



SURAT TUGAS

Nomor : 0193.a/FAPETRIK/TGS/II.3.AU/D/2023

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji kita panjatkan kehadirat Allah SWT. Semoga segala aktifitas keseharian kita mendapat rahmat dan bernilai ibadah di sisi-nya. Amin.

Dalam rangka mendukung pelaksanaan kegiatan Penelitian/Pengabdian kepada Masyarakat dosen Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Parepare, maka dipandang perlu melibatkan mahasiswa sebagai bagian dari penguatan pengalaman akademik, praktis, dan kontekstual mahasiswa dalam implementasi tridarma perguruan tinggi.

Mahasiswa yang dilibatkan dalam kegiatan ini diharapkan dapat berpartisipasi secara aktif, disiplin, bertanggung jawab, serta menjaga nama baik fakultas dan universitas selama pelaksanaan kegiatan. Bentuk keterlibatan mahasiswa disesuaikan dengan kebutuhan kegiatan, antara lain membantu persiapan pelaksanaan kegiatan, pengumpulan data, dokumentasi, pendampingan masyarakat/mitra, pengolahan data sederhana, penyusunan administrasi kegiatan, serta tugas-tugas lain yang relevan sesuai arahan dosen pelaksana. Adapun daftar nama mahasiswa *terlampir*.

Demikian surat tugas ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dilaksanakan sebagaimana amanah yang diberikan.

Wabillahi Taufiq Walhidayah.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Parepare, 12 Mei 2023

Dekan,



Dr. Nurhapsa, S.P., M.Si.
NBM. 938 319

Tembusan:

1. Wakil Dekan FAPETRIK UMPAR
2. Ketua Program Studi
3. Arsip

No	NIM	Nama Mahasiswa	Program Studi	Semester	Jenis Kegiatan	Mata Kuliah yang Dikonversi	Jumlah SKS	Dosen
1	219170011	Dewa Nugraha Adeti	Agribisnis	6	Pemanfaatan Biochar Dari Tongkol Jagung Sebagai Pupuk Slow-Release pada Lahan Kebun Kakao Milik Kelompok Tani Mamminasa Deceng di Kabupaten Soppeng	Inovasi Produk Agribisnis Lokal	3	Dr. Sukmawati, S.P. M.P.
2	219170010	Nurrahma				Proyek Agribisnis Lokal Berbasis Kawasan	3	

**LAPORAN AKHIR TAHUN
PROGRAM PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
SKEMA: NASIONAL**

**PEMANFAATAN BIOCHAR DARI TONGKOL JAGUNG SEBAGAI PUPUK SLOW-
RELEASE PADA LAHAN KEBUN KAKAO MILIK KELOMPOK TANI
MAMMINASA DECENG DI KABUPATEN SOPPENG**

**Tahun ke 1 dari rencana
1 tahun**



**Dr. Sukmawati, S.P.M.P.
Dr. Iradhatullah Rahim, S.P.M.P.
Dr. Yadi Arodhisakara, S.E.M.Si
Ahmad Selao, S.P.M.Sc.
Harsani, S.P.M.P.
Aswar Syafnur, S.Si.M.Si.**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYA PAREPARE
NOVEMBER 2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pemanfaatan biochar dari tongkol jagung sebagai pupuk slow-release pada lahan kebun kakao milik kelompok tani mamminasa deceng di kabupaten soppeng

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr. Sukmawati, S.P.M.P.
NIDN : 0906087601
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Program Studi : Agroteknologi
Nomor HP : 08234477529
Alamat : Jl. Toddopuli 5 stpk 7 no. 45 Kota Makassar

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr. Iradhatullah Rahim, S.P.M.P.
NIDN : 0926117601
Perguruan tinggi : Universitas Muhammadiyah Parepare

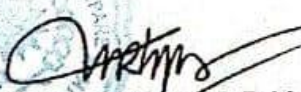
Anggota (2)
Nama Lengkap : Dr. Yadi Arodhiskara, S.E.M.Si.
NIDN : 0925077604
Perguruan tinggi : Universitas Muhammadiyah Parepare

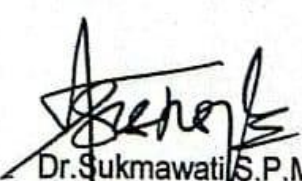
Anggota (3)
Nama Lengkap : Harsani, S.P.M.P.
NIDN : 0910028902
Perguruan tinggi : Politeknik Pertanian Negeri Pangkep

