

Pemberdayaan Petani Desa Hutarimbaru melalui Pemanfaatan Limbah Perkebunan untuk Produksi Biopot sebagai Media Pembibitan

Hamidah Harahap^{1*}, Halimatuddahlia¹, Ayuni Yustira¹

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan,
Indonesia

**Corresponding Email:* hamidah.harahap@usu.ac.id

ABSTRAK

Desa Hutarimbaru, Kecamatan Panyabungan Selatan, Kabupaten Mandailing Natal, menghadapi permasalahan serius terkait pengelolaan limbah perkebunan, khususnya Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Limbah ini kerap menumpuk atau dibakar sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Di sisi lain, petani masih bergantung pada media pembibitan komersial yang mahal, sehingga biaya produksi menyerap hingga 35% dari pendapatan. Program pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memberdayakan petani melalui pemanfaatan TKKS dan ampas teh menjadi biopot sebagai alternatif media pembibitan. Kegiatan meliputi sosialisasi, pelatihan pembuatan, pengadaan alat pencacah dan press hidrolik, serta pendampingan produksi dan uji kualitas. Hasil kegiatan menunjukkan meningkatnya keterampilan petani dalam mengolah limbah menjadi produk bernilai guna, berkurangnya ketergantungan pada media komersial, serta meningkatnya kesadaran lingkungan. Penerapan terbukti mendukung pertumbuhan bibit yang lebih baik sekaligus mengurangi keberadaan limbah. Dengan demikian, program ini memberikan manfaat ganda, yaitu peningkatan kesejahteraan petani dan perbaikan kualitas lingkungan.

Kata kunci: Ampas Teh, Biopot, Hutarimbaru, TKKS

ABSTRACT

Hutarimbaru Village, South Panyabungan District, Mandailing Natal Regency, faces serious problems related to plantation waste management, particularly empty palm fruit bunches (EFB). This waste often piles up or is burned, causing environmental pollution. On the other hand, farmers still rely on expensive commercial seedling media, so that production costs absorb up to 35% of their income. This community service program aims to empower farmers by utilizing EFB and tea waste to make biodegradable pots as an alternative planting medium. Activities include socialization, training in manufacturing, procurement of shredders and hydraulic presses, as well as production assistance and quality testing. The results of the activities show an increase in farmers' skills in processing waste into useful products, a reduction in dependence on commercial media, and increased environmental awareness. The application has been proven to support better seedling growth while reducing waste. Thus, this program provides dual benefits, namely improving farmers' welfare and improving environmental quality.

Keywords: Biopots, EFB, hutarimbaru, Tea waste

PENDAHULUAN

Desa Hutarimbaru yang terletak di Kecamatan Panyabungan Selatan, Kabupaten Mandailing Natal, merupakan salah satu desa dengan potensi besar di sektor pertanian dan perkebunan, khususnya kelapa sawit. Desa Hutarimbaru memiliki luas perkebunan yang cukup signifikan, dengan banyak petani bergantung pada hasil perkebunan, salah satunya kelapa sawit. Perkebunan kelapa sawit menghasilkan produksi tandan buah segar (TBS) yang cukup tinggi, namun dalam proses pengolahannya juga memunculkan permasalahan lingkungan berupa limbah padat. Salah satu limbah utama yang dihasilkan adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). 1 ton TBS menghasilkan 230 kg TKKS (Salamiyah & Hizriani, 2023). Limbah TKKS yang tidak dikelola dengan baik dapat menjadi

masalah lingkungan. Hingga saat ini, sebagian besar limbah TKKS tersebut hanya ditumpuk di sekitar lahan atau dibakar oleh masyarakat. Praktik ini menimbulkan dampak negatif, seperti pencemaran udara akibat asap pembakaran, pencemaran tanah dan air akibat penumpukan, serta potensi timbulnya hama dan penyakit tanaman (Abdul Rozzaq Hasibuan dkk., 2023; Riskha Dora Candra Dewi, 2022; Susilawati & Supijatno, 2015). Limbah TKKS dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan produk inovasi yang berkelanjutan yaitu biopot, yang berfungsi sebagai media pembibitan yang ramah lingkungan berbasis limbah perkebunan (Harahap et al., 2025).

