

**LAPORAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT DESA BINAAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**



**PELATIHAN PEMBUATAN BIOCHAR DARI LIMBAH
BIOMASSA JAGUNG MENGGUNAKAN METODE *KON TIKI*
DAN *DRUM RETORT KILN***

TIM PENGABDIAN

Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T.	(SINTA ID 38090)
Dr. Wahyu Hidayat, S.Hut., M.Sc.	(SINTA ID 38578)
Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.	(SINTA ID 6091372)
Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T.	(SINTA ID 6023998)
Seldi Prayoga	(NPM 2120011008)
Bagus Saputra	(NPM 1814151022)
Alim Fadila Rahman	(NPM 1814151028)
Karina Gracia Agatha Tambunan	(NPM 1814151031)

**PUSAT PENELITIAN ENERGI DAN BIOMASSA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA
MASYARAKAT
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

**HALAMAN PENGESAHAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
DESA BINAAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Judul Pengabdian : Pelatihan Pembuatan Biochar dari Biomassa Limbah Singkong Menggunakan Metode *Kon Tiki* dan *Drum Retort Kiln*

Ketua Pengusul

a. Nama lengkap : Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T.
b. Jabatan fungsional : Lektor Kepala
c. Program studi : Teknik Mesin
d. SINTA ID : 38090
e. Nomor HP : 085367092509
f. Alamat e-mail : gusri.akhyar@eng.unila.ac.id

Anggota (1)

a. Nama lengkap : Dr. Wahyu Hidayat, S.Hut., M.Sc.
b. Program studi : Kehutanan
c. SINTA ID : 38578

Anggota (2)

a. Nama lengkap : Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
b. Program studi : Teknik Pertanian
c. SINTA ID : 6091372

Anggota (3)

a. Nama lengkap : Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T.
b. Program studi : Teknologi Hasil Pertanian
c. SINTA ID : 6023998

Jumlah mahasiswa terlibat : 4 Orang

a. Nama Mahasiswa/NPM : Seldi Prayoga (NPM 2120011008)
b. Nama Mahasiswa/NPM : Bagus Saputra (NPM 1814151022)
c. Nama Mahasiswa/NPM : Alim Fadila Rahman (NPM1814151028)
d. Nama Mahasiswa/NPM : Karina Gracia Agatha Tambunan (NPM 1814151031)

Jumlah alumni yang terlibat : -

Staf yang terlibat : Joko Sugiyono (NIP 196508231986031003)

Lokasi kegiatan : Desa Bangun Sari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran

Lama kegiatan : 5 (Lima) Bulan
Biaya kegiatan : Rp. 35.000.000
Sumber dana : DIPA BLU Unila

Bandar Lampung, 20 September 2021

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Pengusul,



Prof. Sumarno, M.S, M.Sc., Ph.D.
NIP 196207171987031002

Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T.
NIP 197108171998021003

Menyetujui, LPPM UNILA



Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.
NIP 196505101993032008

ABSTRAK

Jagung (*Zea mays*) merupakan komoditi unggulan di Desa Bangunsari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran. Pemanfaatan tanaman jagung menyisakan permasalahan berupa limbah biomassa jagung yang melimpah namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Sejauh ini limbah biomassa jagung hanya dibakar dan menimbulkan masalah polusi, efek rumah kaca dan pemanasan global. Pemanfaatan limbah biomassa jagung sebagai bahan baku biochar dapat menjadi solusi yang menjanjikan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk memperkenalkan manfaat penting biochar sebagai pembenah tanah kepada petani di Desa Bangunsari, membangun tungku produksi biochar, dan mempraktikkan cara pembuatan biochar. Metode pengabdian menggunakan PLA (*Participatory Learning and Action*) dengan melibatkan beberapa petani yang dilatih dalam pembuatan biochar. Berdasarkan kondisi potensi limbah tongkol jagung yang melimpah, petani sepakat untuk membuat tungku biochar komunal, sehingga pengumpulan limbah tongkol jagung dan produksi biocharnya dapat dipusatkan pada satu lokasi. Dari kegiatan PKM ini telah dibangun satu tungku produksi biochar dari batu bata dan tanah liat yang mampu memproses bahan baku berupa limbah tongkol jagung sebanyak 35 m³. Petani yang terlibat dalam kegiatan PKM ini mengerti proses pembuatan biochar menggunakan tungku tanah liat dan *double-drum retort kiln*. Biochar yang diproduksi dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah di lahan mereka atau dipasarkan untuk menambah penghasilan petani. Kedepannya masih diperlukan program-program lanjutan seperti pengembangan/diversifikasi produk biochar, pengembangan kelompok usaha biochar serta pemasarannya.

Kata Kunci: Biochar, limbah biomassa jagung, tongkol jagung, batang jagung

DAFTAR ISI

	Halaman
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Analisis Situasi.....	1
1.2. Permasalahan Mitra	3
1.3. Tujuan Kegiatan.....	3
1.4. Manfaat Kegiatan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Potensi Biomassa	5
2.2. Potensi Biomassa Limbah Jagung	6
2.3. Pirolisis	8
2.3. Biochar	10
III. METODE PELAKSANAAN.....	12
3.1. Metode dan Tahapan Kegiatan	12
3.2. Deskripsi Teknologi yang Akan Didiseminasikan kepada Masyarakat.	12
3.3. Prosedur Kerja	16
3.4. Pihak-pihak yang Terlibat dalam Kegiatan Desa Binaan	17
3.5. Partisipasi Mitra	17
3.4. Evaluasi Pelaksanaan Program dan Keberlanjutan Program	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Hasil	17
4.2. Pembahasan.....	24
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	26
5.1. Simpulan	26
5.2. Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Pembakaran limbah biomassa jagung di Desa Bangunsari.....	2
2. Tungku <i>kon tiki</i> yang dimodifikasi dengan membuatnya dari batu bata dan tanah liat.....	12
3. Produk <i>biochar kayu</i> yang diproduksi oleh Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Pertanian Unila	14
4. Produk <i>biochar kayu</i> yang diproduksi oleh Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Pertanian Unila	15
5. Sosialisasi dilakukan kepada Kepala Desa dan masyarakat setempat	18
6. Foto bersama Kepala Desa dan masyarakat setempat	18
7. Pembuatan desain tungku pirolisis dengan metode <i>Kon Tiki</i> yang dimodifikasi	19
8. Calon lokasi pembuatan tungku pirolisis.....	20
9. Tanah liat sebagai bahan pembuatan tungku pirolisis	21
10. Proses pembuatan tungku pirolisis.....	21
11. Tungku pirolisis dengan metode <i>Kon Tiki</i> yang dimodifikasi	21
12. Grafik nilai <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> peserta pelatihan.....	24
13. Tungku pirolisis dengan metode <i>Kon Tiki</i> yang dimodifikasi	21

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Luas lahan pertanian berdasarkan jenis tanaman yang diusahakan	1
2. Jenis Energi dan Nilai Potensi	6
3. Data Analisis Proximate dan Ultimate pada Tongkol Jagung	8
4. Jenis Pirolisis	9
5. Hasil perhitungan evaluasi awal (<i>pre-test</i>) peserta pengabdian.....	22
6. Hasil perhitungan evaluasi akhir (<i>post-test</i>) peserta pengabdian.....	23

DAFTAR LAMPIRAN

1. Makalah 1: Pengelolaan Limbah Tongkol Jagung di Desa Bangunsari,
Kecamatan Negeri Katon, Pesawaran
2. Makalah 2 : Biochar dan Penggunaannya
3. Makalah 3 : Biochar Berbasis Biomassa Sebagai Bahan Pembenh Tanah
4. Makalah 4 : Teknologi Produksi Biochar
5. Daftar hadir

I. PENDAHULUAN

1.1. Analisis Situasi

Desa Bangunsari adalah salah satu desa di Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran. Desa ini memiliki luas wilayah 362,5 ha yang sebagian besar terdiri dari lahan pertanian seluas 300,5 ha atau 83% dari luas desa keseluruhan (Profil Desa Bangunsari, 2021). Jumlah penduduk Desa Bangunsari mencapai 3.503 jiwa dan sebagian besar penduduknya memiliki mata pencaharian sebagai petani (854 jiwa). Jenis tanaman pertanian yang dominan adalah jagung dan singkong (215,7 ha) diikuti oleh kakao dan palawija (**Tabel 1**).

Tabel 1. Luas lahan pertanian berdasarkan jenis tanaman yang diusahakan.

No	Jenis tanaman	Luas (ha)
1	Jagung dan singkong	215,7
2	Kakao	28,8
3	Palawija	20,0
4	Padi	11,0
5	Karet	8,0
6	Sawit	6,0
7	Kelapa	6,0
8	Lain-lain	5,0
	Jumlah	300,5

Sumber: Profil Desa Bangunsari (2021).

Jagung (*Zea mays*) merupakan salah satu komoditi unggulan di Desa Bangunsari. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Desa Bangunsari (Bapak Suwadi), jagung merupakan tanaman paling dominan yang diusahakan petani dengan jumlah produksi sekitar 40.000 ton/tahun. Jagung merupakan bahan baku berbagai produk seperti tepung jagung (maizena), pati jagung, minyak jagung, dan pakan ternak. Dari setiap panen jagung diperkirakan jagung (rendemen) yang dihasilkan sekitar 65%, sementara 35% dalam bentuk limbah berupa batang, daun, kulit, dan tongkol jagung (Haluti, 2016). Sejalan dengan Haluti (2016), limbah

biomassa jagung yang dihasilkan di Desa Bangunsari sekitar 10.000 ton/tahun dari total produksi jagung sekitar 40.000 ton/tahun (Suwadi, 2021).

Sebagian besar limbah biomassa jagung di Desa Bangunsari belum dimanfaatkan secara optimal untuk meningkatkan nilai ekonomisnya. Selama ini limbah biomassa jagung hanya dibuang dan dibakar, sehingga menimbulkan masalah polusi, efek rumah kaca dan pemanasan global (**Gambar 1**).



Gambar 1. Pembakaran limbah biomassa jagung di Desa Bangunsari.

Mengamati kondisi potensi limbah biomassa jagung tersebut, maka perlu dikembangkan solusi pemanfaatan yang tepat guna sehingga limbah tersebut dapat menjadi produk ramah lingkungan yang memiliki nilai tambah ekonomi. Salah satu potensi pemanfaatan limbah biomassa jagung adalah sebagai bahan baku pembuatan biochar (arang hayati). Biochar merupakan produk padat dari proses pirolisis biomassa yang ramah lingkungan, ekonomis dan dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti remediasi tanah, pengelolaan limbah, pengurangan gas rumah kaca, dan produksi energi (Cha et al., 2016). Limbah batang dan tongkol jagung merupakan limbah biomassa potensial untuk menjadi bahan biochar. Biochar limbah biomassa jagung mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dan pH di tanah Ultisol, sehingga cocok untuk dijadikan sebagai bahan pembenah tanah (Yuananto dan Utomo, 2018). Hasil penelitian Lumbantoruan (2018) menunjukkan bahwa penambahan biochar limbah biomassa jagung mampu meningkatkan pH tanah dan serapan hara P tanaman, sekaligus mengurangi pemupukan NPK menjadi 75%.

Namun, pemanfaatan biochar dari limbah pertanian untuk kegiatan pertanian ramah lingkungan dalam skala luas belum diterapkan dan dikenal di tingkat petani (Harsanti dan Ardiwinata 2011). Hal yang sama juga diamati di Desa Bangunsari, pemanfaatan biochar dari limbah biomassa jagung sebagai biochar belum diterapkan oleh petani. Oleh karena itu, diseminasi teknologi produksi biochar te[at guna sangat diperlukan untuk memanfaatkan limbah biomassa jagung yang melimpah di Desa Bangunsari. Pemanfaatan limbah biomassa jagung menjadi biochar dapat memberikan keuntungan ganda: limbah dapat dikonversi menjadi bahan yang bermanfaat besar, memberikan nilai tambah (*added value*) limbah, dan mengurangi dampak lingkungan dari limbah biomassa tongkol jagung itu sendiri.

1.2. Permasalahan Mitra

Berdasarkan hasil survey lapangan dan diskusi dengan Kepala Desa Bangunsari dan perwakilan masyarakat didapatkan beberapa permasalahan yang dihadapi yaitu:

1. Terdapat limbah biomassa jagung yang melimpah yang belum termanfaatkan dengan baik.
2. Sebagian besar petani jagung menerapkan penanganan limbah biomassa jagung dengan cara dibakar sehingga menyebabkan masalah lingkungan terutama polusi udara.
3. Belum ada diseminasi teknologi pembuatan biochar sebagai alternatif penanganan limbah biomassa jagung yang ramah lingkungan.

Beranjak dari permasalahan tersebut, diseminasi teknologi penanganan limbah biomassa jagung yang tepat guna melalui kegiatan pengabdian kepada “Pelatihan Pembuatan Biochar dari Limbah Biomassa Jagung Menggunakan Metode *Kon Tiki* dan *Drum Retort Kiln*” sangat diperlukan masyarakat Desa Bangunsari.

1.3. Tujuan Kegiatan

Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan edukasi kepada masyarakat mengenai manfaat biochar dari limbah biomassa jagung.

2. Membuat fasilitas produksi biochar dari limbah biomassa jagung dengan metode *kon tiki* dan *drum retort kiln*.
3. Memberikan pelatihan dan keterampilan teknis kepada masyarakat khususnya petani jagung dalam memproduksi biochar dari limbah biomassa jagung.

1.4. Manfaat Kegiatan

Kegiatan ini bermanfaat sebagai salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan limbah biomassa jagung yang melimpah sekaligus meningkatkan nilai tambah produk, mendukung peningkatan produktivitas lahan dan peningkatan ekonomi masyarakat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Potensi Biomassa

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan akan energi juga semakin meningkat setiap tahunnya. Peningkatan penggunaan energi akan berdampak pada ketersediaan minyak bumi sebagai sumber energi utama. Wibowo *et al.* (2016) menyebutkan bahwa cadangan minyak semakin berkurang akan berakibat pada kelangkaan dan meningkatnya harga minyak di pasaran. Selain itu, kualitas lingkungan menurun akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan. Oleh karena itu, perlu dicari sumber energi lain terutama energi terbarukan yang ramah lingkungan. Sumber energi alternatif yang ketersediannya melimpah salah satunya adalah biomassa.

Biomassa disebut sebagai sumber energi terbarukan karena ketersediannya yang tidak terbatas. Biomassa sendiri dapat didefinisikan sebagai semua bahan organik, baik berupa kayu, tanaman, rumput laut, maupun kotoran hewan yang bisa digunakan sebagai sumber daya energi (Fisafarani, 2010; Yulianto *et al.*, 2020). Sumber daya biomassa (baik berupa produk maupun buangan) dianggap sebagai bahan organik karena energi sinar matahari disimpan dalam bentuk ikatan kimia (Papilo *et al.*, 2015) melalui proses fotosintetis (Suganal dan Hudaya, 2019). Biomassa dapat berupa tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, tinja dan kotoran ternak (Arhamsyah, 2010).