Anggota (4)
Nama Lengkap : Aswar, Syafnur, S.Si.M.Sc.
NIDN : 8919820021
Perguruan tinggi : Universitas Hasanuddin
Mitra : Ithaka Institute
Penanggung jawab : Luki Anisa Nurul Fathia, SP., M.Sc
Alamat : Perumahan Akasia B2/05 Tallasa City, Makassar

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya tahun berjalan : Rp. 27.609.000,-
Biaya Keseluruhan : Rp. 27.609.000,-

Dekan, : Parepare, 15 November 2022
Fakultas Pertanian, Peternakan dan : Ketua Tim
Perikanan


Dr. Nur Hapsa, S.P.M.Si.
NIDN. 0912106901


Dr. Sukmawati, S.P.M.P.
NIDN.0906087601

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dengan judul *“Pemanfaatan Biochar dari Tongkol Jagung sebagai Pupuk Slow-Release pada Lahan Kebun Kakao Milik Kelompok Tani Mamminasa Deceng di Kabupaten Soppeng”* dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

Kegiatan ini merupakan bentuk komitmen tim pengabdian dalam mendukung penerapan teknologi pertanian yang ramah lingkungan dan berbasis sumber daya lokal. Biochar yang berasal dari limbah tongkol jagung diolah dan dimanfaatkan sebagai pupuk slow-release, yang tidak hanya berfungsi meningkatkan kesuburan tanah secara bertahap, tetapi juga berpotensi meningkatkan efisiensi pemupukan serta hasil produksi kakao. Pendekatan ini diharapkan menjadi solusi alternatif yang aplikatif dan berkelanjutan bagi petani, khususnya dalam mengelola lahan secara produktif dan ekonomis.

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada **Kelompok Tani Mamminasa Deceng** atas partisipasi dan kerja samanya dalam pelaksanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada aparat desa, mitra pendukung, serta seluruh pihak yang telah membantu kelancaran kegiatan ini. Tak lupa, apresiasi kami sampaikan kepada tim pelaksana dan mahasiswa pendamping yang telah bekerja dengan penuh dedikasi.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat kami harapkan demi penyempurnaan kegiatan pengabdian di masa mendatang.

Akhir kata, semoga kegiatan ini dapat memberikan manfaat nyata bagi masyarakat sasaran dan menjadi inspirasi dalam pengembangan teknologi pertanian yang berkelanjutan dan berbasis potensi lokal.

Parepare, November 2022

Hormat kami,
Tim Pengabdian kepada Masyarakat

DAFTAR ISI

PRAKATA	3
DAFTAR ISI	4
DAFTAR GAMBAR	5
BAB I. PENDAHULUAN	6
1.1. Latar Belakang	6
1.2. Tujuan	7
1.3. Manfaat	8
BAB 2. TARGET DAN LUARAN	9
2.1. Target Kegiatan	9
2.2. Luaran yang diharapkan	9
BAB 3. METODE PELAKSANAAN	10
B. Metode	10
BAB 4 HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	12
4.1. Hasil	12
4.1.1. Produksi Biochar	12
4.1.2. Biochar Sebagai Pupuk Slow-release	12
4.1.3 . Aplikasi biochar pada tanaman kakao dewasa	14
b. Luaran yang dicapai	15
BAB 5. KESIMPULAN	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi kegiatan pengabdian	10
Gambar 2. Bahan dan Alat Pembuatan Pupuk Slow-Releasedari Biochar Tongkol Jagung	11
Gambar 3. Metode aplikasi pupuk menggunakan lubang biopori pada tanaman kakao	11
Gambar 4. Produksi Biochar Tanpa Asap	12
Gambar 5. Kegiatan Pembuatan Pupuk Slow-release Melibatkan Mitra Ithaka Institute dan Mahasiswa Agroteknologi	13
Gambar 6. Pemupukan Menggunakan Biochar Pada Lahan Kakao	14

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkebunan kakao merupakan salah satu sektor strategis di Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan, yang menopang ekonomi masyarakat pedesaan. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, produktivitas kebun kakao di berbagai wilayah mengalami penurunan akibat kondisi lahan yang mulai terdegradasi, menurunnya kesuburan tanah, dan efisiensi pemupukan yang rendah. Penggunaan pupuk anorganik secara intensif tanpa diimbangi dengan bahan organik telah menyebabkan kerusakan struktur tanah serta menurunnya kapasitas tanah dalam menahan hara.

