



# BIOCHAR

Kunci Sistem Produksi Jagung Berbasis Karbon Di Lahan Kering

Sukmawati | Bahrudin | Harsani  
Sri Nur Qadri | Syamsiar Zamzam

# BIOCHAR

## Kunci Sistem Produksi Jagung Berbasis Karbon Di Lahan Kering

Buku "Biochar: Kunci Sistem Produksi Jagung Berbasis Karbon di Lahan Kering" membahas Sistem pertanian karbon pada budidaya jagung di lahan kering, sebagai pendekatan pertanian yang bertujuan untuk mengurangi emisi karbon ke atmosfer dan meningkatkan penyerapan karbon di tanah, sambil mempertahankan produktivitas tanaman jagung. Buku ini membahas tentang peran karbon tanah dalam budidaya jagung ditinjau dari mitigasi perubahan iklim, kesuburan tanah, kapasitas penyimpan air, ketahanan terhadap kekeringan dan pengurangan erosi tanah. Selain itu, buku ini juga membahas tentang evaluasi potensi biomassa jagung sebagai sumber karbon yang dikaji dari segi biomassa jagung dan potensi karbonnya, pemanfaatan limbah dan metode pengelolaan limbah. Selanjutnya buku ini membahas pemanfaatan biochar pada budidaya jagung berdasarkan konsep dan manfaat serta potensi biochar sebagai offset karbon. Buku ini juga dilengkapi dengan pembahasan tentang teknologi produksi dan pemilihan biochar yang sesuai standar untuk offset karbon baik segi produksi maupun karakteristik biochar untuk budidaya jagung. Kemudian buku ini membahas tentang manfaat dan keuntungan penggunaan biochar dari sisi peningkatan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman, reduksi ketergantungan pupuk kimia serta pengurangan emisi GRK dan Offset karbon. Buku ini juga membahas tentang penerapan biochar sebagai pembenah tanah, pupuk organik, penghambat pemanasan global dan pengikat air. Untuk melengkapi kelayakan biochar sebagai offset karbon, maka dibahas nilai ekonomi sistem produksi jagung berbasis offset karbon, dilengkapi dengan studi kasus dan contoh implementasi penerapan biochar di lahan pertanian baik di Indonesia maupun di luar negeri. Berdasarkan berbagai kajian tersebut, maka dibahas tentang tantangan dan strategi implementasi biochar. Buku ini ditujukan untuk menjadi referensi bagi petani, peneliti, dan profesional di bidang pertanian yang ingin meningkatkan produktivitas tanaman jagung di lahan kering dengan menggunakan biochar sebagai bahan pembenah tanah untuk meningkatkan stok karbon tanah juga sebagai offset karbon yang dapat diperjualbelikan dalam pasar karbon.



eureka  
media aksara

Anggota IKAPI  
No. 225/JTE/2021

0858 5343 1992  
eurekamediaaksara@gmail.com  
Jl. Banjaran RT.20 RW.10  
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-120-895-8



9 786231 208958

**BIOCHAR: KUNCI SISTEM PRODUKSI  
JAGUNG BERBASIS KARBON  
DI LAHAN KERING**

**Sukmawati  
Bahruddin  
Harsani  
Sri Nur Qadri  
Syamsiar Zamzam**



**PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA**

**BIOCHAR: KUNCI SISTEM PRODUKSI JAGUNG BERBASIS  
KARBON DI LAHAN KERING**

**Penulis** : Sukmawati  
Bahruddin  
Harsani  
Sri Nur Qadri  
Syamsiar Zamzam

**Desain Sampul** : Ardyan Arya Hayuwaskita

**Tata Letak** : Isnaeni Etik Martiqoh

**ISBN** : 978-623-120-895-8

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JUNI 2024**  
**ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH**  
**NO. 225/JTE/2021**

**Redaksi:**

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari  
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992  
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com  
Cetakan Pertama : 2024

**All right reserved**

Hak Cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh  
isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun,  
termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman  
lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ini. Tak lupa juga mengucapkan salawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, karena berkat beliau, kita mampu keluar dari kegelapan menuju jalan yang lebih terang. Kami ucapkan juga rasa terima kasih kami kepada pihak-pihak yang mendukung lancarnya buku ini. Buku ini diperkaya oleh berbagai tinjauan literatur yang selaras dengan materi tulisan dalam buku ini.

Buku ini berjudul “Biochar: Kunci Sistem Produksi Jagung Berbasis Karbon di Lahan Kering. Buku ini terdiri dari 10 bab yang mengulas secara holistik sistem produksi jagung berbasis karbon, yang terdiri dari : Bab I Pendahuluan; Bab II Peran karbon dalam budidaya jagung; Bab III Evaluasi potensi biomassa jagung sebagai sumber karbon; Bab IV Pemanfaatan biochar dalam budidaya jagung; Bab V Teknologi produksi dan pemilihan biochar; Bab VI Manfaat dan Keuntungan penggunaan biochar; Bab VII Penerapan biochar dalam budidaya jagung; Bab VIII Nilai ekonomi Sistem produksi jagung berbasis karbon; Bab IX Sudi kasus dan contoh implementasi; Bab X Tantangan dan startegi implementasi biochar berbasis offset karbon.