Secara umum, karakteristik ideal yang harus dimiliki tanaman sebagai sumber energi adalah memiliki riap yang tinggi (produksi maksimal dari bahan kering/hektar), input energi dan biaya untuk produksi rendah, memiliki komposisi bahan dengan kontaminan paling sedikit dan tidak memerlukan pupuk yang banyak (McKendry, 2002).

Biomassa yang telah dikonversi menjadi energi akan disebut dengan bioenergi. Indonesia memiliki potensi energi biomassa sekitar 30.051,2 MWe dengan kapasitas terpasang 1.626 MWe pada tahun 2016 (Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, 2016.). Oleh karena itu, biomassa memiliki peranan penting untuk memenuhi kebutuhan energi terbarukan di

Indonesia (Hidayat *et al.*, 2020). Potensi bioenergi Indonesia yang cukup menjanjikan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Jenis Energi dan Nilai Potensi

Jenis Energi	Potensi
Tenaga Air	94,3 GW
Panas Bumi	28,5 GW
Bioenergi	PLT Bio: 32,6 GW dan BBN: 200 Ribu Bph
Surya	207,8 GWp
Angin	60,6 GW
Energi Laut	17,9 GW

Sumber: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (2019).

Energi biomassa merupakan sumber energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui sehingga memiliki peluang yang besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Biomassa dapat menggantikan penggunaan batubara di pembangkit listrik dan mengurangi emisi karbon dan efek rumah kaca (Panwar *et al.*, 2011). Drozyner *et al.* (2013) menyebutkan, penggunaan biomassa sebagai sumber energi tidak hanya dengan baik memperbaiki lingkungan, namun juga dapat meningkatkan aspek ekonomi dan keamanan energi (berupa jaminan pasokan energi).

Secara global, biomassa adalah sumber energi terbarukan terbesar dan ekonomis dalam porsi yang signifikan (biasanya 20-40%) dari total konsumsi energi di negara berkembang (Pratama *et al.*, 2017). Tahun 2030, diperkirakan sekitar 2,7 milyar orang di negara berkembang akan bergantung pada kayu sebagai bahan bakar dan 180 juta di antaranya ada di Indonesia (Sepp, 2014). Kayu sendiri menyumbang 42% dari energi biomassa dalam bentuk kayu bulat, serpihan kayu, kulit, dan serbuk gergajian (National Energy Education Development Project, 2018).

2.2. Potensi Biomassa Limbah Jagung

Limbah pertanian dapat diubah menjadi bahan bakar alternatif dengan diolah lebih dahulu. Salah satu cara pengolahan limbah pertanian menjadi bahan bakar alternatif adalah dengan cara karbonisasi diikuti dengan pembriketan. Dengan adanya karbonisasi maka unsur-unsur pembentuk asap dan jelaga dapat

diminimalkan, sehingga gas buangnya lebih bersih. Dengan pembriketan maka kebutuhan ruang menjadi lebih kecil, kualitas pembakarannya menjadi lebih baik dan pemakaiannya lebih praktis (SUrono,2010).

Jagung merupakan salah satu tanaman pokok yang cukup dikenal tidak hanya di Indonesia melainkan juga di dunia. Tanaman jagung memiliki banyak kegunaan, pada umumnya tanaman jagung dimanfaatkan dalam industri pangan bagi manusia dan pembuatan pakan ternak (Hairiyah dkk., 2017). Pemanfaatan tanaman jagung saat ini telah berkembang dan tidak hanya terbatas pada dua bidang industri yang telah disebutkan sebelumnya. Selain pemanfaatan dan pengembangan tersebut, tanaman jagung tetap menyisakan permasalahan berupa limbah biomassa jagung seperti batang dan tongkol jagung (Haluti, 2016). Permasalahan serupa juga terjadi di Desa Bangunsari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran. Dari hasil panen jagung sekitar 40.000 ton/tahun, menghasilkan limbah sekitar 10.000 ton/tahun. Sejauh ini penanganan limbah jagung dilakukan dengan cara dibakar sehingga dapat menimbulkan masalah polusi, efek rumah kaca dan pemanasan global.

Limbah biomassa jagung memiliki potensi yang besar sebagai bahan baku biochar. Biochar adalah produk yang kaya karbon dari perlakuan termal bahan organik yang berguna sebagai bahan pembenah tanah (Lehmann dan Joseph, 2009). Aplikasi biochar berdampak positif terhadap sifat kimia, fisika, dan biologi tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biochar yang diaplikasikan ke dalam tanah secara nyata berpotensi dalam meningkatkan beberapa sifat kimia tanah seperti pH tanah, kapasitas tukar kation (KTK), dan beberapa senyawa seperti C-organik, N-total, serta dapat mereduksi aktivitas senyawa Fe dan Al yang berdampak terhadap peningkatan P-tersedia (Rondon dkk., 2007; Nigussie dkk., 2012). Perbaikan sifat kimia yang diakibatkan oleh penambahan biochar berdampak positif terhadap pertumbuhan tanaman.

Untuk mengetahui karakteristik, sifat fisis, sifat kimia suatu biomassa dapat dilakukan dengan analisis proximate dan ultimate. Hasil analisis proksimat dan ultimat biomassa tongkol jagung ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini (Jau-Jang Lu and Wei-Hsin, 2014; Sivakumar, 2010; Domalski and Jobe, 1986).

Tabel 3. Data Analisis Proximate dan Ultimate pada Tongkol Jagung

Analisis	Tongkol Jagung
Analisi Proximate (%w dry basis)	
Komponen volatil	80.10
Karbon tetap	18.54
Abu	1.36
Analisis Ultimate (%w dry basis)	
Karbon (c)	46.58
Hidrogen (H)	5.87
Nitrogen (N)	0.47
Oksigen (O)	45.46
Sulfur (S)	0.01
Khalori (CI)	0.21
Residu	1.40

2.3 Pirolisis

Pirolisis adalah suatu proses dekomposisi termal yang terjadi tanpa adanya oksigen (Boundy *et al.*, 2011; Ridhuan *et al.*, 2019). Proses pirolisis berlangsung pada suhu 500 °C pada lingkungan anaerob yang menghasilkan bio-oil, syngas, dan arang (Bauen *et al.*, 2009; Wijayanti, 2013). Hasil dan komposisi produk pirolisis bergantung pada kondisi pirolisis (suhu, waktu tinggal, tekanan dan laju pemanasan) serta komposisi bahan baku (Duman *et al.*, 2011). Secara umum produk pirolisis diklasifikasi menjadi:

- a. produk padat: berupa residu padat yang kaya kandungan karbon (char);
- b. produk cair: berupa (tar, hidrokarbon, dan air); dan
- c. produk gas: (CO, H₂O, CO₂, C₂H₂, C₂H₄, C₂H₆, C₆H₆, dll).

Pirolisis merupakan salah satu teknologi alternatif yang dapat menjadi solusi bagi permasalahan limbah (Nurkholifa *et al.*, 2020; Ridjayanti *et al.*, 2021). Proses pirolisis akan membuat limbah organik secara substansial berkurang melalui peningkatan keuntungan ekonomi (Hanif *et al.*, 2016). Terdapat dua tipe pirolisis, yaitu slow pyrolysis dan fast pyrolysis. Perbedaan utama dua proses pirolisis ini adalah laju pemanasan dan suhu reaksi maksimum (Brown *et al.*, 2011) waktu

tinggal dalam reaktor pirolisis, dan perbedaan proposi fraksi cair, gas, dan padatan produk yang dihasilkan.

Slow pyrolysis atau karbonisasi menggunakan temperatur yang rendah dengan waktu tinggal yang lama (Boundy *et al.*, 2011). *Slow pyrolysis* memiliki laju pemanasan di bawah 80 qC/menit atau 100 qK/menit dengan kisaran temperatur reaksi sebesar 300 qC (Brown *et al.*, 2011; Venderbosch and Prins, 2010). Hal ini mengakibatkan, persentase hasil produk berupa arang pada proses *slow pyrolysis* tinggi, sehingga produksi gas dan tarnya semakin rendah (Tanoue *et al.*, 2010). Sedangkan, pada *fast pyrolysis* biomassa terdekomposisi dengan cepat untuk menghasilkan uap dan aerosol dengan sedikit arang dan gas (Bridgwater, 2011). *Fast pyrolysis* memiliki laju pemanasan cepat (umumnya di atas 100 qC/s) dan temperatur reaksi antara 450-550 qC (Venderbosch and Prins, 2010). Oleh karena itu, *fast pyrolysis* memiliki waktu tinggal dalam reaktor sangat singkat (Baeun *et al.*, 2009). Perbedaan produk kedua jenis pirolisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis Pirolisis

Jenis Pirolisis	Kondisi	Fraksi (%)		
		Cair	Padat	Gas
<i>Fast</i>	500 °C, waktu tinggal uap panas singkat ±1 detik	75	12 (arang)	13
<i>Intermediate</i>	500 °C, waktu tinggal uap panas ±10-30 detik	50	dalam dua fase	25 (arang) 25
Karbonisasi (<i>Slow pyrolysis</i>)	400 °C, waktu tinggal uap panas sepanjang hari	30	35 (arang)	35
Gasifikasi	750-900 °C	5	10 (arang)	85
Torefaksi	290 °C, waktu tinggal padatan 10-60 menit	0 jika kental, lalu naik sampai 5	80	20

Sumber: Bridgwater (2011).

Arang atau biochar adalah produk padatan dari proses pirolisis dengan persentase paling besar diantara produk sampingan yang lain (Hidayat *et al.*, 2021). Arang kayu adalah suatu bahan padat yang berpori-pori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan berkayu yang mengandung unsur karbon (C) (Arhamsyah, 2020). Arang umumnya dikenal masyarakat sebagai sumber energi yang murah, mudah didapat, serta ramah lingkungan (Kwon *et al.*, 2018; Park *et al.*, 2018). Selain itu, arang dapat digunakan sebagai media tanam yang berguna 13 untuk

memperbaiki tanah dan meningkatkan produktivitas tanah. Arang dapat memacu pertumbuhan dengan meningkatkan serapan hara karbon (Hidayat *et al.*, 2017a; Riniarti *et al.*, 2021; Tarigan *et al.*, 2021). Oleh karena itu, penambahan arang akan meningkatkan kesuburan tanah karena dapat menyediakan habitat bagi mikroba tanah serta menyediakan air dan nutrisi (Saputra dan Ardika, 2012). Hal ini selaras dengan pendapat Sukartono dan Utomo (2012) yang mengemukakan pengaplikasian biochar dapat meningkatkan keberadaan C-Organik serta berkontribusi terhadap pembenahan sifat fisika-kimia tanah. Selain itu, cara ini lebih ramah lingkungan karena mampu mengurangi emisi dan mengikat gas rumah kaca.

2.4 Biochar

Limbah biomassa jagung memiliki potensi yang besar sebagai bahan baku biochar. Biochar adalah produk yang kaya karbon dari perlakuan termal bahan organik yang berguna sebagai bahan pembenah tanah (Lehmann dan Joseph, 2009). Aplikasi biochar berdampak positif terhadap sifat kimia, fisika, dan biologi tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biochar yang diaplikasikan ke dalam tanah secara nyata berpotensi dalam meningkatkan beberapa sifat kimia tanah seperti pH tanah, kapasitas tukar kation (KTK), dan beberapa senyawa seperti C-organik, N-total, serta dapat mereduksi aktivitas senyawa Fe dan Al yang berdampak terhadap peningkatan P-tersedia (Rondon dkk., 2007; Nigussie dkk., 2012). Perbaikan sifat kimia yang diakibatkan oleh penambahan biochar berdampak positif terhadap pertumbuhan tanaman.

Nigussie dkk. (2012) melaporkan bahwa aplikasi biochar yang berasal dari limbah tongkol jagung dengan dosis 10 ton/ha secara signifikan meningkatkan pH, C-organik, P-tersedia, N-total, dan KTK tanah. Peningkatan ini terjadi disebabkan biochar yang berasal dari tongkol jagung ini diketahui mengandung senyawa-senyawa yang dibutuhkan tanaman, memiliki luas permukaan yang tinggi, porositas yang tinggi, serta kandungan abu dalam biochar yang secara tidak langsung dapat melarutkan senyawa-senyawa yang terjerap seperti Ca, K, dan N yang dibutuhkan oleh tanaman. Penambahan biochar memengaruhi sifat fisika tanah melalui peningkatan kapasitas menahan air, sehingga dapat mengurangi aliran permukaan

(*surface run-off*) dan pencucian unsur hara. Selain itu, biochar juga dapat memperbaiki struktur, porositas, dan formasi agregat tanah (Lehmann dan Joseph, 2009; Zhang dkk., 2012). Biochar berpengaruh langsung terhadap tanaman. Perbaikan sifat fisika menyebabkan jangkauan perakaran tanaman semakin luas sehingga memudahkan tanaman untuk mendapatkan nutrisi dan air yang dibutuhkan dalam pertumbuhannya (Dou dkk., 2012).

Biochar juga dapat memengaruhi populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah. Menurut hasil penelitian Graber dkk. (2010), kehadiran biochar dapat merangsang populasi rhizobakteria dan fungi yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Ini diakibatkan oleh perubahan komposisi dan aktivitas enzim di daerah sekitar perakaran yang meningkat dengan penambahan biochar (Bella dan Padrikal, 2018). Selain itu, daya tumbuh (*viabilitas*) bakteri mengalami peningkatan setelah ditambahkan biochar selama 12 bulan masa simpan pada Ultisols Taman Bogo. Menurut Santi dan Goenadi (2010), hal ini disebabkan karena pH biochar sesuai dengan pH untuk pertumbuhan optimal bakteri, sehingga populasi bakteri dapat dipertahankan.

Biochar dapat diproduksi dengan berbagai metode yang menerapkan prinsip pirolisis. Pirolisis adalah suatu proses termal atau pemanasan biomassa yang digunakan untuk mengubah biomassa menjadi produk kaya karbon. Dalam pirolisis, biomassa dipanaskan pada suhu 300-800°C dengan kondisi oksigen yang terbatas atau tanpa adanya oksigen, yang menyebabkan biomassa terurai menjadi produk padat (biochar) dan produk sampingan lainnya. Biochar dapat diproduksi dari berbagai jenis biomassa atau limbah biomassa. Namun, bahan baku yang sangat direkomendasikan adalah limbah biomassa. Hal ini karena banyak limbah biomassa yang belum dimanfaatkan secara optimal dan umumnya limbah biomassa memiliki nilai ekonomi yang rendah (harga bahan baku murah, sehingga lebih ekonomis jika digunakan sebagai bahan baku biochar). Dengan demikian, pemanfaatan limbah biomassa menjadi biochar dapat memberikan keuntungan ganda: limbah biomassa dapat dikonversi menjadi bahan yang bermanfaat besar, memberikan nilai tambah (*added value*) limbah biomassa, dan mengurangi dampak lingkungan dari limbah itu sendiri.