Penggabungan limbah padat hasil perkebunan ke dalam rantai produksi dapat berkontribusi pada ekonomi sirkular yang memiliki tujuan utama untuk membuat sistem dan proses industri berkelanjutan dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, eksploitasi limbah perkebunan untuk mendapatkan bahan baru tidak hanya nyaman untuk revaluasi residu tetapi juga untuk meningkatkan hasil panen melalui penggabungannya dalam sistem pertanian (Tomadoni et al., 2020).

Beberapa peneliti telah membuat biopot sebagai media tanam yang ramah lingkungan, para peneliti membuat biopot dari berbagai bahan, baik dari limbah industri maupun limbah pertanian. Peneliti (Sun et al., 2015) telah meneliti pembuatan biopot yang terbuat dari campuran bahan industri dan pertanian seperti sabut kelapa, gambut, pembungkus tanah, pupuk kandang, sekam padi, serat kayu dan jerami). Peneliti (Harahap et al., 2025) telah meneliti pembuatan biopot yang terbuat dari campuran bahan perkebunan dan industri mebel yaitu tandan kosong kelapa sawit dan serbuk gergaji dengan perekatnya lateks karet alam. Peneliti (Elashry et al., 2025) telah meneliti pembuatan biopot yang menggunakan bahan pengisi alami seperti ampas tebu (sugarcane bagasse), kompos, gambut, vermikulit, dan karbon aktif. Peneliti (Jaya et al., 2022) telah meneliti pembuatan biopot dari bahan-bahan umum seperti serabut kelapa, gambut, serat kayu, sekam padi, dan pupuk kandang sapi. Penelitian ini menguji biopot terhadap perkembangan dan kualitas tanaman serta laju dekomposisi biopot. Keberhasilan penggunaan biopot sangat bergantung pada pemilihan bahan dan komposisi yang tepat agar dapat memenuhi kebutuhan teknis sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan.

Selain TKKS, Desa Hutarimbaru juga memiliki potensi limbah biomassa lainnya, seperti ampas teh, yang jumlahnya relatif banyak. Limbah ampas teh dihasilkan dari kebiasaan masyarakat yang masih menyeduh teh di pagi hari. Limbah biomassa ampas teh mengandung lignoselulosa yang bisa dimanfaatkan kembali melalui proses pretreatment untuk memisahkan komponen selulosa dari lignin dan hemiselulosa sehingga bisa diolah menjadi berbagai produk bio-material, termasuk biopot. Pendekatan ini juga dapat meningkatkan nilai tambah limbah biomassa sekaligus mengurangi limbah yang dibuang secara tidak optimal oleh masyarakat (Çakmak et al., 2024; Putranto et al., 2020).

Di sisi lain, masalah yang tidak kalah penting adalah tingginya biaya produksi pertanian yang harus ditanggung oleh petani, terutama pada tahap pembibitan. Biaya produksi pada tahap pembibitan dapat menyerap hingga 30–35% dari total pendapatan petani karena pengeluaran untuk media pembibitan, bibit, dan pupuk. Material seperti polybag dan media tanam menjadi komponen biaya terbesar yang mencapai 50–80% dari total biaya langsung produksi bibit. Ketergantungan pada polybag plastik sebagai wadah sekali pakai juga menambah beban biaya dan resiko lingkungan (Wei et al., 2020). Alternatif penggunaan media tanam biodegradable dapat mengurangi beban biaya dan dampak negatif lingkungan, sekaligus mendorong praktik pertanian berkelanjutan untuk mengatasi permasalahan ketergantungan pada media pembibitan komersial yang konvensional (Gallegos-Cedillo et al., 2024).