Dengan demikian, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi yang sangat berguna bagi para peneliti, mahasiswa, dan praktisi pertanian yang ingin mengembangkan sistem produksi jagung berbasis karbon.

Parepare, April 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Sistem Produksi Jagung Berbasis Konservasi Karbon.....	1
B. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Peningkatan Produksi Jagung .....	2
C. Pertanian Karbon dan Offset Karbon dalam Budidaya Jagung .....	6
D. Sistem Konservasi dalam Budidaya Jagung .....	10
<b>BAB 2 PERAN KARBON TANAH DALAM BUDIDAYA JAGUNG .....</b>	<b>12</b>
A. Mitigasi Perubahan Iklim .....	13
B. Kesuburan Tanah .....	14
C. Kapasitas Penyimpanan Air .....	15
D. Ketahanan Terhadap Kekeringan .....	16
E. Pengurangan Erosi Tanah.....	18
<b>BAB 3 EVALUASI POTENSI BIOMASSA JAGUNG SEBAGAI SUMBER KARBON.....</b>	<b>19</b>
A. Potensi Biomassa .....	19
B. Potensi Karbon Biomassa Jagung .....	21
C. Pemanfaatan Limbah Jagung sebagai Bahan Organik.....	22
D. Metode Pengelolaan Limbah Jagung untuk Stok Karbon Tanah .....	23
<b>BAB 4 PEMANFAATAN BIOCHAR PADA BUDIDAYA JAGUNG .....</b>	<b>28</b>
A. Konsep Biochar .....	28
B. Manfaat dan Potensi Penggunaan Biochar untuk Offset Karbon.....	35

<b>BAB 5 TEKNOLOGI PRODUKSI DAN PEMILIHAN</b>	
<b>BIOCHAR.....</b>	<b>38</b>
A. Proses Pembuatan Biochar .....	38
B. Kriteria Pemilihan Biochar yang Tepat untuk Budidaya Jagung.....	40
<b>BAB 6 MANFAAT DAN KEUNTUNGAN PENGGUNAAN</b>	
<b>BIOCHAR.....</b>	<b>50</b>
A. Peningkatan Kesuburan Tanah dan Produktivitas Tanaman .....	50
B. Reduksi Ketergantungan pada Pupuk Kimia .....	51
C. Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca dan Offset Karbon.....	52
<b>BAB 7 PENERAPAN BIOCHAR PADA BUDIDAYA</b>	
<b>JAGUNG.....</b>	<b>55</b>
A. Penggunaan Biochar sebagai Pembena Tanah.....	55
B. Penggunaan Biochar sebagai Pupuk Organik.....	56
C. Penggunaan Biochar sebagai Penyerap Air.....	58
D. Penggunaan Biochar sebagai Penghambat Pemanasan Global.....	62
E. Penggunaan Biochar sebagai Bahan Pengikat.....	63
<b>BAB 8 NILAI EKONOMI SISTEM PRODUKSI JAGUNG</b>	
<b>BERBASIS KARBON.....</b>	<b>65</b>
A. Tantangan Ekonomi Pengembangan Jagung Dilahan Kering.....	65
B. Nilai Ekonomi Produksi Jagung Berbasis Biochar .....	66
<b>BAB 9 STUDI KASUS DAN CONTOH IMPLEMENTASI.....</b>	<b>72</b>
A. Proyek Percontohan Sistem Produksi Kakao Berbasis Biochar .....	72
B. Penerapan Biochar Berpolimer Alami pada Usaha Tani Jagung.....	73
C. Beberapa Contoh Kasus Sukses di Luar Negeri .....	74
<b>BAB 10 TANTANGAN DAN STRATEGI IMPLEMENTASI</b>	
<b>BIOCHAR BERBASIS OFFSET KARBON.....</b>	<b>76</b>
A. Biaya Produksi .....	76
B. Skalabilitas.....	78