III. METODE PELAKSANAAN

3.1. Metode dan Tahapan Kegiatan

Pelaksanaan pelatihan pembuatan *biochar* akan menggunakan metode PLA (*Participatory Learning and Action*); semua pihak aktif dilibatkan dalam diskusi dan praktik pembuatan *biochar* dengan menggunakan metode *kon tiki* yang dimodifikasi dan *drum retort kiln*.

Tahapan kegiatan pelatihan adalah sebagai berikut:

1. Merancang fasilitas pembuatan *biochar* metode *kon tiki* yang dimodifikasi dan *drum retort kiln*,
2. Melakukan uji coba fasilitas pembuatan *biochar*,
3. Melaksanakan pelatihan pembuatan *biochar* dan rencana tindak lanjut kegiatan,
4. Melakukan pendampingan kelompok.

3.2. Deskripsi Teknologi yang Akan Didiseminasi kepada Masyarakat

Teknologi yang akan didiseminasikan kepada masyarakat adalah teknologi pembuatan *biochar* dari limbah biomassa jagung menggunakan metode *kon tiki* yang dimodifikasi dan *drum retort kiln*.

1. Metode *Kon Tiki* yang Dimodifikasi

Pembuatan *biochar* dengan metode *kon tiki* dapat dilakukan dengan membuat tungku dari batu bata dan tanah liat yang dibentuk sedemikian rupa dan diberi pipa dari besi yang dilubangi sebagai sirkulasi udara serta diberi penyangga besi pada bagian atasnya sebagai tempat penutup seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Tungku *kon tiki* yang dimodifikasi dengan membuatnya dari batu bata dan tanah liat.

Tahapan pembuatan *biochar* limbah tongkol jagung dengan metode *kon tiki* adalah sebagai berikut:

- Tumpuk bahan yang mudah terbakar seperti ranting kayu, daun kering, atau kertas pada bagian dasar tungku *kon tiki* yang dimodifikasi, kemudian dibakar.



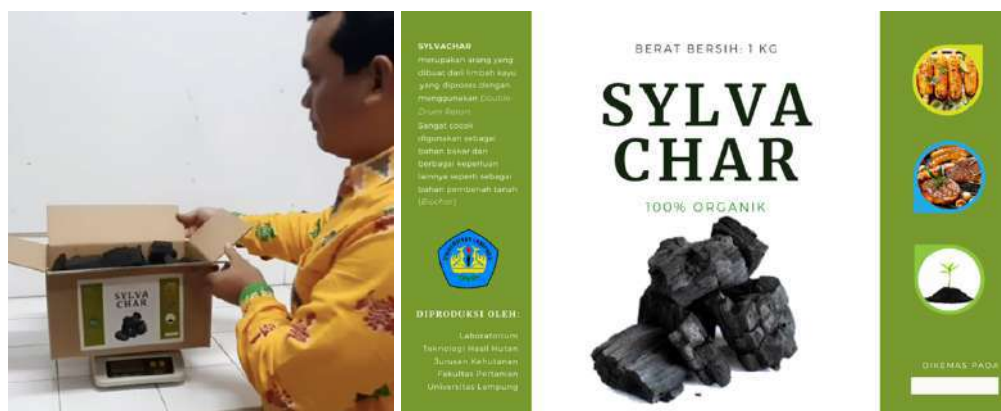
- Setelah api menyala sempurna, masukkan limbah batang/tongkol jagung ke dalam tungku *kon tiki* yang dimodifikasi hingga menutupi seluruh bagian api.



- Atur merata limbah batang/tongkol dengan menggunakan sekop atau galah bambu. Tunggu beberapa saat hingga terlihat kembali api, kemudian masukkan kembali limbah batang/tongkol jagung ke dalam tungku *kon tiki* yang dimodifikasi hingga menutupi seluruh bagian api.
- Pemasukan limbah batang/tongkol jagung dilakukan berulang seperti tahapan sebelumnya hingga kapasitas tungku penuh. Pada pemasukan bahan akhir (tungku penuh) dan telah terbentuk abu tipis di permukaan, tambahkan bahan di tempat abu tersebut atau disemprotkan air hingga bara api padam. Setelah padam, *biochar* limbah batang/tongkol jagung dapat dikeluarkan.

2. *Drum Retort Kiln*

Drum retort kiln yang digunakan dalam kegiatan ini telah dibuat sebelumnya dan diuji coba di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung untuk membuat *biochar* dari bahan baku kayu, sekam padi, batok kelapa dan tongkol jagung (**Gambar 3**).



Gambar 3. Produk *biochar* kayu yang diproduksi oleh Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Pertanian Unila.

Pembuatan *biochar* dengan *drum retort kiln* menggunakan drum berkapasitas 200 liter. Tutup drum besar dilengkapi dengan cerobong asap dan pada bagian bawah drum dibuat lubang untuk mengontrol pasokan udara/oksigen selama proses (Gambar 4).



Gambar 4. Produk *biochar kayu* yang diproduksi oleh Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Pertanian Unila.

Tahapan pembuatan *biochar* dengan *drum retort kiln* adalah sebagai berikut:

- Bahan baku limbah biomassa yang akan dijadikan *biochar* dimasukkan ke dalam drum, dilakukan pembakaran bahan dari bagian atas, kemudian tutup bagian atas drum. Suhu dan pasokan oksigen selama proses dikontrol dengan membuka dan/menutup lubang kontrol.



3.3. Prosedur Kerja

1. Persiapan program pengabdian: meliputi penyusunan rencana kegiatan rinci, pembagian tugas, penentuan narasumber setiap kegiatan, perancangan fasilitas pembuatan *biochar* dengan metode *kon tiki* yang dimodifikasi dan *drum retort kiln*, melakukan uji coba fasilitas pembuatan *biochar*, penentuan teknisi lapangan, dan konsolidasi tim pelaksana kegiatan melalui diskusi.
2. Koordinasi dengan kepala desa dan perwakilan kelompok tani di Desa Bangunsari: Koordinasi mencakup penentuan lokasi, petani pionir, peserta dan akomodasi pelatihan, distribusi undangan, penentuan lokasi demplot, dan lain sebagainya.
3. Mempersiapkan petani pionir. Petani pionir merupakan petani yang akan dilatih sebelumnya sebanyak 2 orang. Petani pionir tersebut akan ikut terlibat menjadi co-fasilitator yang bertugas menyiapkan peserta kegiatan, melakukan uji coba alat dan membantu menjelaskan kepada anggota kelompok tani.
4. Persiapan materi dan bahan pelatihan yang meliputi:
 - Penulisan materi pelatihan melalui studi pustaka, rapat-rapat, diskusi, dan *brain storming* dengan tim pelaksana, narasumber, dan ketua kelompok tani.
 - Penyiapan bahan dan alat untuk pembuatan fasilitas produksi *biochar*.
 - Penyiapan bahan baku *biochar* berupa limbah batang dan tongkol jagung: pengeringan bahan baku.

5. Pelaksanaan kegiatan yang meliputi:
 - Penyuluhan tentang manfaat *biochar* sebagai bahan pembenah tanah,
 - Pelatihan teknis pembuatan fasilitas produksi *biochar* dari limbah biomassa jagung,
 - Pelatihan proses produksi *biochar* dari limbah biomassa jagung,

3.4. Pihak-pihak yang Terlibat dalam Kegiatan Desa Binaan

Partisipan kegiatan ini adalah masyarakat petani, pengusaha pengolahan jagung (PD Semangat Jaya), dan aparat Desa Bangunsari. Selain itu, kegiatan PKM ini juga melibatkan 1 orang mahasiswa dari Magister Ilmu Lingkungan dan 3 orang mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Dalam rangka memenuhi protokol COVID-19, total peserta dibatasi sebanyak 15 orang.

3.5. Partisipasi Mitra

Petani pionir akan ikut terlibat menjadi co-fasilitator yang bertugas menyiapkan peserta kegiatan, melakukan uji coba alat dan membantu menjelaskan kepada anggota kelompok tani. Pengusaha pengolahan jagung (PD Semangat Jaya), akan berpartisipasi dalam menyediakan bahan baku limbah biomassa jagung dan lahan untuk penempatan fasilitas produksi *biochar* dari limbah biomassa jagung dengan metode *kon tiki* yang dimodifikasi.

3.6. Evaluasi Pelaksanaan Program dan Keberlanjutan Program

Evaluasi dilaksanakan baik terhadap proses maupun terhadap hasil pelatihan. Evaluasi proses dimaksudkan untuk melihat kesesuaian rencana dengan pelaksanaan, kendala-kendala yang dihadapi dan pemecahannya. Selain itu, evaluasi proses juga dimaksudkan untuk melihat apresiasi peserta terhadap kegiatan pelatihan.

Evaluasi hasil dimaksudkan untuk melihat keberhasilan proses pelatihan yang dilihat dari peningkatan pengetahuan dan keterampilan. Evaluasi ini akan dilaksanakan dengan menggunakan metode *pretest-posttest*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Pelatihan tentang Pembuatan *Biochar* dari Limbah Biomassa Jagung Menggunakan Metode *Kon-Tiki* yang Dimodifikasi dan *Drum Retort Kiln* diikuti oleh 4 Dosen, 4 Mahasiswa dan 1 Staf di Desa Bangun Sari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran. Sosialisasi terkait pembuatan tungku yang akan digunakan untuk pembuatan arang dilakukan pada Senin, 26 April 2021 bersama Kepala Desa dan masyarakat setempat dapat dilihat pada Gambar 5-6.



Gambar 5. Sosialisasi dilakukan kepada Kepala Desa dan masyarakat setempat.



Gambar 6. Foto bersama Kepala Desa dan masyarakat setempat.

Berdasarkan diskusi awal bersama kepala desa dan masyarakat setempat diketahui bahwa masyarakat belum memanfaatkan dan mengelola limbah biomassa jagung yang ada, masyarakat hanya membakar limbah biomassa jagungnya tanpa

dilakukan pengolahan dan pemanfaatan sebelumnya dan dapat menimbulkan berbagai masalah seperti polusi udara. Desa Bangun Sari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran memiliki potensi limbah biomassa khususnya jagung yang besar karena merupakan daerah penghasil jagung yang cukup besar di Kabupaten Pesawaran dengan produksi jagung yang mencapai sekitar 40.000 ton/tahun akan menghasilkan limbah sebanyak sekitar 10.000 ton/tahun (Suwadi, 2021).

Pembahasan desain tungku pirolisis untuk produksi biochar dilakukan pada Minggu, 9 Mei 2021 bersama Kepala Desa dan masyarakat setempat (Gambar 7). Tungku yang akan dibuat berupa *Kon Tiki* yang dimodifikasi, yaitu salah satu cara pirolisis dengan pembakaran berlapis secara perlahan. Kemudian dilakukan survei lokasi yang akan digunakan sebagai calon lokasi pembangunan tungku pirolisis *biochar* (Gambar 8).



Gambar 7. Pembuatan desain tungku pirolisis dengan metode *Kon Tiki* yang dimodifikasi.



Gambar 8. Calon lokasi pembuatan tungku pirolisis.

Media yang digunakan untuk membangun tungku pirolisis adalah tanah liat dan batu bata yang disusun sedemikian rupa seperti pada Gambar 9. Pembuatan tungku pirolisis dengan metode *Kon Tiki* yang dimodifikasi dilakukan dengan cara menggali lubang berukuran 5 m × 3,5 m × 1 m (panjang × lebar × kedalaman). Kemudian diberi dinding pada sekelilingnya yang terbuat dari batu bata dan tanah liat dengan ketinggian 1 m di atas permukaan tanah. Lalu diberi lubang pada bagian depannya yang diberi penutup dari plat besi sebagai tempat memasukan limbah biomassa jagung dan mengeluarkan hasil *biochar* yang telah dibuat. Pada bagian atasnya diberi penutup dari plat besi dan diberi pipa besi yang telah dilubangi sebagai sirkulasi udaranya. Terakhir dibangun penutup pada bagian atasnya untuk melindungi dari hujan dan panas matahari. Proses pembuatan tungku pirolisis dengan metode *Kon Tiki* yang dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 10-11.



Gambar 9. Tanah liat sebagai bahan pembuatan tungku pirolisis.



Gambar 10. Proses pembuatan tungku pirolisis.



Gambar 11. Tungku pirolisis dengan metode *Kon Tiki* yang dimodifikasi.