Melalui program pengabdian masyarakat ini, tim pelaksana berupaya memperkenalkan dan mengimplementasikan teknologi tepat guna untuk mengolah TKKS dan ampas teh menjadi biopot. Program ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis produksi, tetapi juga mengedepankan pemberdayaan masyarakat melalui sosialisasi, pelatihan, penyediaan alat (mesin pencacah dan press hidrolik), serta pendampingan berkelanjutan. Dengan cara ini, masyarakat diharapkan dapat secara mandiri memproduksi biopot, mengurangi ketergantungan pada media pembibitan komersial, serta menjadikan pengelolaan limbah sebagai peluang usaha baru.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di Desa Hutarimbaru, Kecamatan Panyabungan Selatan Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara pada bulan September sampai Oktober 2025.

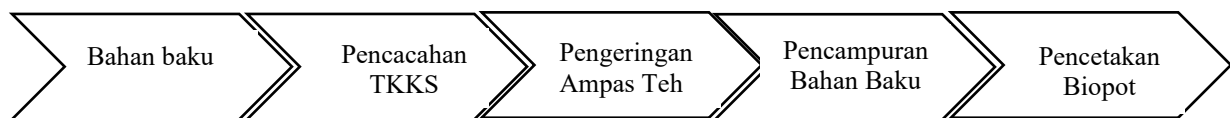
B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan biopot adalah mesin pencacah TKKS, mesin press hidrolik, cetakan biopot, timbangan, gelas ukur 20 ml, gelas beaker 500 ml, dan spatula. Bahan yang digunakan dalam pembuatan biopot adalah TKKS, ampas teh, dan lateks karet alam.

C. Metode Penelitian

Skema tahapan proses produksi biopot secara berkelanjutan dimana TKKS dicacah terlebih dahulu untuk mengecilkan permukaannya, selanjutnya ada bahan baku ampas teh yang perlu dikeringkan terlebih dahulu dan penambahan bahan perekat yaitu lateks karet alam dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

Bahan baku dan tahapan proses yang digunakan dalam proses produksi biopot dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2:



Gambar 1. Tahapan proses produksi biopot



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. (a) TKKS (b) Ampas Teh (c) Lateks Karet Alam

TKKS yang digunakan dalam proses pembuatan biopot diperoleh langsung dari pabrik sawit yang terdapat di Mandailing Natal, ampas teh diperoleh dari warung-warung kopi yang ada di Desa Hutarimbaru dan lateks karet alam diperoleh dari kebun karet milik Masyarakat.

D. Pengujian Biopot

Biopot yang dihasilkan selanjutnya dilakukan pengujian mengenai sifat fisis biopot, diantaranya meliputi densitas, kadar air dan daya serap. Pengujian biopot ini dilakukan di laboratorium Lateks Universitas Sumatera Utara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pembuatan Biopot

Pada tahap persiapan dan sosialisasi, kegiatan diawali dengan survei lapangan yang dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi sosial, ekonomi, dan permasalahan utama mitra di Desa Hutarimbaru. Survei ini penting untuk mendapatkan gambaran nyata mengenai kebiasaan mitra dalam memanfaatkan limbah perkebunan, khususnya tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan ampas teh, serta untuk mengetahui tingkat ketergantungan petani terhadap media pembibitan komersial (polybag). Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar mitra masih membuang atau membakar

limbah, sementara penggunaan polybag plastik dalam pembibitan hampir mencapai 100%. Fakta ini memperkuat pernyataan dalam pendahuluan bahwa limbah pertanian di desa belum dimanfaatkan secara produktif dan menimbulkan pencemaran lingkungan.