C. Pemahaman Ilmiah .....80  
D. Perubahan Lahan.....81  
**DAFTAR PUSTAKA.....84**  
**TENTANG PENULIS.....90**



## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Konsep biochar berdasarkan suhu pembakaran.....	29
---	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1.	Neraca Biomassa di Industri Jagung .....	20
Gambar 4. 1.	Pori-pori biochar dari tongkol jagung: a. Pori biochar asli, b. pori biochar+NPK .....	36
Gambar 5. 1.	Proses pengeringan biomassa tongkol jagung menggunakan sinar matahari .....	39
Gambar 5. 2.	Proses pembakaran tongkol jagung dalam pembuatan biochar: a. Pembakaran menggunakan metode kiln drum; b. Pembakaran menggunakan TLUD; c. Pembakaran menggunakan kontiki.....	40
Gambar 5. 3.	Persentase fraksi pada biochar dari cangkang dan tandan kosong kelapa sawit serta tongkol jagung hasil pirolisis pada kisaran suhu 300-400oc.....	45
Gambar 7. 1.	Aplikasi biochar dilahan pertanian: (a) lubang biopori; (b)larikan; (c) penyebaran dipermukaan tanah.....	56
Gambar 7. 2.	Pertumbuhan tanaman jagung dengan penggunaan pupuk slowrelase bebrasis biochar: (a) Kondisi kadar air kapasitas lapang 60% (percobaan di Green House); (b) kondisi suhu tinggi (terpapar elnino) percobaan lapangan .....	58
Gambar 7. 3.	Kemampuan retensi air biochar tongkol jagung pada tanah bertekstur liat (a) dan lempung berpasir (b).....	61
Gambar 9. 1.	Aplikasi biochar tongkol jagung pada tanaman kakao .....	73

# BAB

# 1

# PENDAHULUAN

## A. Sistem Produksi Jagung Berbasis Konservasi Karbon

Sistem produksi jagung berbasis konservasi karbon adalah pendekatan pertanian yang bertujuan untuk mengurangi emisi karbon ke atmosfer dan meningkatkan penyerapan karbon di tanah, sambil mempertahankan atau meningkatkan produktivitas tanaman jagung. Pertanian konservasi meningkatkan stok karbon organik tanah. Ketika manfaat biochar dan penjualan kredit karbon dipahami oleh petani, hal ini dapat meningkatkan kelayakan ekonomi dan kelestarian lingkungan. Ada beberapa komponen utama dari sistem produksi jagung berbasis konservasi karbon, diantaranya:

1. **Penggunaan Biochar:** Biochar, yang dihasilkan dari pirolisis biomassa seperti jerami atau tongkol jagung, digunakan dalam tanah sebagai cara untuk menyimpan karbon organik dan meningkatkan kesuburan tanah. Biochar juga dapat meningkatkan retensi air dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman jagung.
2. **Praktek Konservasi Tanah:** Praktek-praktek konservasi tanah, seperti penanaman aliran, tanaman penutup tanah, dan pemupukan organik, digunakan untuk mengurangi erosi tanah, meningkatkan kualitas tanah, dan mempertahankan kadar karbon organik dalam tanah.

# BAB 2

## PERAN KARBON TANAH DALAM BUDIDAYA JAGUNG

Tanah merupakan komponen kunci dalam ekosistem yang mengontrol siklus biogeokimia, hidrologi, dan sedimen. Tanah memainkan peran penting dalam mencapai keberlanjutan karena menyediakan sumber daya, barang, dan jasa bagi umat manusia. Sistem tanah sangat penting untuk memahami keterhubungan aliran air dan sedimen dan keberlanjutan praktik pengelolaan tanah. Dalam sistem tanah, karbon mengendalikan fungsi hidrologi, biologi, dan kimia tanah dan hal ini dipercepat di lahan pertanian di mana karbon merupakan faktor utama dalam sistem tanah.

Penambahan stok karbon tanah memerlukan perubahan manajemen dalam budidaya tanaman. Bagaimanapun stok karbon dalam lahan pertanian harus memberikan manfaat ekonomi, ekologi maupun sosial. Peningkatan bahan organik dapat menurunkan risiko kegagalan panen, meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan dan curah hujan tinggi, meningkatkan efisiensi penggunaan unsur hara, meningkatkan keanekaragaman hayati bawah tanah dan peningkatan pasokan jasa ekosistem.

Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) adalah salah satu gas rumah kaca yang paling umum ditemui di atmosfer bumi, dan peningkatan konsentrasinya telah menjadi salah satu penyebab utama perubahan iklim global. Salah satu cara untuk mengurangi kadar  $\text{CO}_2$  di atmosfer adalah dengan menyimpan lebih banyak karbon di dalam tanah. Karena, stok karbon tanah meningkatkan kandungan C-organik tanah yang membantu peningkatan keanekaragaman organisme hidup dengan penyediaan substrat dan energi, yang berperan penting dalam menjaga kualitas dan fungsi tanah pada ekosistem. Sifat tanah dipengaruhi langsung oleh C-organik tanah.

# BAB 3

## EVALUASI POTENSI BIOMASSA JAGUNG SEBAGAI SUMBER KARBON

### A. Potensi Biomassa

Pertanian merupakan sektor bisnis yang sangat berkembang di Indonesia, hal tersebut menunjukkan potensi yang cukup tinggi untuk memenuhi sumber bahan baku pembuat biomassa. Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki areal pertanian yang sangat luas sehingga tidaklah sulit untuk mendapatkan limbah pertanian. Walaupun demikian limbah yang berasal dari aktivitas pertanian seperti tanaman pangan (padi dan jagung) belum dimanfaatkan secara maksimal. Hal ini terlihat pada setiap kali panen limbah tanaman tersebut hanya dibakar di lahan untuk membersihkan areal pertanian.