Evaluasi kegiatan dilakukan sebanyak dua kali yaitu evaluasi awal (*pre-test*) dan evaluasi akhir (*post-test*). Evaluasi awal dilakukan sebelum para peserta mendapatkan materi pelatihan, sebagai upaya untuk mengetahui tingkat pengetahuan para peserta sebelum mengikuti kegiatan. Evaluasi awal dilakukan dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan singkat dan hasil evaluasi awal peserta disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan evaluasi awal (*pre-test*) peserta pengabdian

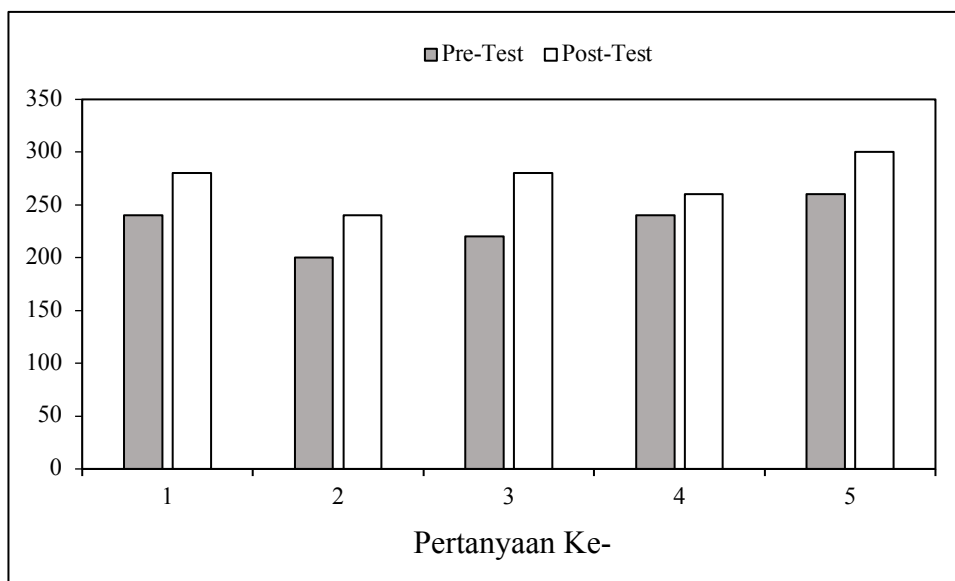
No	Nama	Pertanyaan Ke-				
		1	2	3	4	5
1	Rofik	20	0	20	20	20
2	Merik	20	20	20	20	20
3	Amat	20	20	0	20	20
4	Tomo	20	20	0	20	0
5	Toyeb	20	20	20	0	20
6	Beno	0	20	20	0	20
7	Solikin	20	0	20	20	20
8	Rudi	20	20	20	20	20
9	Haris	20	20	20	20	0
10	Diding	0	20	20	20	20
11	Talam	0	20	0	0	20
12	Dani	20	20	0	20	20
13	Eka	20	0	20	20	20
14	Sutin	20	0	20	20	20
15	Ropah	20	0	20	20	20
JUMLAH		240	200	220	240	260

Evaluasi akhir dilaksanakan pada akhir kegiatan, setelah para peserta mengikuti semua materi dan demonstrasi yang diberikan. Evaluasi akhir dilakukan dengan memberikan pertanyaan yang sama dengan evaluasi awal, sebagai upaya untuk mengetahui peningkatan pengetahuan para peserta tentang materi yang telah diberikan oleh tim penyuluh. Hasil evaluasi akhir disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil perhitungan evaluasi akhir (*post-test*) peserta pengabdian

No	Nama	Pertanyaan Ke-				
		1	2	3	4	5
1	Rofik	20	0	20	20	20
2	Merik	20	20	20	20	20
3	Amat	20	20	20	20	20
4	Tomo	20	20	20	20	20
5	Toyeb	20	20	20	0	20
6	Beno	20	20	20	0	20
7	Solikin	20	0	20	20	20
8	Rudi	20	20	20	20	20
9	Haris	20	20	20	20	20
10	Diding	0	20	20	20	20
11	Talam	20	20	0	20	20
12	Dani	20	20	20	20	20
13	Eka	20	0	20	20	20
14	Sutin	20	20	20	20	20
15	Ropah	20	20	20	20	20
JUMLAH		280	240	280	260	300

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan para peserta pelatihan pada materi yang diberikan. Adanya peningkatan ini menunjukkan adanya pemahaman yang lebih baik dari para masyarakat peserta pelatihan tersebut. Hal ini juga ditunjukkan oleh banyaknya pertanyaan dan tanggapan yang diberikan oleh para peserta dalam sesi tanya jawab dan diskusi. Peningkatan hasil evaluasi peserta dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik nilai *pre-test* dan *post-test* peserta pelatihan.

4.2. Pembahasan

Setelah dilakukan pelatihan kepada masyarakat terkait “Pembuatan *Biochar* dari Limbah Biomassa Jagung Menggunakan Metode *Kon Tiki* yang Dimodifikasi dan *Drum Retort Kiln*” terdapat peningkatan kemampuan yang cukup signifikan terhadap masyarakat (Gambar 12). Masyarakat yang menjadi peserta pelatihan mengetahui cara pembuatan *biochar* dengan metode *Kon Tiki* yang Dimodifikasi dan *Drum Retort Kiln* dengan menerapkan prinsip pirolisis. Pirolisis adalah suatu proses termal atau pemanasan biomassa yang digunakan untuk mengubah biomassa menjadi bahan yang kaya akan karbon. Dalam pirolisis, biomassa dipanaskan pada suhu 300-800°C dengan kondisi oksigen yang terbatas atau tanpa adanya oksigen, yang menyebabkan biomassa terurai menjadi produk padat (*biochar*) dan produk sampingan lainnya.

Masyarakat dikenalkan dua metode pembuatan *biochar* yang sederhana dengan menggunakan alat yang dapat dibuat sendiri dan memahami bahwa masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Banyaknya pilihan metode membuat produksi *biochar* dapat dilakukan oleh siapa saja, tergantung banyaknya bahan baku, tujuan penggunaan produk (untuk digunakan sendiri atau dijual), besarnya modal (menentukan pilihan teknologi yang diterapkan), waktu, dan tenaga kerja. Salah satu metode pembuatan arang yang mudah dan murah adalah

dengan *drum retort kiln*. Pembuatan *biochar* dilakukan dengan menggunakan drum berkapasitas 200 liter. Tutup drum besar dilengkapi dengan cerobong asap dan pada bagian bawah drum dibuat lubang untuk mengontrol pasokan udara/oksigen selama proses. Tahapan pembuatan *biochar* dengan *drum retort kiln* yaitu bahan baku limbah biomassa yang akan dijadikan *biochar* dimasukkan ke dalam drum, dilakukan pembakaran bahan dari bagian atas, kemudian tutup bagian atas drum. Suhu dan pasokan oksigen selama proses dikontrol dengan membuka dan/menutup lubang kontrol.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pelaksanaan kegiatan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Masyarakat mengetahui potensi dan manfaat limbah biomassa jagung yang dapat diolah menjadi *biochar* untuk meningkatkan nilai guna dan ekonominya.
2. Masyarakat sudah dapat membuat alat pirolisis dengan metode *Kon Tiki* yang dimodifikasi dan *drum retort kiln*.
3. Masyarakat sudah dapat memproduksi *biochar* dari limbah biomassa jagung dari berbagai alat yang sudah di jelaskan dan dibuat.

5.2. Saran

Biochar yang diproduksi dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah di lahan mereka atau dipasarkan untuk menambah penghasilan petani. Kedepannya masih diperlukan program-program lanjutan seperti pengembangan/diversifikasi produk biochar, pengembangan kelompok usaha biochar serta pemasarannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arhamsyah. 2010. The utilization of wood biomass as a source renewable. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 2(1): 42-48.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). 2019. *Outlook Energi Indonesia 2019*. Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi BPPT. Jakarta
- Bauen, A., Berndes, G., Junginger, M., Londo, M., Vuille, F., Ball, R., Bole, T., Chudziak, C., Faaij, A., Mozaffarian, H. 2009. *Bioenergy – A Sustainable and Reliable Energy Source A review of status and prospects*. Ea Bioenergy ExCo. Rotorua.
- Bella, S.E., dan Padrikal, R. 2018. Pemanfaatan Biochar Cangkang Kelapa Sawit sebagai Substitusi Pupuk NPK dalam Peningkatan Kualitas Lahan Pertanian. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*. 2(1): 27-34.
- Boundy, B., Diegel, S.W., Wright, L., Davis, S.C. 2011. *Biomass Energy Data Book: Edition 4*. Oak Ridge National Laboratory. Oak Ridge.
- Bridgwater, A.V. 2011. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. *Biomass and Bioenergy* 30. 1-27.
- Brown, T.R., Wright, M.M., Brown, R.C. 2011. Estimating profitability of two biochar production scenarios: Slow pyrolysis vs fast pyrolysis. *Biofuels Bioproducts and Biorefining*. 5: 54-68.
- Cha, J.S., Park, S.H., Jung, S.C., Ryu, C., Jeon, J.K., Shin, M.C., and Park, Y.K. 2016. Production and Utilization of Biochar: A Review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 40: 1-65.
- Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. 2016. *Statistik EBTKE 2016*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Domalski, E.S. dan Jobe, T.L. 1986. *Thermodynamic Data for Biomass Conversion and Waste Incineration*. Colorado: Solar Energy Research Institute.
- Dou, L., Komatsuzaki, M., and Nakagawa, M. 2012. Effects of Biochar, Mokusakueki and Bokashi Application on Soil Nutrients, Yields and Qualities of Sweet Potato. *J. Agriculture Science and Soil Science*. 2: 318-327.

- Drozyner, P., Rejmer, W., Klasa, P.S.A., Skibniewska, K.A. 2013. Biomass as a renewable source of energy. *Technical Science*. 16(3): 211-220
- Duman, G., Okutucu, C., Ucar, S., Stahl, R., Yanika, J. 2011. The slow and fast pyrolysis of cherry seed. *Bioresource Technology*. 102: 1869-1878.
- Fisafarani, H. 2010. *Identifikasi Karakteristik Sumber Daya Biomassa dan Potensi Bio-pelet di Indonesia. Skripsi*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hairiyah, N., Nuryati, dan Meldayanoor. 2017. Karakteristik Mekanik Mikrokomposit dari Tongkol Jagung dan Limbah Plastik Polipropilene. *Teknologi Agro-Industri*. 4(1): 1-10.
- Harsanti, E.S., dan Ardiwinata, A.N. 2011. Arang Aktif Meningkatkan Kualitas Lingkungan. *Sinar Tani*. Edisi 6-12 April 2011 No.3400.
- Haluti, S. 2016. Pemanfaatan Potensi Limbah Tongkol Jagung sebagai Bioethanol melalui Proses Fermentasi di Wilayah Provinsi Gorontalo. *JTECH*. 4(1): 28-31.
- Hanif, M.U., Capareda, S.C., Iqbal, H., Arazo, R.O. 2016. Effects of pyrolysis temperature on product yields and energy recovery from co-feeding of cotton gin trash, cow manure, and microalgae: A simulation study. *Journal Plos One*. 11(4): 1-11.
- Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J.H., Febrianto, F., Lee, S.H., Chae, H.M., Kondo, T., Kim, N.H. 2017a. Carbonization characteristics of juvenile woods from some tropical trees planted in Indonesia. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*. 62(1): 145-152.
- Hidayat, W., Rani, I.T., Yulianto, T., Febryano, I.G., Iryani, D.A., Hasanudin, U., Lee, S.H., Kim, S.D., Yoo, J.H., Haryanto, A. 2020. Peningkatan kualitas pelet tandan kosong kelapa sawit melalui torefaksi menggunakan reaktor Counter-Flow Multi Baffle (COMB). *Jurnal Rekayasa Proses*. 14(2): 169-181.
- Hidayat, W., Riniarti, M., Prasetya, H., Niswati, N., Hasanudin, U., Banuwa, I.S., Yoo, J., Kim, S., Lee, S. 2021. Characteristics of biochar produced from the harvesting wastes of meranti (*Shorea sp.*) and oil palm (*Elaeis guineensis*) empty fruit bunches. *Proceedings of the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 749: 012040.

- Kwon, G.J., Kim, A.R., Lee, H.S., Lee, S.H., Hidayat, W., Febrianto, F., Kim, N.H. 2018. Characteristics of white charcoal produced from the charcoal kiln for thermotherapy. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*. 46(5): 527-540.
- Lehmann, J., and Joseph. S. 2009. Biochar for Environmental Management: An Introduction, Biochar for Environmental Management Science and Technology. *Earthscans*.
- Lu, J.J. dan Chen, W.H. Product yields and characteristics of corncob waste under various torrefaction atmospheres. *Energies*. 7: 13-27.
- Lumbantoruan, B. R. 2018. *Pemanfaatan Beberapa Jenis Biochar dalam Mengurangi Pemupukan NPK pada Tanaman Jagung (Zea mays L.)*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- McKendry, P. 2002. Review paper energy production from biomass (part 1): Overview of biomass. *Bioresource Technology*. 83: 37-46.
- National Energy Education Development Project. 2018. *Secondary Energy Infobook*. The NEED Project. Manassas.
- Nigussie, A., Kissi, E., Misganaw, M., and Ambaw, G. 2012. Effect of Biochar Application on Soil Properties and Nutrient Uptake of Lettuces (*Lactuca sativa*) Grown in Chromium Polluted Soils. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.* 12 (3): 369 –376.
- Nurkholifa, V., Rinarti, M., Prasetya, H., Hasanudin, U., Niswati, A., Hidayat, W. 2020. Karakteristik arang dari limbah kayu karet (*Hevea brasiliensis*) dan tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis*). *Proceedings of the Seminar Nasional Konservasi 2020: Konservasi Sumberdaya Alam untuk Pembangunan Berkelanjutan*. 235-240.
- Panwar, V., Prasad, P., Wasewar, K.L. 2011. Biomass residue briquetting and characterization. *Journal of Energy Engineering*. 5(6): 108-114.
- Park, S.H., Jang, J.H., Qi, Y., Hidayat, W., Hwang, W.J., Febrianto, F., Kim, N. H. 2018. Anatomical and physical properties of Indonesian bamboos carbonized at different temperatures. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*. 46(6): 9-18.

- Papilo, P., Kunaifi, Hambali, E., Nurmiati, Pari, R.F. 2015. Penilaian potensi biomassa sebagai alternatif energi kelistrikan. *Jurnal Pasti (Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri)*. 9(2): 164-176.
- Pratama, A.R., Yuwono, S.B., Hilmanto, R. 2015. Pengelolaan hutan rakyat oleh kelompok pemilik hutan rakyat di Desa Bandar Dalam Kecamatan Sidomulyo Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Sylva Lestari*. 3(2): 99-112.
- Ridhuan, K., Irawan, D., Zanaria, Y., Firmansyah, F. 2019. Pengaruh jenis biomassa pada pembakaran pirolisis terhadap karakteristik dan efisiensi bioarang-asap cair yang dihasilkan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. 20(1): 18-27.
- Ridjayanti, S.M., Hidayat, W., Bazenet, R.A., Banuwa, I.S., Riniarti, M. 2021. Pengaruh variasi kadar perekat tapioka terhadap karakteristik briket arang limbah kayu sengon (*Falcataria moluccana*). *Perennial* 17(1): 5-11.
- Riniarti, M., Hidayat, W., Prasetya, H., Niswati, N., Hasanudin, U., Banuwa, I.S., Yoo, J., Kim, S., Lee, S. 2021. Using two dosages of biochar from *Shorea* to improve the growth of *Paraserianthes falcataria* seedlings. *Proceedings of the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 749: 012049.
- Rondon, M., Ramirez, J.A. and Lehmann, J. 2005. Greenhouse gas emissions decrease with charcoal additions to tropical soils. *In Proceedings of the 3rd USDA symposium on greenhouse gases and carbon sequestration*. Baltimore. USA (Vol. 208).
- Santi, L.P. dan Goenadi, D.H. 2010. Pemanfaatan bio-char sebagai pembawa mikroba untuk pementap agregat tanah Ultisol dari Taman Bogo-Lampung. *Menara Perkebunan*. 78(2): 52-60.
- Saputra, J., Ardika, R. 2012. Potensi biochar dari limbah biomassa perkebunan karet sebagai amelioran dan mengurangi emisi gas rumah kaca. *Warta Perkaretan*. 31(1): 43-49.
- Sepp, S. 2014. *Wood Energy Renewable, Profitable and Modern*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Bonn.
- Sivakumar, N.K.M.K. 2010. Performance analysis of downdraft gasifier for agriwaste biomass materials. *Indian J. Sci. Technol*. 3(1): 58-60.