Gambar 3. Penggunaan polybag sebagai media pembibitan

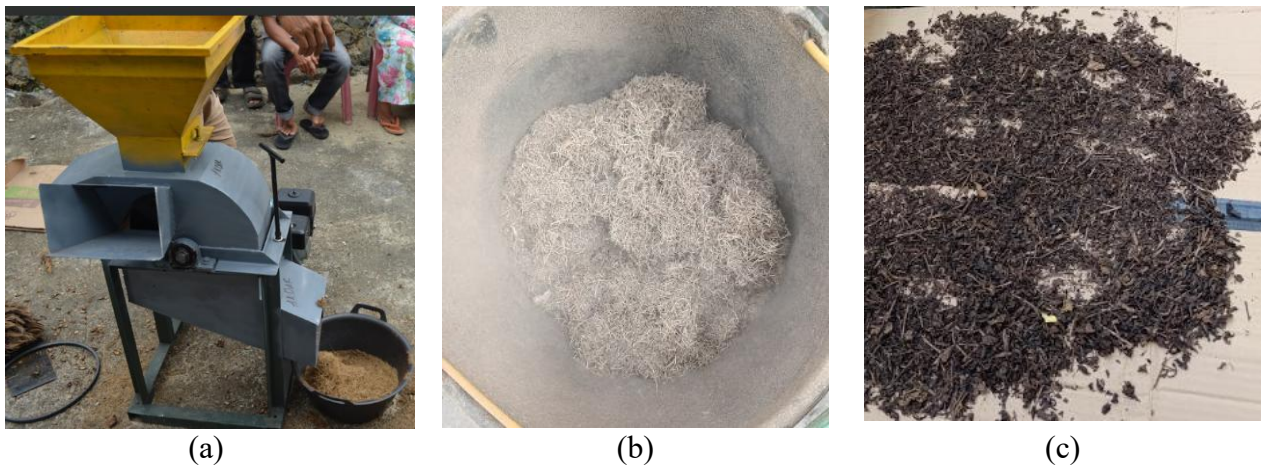
Menindaklanjuti temuan tersebut, tim pengabdian kemudian melaksanakan sosialisasi program kepada mitra. Sosialisasi ini bertujuan untuk memperkenalkan konsep pemanfaatan TKKS dan ampas teh sebagai bahan baku biopot. Dalam kegiatan ini, masyarakat diberi pemahaman mengenai dampak negatif dari praktik pembakaran limbah serta manfaat ekonomis dan ekologis dari inovasi biopot. Melalui diskusi interaktif, petani mulai memahami bahwa limbah yang selama ini dianggap tidak berguna justru memiliki potensi nilai tambah yang besar jika diolah dengan benar. Sosialisasi kepada kelompok mitra dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sosialisasi kepada kelompok mitra