Residu pertanian merupakan sumber utama bahan organik berkelanjutan di dunia (Srivastava et al., 2020), seperti tongkol jagung belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai sumber bahan organik (Nurhayati et al., 2015). Pada hal, biomassa ini terus dihasilkan dalam jumlah yang cukup besar. Luas panen jagung di Indonesia seluas 5.734.326 ha (BPS, 2018). Samanta et al. (2012) mengestimasi produksi tongkol jagung dalam satu hektar berkisar 1,42-1,53 ton. Tongkol jagung memiliki komposisi karbon sebanyak 74,80% (Ceranic et al., 2016). Artinya, tersedia tongkol jagung sebanyak 8.8 juta ton yang berpotensi menghasilkan karbon sebesar 6,6 juta ton per tahun. Apabila dimaksimalkan sebagai bahan pembenah tanah, maka jumlah ini dapat menambah bahan organik tanah sebesar 9 ton (Young, 1989) pada lahan seluas 729.177 ha.

# BAB 4

## PEMANFAATAN BIOCHAR PADA BUDIDAYA JAGUNG

### A. Konsep Biochar

Produksi dan penggunaan biochar dari berbagai bahan organik memberikan peluang untuk menangkap dan menyerap karbon dari atmosfer sambil memanfaatkan sifat bahan tersebut dalam berbagai aplikasi yang menggunakan bahan alternatif yang bersumber dari fosil. Biochar memiliki sejarah panjang dalam perbaikan lahan dan keberlanjutan produktivitas lahan pertanian.

Biochar telah mendapatkan perhatian sebagai amandemen tanah yang berpotensi meningkatkan kesehatan tanah, produktivitas pertanian, dan juga dapat berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim dengan menyimpan karbon dalam tanah. Biochar telah digunakan untuk berbagai keperluan, seperti pembenah tanah, media filtrasi, dan dalam formulasi produk polimer, komponen elektronik, atau sebagai katalis untuk proses industri. Hal ini juga mempunyai manfaat potensial terhadap kualitas air, mengurangi emisi gas rumah kaca dalam tanah, dan mengurangi pencucian unsur hara.

Potensi fitur-fitur biochar memerlukan pemahaman terhadap interaksi kompleks antara biochar dengan reaksi tanah untuk mengembangkan praktik pertanian berkelanjutan dalam produksi dan penerapannya. Interaksi kompleks antara biochar dan proses tanah, yang dipengaruhi oleh jenis tanah, kondisi iklim, dan karakteristik biochar tertentu.

# BAB 5

## TEKNOLOGI PRODUKSI DAN PEMILIHAN BIOCHAR

### A. Proses Pembuatan Biochar

Biochar dibuat menggunakan “proses termal”. Artinya, biochar merupakan hasil pirolisis biomassa menggunakan suhu tinggi dalam kondisi anaerob (kurang oksigen) dalam alat seperti oven yang disebut "retort". Pembuatan biochar dapat dilakukan dengan proses kering (roasting) atau proses basah (hydrothermal process). Biasanya, pemrosesan kering lebih murah, namun pemrosesan basah patut dipertimbangkan, terutama jika bahan baku biomassa memiliki kadar air yang sangat tinggi. Proses pembakaran tanpa menghasilkan asap merupakan persyaratan produksi biochar untuk skema karbon kredit dalam bentuk ofsetting karbon. Oleh karena itu proses pengeringan biomassa sangat penting sebelum pembakaran dilakukan. Biomassa adalah produk alami yang mengandung 5-60% kelembapan menurut beratnya. Biomassa dapat dikeringkan menggunakan radiasi matahari untuk menghilangkan kelembapan. Teknik pengeringan ini praktis dan aman bagi lingkungan. Pengeringan sisa tanaman pertanian di bawah sinar matahari di udara terbuka yang seringkali menghilangkan 10-15% kadar air (Nzihou, 2020). Biomassa dengan kadar air rendah menghasilkan asap yang sedikit pada saat dibakar. Biasanya, kandungan air yang direkomendasikan kurang dari 20%.

# BAB 6

## MANFAAT DAN KEUNTUNGAN PENGUNAAN BIOCHAR

Manfaat dan keuntungan penggunaan biochar dalam budidaya jagung memberikan argumen yang kuat untuk mengintegrasikannya ke dalam praktik pertanian berkelanjutan. Dengan memahami dan memanfaatkan manfaat tersebut, petani dapat mencapai hasil yang lebih baik sambil mendukung upaya mitigasi perubahan iklim dan menjaga kesehatan lingkungan.

