupa eceng gondok dan batok kelapa yang sebelumnya terbuang percuma. Adopsi teknologi ini memberikan dampak ekonomi nyata melalui pengurangan biaya pemupukan hingga 40-50% dan membuka peluang usaha baru berbasis pengolahan limbah organik. Dampak lingkungan juga signifikan dengan berkurangnya pencemaran akibat pembakaran dan pembuangan limbah sembarangan, serta terbentuknya kesadaran baru tentang ekonomi hijau berbasis potensi lokal.

Perubahan perilaku petani menunjukkan keberlanjutan program, ditandai dengan berkurangnya ketergantungan terhadap pupuk kimia, munculnya inisiatif pemanfaatan pekarangan sebagai lahan produktif, dan terbentuknya kesadaran untuk menerapkan praktik pertanian berkelanjutan. Teknologi co-compost biochar terbukti efektif memperbaiki sifat fisik tanah di lahan pasang surut, meningkatkan pertumbuhan tanaman secara visual, dan memberikan solusi jangka panjang untuk pembenahan lahan marginal.

Model pemberdayaan petani berbasis potensi lokal ini memiliki peluang besar untuk direplikasi di wilayah lahan pasang surut lainnya, baik di Kalimantan Barat maupun daerah lain yang memiliki karakteristik serupa. Program ini membuktikan bahwa solusi pertanian berkelanjutan tidak harus mahal dan rumit, tetapi dapat dikembangkan dari potensi yang sudah ada di sekitar masyarakat dengan pendampingan dan transfer teknologi yang tepat.

Untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang, diperlukan pendampingan lanjutan dalam bentuk monitoring berkala, fasilitasi akses pasar untuk produk co-compost biochar, dan dukungan pemerintah daerah dalam bentuk kebijakan yang mendorong pengembangan pertanian organik. Replikasi program ke kelompok tani lain juga perlu difasilitasi melalui kerjasama dengan dinas pertanian dan lembaga penyuluhan pertanian untuk mempercepat

penyebaran inovasi teknologi co-compost biochar sebagai bagian dari upaya peningkatan ketahanan pangan dan konservasi lingkungan berbasis pemberdayaan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH (Bila Perlu)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Panca Bhakti yang telah memberikan dukungan pendanaan terhadap pengabdian ini melalui skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat Tahun Anggaran 2024. Terima kasih juga disampaikan kepada Kelompok Tani Mekar Jaya dan masyarakat Desa Sungai Rengas atas partisipasi aktif dalam kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agegnehu, G., Bass, A. M., Nelson, P. N., & Bird, M. I. (2015). Benefits of biochar, compost and biochar-compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. *Science of the Total Environment*, 543, 295-306. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.054>
- Antoangelo JA, Sun X, Zhang H. 2021. The roles of co-composted biochar (COMBI) in improving soil quality, crop productivity, and toxic metal amelioration. *Journal of Env Management*. 277(1):1-13
- Bahri, S., Merismon, & Sutejo. (2020). Pemanfaatan biochar dan pupuk kandang ayam pada pertanaman jagung hibrida di tanah ultisol [Utilization of biochar and chicken fertilizer in hybrid maize in ultisol soil]. *Jurnal Galung Tropika*, 9(2), 115-123. <https://doi.org/10.31850/jgt.v9i2.599>
- Ding, Y., Liu, Y., Liu, S., Li, Z., Tan, X., Huang, X., Zeng, G., Zhou, L., & Zheng, B. (2016). Biochar to improve soil fertility: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(2), 36. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0372-z>
- Kakar, K., Xuan, T. D., Noori, Z., Aryan, S., & Gulab, G. (2020). Effects of organic and inorganic fertilizer application on growth, yield, and grain quality of rice. *Agriculture*, 10(11), 554. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110554>
- Lehmann, J., Cowie, A., Masiello, C. A., Kammann, C., Woolf, D., Amonette, J. E., Cayuela, M. L., Camps-Arbestain, M., & Whitman, T. (2021). Biochar in climate change mitigation. *Nature Geoscience*, 14(12), 883-892. <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00852-8>
- Manopo, D. N., Tumewu, P. and Rantung, M. (2024) "Respons Tanaman Sawi Hijau (Brassica juncea L.) Pada Pemberian Pupuk Organik Cair Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Dan Pupuk Anorganik", *AGRI-SOSIOEKONOMI*, 20(1), pp. 23 – 28. doi: 10.35791/agrsosek.v20i1.54435
- Masulili, A., Sutikarini, Suryani, R., Suci, I. A., Astar, I., Bancin, H. D., & Paiman. (2022). Role of biochar amendments in improving the properties of acid sulphate soil. *Research on Crop*, 23(4), 787-794. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2022.145>
- Masulili, A., Sutikarini, & Suryani, R. (2023). Dosis kombinasi bioarang sekam padi dan berbagai amandemen di tanah sulfat masam. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(1), 123-128. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.1.123>
- Sarma, B., Borkotoki, B., Narzari, R., Kataki, R., & Gogoi, N. (2017). Organic amendments: Effect on carbon mineralization and crop productivity in acidic soil. *Journal of Cleaner Production*, 152, 157-166. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.124>
- Simanjuntak, C. L., Watratana, L., & Iqbal, M. (2025). Pemberdayaan petani wanita di Jambula berbasis pertanian berkelanjutan oleh PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Ternate. *AKSIOMA: Jurnal Sains Ekonomi dan Edukasi*, 2(10), 2393-2404. <https://doi.org/10.62335>
- Soekamto, M. H., Wulandari, D. K., Tabara, R., Sangadji, I. M., Atin, B. K., & Rosdiana, E. (2025). Penerapan teknologi pembenah tanah untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas lahan

- dalam budidaya pertanian berkelanjutan di Kabupaten Sorong. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bhinneka*, 3(4), 354–360. <https://doi.org/10.58266/jpmb.v3i4.159>
- Suryani, R., Setiawan, & Astar, I. (2024). Aplikasi arang kompos bioaktif berbasis limbah kelapa dan lama inkubasi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai pada tanah Ultisol. *Agrologia*, 14(2), 125–136. <https://doi.org/10.30598/ajib.v14i2.21814>
- Wang, Y., & Akdeniz, N. (2023). Utilizing co-composted biochar as a growing medium for buttercrunch lettuce. *Environmental Challenges*, 13, 100751. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100751>
- Widijanto, H., Rissanti, S.R.S., Suntoro, & Syamsiyah, J. (2024). Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Macam Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Serapan P Padi. *Agrotechnology Research Journal*, 7(2), 85-92.
- Zhang, X., Wang, H., He, L., Lu, K., Sarmah, A., Li, J., Bolan, N. S., Pei, J., & Huang, H. (2013). Using biochar for remediation of soils contaminated with heavy metals and organic pollutants. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(12), 8472-8483. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1659-0>