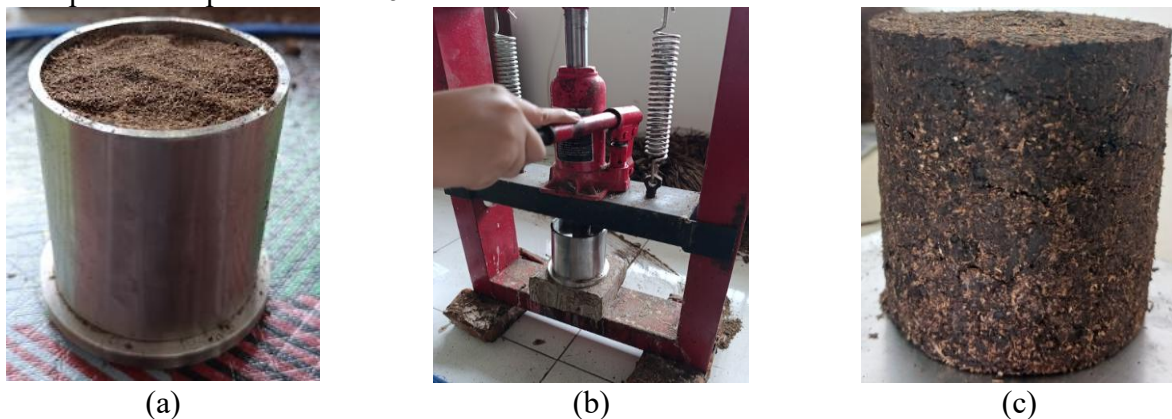
Pelatihan Teknis Pembuatan Biopot

Tahap pelatihan teknis menjadi inti dari program karena pada fase ini petani diperkenalkan langsung dengan teknologi pengolahan limbah menjadi produk bernilai guna. Kegiatan dimulai dengan pelatihan pengolahan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan ampas teh sebagai bahan baku biopot. Peserta dilatih melakukan proses pencacahan TKKS menggunakan mesin pencacah untuk menghasilkan ukuran serat yang lebih halus dan seragam. Setelah itu, dicampur dengan ampas teh dan bahan perekat alami, yaitu lateks karet alam, hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. (a) Pencacahan TKKS menggunakan mesin (b) TKKS yang telah dicacah (c) ampas teh yang telah dikeringkan

Selanjutnya, tim pengabdian melakukan demonstrasi pembuatan biopot secara langsung dengan menggunakan mesin pencacah dan mesin press hidrolik. Mitra diperlihatkan bagaimana bahan yang telah dicampur dimasukkan ke dalam cetakan, dipress dengan tekanan tertentu, kemudian dikeluarkan dan dikeringkan hingga membentuk biopot yang kokoh dan siap digunakan. Demonstrasi ini penting untuk memastikan bahwa petani tidak hanya memahami teori, tetapi juga menguasai keterampilan praktis yang diperlukan untuk menghasilkan produk yang konsisten. Proses pembuatan biopot dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. (a) biopot dalam cetakan, selanjutnya (b) biopot di press dengan mesin hidrolik (c) biopot yang selesai dicetak

Agar transfer pengetahuan berlangsung secara merata, sesi pelatihan ditutup dengan diskusi kelompok, seperti terlihat pada Gambar 7. Pada sesi ini, mitra diberi kesempatan untuk menyampaikan kendala yang dialami selama praktik, bertanya langsung kepada pemateri, dan berdiskusi dengan sesama petani. Melalui pendekatan partisipatif ini, proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan petani lebih percaya diri untuk memproduksi biopot secara mandiri. Dengan demikian, tahap pelatihan teknis berhasil meningkatkan kapasitas petani, baik dari sisi pemahaman konsep maupun keterampilan praktis, sehingga mampu menjawab permasalahan keterbatasan pengetahuan teknis yang sebelumnya diidentifikasi dalam survei awal.



Gambar 7. Diskusi interaktif bersama kelompok mitra

Penerapan Teknologi Tepat Guna

Setelah petani memahami konsep dasar dan mengikuti pelatihan teknis, tahap berikutnya adalah penerapan teknologi tepat guna melalui penyediaan peralatan pendukung produksi biopot. Peralatan yang diberikan oleh tim pengabdian kepada mitra berupa mesin pencacah TKKS dengan kapasitas ± 100 kg/jam serta mesin press hidrolik berkapasitas 5–10 ton. Kehadiran kedua peralatan ini menjawab keterbatasan teknologi yang sebelumnya menjadi kendala utama bagi petani, karena tanpa alat, proses pengolahan limbah hanya dapat dilakukan secara manual dengan hasil yang tidak konsisten.



(a)



(b)

Gambar 8. (a) Mesin pencacah TKKS (b) mesin press hidrolik

Hasil penerapan teknologi menunjukkan peningkatan signifikan dalam kapasitas produksi. Selain itu, kualitas yang dihasilkan menjadi lebih seragam, kuat, dan layak digunakan sebagai media pembibitan. Dengan demikian, penerapan teknologi tepat guna ini bukan hanya mempermudah proses produksi, tetapi juga meningkatkan efisiensi waktu, konsistensi produk, serta membuka peluang usaha baru bagi kelompok tani Desa Hutarimbaru.