### **A. Peningkatan Kesuburan Tanah dan Produktivitas Tanaman**

#### **1. Peningkatan Kesuburan dan kualitas tanah**

Biochar memiliki struktur yang porus dan stabil secara biologis, sehingga dapat meningkatkan retensi air dan nutrisi dalam tanah. Hal ini membantu meningkatkan kesuburan tanah secara keseluruhan, yang pada gilirannya meningkatkan produktivitas tanaman jagung. Selain penyerapan karbon, penerapan biochar pada tanah pertanian memperbaiki beberapa karakteristik tanah seperti kapasitas retensi air dan unsur hara, struktur tanah, bahan organik tanah dan aktivitas komunitas mikroba tanah, yang juga meningkatkan hasil panen. Biochar membantu meningkatkan struktur dan porositas tanah, meningkatkan perkolasi air, infiltrasi akar tanaman, dan pertukaran gas di dalam tanah. Hal ini menciptakan lingkungan yang lebih baik untuk pertumbuhan mikroba tanah yang bermanfaat dan meningkatkan aktivitas biologis tanah secara keseluruhan.



# BAB

# 7

# PENERAPAN BIOCHAR PADA BUDIDAYA JAGUNG

## A. Penggunaan Biochar sebagai Pembenh Tanah

Penggunaan bahan organik dalam bentuk biochar merupakan salah satu strategi dalam manajemen lingkungan pertanian. Biochar dapat digunakan sebagai bahan pembenh tanah untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi penggunaan pupuk non-organik. aplikasi biochar pada budidaya jagung dapat dilakukan melalui penggunaan biochar secara langsung sebagai bahan pembenh tanah dan penggunaan biochar sebagai pupuk slowrelease yang dimodifikasi dengan sumber nitrogen atau sumber hara lainnya.

Residu pertanian merupakan sumber utama bahan organik berkelanjutan di dunia. Di Indonesia limbah jagung seperti tongkol jagung juga berpotensi sebagai sumber bahan organik yang berkelanjutan. Luas panen jagung di Indonesia seluas 5.734.326 ha (BPS, 2018). Samanta et al. (2012) mengestimasi produksi tongkol jagung dalam satu hektar berkisar 1,42-1,53 ton. Lehmann (2007) melaporkan, bahwa biomassa yang diproses menjadi biochar akan menghasilkan 50% karbon. Tongkol jagung memiliki komposisi karbon sebanyak 74,80% (Ceranic et al., 2016). Artinya, tersedia tongkol jagung sebanyak 8.8 juta ton yang berpotensi menghasilkan karbon sebesar 6,6 juta ton per tahun. Apabila dimaksimalkan sebagai bahan pembenh tanah, maka jumlah ini dapat menambah bahan organik tanah sebesar 9 ton (Young, 1989) pada lahan seluas 729.177 ha.

# BAB

# 8

## NILAI EKONOMI SISTEM PRODUKSI JAGUNG BERBASIS KARBON

### A. Tantangan Ekonomi Pengembangan Jagung Dilahan Kering

Pengembangan jagung secara konvensional telah menimbulkan berbagai masalah lingkungan seperti jejak karbon, eutrofikasi, dan jejak energi. Budidaya jagung secara monokultur dan intensifikasi dengan input kimia yang tinggi telah menyebabkan degradasi lahan terutama di lahan kering. Disisi lain produksi jagung di lahan kering menghadapi sejumlah kendala ekonomi yang dapat mempengaruhi hasil dan profitabilitas petani. Beberapa kendala utama yang mungkin dihadapi termasuk:

1. **Ketersediaan Air:** Salah satu kendala utama produksi jagung di lahan kering adalah ketersediaan air yang terbatas. Lahan kering cenderung memiliki curah hujan yang rendah atau tidak teratur, sehingga petani harus mengandalkan irigasi atau teknik konservasi air untuk memastikan tanaman mendapatkan pasokan air yang cukup. Biaya irigasi tambahan atau investasi dalam infrastruktur irigasi dapat menjadi beban ekonomi bagi petani.
2. **Kesuburan Tanah:** Lahan kering sering kali memiliki tanah yang kurang subur dan memiliki kandungan bahan organik yang rendah. Biaya pemupukan dan pengelolaan tanah untuk meningkatkan kesuburan tanah dapat menjadi beban tambahan bagi petani.

# BAB 9

## STUDI KASUS DAN CONTOH IMPLEMENTASI

### A. Proyek Percontohan Sistem Produksi Kakao Berbasis Biochar

Proyek percontohan sistem produksi kakao berbasis biochar merupakan proyek pertama yang menerapkan limbah tongkol jagung dalam bentuk biochar di Kabupaten Soppeng. Kegiatan ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan biochar sebagai media tanam pada pembibitan kakao, pupuk slowrelease pada tanaman kakao menghasilkan dan bahan pembenah tanah pada restorasi kebun kakao yang sudah tua.