Di sisi lain, tongkol jagung sebagai limbah pertanian di daerah ini masih belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal, tongkol jagung memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan baku **biochar**, yaitu arang hayati yang dihasilkan melalui proses pirolisis bahan organik. Biochar terbukti mampu meningkatkan kualitas tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan retensi air dan hara, serta berfungsi sebagai media pelepas hara yang lambat (slow-release fertilizer) apabila diaktivasi dengan unsur hara tertentu, terutama nitrogen.

Biochar sebagai bahan pembenah tanah sekaligus digunakan sebagai pupuk slow-releasemerupakan salah satu cara menyimpan karbon dalam tanah. Penambahan karbon tanah sangat penting untuk menjaga kesuburan tanah. Rata-rata tanah di Indo-nesia memiliki kandungan C-Organik tanah <2%, sedangkan salah satu indikator kesu-buran tanah adalah kandungan C-organikyang lebih besar dari 2%. Untuk mencapai hal tersebut, maka dibutuhkan 8-9 ton bahan organik per tahun.

Sebagai salah satu syarat sertifikasi biochar adalah pengembalian karbon kembali ke lahan pertanian sebagai stok karbon. Disisi lain, selama ini petani hanya menggunakan pupuk yang disebar pada permukaan tanah menyebabkan pemupukan yang tidak berimbang karena tidak efektif terserap dan tersedia bagi tanam. Akibatnya terjadi akumulasi bahan kimia yang menye-babkan pemadatan tanah, sehingga permea-bilitas tanah menurun dan tanah mengalami kekeringan.

Salah satu kegiatan dalam Sistem pro-duksi kakao berbasis biochar (SPKB) aplika-si biochar sebagai pupuk slow-releasepada tanaman kakao dewasa. Kegiatan ini merupakan rangkaian persyaratan untuk sertifikasi biochar sebagai karbon kredit.

Hal ini dilakukan sebagai perwujudan green econo-mic secara berkelanjutan untuk memastikan peningkatan produktivitas dan kualitas kakao, sekaligus membuat mata pencaharian dari kakao lebih berkelanjutan, meningkatkan kesejahteraan petani kakao menghasilkan masyarakat dan melindungi lingkungan dimana kakao dibudidayakan.

Salah satu karakteristik paling penting dari biochar sebagai teknologi mitigasi perubahan iklim adalah ketahanannya dalam jangka panjang di tanah dan aplikasi industri lainnya (misalnya beton, aspal). Biochar yang diproduksi dari limbah pertanian memberikan pendapatan tambahan secara eko-nomi bagi petani melalui sertifikasi karbon yang menghasilkan carbon kredit. Disisi lain secara ekologi, meningkatkan kandungan karbon tanah yang mempengaruhi kemampuan tanah meretensi air lebih banyak, meretensi hara di area jerapan serta meningkatkan keragaman mikroorganisme tanah. Perdagangan karbon secara insitu sangat menarik minat petani karena tidak memerlukan modal angkut ke pasar. Melalui sertifikasi biochar menjadikan stimulan yang baik bagi petani dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui penambahan karbon dan peningkatan pendapatan.

Kelompok Tani Mamminasa Deceng di Kabupaten Soppeng merupakan salah satu kelompok tani aktif yang memiliki semangat untuk meningkatkan produktivitas kebun kakao mereka secara berkelanjutan. Namun, mereka masih menghadapi kendala dalam pemanfaatan teknologi pertanian yang ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan pupuk. Oleh karena itu, diperlukan suatu program pengabdian kepada masyarakat yang mengintegrasikan pendekatan ilmiah dengan praktik lokal untuk meningkatkan produktivitas kebun kakao sekaligus mengurangi limbah pertanian.

Program ini tidak hanya akan memberikan solusi teknis berbasis riset, tetapi juga akan meningkatkan kapasitas petani dalam mengolah dan mengaplikasikan biochar secara mandiri. Dengan demikian, pengabdian ini diharapkan dapat mendukung transformasi pertanian kakao di Kabupaten Soppeng menuju sistem pertanian berkelanjutan berbasis kearifan lokal dan inovasi ramah lingkungan.