Pendampingan Dan Monitoring

Tahap pendampingan dan monitoring dilakukan setelah petani mulai terbiasa memproduksi biopot secara mandiri. Pada tahap ini, tim pengabdian berperan aktif dalam mendampingi petani, terutama untuk memastikan kualitas produk yang dihasilkan sesuai standar. Pendampingan mencakup evaluasi kualitas biopot melalui beberapa parameter penting, seperti densitas, kadar air dan daya serap

(seperti terlihat pada Tabel 1). Hasil evaluasi awal menunjukkan bahwa sebagian besar biopot yang diproduksi telah memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan, meskipun masih ditemukan beberapa produk dengan tekstur rapuh akibat proses pengeringan yang kurang optimal.

Tabel 1. Parameter biopot

Parameter	Hasil
Densitas	0,901 g/ml
Kadar Air	10,27%
Daya Serap	60,03%

Selama pendampingan, tim pengabdian juga memberikan umpan balik terkait teknik produksi dan manajemen usaha. Misalnya, saran untuk memperpanjang waktu pengeringan agar biopot lebih kuat, atau anjuran mengatur komposisi bahan agar daya serap air lebih stabil. Dari sisi manajemen, tim membantu kelompok tani dalam mencatat jumlah produksi, menghitung biaya operasional, serta memperkirakan harga jual biopot agar usaha dapat berjalan berkelanjutan.

Dengan adanya pendampingan dan monitoring ini, keterampilan petani semakin meningkat, kualitas produk lebih terjamin, dan kepercayaan diri masyarakat dalam mengembangkan usaha biopot pun semakin kuat. Tahap ini menjadi kunci keberlanjutan program karena petani tidak hanya dibekali pengetahuan teknis, tetapi juga didukung dalam pengelolaan usaha dan penerapan hasil secara nyata di lahan pertanian.

Evaluasi Dan Keberlanjutan

Tahap evaluasi dan keberlanjutan merupakan bagian akhir dari program pengabdian sekaligus menjadi penentu arah keberlanjutan kegiatan setelah program selesai. Evaluasi dilakukan dengan meninjau capaian utama, yaitu peningkatan keterampilan petani, kualitas biopot yang dihasilkan, efisiensi biaya pembibitan, serta dampak lingkungan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sebagian besar tujuan program tercapai: petani mampu memproduksi biopot dengan kualitas baik, biaya pembibitan dapat ditekan hingga 30–35%, dan limbah TKKS maupun ampas teh yang biasanya dikelola, kini mulai dimanfaatkan secara produktif.

Sebagai langkah keberlanjutan, tim pengabdian bersama masyarakat menyusun rencana jangka panjang melalui pembentukan kelompok tani mandiri yang berfokus pada produksi biopot. Kelompok ini berfungsi tidak hanya sebagai produsen, tetapi juga sebagai wadah belajar bersama dan pusat inovasi lokal. Dengan adanya kelompok tani mandiri, keberlanjutan program lebih terjamin karena kegiatan produksi dan pengembangan biopot tidak lagi bergantung pada pendampingan eksternal, melainkan dikelola secara kolektif oleh masyarakat.

Selain itu, kedepannya tim pelaksana akan melaksanakan pendampingan lanjutan dalam aspek pemasaran. Petani diberikan arahan mengenai strategi penjualan biopot, mulai dari pengemasan, penentuan harga, hingga distribusi ke pasar lokal maupun antar desa, diposisikan sebagai produk inovatif yang ramah lingkungan dari Desa Hutarimbaru, sehingga memiliki nilai jual yang lebih tinggi dan daya tarik bagi konsumen yang peduli terhadap isu lingkungan. Upaya ini diharapkan tidak hanya memperkuat ekonomi lokal, tetapi juga menjadikan Desa Hutarimbaru sebagai pionir dalam pengelolaan limbah perkebunan berbasis inovasi hijau.