Biochar diproduksi menggunakan teknologi kontiki (by. Ithaka institue). Proses ini mengikuti prinsip pirolisis biomassa lapis demi lapis dalam tanur logam terbuka berbentuk kerucut yang mudah dioperasikan, cepat, dan menghasilkan emisi gas rumah kaca yang rendah. Hal ini memungkinkan produksi biochar dalam jumlah yang relatif besar (volume biochar 700 hingga 850 L dalam 4-5 jam).

Aplikasi biochar dalam bentuk media tanam digunakan sebanyak 1 ton untuk pembibitan kakao sebanyak 1000 pohon. Perbandingan media tanaman yakni 1 kg tanah : 1 kg biochar. Hasilnya 1000 bibit kakao tumbuh dengan baik diberikan kepada 100 orang petani. Selain itu biochar diaplikasi pada tanaman kakao sebagai pupuk slowrelease. Penggunaan biochar sebagai pupuk slow release pada tanaman kakao dapat dilakukan dengan menggunakan lubang biopori dengan dosis pemupukan 9 L perpohon. Jumlah lubang perpohon adalah 2

# BAB 10

## TANTANGAN DAN STRATEGI IMPLEMENTASI BIOCHAR BERBASIS OFFSET KARBON

Implementasi biochar berbasis offset karbon memerlukan pendekatan holistik yang mencakup inovasi teknologi, penelitian, kolaborasi, pengembangan pembiayaan, manajemen risiko, dan pendidikan masyarakat untuk mencapai kesuksesan jangka panjang dalam mengurangi emisi karbon dan memperbaiki kesehatan lingkungan.

Penerapan biochar sebagai strategi offset karbon memiliki beberapa tantangan, tetapi juga dapat memberikan manfaat besar dalam mengurangi emisi dan meningkatkan kesejahteraan lingkungan. Berikut adalah beberapa tantangan dan strategi implementasi biochar berbasis offset karbon

### **A. Biaya Produksi**

Produksi biochar bisa menjadi mahal tergantung pada metode produksi dan sumber biomassa yang digunakan. Tantangan biaya produksi biochar dalam skema offset karbon bisa menjadi kompleks, terutama karena perhitungan biaya harus seimbang dengan manfaat karbon yang diberikan. Berikut adalah beberapa tantangan khusus yang terkait dengan biaya produksi biochar dalam skema offset karbon:

1. **Biaya Produksi Awal:** Biaya produksi biochar termasuk biaya peralatan dan infrastruktur, biaya energi, dan biaya operasional lainnya. Investasi awal yang diperlukan untuk membangun pabrik pirolisis atau fasilitas produksi biochar bisa sangat tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aller, D., Rathke, S., Laird, D., Cruse, R., & Hatfield, J. (2017). Impacts of fresh and aged biochars on plant available water and water use efficiency. *Geoderma*, 307(August), 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.08.007>
- BPS. (2018). Luas Panen Jagung Menurut Provinsi, 2014 - 2018. [https://www.pertanian.go.id/Data5tahun/TPATAP-2017\(pdf\)/13-LPJagung.pdf](https://www.pertanian.go.id/Data5tahun/TPATAP-2017(pdf)/13-LPJagung.pdf)
- Burrell, L. D., Zehetner, F., Rampazzo, N., Wimmer, B., & Soja, G. (2016). Long-term effects of biochar on soil physical properties. *Geoderma*, 282, 96–102. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.07.019>
- Ceranic, M., Kosanic, T., Djuranovic, D., Kaludjerovic, Z., Djuric, S., Gojkovic, P., & Bozickovic, R. (2016). Experimental investigation of corn cob pyrolysis. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 8(6). <https://doi.org/10.1063/1.4966695>
- Cornelissen, G., Martinsen, V., Shitumbanuma, V., Alling, V., Breedveld, G. D., Rutherford, D. W., Sparrevik, M., Hale, S. E., Obia, A., Mulder, J., Box, P. O., & Division, W. R. (2013). Biochar Effect on Maize Yield and Soil Characteristics in Five Conservation Farming Sites in Zambia. 256–274. <https://doi.org/10.3390/agronomy3020256>
- Domingues, R. R., Trugilho, P. F., Silva, C. A., A, I. C. N., Melo, C. A., Magriotis, Z. M., Sa, M. A., & Melo, D. (2017). Properties of biochar derived from wood and high-nutrient biomasses with the aim of agronomic and environmental benefits. 1–19.
- Enders, A., Hanley, K., Whitman, T., Joseph, S., & Lehmann, J. (2012). Characterization of biochars to evaluate recalcitrance and agronomic performance. *Bioresource Technology*, 114, 644–653. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.03.022>