1.2. Tujuan

1. Meningkatkan Pengetahuan dan Keterampilan masyarakat sasaran dalam memanfaatkan biochar sebagai bahan dasar pupuk slow-release berbasis limbah pertanian lokal.

2. Mengimplementasikan Teknologi Tepat Guna dalam bentuk pupuk lepas lambat nitrogen untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dan produktivitas tanaman, khususnya pada lahan pertanian terdegradasi.
3. Mengurangi Dampak Lingkungan dari penggunaan pupuk kimia konvensional melalui substitusi dengan pupuk slow-release berbasis biochar yang ramah lingkungan.

1.3. Manfaat

Melalui kegiatan ini, pemanfaatan biochar dari tongkol jagung sebagai pupuk slow-release akan diperkenalkan dan diaplikasikan pada lahan kebun kakao milik kelompok tani. Teknologi ini diharapkan dapat memberikan manfaat ganda, yaitu:

1. memperbaiki kualitas tanah secara berkelanjutan,
2. mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia,
3. meningkatkan efisiensi serapan hara tanaman kakao, dan
4. memanfaatkan limbah pertanian menjadi produk bernilai tambah.

BAB 2. TARGET DAN LUARAN

2.1. Target Kegiatan

Adapun target dari kegiatan ini adalah:

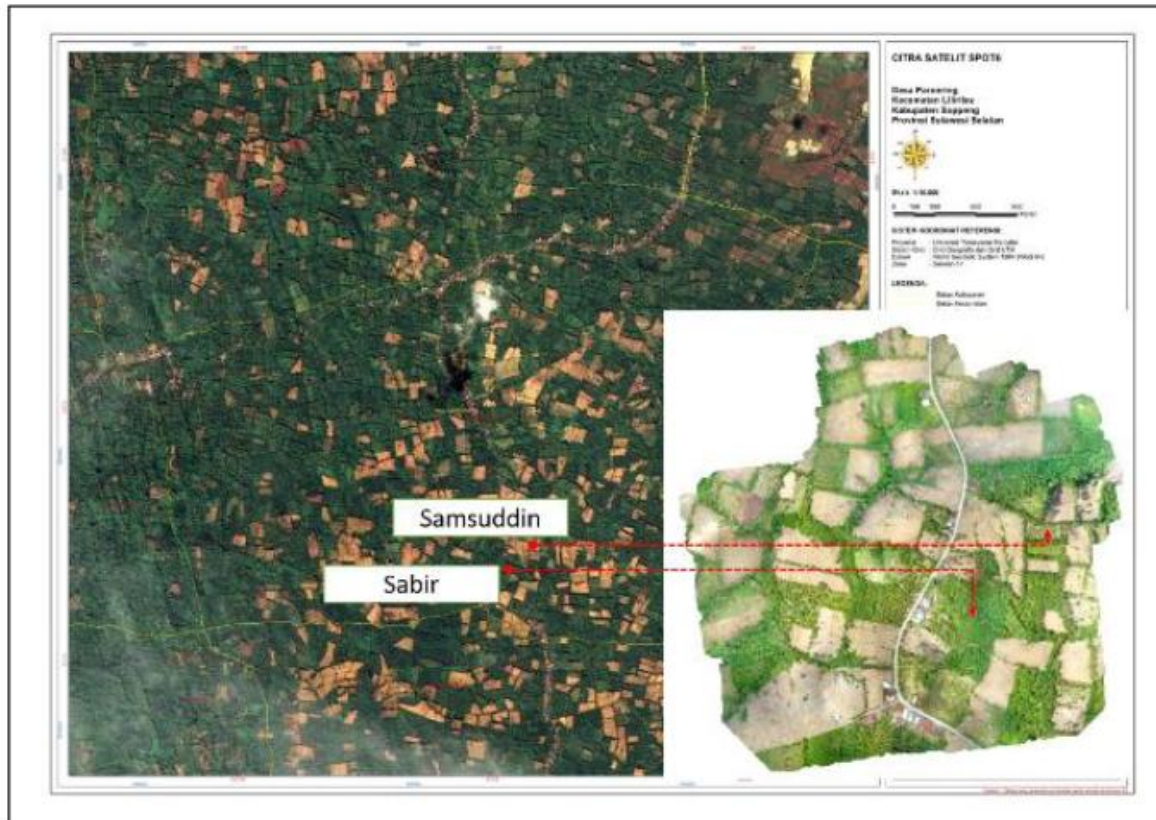
1. Kelompok Tani Mamminasa Deceng di Kabupaten Soppeng sebagai mitra utama kegiatan.
2. Minimal 15 orang petani dilatih dalam pembuatan dan pemanfaatan biochar dari tongkol jagung sebagai pupuk slow-release.
3. 1 hektar lahan kakao digunakan sebagai lokasi percontohan aplikasi pupuk slow-release berbasis biochar.
4. Peningkatan kapasitas pengetahuan petani terkait pengelolaan hara dan pengurangan penggunaan pupuk kimia hingga 30%.
5. Pengurangan limbah pertanian (tongkol jagung) melalui konversi menjadi biochar bernilai guna.