- Suganal, S., Hudaya, G.K. 2019. Bahan bakar co-firing dari batubara dan biomassa tertorefaksi dalam bentuk briket (skala laboratorium). *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*. 15(1): 31–48.
- Sukartono, Utomo. 2012. Peranan biochar sebagai pembenah tanah pada pertanaman jagung di tanah lempung berpasir (sandy loam) semiarid tropis Lombok Utara. *Buana Sains*. 12(1): 91 – 98.
- Surono, U.B. Peningkatan kualitas pembakaran biomassa limbah tongkol jagung sebagai bahan bakar alternatif dengan proses karbonisasi dan pembriketan. *Jurnal Rekayasa Proses*. 4(1).
- Suwadi. 2021. Wawancara tentang Potensi dan Permasalahan di Desa Bangunsari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran.
- Tanoue, K., Widya, W., Yamasaki, K., Kawanaka, T., Yoshida, A., Nishimura, T., Taniguchi, M., Sasauchi, K., 2010. Numerical simulation of the thermal conduction of packed bed of woody biomass particles accompanying volume reduction induced by pyrolysis. *Journal Japan Institute Energy*. 89 (10): 948.
- Tarigan, A.A.L.B., Riniarti, M., Prasetya, H., Hidayat, W., Niswati, N., Banuwa, I.S., Hasanudin, U. 2021. Pengaruh biochar pada simbiosis rhizobium dan akar sengon laut (*Paraserianthes falcataria*) dalam media tanam. *Journal of People, Forest and Environment*. 1(1): 11-20.
- Venderbosch, R., Prins, W. 2010. Fast pyrolysis technology development. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 4(2): 178–208.
- Wibowo, T., Setyawati, D., Nurhaida., Diba, F. 2016. Kualitas biopellet dari limbah batang kelapa sawit dan limbah kayu penggergajian. *Jurnal Hutan Lestari*. 4(4): 409-417.
- Wijayanti, W., Sasongko, M.N., Meidianab, C., Yuliati, L. 2013. Metode pirolisis untuk penanganan sampah perkotaan sebagai penghasil bahan bakar alternatif. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 4(2): 85-92.
- Yuananto, H., dan 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.

- Yulianto, T., Febryano, I.G., Iryani, D.A., Haryanto, A., Hasanudin, U., Hidayat, W. 2020. Perubahan sifat fisis pelet tandan kosong kelapa sawit hasil torefaksi. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 9(2): 104-111.
- Zhang, A.F., Liu, Y.M., Pan, G.X., Hussain, Q., Li, L.Q., Zheng, J.W., and Zhang, X.H. 2012. Effect of biochar amendment on maize yield and greenhouse gas emissions from a soil organic carbon poor calcareous loamy soil from Central China Plain. *Plant Soil*. 351:263–275.

LAMPIRAN 1

**Makalah 1: Pengelolaan Limbah Tongkol Jagung di Desa Bangunsari,
Kecamatan Negeri Katon, Pesawaran**

PENGELOLAAN LIMBAH TONGKOL JAGUNG DI DESA BANGUNSARI, KECAMATAN NEGERI KATON, PESAWARAN

Oleh:

Udin Hasanudin^{*)}

^{*)}Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

LATAR BELAKANG

Tongkol jagung merupakan limbah dalam pengolahan jagung yang potensial karena jumlahnya cukup banyak (20-30%) dan mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin yang sangat potensial untuk dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Desa Bangunsari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran merupakan salah satu desa yang menjadikan jagung (*Zea mays*) sebagai komoditas unggulan. Saat ini pengolahan jagung menjadi jagung pipil kering menyisakan permasalahan berupa limbah biomassa jagung yang melimpah namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Sejauh ini limbah biomassa jagung hanya dibakar dan menimbulkan masalah polusi, efek rumah kaca dan pemanasan global. Pemanfaatan limbah biomassa jagung sebagai bahan baku biochar dapat menjadi solusi yang menjanjikan.

Teknologi pemanfaatan biomassa atau limbah padat lignoselulosa dari agroindustri harus terus dikembangkan karena mempunyai potensi keunggulan komparatif yang sangat besar. Pemanfaatan biomassa ini dapat diharapkan memberi nilai tambah, pengurangan beban pencemaran lingkungan, dan diversifikasi sumber bahan terbarukan. Beberapa negara maju, dan bahkan USA menaruh perhatian besar pada pengembangan teknologi pemanfaatan biomassa ini.

Produksi jagung pipil di Provinsi Lampung rata-rata sebesar 1,8 juta ton per tahun, akan menghasilkan 15% tongkol jagung atau sekitar 270 ribu ton per tahun. Khusus untuk desa Bangunsari Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran, berdasarkan wawancara dengan Kepala Desa Bangunsari (Bapak Suwadi), jagung merupakan tanaman paling dominan yang diusahakan petani dengan jumlah produksi sekitar 40.000 ton/tahun. Dari jumlah ini diperkirakan akan dihasilkan tongkol jagung sekitar 6.000 ton. Jumlah yang sangat besar yang akan bermanfaat bila kita dapat memanfaatkannya, sebaliknya bila kita tidak dapat memanfaatkannya dengan baik akan menimbulkan berbagai permasalahan.

Saat ini sebagian besar limbah biomassa jagung di Desa Bangunsari belum dimanfaatkan secara optimal bahkan hanya dibuang dan dibakar, sehingga menimbulkan masalah polusi udara (**Gambar 1**). Melihat kondisi pengelolaan limbah biomassa tongkol jagung tersebut, maka perlu dikembangkan solusi pemanfaatannya agar bisa memberikan nilai tambah bagi masyarakat sekaligus meningkatkan keberlanjutan usaha pertanian jagung di desa tersebut. Salah satu pemanfaatan tongkol jagung yang sederhana adalah untuk dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan biochar (arang hayati). Teknologi yang digunakan cukup menggunakan teknologi tepat guna sehingga mudah diadopsi oleh masyarakat desa.



Gambar 1. Tongkol Jagung hanya dibakar, belum dimanfaatkan

Biochar merupakan produk padat dari proses pirolisis biomassa yang ramah lingkungan, ekonomis dan dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti remediasi tanah, pengelolaan limbah, pengurangan gas rumah kaca, dan produksi energi (Cha et al., 2016). Limbah tongkol jagung merupakan limbah biomassa potensial untuk menjadi bahan baku biochar. Biochar limbah biomassa tongkol jagung mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dan pH di tanah Ultisol, sehingga cocok untuk dijadikan sebagai bahan pembenah tanah (Yuananto dan Utomo, 2018). Hasil penelitian Lumbantoruan (2018) menunjukkan bahwa penambahan biochar limbah biomassa jagung mampu meningkatkan pH tanah dan serapan hara P tanaman, sekaligus mengurangi pemupukan NPK menjadi 75%. Diharapkan pemanfaatan limbah biomassa tongkol jagung menjadi biochar dapat memberikan keuntungan ganda: limbah tongkol jagung dapat dikonversi menjadi bahan yang bermanfaat dan memberikan nilai tambah (added value) limbah,

sekaligus mengurangi dampak lingkungan akibat pengelolaan limbah biomassa tongkol jagung yang kurang tepat.

PENGOLAHAN TONGKOL JAGUNG MENJADI BIOCHAR

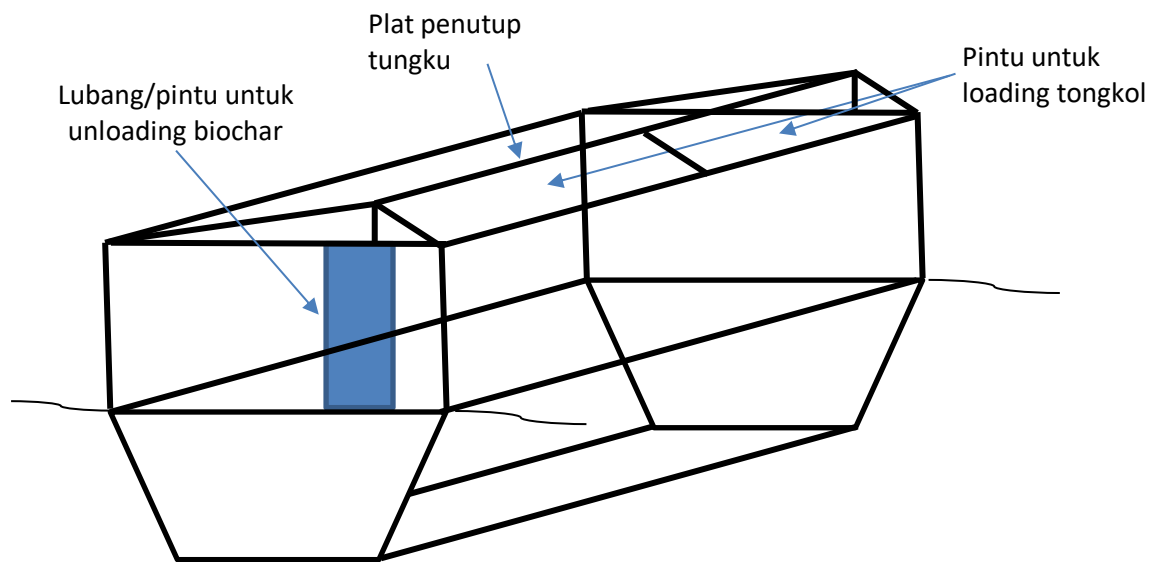
Biochar dapat diproduksi dengan berbagai metode yang menerapkan prinsip pirolisis. Pirolisis adalah suatu proses termal atau pemanasan biomassa yang digunakan untuk mengubah biomassa menjadi produk kaya karbon. Dalam pirolisis, biomassa dipanaskan pada suhu 300-800°C dengan kondisi oksigen terbatas atau tanpa oksigen, yang menyebabkan biomassa terurai menjadi produk padat (biochar) dan produk sampingan lainnya dalam bentuk cair dan gas. Biochar dapat diproduksi dari berbagai jenis biomassa atau limbah biomassa. Namun, bahan baku yang sangat direkomendasikan adalah limbah biomassa. Hal ini karena banyak limbah biomassa yang belum dimanfaatkan secara optimal dan umumnya limbah biomassa memiliki nilai ekonomi yang rendah (harga bahan baku murah, sehingga lebih ekonomis jika digunakan sebagai bahan baku biochar). Dengan demikian, pemanfaatan limbah biomassa menjadi biochar diharapkan akan dapat memberikan keuntungan tambahan kepada petani jagung.

Teknologi yang akan didiseminasikan kepada masyarakat adalah teknologi pembuatan biochar dari limbah biomassa tongkol jagung menggunakan metode *kon tiki* yang dimodifikasi disesuaikan dengan kondisi lapangan yang ada. Pembuatan biochar dengan metode *kon tiki* dapat dilakukan dengan membuat tungku dari pelat besi berbentuk kerucut terbalik atau dengan cara menggali tanah yang berbentuk kerucut terbalik seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tungku *kon tiki*

Melihat produksi tongkol jagung dan kebutuhan akan biochar yang besar, maka metode ini sulit untuk diimplementasikan dalam skala yang besar. Dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini, dilakukan modifikasi atas design metode *kon tiki* yaitu dengan mengubah bentuk kerucut menjadi pentuk trapezium dibagian bawah dan bentuk balok dibagian atas seperti pada Gambar 3. Modifikasi dilakukan untuk memperbesar kapasitas dan mempermudah proses loading tongkol jagung dan unloading biochar. Foto tungku yang telah dibangun diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Modifikasi design metode *kon tiki* untuk meningkatkan kapasitas tungku



Gambar 4. Tungku modifikasi metode *kon tiki* yang dibuat dalam kegiatan PkM ini

Pengolahan tongkol jagung menjadi biochar memerlukan waktu sekitar 4 hari sejak pertama kali dilakukan proses pembakaran. Seperti diketahui, pembuatan biochar dilakukan dalam kondisi oksigen sangat terbatas. Dalam proses ini akan dihasilkan biochar sekitar 15-30% dari berat tongkol jagung, tergantung pada keberhasilan dalam pengaturan supply oksigen dalam proses pyrolysis. Biochar yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Biochar siap dimanfaatkan sebagai pembenah tanah

Daftar Pustaka

Cha, J.S., Park, S.H., Jung, S.C., Ryu, C., Jeon, J.K., Shin, M.C., and Park, Y.K. 2016, 'Production and Utilization of Biochar: A Review', *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 40: 1-65.

Lumbantoruan, B. R. 2018, 'Pemanfaatan Beberapa Jenis Biochar dalam Mengurangi Pemupukan NPK pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)', Skripsi, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Yuananto, H., dan 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.

LAMPIRAN 2

Makalah 2: *Biochar* dan Penggunaannya

BIOCHAR DAN PENGGUNAANNYA

Oleh:

Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T.

Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

A. Pengertian Biochar

Biochar dikenal sebagai arang hayati yang mengandung bahan karbon organik tinggi dan sangat tahan terhadap dekomposisi yang diproduksi secara pirolisis dari tanaman dan limbah kayu sebagai bahan baku (*International Biochar Initiative*, 2012). Praktik penggunaan *biochar* secara tidak langsung bahkan sudah dilakukan lebih dari 2000 tahun yang lalu oleh orang-orang suku Amazon dengan istilah *Terra Preta*. *Terra Preta* merupakan hasil kegiatan pertanian yang dilakukan oleh masyarakat asli Amerika ribuan tahun yang lalu dengan menambahkan bahan organik tanah berupa hasil bakaran bahan organik. Tanah *Terra Preta* merupakan tanah paling subur di dunia dengan ciri warna hitam legam karena terdapat kandungan C-organik yang tinggi (Pieplow dkk, 2016).

Sumber bahan baku *biochar* terbaik adalah limbah organik khususnya limbah pertanian. Potensi bahan baku *biochar* tergolong melimpah yaitu berupa limbah sisa pertanian yang sulit terdekomposisi atau dengan rasio C/N tinggi. Di Indonesia, potensi penggunaan *biochar* sangat besar mengingat bahan bakunya seperti tempurung kelapa, sekam padi, kulit buah kakao, tempurung kelapa sawit, tongkol jagung, dan bahan lain yang sejenis, banyak tersedia. Dari berbagai hasil penelitian diketahui bahwa:

- (1) proporsi sekam padi adalah 16-28% dari jumlah gabah kering giling;
- (2) proporsi tempurung dari buah kelapa sebesar 15-19%;
- (3) proporsi tempurung kelapa sawit 6,4% dari produksi tandan buah segar (TBS);
- (4) proporsi tongkol jagung 21% dari bobot tongkol kering.