- FAO. (2011). The State of the World's land and water resources for Food and Agriculture. Managing systems at risk. In Food and Agriculture Organization. <https://doi.org/978-1-84971-326-9>
- FAO. (2015). Soils store and filter water. 14–17. <http://www.fao.org/3/a-i4890e.pdf>
- FAO. (2016). Save and Grow in Practice Maize Rice Wheat: A Guide To Sustainable cereal production. In Journal of Chemical Information and Modeling (Vol. 53, Issue 9). FAO. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- FAO. (2017). Water for Sustainable Food and Agriculture Water for Sustainable Food and Agriculture. In A report produced for the G20 Presidency of Germany. <http://www.fao.org/3/a-i7959e.pdf>
- Fu, Y., Zhang, Q., & Liu, G. (2018). Effect of biochar and ameliorant on maize (*Zea mays* L.) growth in a field experiment. 155(Aeecs), 37–40. <https://doi.org/10.2991/aeecs-18.2018.9>
- Gao, S., Hoffman-Krull, K., Bidwell, A. L., & DeLuca, T. H. (2016). Locally produced wood biochar increases nutrient retention and availability in agricultural soils of the San Juan Islands, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 233, 43–54. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.08.028>
- Günel, E., Erdem, H., & Çelik, İ. (2018). Effects of three different biochars amendment on water retention of silty loam and loamy soils. *Agricultural Water Management*, 208(May), 232–244. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.06.004>
- Hammes, K., & Schmidt, M. W. I. (2009). Changes of Biochar in Soil. In: Lehmann J, Joseph S (eds) *Biochar for environmental management science and technology* (Page: 33–43). In J. and J. S. Lehmann (Ed.), *Biochar for Environmental Management: Science and Technology and Implementation* (second, pp. 169–178). Earthscan in the UK and USA. <https://doi.org/doi.org/10.4324/9781849770552>.

- Isidoria, M., Gonzaga, S., Mackowiak, C., Quintao, A., Almeida, D., Ilmar, J., Carvalho, T. De, & Rocha, K. (2017). Catena Positive and negative effects of biochar from coconut husks, orange bagasse and pine wood chips on maize (*Zea mays* L.) growth and nutrition. *Catena*, October 2016, 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.10.018>
- Karhu, K., Mattila, T., Bergström, I., & Regina, K. (2011). Biochar addition to agricultural soil increased CH<sub>4</sub> uptake and water holding capacity - Results from a short-term pilot field study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140(1–2), 309–313. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.12.005>
- Lehmann, J. (2007). Bio-energy in the black. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(7), 381–387. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[381:BITB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[381:BITB]2.0.CO;2)
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2009). *Biochar for Environmental Management: An Introduction*. 1, 1–12.
- Lesk, C., Rowhani, P., & Ramankutty, N. (2016). Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*, 529(7584), 84–87. <https://doi.org/10.1038/nature16467>
- Li, S., & Tasnady, D. (2023). *Biochar for Soil Carbon Sequestration: Current Knowledge, Mechanisms, and Future Perspectives*.
- Ma, N., Zhang, L., Zhang, Y., Yang, L., & Yu, C. (2016). Biochar Improves Soil Aggregate Stability and Water Availability in a Mollisol after Three Years of Field Application. 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154091>
- Molden, D. (2007). Water for food water for life: A Comprehensive assessment of water management in agriculture. In *Water for Food Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*.

- Murtaza, G., Ahmed, Z., Eldin, S. M., Ali, B., Bawazeer, S., Usman, M., Iqbal, R., Neupane, D., Ullah, A., & Khan, A. (2023). Biochar-Soil-Plant interactions : A cross talk for sustainable agriculture under changing climate. February. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1059449>
- Nurhayati, Jamil, A., & Anggraini, S. (2015). Potensi Limbah Pertanian sebagai Pupuk Organik Lokal di Lahan Kering Dataran Rendah Iklim Basah. *Iptek Tanaman Pangan*, 6(2), 193–202.
- Nurida, N. L. (2014). Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 57–68.
- Nzihou, A. (2020). *Handbook on Characterization of Biomass , Biowaste and Related By-products*.
- Raj, N., Mulder, J., Elizabeth, S., Martinsen, V., Peter, H., & Cornelissen, G. (2018). Science of the Total Environment Biochar improves maize growth by alleviation of nutrient stress in a moderately acidic low-input Nepalese soil. *Science of the Total Environment*, 625, 1380–1389. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.022>
- Rawat, J., Saxena, J., & Sanwal, P. (2019). Biochar : A Sustainable Approach for Improving Plant Growth and Soil Properties. <https://doi.org/DOI:10.5772/intechopen.82151>
- Salma, A., Fryda, L., & Djelal, H. (2024). Biochar : A Key Player in Carbon Credits and Climate Mitigation.
- Samanta, A. K., Senani, S., Kolte, A. P., Sridhar, M., Sampath, K. T., Jayapal, N., & Devi, A. (2012). Production and in vitro evaluation of xylooligosaccharides generated from corn cobs. *Food and Bioproducts Processing*, 90(3), 466–474. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2011.11.001>
- Srivastava, R. K., Shetti, N. P., Reddy, K. R., & Aminabhavi, T. M. (2020). Sustainable energy from waste organic matters via efficient microbial processes. *Science of the Total*