2.2. Luaran yang diharapkan

1. Produk pupuk slow-release berbasis biochar dari tongkol jagung yang aplikatif dan ekonomis bagi petani.
2. Modul pelatihan dan panduan teknis pembuatan serta aplikasi biochar slow-release.
3. Publikasi artikel ilmiah atau populer terkait penerapan teknologi biochar dalam mendukung pertanian berkelanjutan.
4. Model demonstrasi lahan kakao yang menunjukkan dampak positif penggunaan pupuk slow-release terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman.

BAB 3. METODE PELAKSANAAN

Lokasi Kegiatan. Lokasi kegiatan dilakukan pada dua kebun kakao milik anggota Kelompok Tani Mamminasa Deceng (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi kegiatan pengabdian

B. Metode

1. Pembuatan Pupuk dan Cara Pemupukan.

Metode pembuatan pupuk merujuk pada Ithaka Institute, dimana kebutuhan biochar untuk pemupukan tanaman kakao dewasa adalah 9 liter biochar dan 300 g pupuk NPK (Gambar 2). Pupuk NPK sebanyak 300 g dilarutkan dalam air sebanyak 1 liter. Untuk membantu agar cepat larut digunakan blender. Larutan pupuk NPK selanjutnya dicampur dengan biochar tongkol jagung sebanyak 9 liter. Agar tercampur rata ditambahkan air sebanyak 3 liter, selanjutnya diaduk. Setelah campuran merata, biochar dimasukkan ke dalam drum tutup biru untuk diinkubasi selama 1 malam sebelum digunakan.



Gambar 2. Bahan dan Alat Pembuatan Pupuk Slow-Releasedari Biochar Tongkol Jagung

Pemberian pupuk dilakukan dengan menggunakan lu-bang biopori dengan kedalam 50 cm dengan diameter lubang 12 cm. Jumlah lubang untuk 1 pohonkakao adalah dua lubang(Gambar 3).



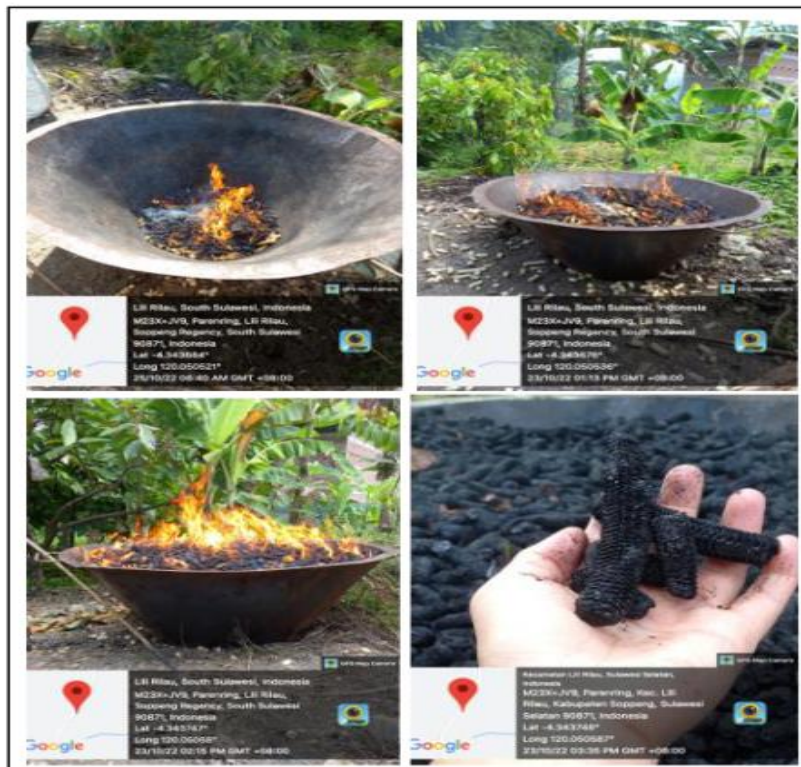
Gambar 3. Metode aplikasi pupuk menggunakan lubang biopori pada tanaman kakao