B. Penggunaan *Biochar*

Biochar digunakan sebagai pembenah tanah (*soil conditioner*) sebagai salah satu cara peningkatan kualitas media tanam. (Dariah *et al.*, 2015; Cho *et al.* 2017).

Biochar merupakan turunan biomassa berupa padatan, berpori, kaya akan karbon yang diperoleh dari proses pirolisis (IBI 2015; Cho et al. 2017; Prasad et al. 2019). Zhang *et al* (2012) menyatakan biochar sebagai pembenah tanah dapat meningkatkan kualitas fisik dan kimia tanah, penyerapan karbon meningkat dan filtrasi penyerapan air tanah terutama tanah pertanian. Cho et al. (2017) menambahkan, penambahan biochar telah disarankan untuk mengurangi dampak negatif limbah biomassa hutan dari proses penjarangan, pemanenan maupun produksi.

Kegunaan *biochar* lainnya yaitu mengendalikan ketersediaan sekuestrasi karbon. Sekuestrasi karbon merupakan penangkapan dan penyimpanan karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer dalam jangka waktu yang lama (Sedjo dan Sohngen, 2012). Pengukuran jumlah karbon yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (biomasa) dalam suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO₂ di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Semakin banyak dan semakin lama karbon disimpan dalam tanaman maka sekuestrasi karbon akan semakin besar. Sedangkan jumlah karbon yang hilang dari lahan karena panen dan pembakaran dihitung sebagai emisi. Keberadaan biomassa besar dalam suatu lahan dapat mempertahankan jumlah karbon yang disimpan, namun demikian keradaan biomassa yang berukuran kecil sampai sedang akan membantu menyerap CO₂ di atmosfer dan menjadi

Referensi

- Balai Penelitian Tanah. 2017. Biochar Pembentuk Tanah yang Potensial, diakses pada 14 Oktober 2021 pada situs <https://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/berita/1290-biochar1>
- Cho, M.S., Meng, L., Song, J.H., Han, S. H., Bae, K. & Park, B. B. 2017. The effects of biochars on the growth of *Zelkova serrata* seedlings in a containerized seedling production system. *Forest science and technology*. 13 (1), 25-30.
- Dariah, A., Sutono, S., Nurida, N. L., Hartatik, W. & Pratiwi, E. 2015. Makalah Review : Pembenah tanah untuk meningkatkan produktivitas lahan pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9 (2), 67-84.
- Endriani dan Kurniawan, A. 2018. Konservasi tanah dan karbon melalui pemanfaatan biochar pada pertanaman kedelai. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*. 2(2): 93-106.
- IBI. 2012. What is Biochar? International Biochar Initiative, diakses pada 14 Oktober 2021 pada situs www.biocharinternational.org.
- IBI. 2015. Standardized Product Definition and Product Testing Guidelines for Biochar That Is Used in Soil V 2.1. International Biochar Initiative.

- http://www.biochar-international.org/sites/default/files/IBI_Biochar_Standards_V2.1_Final.pdf diakses pada 14 Oktober 2021.
- Pieplow, H., Schmidt, H.-P., and Draper, K. 2016. *Terra preta : how the world's most fertile soil can help reverse climate change and reduce world hunger : with instructions on how to make this soil at home*. Canada: Greystone Books.
- Prasad, M., Chrysargyris, A., McDaniel, N., Kavanagh, A., Gruda, N. S., & Tzortzakis, N. 2020. Plant nutrient availability and ph of biochars and their fractions, with the possible use as a component in a growing media. *Agronomy*. 10(1), 10.
- Sedjo, R. dan Shongen, B. 2012. Carbon Sequestration in Forests and Soils. *Annual Review of Resource Economics (Annual Reviews)*. 4: 127–144
- Zhang, A., Bian, R., Pan, G., Cui, L., Hussain, Q., Li, L., Zheng, J., Zheng, J., Zhang, X., Han, X. & Yu, X. 2012. Effects of biochar amendment on soil quality, crop yield and greenhouse gas emission in a Chinese rice paddy: a field study of 2 consecutive rice growing cycles. *Field Crops Research*. 127, 153-160.

LAMPIRAN 3

**Makalah 3: BIOCHAR BERBASIS BIOMASSA SEBAGAI BAHAN
PEMBENAH TANAH**

BIOCHAR BERBASIS BIOMASSA SEBAGAI BAHAN PEMBENAH TANAH

Oleh:

Dr. Wahyu Hidayat, S.Hut., M.Sc.

Dosen Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Biochar merupakan materi padat yang terbentuk dari karbonisasi biomassa, biasa disebut “arang aktif”. Biomassa yang dapat digunakan untuk membuat biochar dapat berasal dari beberapa limbah pertanian dan kehutanan seperti sekam padi, jerami, tempurung kelapa, kayu bekas gergajian, ranting pohon, potongan kayu, tongkol jagung, ampas sagu dan sejenisnya. Bentuk, warna dan proses pembuatannya mirip dengan arang kayu yang sering kita jumpai di pasaran. Teknologi biochar bukanlah merupakan teknologi baru, tetapi teknologi lama yang diperkenalkan kembali karena fungsinya yang sangat penting di bidang pertanian dan pengembangan energi alternatif.

A. Fungsi Tanah

Tanah adalah suatu benda alam yang terdapat dipermukaan kulit bumi, yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batuan, dan bahan-bahan organik sebagai hasil pelapukan sisa-sisa tumbuhan dan hewan, yang merupakan medium atau tempat tumbuhnya tanaman dengan sifat-sifat tertentu, yang terjadi akibat dari pengaruh kombinasi faktor-faktor iklim, bahan induk, jasad hidup, bentuk wilayah dan lamanya waktu pembentukan (Yuliprianto, 2010: 11).

Tanah mempunyai fungsi yang vital, yaitu sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya perakaran, penyedia kebutuhan primer tanaman (air, udara, dan unsur-unsur hara), penyedia kebutuhan sekunder tanaman (zat-zat pemacu tumbuh: hormon, vitamin, dan asam-asam organik; antibiotik dan toksin anti hama; enzim yang dapat meningkatkan kesediaan hara), dan sebagai habitat biota tanah, baik yang berdampak positif karena terlibat langsung atau tak langsung dalam penyediaan kebutuhan primer dan sekunder tanaman tersebut, maupun yang berdampak negatif karena merupakan hama dan penyakit tanaman.

Fungsi-fungsi Tanah menurut Karlen et al., 1997

- Mendukung aktivitas biologi, keanekaragaman hayati dan produktivitas
- Mengatur tataair dan aliran lautan
- Sebagai saringan, buffer, degradator, detoksifikator senyawa anorganik dan organik, termasuk limbah industri, rumah tangga dan limbah atmosfer;
- Menyimpan dan mendaur ulang hara dan unsur lain didalam biosfer;
- Mendukung bangunan dan melindungi kekayaan arkeologi.

B. Biochar Sebagai Bahan Pembenh Tanah

Keuntungan biochar di bidang pertanian salah satunya yaitu sebagai ameliorant atau pembenh tanah. Fungsinya bukan sebagai pupuk, namun dapat digunakan sebagai pendamping pupuk untuk meningkatkan efisiensi pupuk bagi tanaman (Gani, 2009). Biasanya bahan pembenh tanah yang sering digunakan oleh petani adalah bahan organik, namun karena cepatnya proses dekomposisi, dan biasanya mengalami mineralisasi menjadi karbondioksida (CO_2), bahan organik harus ditambahkan 2 setiap musim tanam untuk tetap dapat mempertahankan produktivitas tanah. Biochar atau arang hayati dapat mengatasi keterbatasan tersebut dan menyediakan opsi bagi pengelolaan tanah. Manfaat biochar sebagai pembenh tanah terletak pada dua sifat utamanya, yaitu mempunyai afinitas tinggi terhadap hara dan persisten dalam tanah. Biochar bersifat persistensi dalam tanah karena mengandung karbon (C) yang tinggi, lebih dari 50% dan tidak mengalami pelapukan lanjut sehingga stabil sampai puluhan tahun di dalam tanah. Sifat afinitas biochar terletak pada permukaan yang luas dan mengandung banyak pori sehingga memiliki densitas yang tinggi. Sifat fisik demikian memungkinkan biochar memiliki kemampuan mengikat air dan pupuk yang cukup tinggi. Biochar juga dapat meningkatkan kandungan nitrogen (N) di dalam tanah karena memiliki Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang tinggi.

Hasil penelitian aplikasi biochar pada pertumbuhan tanaman *Michelia montana* Blume menunjukkan terjadinya laju pertumbuhan awal yang cukup nyata. Sementara efek positif aplikasi bahan arang terhadap sifat kesuburan kimia tanah tampak dalam hal naiknya pH, Kalsium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}), Kalium (K^+), KTK, Kation Basa (KB), Kalium Oksida (K_2O), Difosfat-2 pentaoksida (P_2O_5) dan

turunnya kadar konsentrasi H^+ dan kation aluminium (Al^{3+}). Aplikasi arang dapat memperbaiki kualitas kesuburan tanah yang signifikan pada tipe tanah Latosol yang bertekstur liat (Siringoringo & Siregar, 2011). Pemanfaatan biochar untuk memperbaiki kualitas tanah terhadap lahan tebang dan bakar di Bengkulu ternyata juga memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kualitas tanah melalui peningkatan panen jagung hibrida dan padi gogo (Rostaliana et al., 2012). Penelitian yang dilakukan oleh United Nation Development Programme (UNDP) pada tahun 2012 di Nusa Tenggara Timur (NTT) juga menunjukkan bahwa aplikasi biochar di lahan kering dengan tanaman jagung dapat meningkatkan jumlah panen dua kali lipat dibandingkan kebun jagung tanpa penambahan biochar (UNDP, 2012). Arang biochar ini juga dapat membantu mempertahankan tanaman jika terjadi hujan deras dengan menahan air di tanah liat.

Penambahan biochar pada lapisan tanah pertanian akan memberikan manfaat yang cukup besar antara lain dapat memperbaiki struktur tanah, menahan air dan tanah dari erosi karena luas permukaannya lebih besar, memperkaya karbon organik dalam tanah, meningkatkan pH tanah sehingga secara tidak langsung meningkatkan produksi tanaman (Ismail et al., 2011). Hal ini didukung dari hasil penelitian Chan et al. (2007) menunjukkan aplikasi biochar dapat meningkatkan C organik tanah, pH tanah, struktur tanah, KTK tanah, dan kapasitas penyimpanan air tanah. Oleh karena itu, lahan-lahan pertanian yang telah terdegradasi diperlukan inovasi bahan pembenah tanah dalam meningkatkan produktivitas dan perbaikan kualitas lahan kering.

Referensi

- Chan, K.Y., van Zwieten, B.L., Meszaros, I., Downie, D. & Joseph, S., 2007. Using poultry litter biochars as soil amendment. *Australian Journal of Soil Research*, 45:437-444.
- Gani, A. 2009. Biochar penyelamat lingkungan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 31(6), 15-16.
- Ismail, M., Basri, A.B. 2011. Pemanfaatan Biochar Untuk Perbaikan Kualitas Tanah. *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Aceh*.
- Karlen, D.I., M.J. Mausbach, J.W. Doran, R.G. Cline, R.F. Harris, and G.E. Schuman. 1997. Soil Quality: a concept, definition and framework for evaluation (a guest editorial). *Soil Sci. Am. J.* 61:4-10

- Rostaliana, P., Prawito, P., & Turmudi, E. 2012. Pemanfaatan biochar untuk perbaikan kualitas tanah dengan indikator jagung hibrida dan padi gogo pada sistem lahan tebang dan bakar. *Naturalis*, 1(3), 179-188.
- Siringoringo, H. H., & Siregar, C. A. 2011. Pengaruh aplikasi arang terhadap pertumbuhan awal *Michelia montana* Blume dan perubahan sifat kesuburan tanah pada tipe tanah latosol. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(1):65-85
- UNDP. 2012. Application of biochar technology in Indonesia: sequestering carbon in the soil, improving crop yield and providing alternative clean energy. Jakarta: Biochar Project Indonesia, UNDP.
- Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.

LAMPIRAN 4

Makalah 4: Teknologi Produksi *Biochar*

TEKNOLOGI PRODUKSI *BIOCHAR*

Oleh:

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.

Dosen Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Tanah sebelum ditanami kembali tentunya harus dipastikan dulu ketersediaan nutrisi dan unsur pendukung pertumbuhan lainnya. Untuk mempercepat hal itu, perlu ditambahkan unsur pembenah tanah yang mampu meningkatkan pH tanah, retensi hara, hingga kemampuan tanah dalam memegang air dan memperpanjang masa pertanaman. Salah satu teknologi yang mampu melakukan hal itu adalah *biochar*. *Biochar* adalah arang hasil pembakaran tidak sempurna dari limbah pertanian yang sulit terurai seperti kayu, sekam padi, tempurung kelapa sawit, kulit buah kakao dan limbah lainnya.

A. Teknologi Pembuatan *Biochar* Sederhana

Biochar dapat dibuat dengan menggunakan tungku tanah sederhana. Tungku tanah dibuat dengan cara menggali tanah menyerupai setengah bola dengan diameter 1,5 m dan kedalaman 50 cm. Suplai oksigen menggunakan cerobong asap dengan diameter mencapai 30-35 cm. Tungku merupakan alat pembuatan *biochar* paling murah, rendah biaya operasionalnya, dan efektif.

Setelah lubang atau tungku siap, biomassa sebagai bahan baku dapat dimasukkan dalam lubang dengan menaruh cerobong asap di tengah bahan baku dengan mulai pembakaran dari dalam cerobong menggunakan material mudah terbakar seperti ranting pohon. Kunci keberhasilan pembuatan *biochar* dengan metode ini adalah terletak pada cerobong asap dan nyala api pada saat awal pembakaran. Proses pembakaran berlangsung selama 10 jam hingga 12 jam.

B. Penggunaan Drum Bentuk Vertikal

Alat pembakaran terbuat dari drum yang diberi lubang untuk pengaturan panas dan pembakaran, serta dilengkapi dengan alat pengontrol suhu (termometer) dan tekanan udara. Keunggulan alat ini adalah mudah dibuat karena bahan drum

mudah diperoleh namun kelemahannya adalah memiliki kapasitas yang sangat terbatas hanya berkisar antara 2-5 kg bahan baku tergantung jenis bahan bakunya dan mudah korosif. Alat ini cocok untuk penggunaan skala rumah tangga yang setiap saat bisa digunakan sesuai dengan ketersediaan bahan baku.



Gambar 1. Pirolisator terbuat dari drum

Alat pembakaran berupa drum vertikal terdiri atas badan drum, tutup drum, cerobong, selinder berongga, lubang udara, pengukur suhu (Gambar 1). Selinder berongga di bagian tengah drum berfungsi sebagai tempat menyalakan api, sedangkan cerobong berfungsi untuk mengeluarkan asap selama proses pembakaran. Lama pembakaran tergantung bahan baku yang digunakan, namun umumnya sekitar 2-3,5 jam.