KESIMPULAN

Program pengabdian Masyarakat di Desa Hutarimbaru berhasil meningkatkan kapasitas petani dalam mengolah limbah TKKS dan ampas teh menjadi biopot. Kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap ekonomi, lingkungan dan sosial mitra. Mitra mampu menekan mengurangi biaya produksi dan membuka peluang usaha baru, mengurangi pencemaran limbah perkebunan dan memperkuat pemberdayaan Masyarakat melalui pelatihan dan kerja sama kelompok tani. Keberlanjutan program sangat mungkin dicapai dengan penguatan kelompok tani dan pengembangan pasar lokal untuk produk biopot.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian mengucapkan Terima Kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi dan Universitas Sumatera Utara atas dukungannya terhadap Program Pengabdian Kepada Masyarakat skema Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) Tahun Pendanaan 2025, serta Masyarakat Desa Hutarimbaru khususnya kelompok tani Satahi yang berpartisipasi aktif dalam kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Çakmak, T. G., Saricaoglu, B., Ozkan, G., Tomas, M., & Capanoglu, E. (2024). Valorization of tea waste: Composition, bioactivity, extraction methods, and utilization. *Food Science & Nutrition*, 12(5), 3112–3124.
- Dewi, R. D. C. (2022). Edukasi terkait pengolahan dan pemasaran limbah pertanian pada kelompok tani Karisma di Banjarsengon Kecamatan Patrang, Jember, Jawa Timur. *Jurnal Pengabdian Ilmu Kesehatan*, 2(3), 81–93.
- Elashry, M. E., Khater, E. G., & Ali, S. A. (2025). Biodegradable biocomposite pots reinforced with mercerized sugarcane bagasse for sustainable agriculture and plastic waste mitigation. *Scientific Reports*, 15(1), 1–12.
- Gallegos-Cedillo, V. M., Nájera, C., Gruda, N. S., Signore, A., Gallegos, J., Rodríguez, R., Ochoa, J., Egea-Gilabert, C., & Fernández, J. A. (2024). An in-depth analysis of sustainable practices in vegetable seedlings nurseries: A review. *Scientia Horticulturae*, 334.
- Hasibuan, A. R., Nasution, Q. F., & Lubis, A. M. P. (2023). Pemanfaatan limbah kelapa sawit (tandan kosong kelapa sawit) sebagai pilihan organik tanaman yang ramah lingkungan di Kabupaten Labuhan Batu Utara. *Zahra: Journal of Health and Medical Research*, 3(2), 183–190.
- Harahap, H., Nasution, H., Manurung, R., Yustira, A., & Rashid, A. A. (2025). Physical characteristics of biodegradable pots from empty fruit bunches (EFB) and sawdust waste as planting media. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 11.
- Harahap, H., Nasution, H., Manurung, R., Yustira, A., & Rashid, A. A. (2025). Development of green polybag innovation products from biomass waste as planting media. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 10(1), 145–158.
- Jaya, J. D., Elma, M., Sunardi, S., & Nugroho, A. (2022). Physical and mechanical properties of biodegradable pot derived from oil palm empty fruit bunch and sodium alginate. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 65.
- Putranto, A. W., Abida, S. H., Adrebi, K., & Harianti, A. (2020). Lignocellulosic analysis of corncob biomass by using non-thermal pulsed electric field-NaOH pretreatment. *Reaktor*, 20(4), 183–191.
- Salamiyah, S., & Hizriani, N. (2023). Penyuluhan pembuatan pupuk organik limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) di sekolah. *Jalujur: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 69–78.
- Sun, Y., Niu, G., Koeser, A. K., Bi, G., Anderson, V., Jacobsen, K., Conneway, R., Verlinden, S., Stewart, R., & Lovell, S. T. (2015). Impact of biocontainers on plant performance and container decomposition in the landscape. *HortTechnology*, 25(1), 63–70.
- Susilawati, & Supijatno. (2015). Pengelolaan limbah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di perkebunan kelapa sawit, Riau. *Buletin Agrohorti*, 3(2), 203–212.
- Tomadoni, B., Merino, D., & Alvarez, V. A. (2020). Biodegradable materials for planting pots.
- Wei, X., Khachatryan, H., & Rihn, A. (2020). Production costs and profitability for selected greenhouse grown annual and perennial crops: Partial enterprise budgeting and sensitivity analysis. *HortScience*, 55(5), 637–646.