BAB 4 HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

4.1. Hasil

4.1.1. Produksi Biochar

Produksi biochar dilakukan dengan menggunakan tirai api kontiki (Gambar 4). Penggunaan tirai api kontiki sangat mudah dan efisien, karena tidak memerlukan bahan bakar fosil sebagai sumber api. Prinsip pembakarannya adalah biomassa pada lapisan bawah yang terbakar menjadi sumber api. Bagi biomassa di lapisan atasnya. Sedangkan biomassa pada lapisan atas berfungsi sebagai tirai agar biomassa yang terbakar rendah oksigen. Hal ini bertujuan untuk mendapat biochar dengan struktur karbon yang lebih stabil. Hasil produksi biochar sebanyak 3.789 liter melalui pembakaran selama 4 hari.



Gambar 4. Produksi Biochar Tanpa Asap

4.1.2. Biochar Sebagai Pupuk Slow-release

Pada tahap pembuatan pupuk slow-release melibatkan 9 mahasiswa agroteknologi. Keterlibatan mahasiswa merupakan salah satu luaran IKU MBKM yakni mahasiswa berkegiatan diluar kampus, dimana kegiatan ini merupakan salah satu metode pembelajaran project-based learning untuk CPMK Mata Kuliah Kesuburan Tanah dan

Pemupukan serta Matakuliah Budidaya Ta-naman Pangan dan Perkebunan. Dimana Mahasiswa melakukan unjuk kerja pengelolaan limbah pertanian menjadi pupuk untuk diterapkan pada lahan perkebunan kakao. Pada pembuatan pupuk slow-release biochar yang digunakan berasal dari tongkol jagung (Gambar 5). Limbah tongkol jagung merupakan salah satu biomassa yang keter-sediaannya berkelanjutan, karena diproduksi di setiap panen. Dalam satu tahun budidaya jagung dapat dilakukan selama 2 kali, sehingga potensi limbah nya cukup besar dan tersedia sepanjang tahun.



Gambar 5. Kegiatan Pembuatan Pupuk Slow-release Melibatkan Mitra Ithaka Institute dan Mahasiswa Agroteknologi

Adsorpsi nitrogen dan fosfor menggunakan biochar secara signifikan dipengaruhi oleh suhu pirolisis dan bahan baku bio-massa. Melalui proses pembakaran dengan suhu tinggi dihasilkan kandungan karbon >50% (Sukmawati, 2020), dimana sesuai dengan kriteria pembenah tanah (Permentan, 2019). Penambahan biochar ke dalam tanah meningkatkan karbon tanah dan retensi nitrogen (Li et al., 2018). Pupuk lepas lambat berbasis biochar (BSRF) sangat menarik karena kemampuannya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen (NUE) dan meningkatkan hasil panen, sekaligus menyediakan pengelolaan limbah industri pangan pertanian. Selain itu,

BSRF mempengaruhi lingkungan mikroba tanah, berkontribusi pada peningkatan keragaman dan banyak strain bakteri tanah. Biochar semakin populer untuk digunakan sebagai substrat untuk menyerap nutrisi untuk mengembangkan pelepasan lambat atau pelepasan terkontrol pupuk dengan mengeksplorasi luas permukaannya yang luas (Manikandan & Subramanian, 2013).