C. Pirolisator Model ISRI SS1

Alat pembakaran terbuat dari baja yang diberi lubang untuk pengaturan panas dan pembakaran, dan dilengkapi dengan alat pengontrol suhu (Gambar 2) dan tekanan udara. Alat ini sedikit rumit penggunaannya dengan kapasitas relatif terbatas (50 liter) dan memerlukan biaya yang lebih besar, namun biochar yang dihasilkan mempunyai kualitas yang lebih baik. Energi untuk membakar menggunakan gas elpiji. Alat pembakaran ini hanya sedikit menghasilkan asap karena sebagian besar asap ditangkap untuk dijadikan asap cair.



Gambar 2. Pirolisator model ISRI SS1

D. Pirolisator Model Adam Retort Kiln (ARK)

Alat pembakaran ARK ini lebih rumit pembuatannya dan mahal namun penggunaannya relatif mudah dan kapasitasnya cukup besar (volume 3000 liter). Biochar yang dihasilkan mempunyai kualitas yang lebih baik dan lebih ramah lingkungan. Energi untuk membakar menggunakan gas elpiji sebagai pemicu, selanjutnya mengandalkan energi yang dihasilkan saat pembakaran. Alat pembakaran ini hanya menghasilkan sedikit asap karena sebagian besar asap digunakan sebagai energi untuk membakar (retort). Alat pembakaran ini akan menguntungkan dan lebih efisien jika dimiliki oleh kelompok, karena kapasitasnya yang besar dan membutuhkan tenaga kerja yang banyak terutama untuk mengangkat bahan baku dan mengeluarkan arang. Produksi *biochar* yang dihasilkan tergantung pada bahan baku yang digunakan.



Gambar 3. Pirolisator model Adam Retort Kiln di KP Taman Bogo, Lampung

Referensi:

- Balai Penelitian Tanah. 2017. Teknologi Pembuatan Biochar Sederhana, diakses pada 14 Oktober 2021 pada situs <https://www.litbang.pertanian.go.id/info/teknologi/2845/>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2015. *Biochar: Pembenh Tanah yang Potensial*. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press. Jakarta.
- Santi, L. P. dan D. H. Goenadi. 2012. Pemanfaatan biochar cangkang sawit sebagai pembawa mikroba pemantap agregat. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sains*. Tribhuana Press. Vol 12:No. 1. Hal: 7-14.

PERTANYAAN *PRE-TEST* DAN *POST-TEST*

1. Biochar diproduksi dengan menggunakan teknologi yang disebut ...
 - a. Heat treatment
 - b. Pirolisis
 - c. Gasifikasi
 - d. Torefaksi

2. Penambahan plat besi berlubang pada proses biochar bertujuan untuk ...
 - a. mengurangi oksigen
 - b. sirkulasi udara di dalam tungku
 - d. memasukkan air
 - e. mengeluarkna air

3. Berikut adalah fungsi biochar, kecuali ...
 - a. pembenah tanah
 - b. sebagai pupuk
 - c. pemurni air
 - d. bahan bakar

4. Berikut merupakan contoh biomassa untuk bahan baku biochar, yaitu ...
 - a. kayu
 - b. bambu
 - c. tongkol jagung
 - d. semua benar

5. Penambahan biochar menyebabkan biochar menjadi...
 - a. menurun
 - b. meningkat
 - c. tetap
 - c. semua salah



SURAT TUGAS

Nomor: 5136 /UN.26.21/ PM/2021

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM)
Universitas Lampung menugaskan dosen berikut ini:

Nama	NIP	Fakultas/Jurusan
Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T.	197108171998021003	Teknik/Teknik Mesin
Dr. Wahyu Hidayat, S.Hut., M.Sc.	197911142009121001	Pertanian/Kehutanan
Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.	196505271993031002	Pertanian/Teknik Pertanian
Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T.	196401061988031002	Pertanian/Teknologi Hasil Pertanian

untuk melaksanakan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Desa Binaan berjudul: Pelatihan Pembuatan Biochar dari Limbah Biomassa Jagung Menggunakan Metode Kon Tiki dan Drum Retort Kiln di Desa Bangunsari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran pada tanggal 18 September 2021.

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.

Bandar Lampung, September 2021
Ketua LPPM,

Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.
NIP 196505101993032008

Tembusan:
Dekan FT Unila

BERITA ACARA

Pada hari ini, Sabtu 18 September 2021 telah dilaksanakan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Desa Binaan berjudul: PELATIHAN PEMBUATAN BIOCHAR DARI LIMBAH BIOMASSA JAGUNG MENGGUNAKAN METODE KON TIKI DAN DRUM RETORT KILN di Desa Bangunsari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran.

Daftar hadir dan materi kegiatan disajikan pada dokumen terlampir.



Kepala Desa Bangunsari,

Suwadi

Mitra
PD Semangat Jaya,

PD. SEMANGAT JAYA
Bangun Sari, Kec. Negeri Katon
Pesawaran

Supar

Ketua Tim Pengabdian
kepada Masyarakat


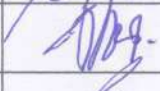
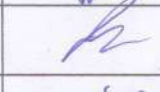
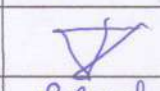
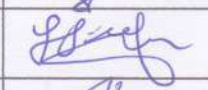
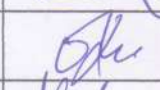
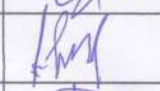
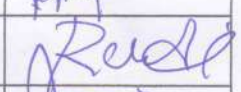
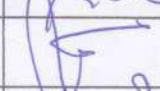
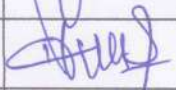
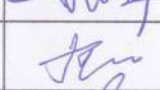
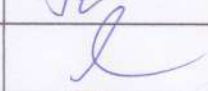
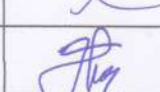

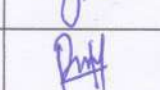
Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T.

DAFTAR HADIR
PENGABIAN KEPADA MASYARAKAT
Pelatihan Pembuatan Biochar Dari Limbah Biomassa Jagung Menggunakan Metode Kon
Tiki dan Drum Retort Kiln

Hari/Tanggal : Sabtu, 18 September 2021

Waktu : 09.00 - 15.00

Tempat : Desa Bangun Sari

No.	Nama Lengkap	Pekerjaan	No Telp/HP	Tanda Tangan
1.	Rofik	Petani		
2.	Mpriik	Petani		
3.	Amat	Petani		
4.	Tono	Petani		
5.	Toyeb	Petani		
6.	Bano	Petani		
7.	Solikin	Petani		
8.	Rudi	Petani		
9.	Haris	Petani		
10.	Diding	Petani		
11.	Talam	Petani		
12.	Dani	Petani		
13.	Eka	Petani		
14.	Sutin	Petani		
15.	Ropah	Petani		

PEMANFAATAN LIMBAH BIOMASSA JAGUNG SEBAGAI BAHAN BAKU PRODUKSI BIOCHAR DI DESA BANGUNSARI, KECAMATAN NEGERI KATON, KABUPATEN PESAWARAN

UTILIZATION OF CORN BIOMASS WASTE FOR BIOCHAR PRODUCTION IN BANGUNSARI, NEGERI KATON DISTRICT, PESAWARAN REGENCY

Oleh:

Wahyu Hidayat¹, Gusri Akhyar Ibrahim², Agus Haryanto³, Udin Hasanudin⁴, Seldi Prayoga⁵, Bagus Saputra¹, Alim Fadila Rahman¹, Karina Gracia Agatha Tambunan¹

¹ Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung, 35145, Lampung, Indonesia

² Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung, 35145, Lampung, Indonesia

³ Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung, 35145, Lampung, Indonesia

⁴ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung, 35145, Lampung, Indonesia

⁵ Magister Ilmu Lingkungan, Pasca Sarjana Universitas Lampung. Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung, 35145, Lampung, Indonesia

*email: wahyu.hidayat@fp.unila.ac.id

ABSTRAK

Jagung (*Zea mays*) merupakan komoditi unggulan di Desa Bangunsari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran. Pemanfaatan jagung menyisakan permasalahan berupa limbah biomassa jagung yang melimpah namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Pemanfaatan limbah biomassa jagung sebagai bahan baku *biochar* dapat menjadi solusi yang menjanjikan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk memperkenalkan manfaat penting *biochar* sebagai pembenah tanah kepada petani di Desa Bangunsari, membangun tungku produksi *biochar*, dan mempraktikkan cara pembuatan *biochar*. Metode pengabdian menggunakan PLA (*Participatory Learning and Action*) dengan melibatkan beberapa petani yang dilatih dalam pembuatan *biochar*. Dari kegiatan PKM ini telah dibangun satu tungku produksi *biochar* dari batu bata dan tanah liat yang mampu memproses bahan baku berupa limbah tongkol jagung sebanyak 35 m³. Petani yang terlibat dalam kegiatan PKM ini mengerti proses pembuatan *biochar* menggunakan tungku tanah liat. *Biochar* yang diproduksi dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah di lahan mereka atau dipasarkan untuk menambah penghasilan petani. Ke depannya masih diperlukan program-program lanjutan seperti pengembangan/diversifikasi produk *biochar*, pengembangan kelompok usaha *biochar* serta pemasarannya.

Kata kunci: *biochar*, limbah biomassa jagung, tongkol jagung

ABSTRACT

*Corn (*Zea mays*) is one of the main commodities in Bangunsari Village, Negeri Katon District, Pesawaran Regency. Utilization of corn leaves a problem in the form of corn biomass waste which is abundant but has not been used optimally. Utilization of corn biomass waste as raw material for biochar can be a promising solution. This community service activity aims to introduce the benefits of biochar as a soil amendment to the farmers in Bangunsari Village, develop a biochar production kiln, and practice how to make biochar. The method used was PLA (Participatory Learning and Action) by involving several farmers who are trained in making biochar. From this activity, a biochar production kiln from bricks and clay has been built which is able to process 35 m³ of raw material in the form of corncobs waste. The farmers involved in this activity understand the process of making biochar using a clay biochar kiln. The biochar produced can be used as a soil amendment in farmers' fields or marketed to increase farmers' income. In the future, further programs are needed, such as the development/diversification of biochar products, the development of biochar business groups and their marketing.*

Keywords: *biochar, corn biomass waste, corncob.*

PENDAHULUAN

Provinsi Lampung merupakan provinsi yang dianugerahi akan biomassa yang sangat berlimpah. Beberapa potensi biomassa yang ditemukan seperti sekam padi, singkong, tebu, jagung, dll. Salah satu potensi biomassa yang dimanfaatkan adalah jagung. Jagung memiliki banyak kegunaan, umumnya jagung dimanfaatkan dalam industri pangan bagi manusia dan pembuatan pakan ternak (Hairiyah dkk., 2017). Pemanfaatan tanaman jagung saat ini telah berkembang dan tidak hanya terbatas pada dua bidang industri yang telah disebutkan sebelumnya. Selain pemanfaatan dan pengembangan, jagung juga menyisakan permasalahan berupa limbah biomassa jagung seperti tongkol jagung (Haluti, 2016).

Limbah biomassa jagung memiliki potensi yang besar sebagai bahan baku biochar. Biochar adalah produk yang kaya karbon dari perlakuan termal bahan organik yang berguna sebagai bahan pembenah tanah (Lehmann dan Joseph, 2009). Hasil penelitian menunjukkan bahwa biochar yang diaplikasikan ke dalam tanah secara nyata berpotensi dalam meningkatkan beberapa sifat kimia tanah seperti pH tanah, kapasitas tukar kation (KTK), dan beberapa senyawa seperti C-organik, N-total, serta dapat mereduksi aktivitas senyawa Fe dan Al yang

berdampak terhadap peningkatan P-tersedia (Rondon dkk., 2007; Nigussie dkk., 2012). Berdasarkan analisis proximate dan ultimate yang telah dilakukan oleh Jau-Jang Lu and Wei-Hsin (2014), kandungan karbon tetap yang terdapat di dalam tongkol jagung sebesar 18,54% dan kandungan karbon sebesar 46,58%.

Potensi limbah biomassa tongkol jagung banyak ditemukan di Desa Bangun Sari. Desa Bangun Sari merupakan desa binaan Lembaga Penelitian dan Pengembangan Kepada Masyarakat (LPPM) Unila yang teretak di Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran. Desa ini memiliki luas wilayah 362,5 ha yang sebagian besar terdiri dari lahan pertanian seluas 300,5 ha atau 83% dari luas desa keseluruhan (Profil Desa Bangunsari, 2021). Pemanfaatan limbah biomassa jagung menjadi biochar dapat memberikan keuntungan ganda: limbah dapat dikonversi menjadi bahan yang bermanfaat besar, memberikan nilai tambah (*added value*) limbah, dan mengurangi dampak lingkungan dari limbah biomassa tongkol jagung itu sendiri.

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Pengabdian

Pengabdian ini dilakukan di Desa Bangun Sari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran, Lampung, Indonesia. Waktu pengabdian ini dilakukan pada bulan Mei hingga September 2021. Desa Bangun Sari merupakan salah satu wilayah di Kecamatan Negeri Katon yang terdapat limbah biomassa jagung yang melimpah yang belum dimanfaatkan dengan baik.

B. Deskripsi Teknologi yang Akan Didiseminasi kepada Masyarakat

Metode pelaksanaan pelatihan pembuatan *biochar* akan menggunakan metode PLA (*Participatory Learning and Action*); semua pihak aktif dilibatkan dalam diskusi dan praktik pembuatan *biochar* dengan menggunakan tungku yang dibuat terpusat (tungku komunal)

1. Metode Tungku yang Dimodifikasi

Pembuatan *biochar* dengan metode tungku dapat dilakukan dengan membuat tungku dari batu bata dan tanah liat yang dibentuk sedemikian rupa dan diberi pipa dari besi yang dilubangi sebagai sirkulasi udara serta diberi penyangga besi pada bagian atasnya sebagai tempat penutup seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Tungku yang dimodifikasi dengan membuatnya dari batu bata dan tanah liat.

Tahapan pembuatan *biochar* limbah tongkol jagung dengan metode tungku adalah sebagai berikut:

- Tumpuk bahan yang mudah terbakar seperti ranting kayu, daun kering, atau kertas pada bagian dasar tungku yang dimodifikasi, kemudian dibakar.



Gambar 2. Tungku Pirolisis

- Setelah api menyala sempurna, masukkan limbah batang/tongkol jagung ke dalam tungku yang dimodifikasi hingga menutupi seluruh bagian api.



Gambar 3. Bagian Dalam Tungku

- Atur merata limbah batang/tongkol jagung dengan menggunakan sekop atau galah bambu. Tunggu beberapa saat hingga terlihat kembali api, kemudian masukkan kembali limbah batang/tongkol jagung ke dalam tungku yang dimodifikasi hingga menutupi seluruh bagian api.
- Pemasukan limbah batang/tongkol jagung dilakukan berulang seperti tahapan sebelumnya hingga kapasitas tungku penuh. Pada pemasukan bahan akhir (tungku penuh) dan telah terbentuk abu tipis di permukaan, tambahkan bahan di tempat abu tersebut atau disemprotkan air hingga bara api padam. Setelah padam, *biochar* limbah batang/tongkol jagung dapat dikeluarkan.

C. Prosedur Kerja untuk Mendukung Realisasi Metode yang Ditawarkan

1. Persiapan program pengabdian: meliputi penyusunan rencana kegiatan rinci, pembagian tugas, penentuan narasumber setiap kegiatan, perancangan fasilitas pembuatan *biochar* dengan metode *tungku* yang dimodifikasi, melakukan uji coba fasilitas pembuatan *biochar*, penentuan teknis lapangan, dan konsolidasi tim pelaksana kegiatan melalui diskusi.
2. Koordinasi dengan kepala desa dan perwakilan kelompok tani di Desa Bangunsari: Koordinasi mencakup penentuan lokasi, petani pionir, peserta dan akomodasi pelatihan, distribusi undangan, penentuan lokasi demplot, dan lain sebagainya.



Gambar 4. Diskusi Bersama

3. Mempersiapkan petani pionir. Petani pionir merupakan petani yang akan dilatih sebelumnya sebanyak 2 orang. Petani pionir tersebut akan ikut terlibat menjadi co-fasilitator yang bertugas menyiapkan peserta kegiatan, melakukan uji coba alat dan membantu menjelaskan kepada anggota kelompok tani.
4. Persiapan materi dan bahan pelatihan yang meliputi:
 - Penulisan materi pelatihan melalui studi pustaka, rapat-rapat, diskusi, dan *brain storming* dengan tim pelaksana, narasumber, dan ketua kelompok tani.
 - Penyiapan bahan dan alat untuk pembuatan fasilitas produksi *biochar* dari limbah biomassa jagung dengan metode *tungku* yang dimodifikasi.

- Penyiapan bahan baku *biochar* berupa limbah batang dan tongkol jagung: pengeringan bahan baku.
5. Pelaksanaan kegiatan yang meliputi:
 - Penyuluhan tentang manfaat *biochar* sebagai bahan pembenah tanah,
 - Pelatihan teknis pembuatan fasilitas produksi *biochar* dari limbah biomassa jagung dengan metode *tungku* yang dimodifikasi,
 - Pelatihan proses produksi *biochar* dari limbah biomassa jagung dengan metode *tungku* yang dimodifikasi,
 - Pembentukan unit usaha produksi *biochar* dan pendampingan terhadap unit usaha *biochar* selama proses produksi, pengolahan, dan pemasarannya.

D. Pihak-pihak yang Terlibat dalam Kegiatan Desa Binaan

Partisipan kegiatan ini adalah anggota Kelompok Tani Maju Lancar I, petani pionir, pengusaha pengolahan jagung (PD Semangat Jaya), dan aparat Desa Bangunsari. Selain itu, pembuatan fasilitas pembuatan *biochar* akan memberdayakan mahasiswa dari Jurusan Teknik Mesin, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Jurusan Teknik Pertanian, dan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung. Dalam rangka memenuhi protokol COVID-19, total peserta akan dibatasi sebanyak 20 orang.

E. Partisipasi Mitra

Mitra 2 petani pionir akan ikut terlibat menjadi co-fasilitator yang bertugas menyiapkan peserta kegiatan, melakukan uji coba alat dan membantu menjelaskan kepada anggota kelompok tani. Pengusaha pengolahan jagung (PD Semangat Jaya), akan berpartisipasi dalam menyediakan bahan baku limbah biomassa jagung dan lahan untuk penempatan fasilitas produksi *biochar* dari limbah biomassa jagung dengan metode *tungku* yang dimodifikasi.

F. Evaluasi Pelaksanaan Program

Evaluasi dilaksanakan baik terhadap proses maupun terhadap hasil pelatihan. Evaluasi proses dimaksudkan untuk melihat kesesuaian rencana dengan pelaksanaan, kendala-kendala yang dihadapi dan pemecahannya. Selain itu, evaluasi proses juga dimaksudkan untuk melihat apresiasi peserta terhadap kegiatan pelatihan. Evaluasi hasil dimaksudkan untuk melihat keberhasilan proses pelatihan yang dilihat dari peningkatan pengetahuan dan keterampilan. Evaluasi ini akan dilaksanakan dengan menggunakan metode *pre-test* dan *post-test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelatihan tentang Pembuatan *Biochar* dari Limbah Biomassa Jagung Menggunakan Metode tungku yang Dimodifikasi diikuti oleh 4 Dosen, 3 Mahasiswa dan 1 Staf di Desa Bangun Sari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran. Sosialisasi terkait pembuatan tungku yang akan digunakan untuk pembuatan arang dilakukan pada Senin, 26 April 2021 bersama Kepala Desa dan masyarakat setempat dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sosialisasi dilakukan kepada Kepala Desa dan masyarakat setempat.

Berdasarkan diskusi awal bersama Kepala Desa dan masyarakat setempat diketahui bahwa masyarakat belum memanfaatkan dan mengelola limbah biomassa jagung yang ada, masyarakat hanya membakar limbah biomassa jagungnya tanpa dilakukan pengolahan dan pemanfaatan sebelumnya dan dapat menimbulkan berbagai masalah seperti polusi udara. Desa Bangun Sari, Kecamatan Negeri Katon,

Kabupaten Pesawaran memiliki potensi limbah biomassa khususnya jagung yang besar karena merupakan daerah penghasil jagung yang cukup besar di Kabupaten Pesawaran dengan produksi jagung yang mencapai sekitar 40.000 ton/tahun akan menghasilkan limbah sebanyak sekitar 10.000 ton/tahun (Suwadi, 2021).

Pembuatan desain tungku yang akan digunakan sebagai media pirolisis *biochar* dilakukan pada Minggu, 9 Mei 2021 bersama Kepala Desa dan masyarakat setempat (Gambar 6). Tungku yang akan dibuat berupa tungku yang dimodifikasi, yaitu salah satu cara pirolisis dengan pembakaran berlapis secara perlahan. Kemudian dilakukan survei lokasi yang akan digunakan sebagai calon lokasi pembangunan tungku pirolisis *biochar* (Gambar 7).



Gambar 6. Pembuatan desain tungku pirolisis dengan metode tungku yang dimodifikasi.



Gambar 7. Calon lokasi pembuatan tungku pirolisis.

Media yang digunakan untuk membangun tungku pirolisis adalah tanah liat dan batu bata yang disusun sedemikian rupa seperti pada Gambar 8. Pembuatan tungku pirolisis dengan metode tungku dilakukan dengan cara menggali lubang berukuran 5 m × 3,5 m × 1 m (panjang × lebar × kedalaman). Kemudian diberi dinding pada sekelilingnya yang terbuat dari batu bata dan tanah liat dengan ketinggian 1 m di atas permukaan tanah. Bagian depan tungku dilengkapi dengan pintu dan bagian atas tungku diberi

penutup dari plat besi sebagai tempat memasukan limbah biomassa jagung dan mengeluarkan hasil *biochar* yang telah dibuat. Tungku juga dilengkapi dengan atap untuk melindungi dari hujan dan panas matahari. Proses pembuatan tungku pirolisis dengan metode tungku yang dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 9-10.



Gambar 8. Tanah liat sebagai bahan pembuatan tungku pirolisis.



Gambar 9. Proses pembuatan tungku pirolisis.



Gambar 10. Tungku pirolisis dengan metode tungku yang dimodifikasi.

Evaluasi kegiatan dilakukan sebanyak dua kali yaitu evaluasi awal (*pre-test*) dan evaluasi akhir (*post-test*). Evaluasi awal dilakukan sebelum para peserta mendapatkan materi pelatihan, sebagai upaya untuk mengetahui tingkat pengetahuan para peserta sebelum mengikuti kegiatan. Evaluasi awal dilakukan dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan singkat. Hasil evaluasi awal peserta disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan evaluasi awal (*pre-test*) peserta pengabdian

No	Nama	Pertanyaan Ke-				
		1	2	3	4	5
1	Rofik	20	0	20	20	20
2	Merik	20	20	20	20	20
3	Amat	20	20	0	20	20
4	Tomo	20	20	0	20	0
5	Toveb	20	20	20	0	20
6	Beno	0	20	20	0	20
7	Solikin	20	0	20	20	20
8	Rudi	20	20	20	20	20
9	Haris	20	20	20	20	0
10	Diding	0	20	20	20	20
11	Talam	0	20	0	0	20
12	Dani	20	20	0	20	20
13	Eka	20	0	20	20	20
14	Sutin	20	0	20	20	20
15	Ropah	20	0	20	20	20
JUMLAH		240	200	220	240	260

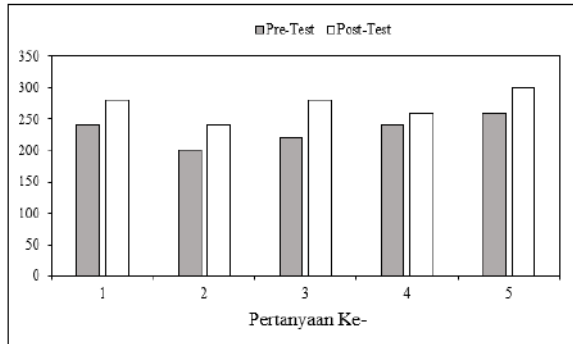
Evaluasi akhir dilaksanakan pada akhir kegiatan, setelah para peserta mengikuti semua materi dan demonstrasi yang diberikan. Evaluasi akhir dilakukan dengan memberikan pertanyaan yang sama dengan evaluasi awal, sebagai upaya untuk mengetahui peningkatan pengetahuan para peserta tentang materi yang telah diberikan oleh tim penyuluh. Hasil evaluasi akhir disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan evaluasi akhir (*post-test*) peserta pengabdian

No	Nama	Pertanyaan Ke-				
		1	2	3	4	5
1	Rofik	20	0	20	20	20
2	Merik	20	20	20	20	20
3	Amat	20	20	20	20	20
4	Tomo	20	20	20	20	20
5	Toveb	20	20	20	0	20
6	Beno	20	20	20	0	20
7	Solikin	20	0	20	20	20
8	Rudi	20	20	20	20	20
9	Haris	20	20	20	20	20
10	Diding	0	20	20	20	20
11	Talam	20	20	0	20	20
12	Dani	20	20	20	20	20
13	Eka	20	0	20	20	20
14	Sutin	20	20	20	20	20
15	Ropah	20	20	20	20	20
JUMLAH		280	240	280	260	300

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan para peserta pelatihan pada materi yang diberikan. Adanya peningkatan ini menunjukkan adanya pemahaman yang lebih baik dari para masyarakat peserta pelatihan tersebut. Hal ini

juga ditunjukkan oleh banyaknya pertanyaan dan tanggapan yang diberikan oleh para peserta dalam sesi tanya jawab dan diskusi. Peningkatan hasil evaluasi peserta dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 12. Grafik nilai *pre-test* dan *post-test* peserta pelatihan.

B. Pembahasan

Setelah dilakukan pelatihan kepada masyarakat terkait “Pembuatan *Biochar* dari Limbah Biomassa Jagung Menggunakan Metode tungku yang dimodifikasi terdapat peningkatan kemampuan yang cukup signifikan terhadap masyarakat (Gambar 8). Masyarakat yang menjadi peserta pelatihan mengetahui cara pembuatan *biochar* dengan metode tungku yang dimodifikasi dengan menerapkan prinsip pirolisis. Pirolisis adalah suatu proses termal atau pemanasan biomassa yang digunakan untuk mengubah biomassa menjadi bahan yang kaya akan karbon. Dalam pirolisis, biomassa dipanaskan pada suhu 300-800°C dengan kondisi oksigen yang terbatas atau tanpa adanya oksigen, yang menyebabkan biomassa terurai menjadi produk padat (*biochar*) dan produk sampingan lainnya.

Masyarakat dikenalkan dua metode pembuatan *biochar* yang sederhana dengan menggunakan alat yang dapat dibuat sendiri dan memahami bahwa masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Banyaknya pilihan metode membuat produksi *biochar* dapat dilakukan oleh siapa saja, tergantung banyaknya bahan baku, tujuan penggunaan produk (untuk digunakan sendiri atau dijual), besarnya modal

(menentukan pilihan teknologi yang diterapkan), waktu, dan tenaga kerja.

SIMPULAN

Simpulan yang dapat diperoleh dari kegiatan pengabdian ini adalah masyarakat mengetahui potensi dan manfaat limbah biomassa jagung yang dapat diolah menjadi *biochar* untuk meningkatkan nilai guna dan ekonominya serta dapat memproduksi *biochar* dari limbah biomassa jagung dari berbagai alat yang sudah di jelaskan dan dibuat

SANWACANA

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung yang telah mendanai kegiatan ini melalui hibah Pengabdian Desa Binaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hairiyah, N., Nuryati, dan Meldayanoor. 2017. Karakteristik Mekanik Mikrokomposit dari Tongkol Jagung dan Limbah Plastik Polipropilene. *Teknologi Agro-Industri*. 4(1): 1-10.
- Haluti, S. 2016. Pemanfaatan Potensi Limbah Tongkol Jagung sebagai Bioethanol melalui Proses Fermentasi di Wilayah Provinsi Gorontalo. *JTECH*. 4(1): 28-31.
- Lehmann, J., and Joseph. S. 2009. Biochar for Environmental Management: An Introduction, Biochar for Environmental Management Science and Technology. *Earthscans*.
- Lu, J.J. dan Chen, W.H. 2014. Product yields and characteristics of corncob waste under various torrefaction atmospheres. *Energies*. 7: 13-27.
- Nigussie, A., Kissi, E., Misganaw, M., and Ambaw, G. 2012. Effect of Biochar Application on Soil Properties and

Nutrient Uptake of Lettuces (*Lactuca sativa*) Grown in Chromium Polluted Soils. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.* 12 (3): 369 –376.
Rondon, M., Ramirez, J.A. and Lehmann, J. 2005. Greenhouse gas emissions

decrease with charcoal additions to tropical soils. *In Proceedings of the 3rd USDA symposium on greenhouse gases and carbon sequestration. Baltimore. USA (Vol. 208).*