4.1.3 . Aplikasi biochar pada tanaman kakao dewasa

Aplikasi biochar pada tanaman kakao menghasilkan (TM) merupakan salah satu tahapan untuk mendapatkan sertifikat bio-char dalam rangka karbon trading oleh petani secara insitu. Dalam kegiatan ini melibatkan 5(lima)orang anggota kelompok tani dalam melaksanakan pemupukan. Jumlah tanaman yang berhasil dipupuk adalah 320 pohon pada kebun milik Bapak Samsuddin dan 100 pohon di kebun milik Bapak Sabir. Jumlah biochar yang digunakan adalah 780 liter dan 252 kg pupuk NPK. Kegiatan ini melibatkan mahasiswa Agroteknologi dan Kelompok Tani Mamminasa Deceng dalam pelaksanaannya di lapangan (Gambar 6).



Gambar 6. Pemupukan Menggunakan Biochar Pada Lahan Kakao Milik Kelompok Tani

Pemberian pupuk NPK menggunakan biochar dari tongkol jagung sebagai bahan pembawa, dimaksudkan untuk menambah karbon tanah sekaligus efisiensi pemupukan terhadap penggunaan pupuk kimia. Biochar memiliki luas permukaan yang bermuatan sehingga mampu meretensi hara dan air lebih lama di dalam tanah. Unsur hara N, P, K akan teradsorpsi ke permukaan biochar sehingga tidak mudah hilang akibat pencucian maupun evapotranspirasi. Biochar memiliki afinitas tinggi terhadap nutrisi, termasuk N dan P dalam air dan tanah. Aplikasi biochar pada tanah meningkatkan efek pelepasan lambat nutrisi, memberikan strategi yang menarik

untuk me-ngurangi beban ekonomi dan lingkungan dari pupuk konvensional yang berlebihan (Wang et al., 2022).

b. Luaran yang dicapai

Luaran yang dicapai dalam kegiatan ini adalah:

1. Produk pupuk slow-release berbasis biochar dari tongkol jagung yang aplikatif dan ekonomis bagi petani. Telah diproduksi pupuk slowrelease berbahan dasar biochar yang diperkaya pupuk NPK sebanyak 3.789 liter.
2. Panduan teknis pembuatan serta aplikasi biochar slow-release.
Dihasilkan SOP produksi kakao berbasis biochar dan haki SOP
[Standar Operasional Sistem Produksi Kakao Berbasis Biochar](#)
No. Permohonan : EC002022107067
3. Publikasi artikel ilmiah atau populer terkait penerapan teknologi biochar dalam mendukung pertanian berkelanjutan.
1 karya ilmiah yang dipublikasi pada Jurnal Nasional Sinta 6 Jurnal Dinamika Pengabdin UNHAS.
<https://journal.unhas.ac.id/index.php/jdp/article/view/24476/11537>

BAB 5. KESIMPULAN

Berdasarkan pada beberapa kegiatan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Produksi biochar dari tongkol jagung yang dibakar tanpa asap dapat dimanfaatkan sebagai pupuk slow-release pada pertanaman kakao.
2. Pemanfaatan biochar sebagai pupuk slow-release dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk baik dari segi kuantitas maupun kualitas.
3. Keterlibatan mahasiswa dan petani dalam kegiatan ini dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan sebagai pupuk slow-release baik dari segi pembuatan maupun aplikasinya ke dalam tanah dalam memanfaatkan biochar.

DAFTAR PUSTAKA

- Li, S., Barreto, V., Li, R., Chen, G., & Hsieh, Y. P. (2018). Nitrogen retention of biochar derived from different feedstocks at variable pyrolysis temperatures.
- Manikandan, A., & Subramanian, K. S. (2013). Urea Intercalated Biochar –a Slow-release Fertilizer Production and Characterisation. December. <https://doi.org/10.17485/ijst/2013/v6i12.11>
- Permentan. (2019). Persyaratan teknis minimal pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah.
- Sukmawati. (2020). Perbaikan Retensi Air Fosfor dan Nitrogen dari Biochar yang ditambahkan Bakteri Penghasil Alginat Untuk Peningkatan Produktivitas Lahan Kering (Disertasi) [Pasca Sarjana Unhas]. <http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/3048/>
- Wang, C., Luo, D., Zhang, X., Huang, R., Cao, Y., Liu, G., Zhang, Y., & Wang, H. (2022). Environmental Science and Ecotechnology Biochar-based slow-release of fertilizers for sustainable agriculture : A mini review. Environmental Science and Ecotechnology, 10, 100167. <https://doi.org/10.1016/j.es.2022.100167>

LAMPIRAN