Environment, 722, 137927.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137927>

- Sukmawati. (2020a). Bahan Organik Menjanjikan dari Biochar tongkol jagung, Cangkan dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Berdasarkan Sifat kimia. *J. Agroplantae*, 9(2), 82–94.  
<https://ppnp.e-journal.id/agro/article/view/223>
- Sukmawati. (2020b). Disertasi Perbaikan Retensi Air , Fosfor Dan Nitrogen Dari Biochar Yang Ditambahkan Bakteri Penghasil.
- Sukmawati. (2020c). Perbaikan Retensi Air Fosfor dan Nitrogen dari Biochar yang ditambahkan Bakteri Penghasil Alginat Utuk Peningkatan Produktivitas Lahan Kering (Disertasi) [Pasca Sarjana Unhas].  
<http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/3048/>
- Vinocur, B., & Altman, A. (2005). Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: Achievements and limitations. *Current Opinion in Biotechnology*, 16(2), 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2005.02.001>
- Wang, C., Alidoust, D., Yang, X., & Isoda, A. (2018). Effects of bamboo biochar on soybean root nodulation in multi-elements contaminated soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 150(December 2017), 62–69.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.12.036>
- Wang, D., Li, C., Parikh, S. J., & Scow, K. M. (2019). Impact of biochar on water retention of two agricultural soils - A multi-scale analysis. *Geoderma*, 340(January), 185–191.  
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.01.012>
- Xiao, Q., Zhu, L. xia, Shen, Y. fang, & Li, S. qing. (2016). Sensitivity of soil water retention and availability to biochar addition in rainfed semi-arid farmland during a three-year field experiment. *Field Crops Research*, 196, 284–293.  
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.07.014>

- Yan, N., Marschner, P., Cao, W., Zuo, C., & Qin, W. (2015). In fl  
uence of salinity and water content on soil microorganisms.  
International Soil and Water Conservation Research, 1-8.  
<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.11.003>
- Young, A. (1989). Agroforestry for soil conservation. In Soil erosion  
and conservation (First). CAB International International  
Council for Research in Agroforestry.  
<http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B05682.pdf>
- Zhang, D., Pan, G., Wu, G., Kibue, G. W., Li, L., Zhang, X., Zheng,  
J., Zheng, J., Cheng, K., Joseph, S., & Liu, X. (2016). Biochar  
helps enhance maize productivity and reduce greenhouse gas  
emissions under balanced fertilization in a rainfed low  
fertility inceptisol. *Chemosphere*, 142, 106-113.  
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.04.088>
- Zielińska, A., Oleszczuk, P., Charmas, B., Skubiszewska-Zięba, J., &  
Pasieczna-Patkowska, S. (2015). Effect of sewage sludge  
properties on the biochar characteristic. *Journal of Analytical  
and Applied Pyrolysis*, 112, 201-213.  
<https://doi.org/10.1016/j.jaap.2015.01.025>
- Zong, Y., Chen, D., & Lu, S. (2014). IZong, Y., Chen, D., & Lu, S.  
(2014). Impact of biochars on swell - shrinkage behavior,  
mechanical strength, and surface cracking of clayey soil, (1),  
920-926. mpact of biochars on swell - shrinkage behavior,  
mechanical strength, and surface cracking o. 1, 920-926.

## TENTANG PENULIS



**Sukmawati** adalah salah satu dosen di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Parepare. Lahir di Soppeng pada tanggal 6 Agustus 1976. Menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada jurusan Budidaya Pertanian UNHAS (1999), Magister pertanian (S2) pada prodi Sistem-sistem pertanian UNHAS (2014), dan pendidikan Dokter (S3) bidang Ilmu Pertanian di Universitas Hasanuddin (2020). Penulis bergabung dengan beberapa asosiasi terkait keilmuan diantaranya: Perhimpunan Hortikultura Indonesia (PERHORTI), Perhimpunan Agronomi Indonesia (PERAGI), Ikatan Arsitektur Lansekap Indonesia (IALI) dan Masyarakat Penginderaan Jarak Jauh Indonesia (MAPIN).

Tahun 2012 menjadi dosen di prodi agroteknologi Fapeterik Universitas Muhammadiyah Pare-pare dan mengampu beberapa matakuliah, diantaranya: Botani umum, Ekologi pertanian, Pengantar agronomi, Konservasi tanah dan air dan Pengantar ilmu lansekap. Penulis aktif melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat sejak tahun 2014-sekarang. Penelitian yang dilakukan terfokus ada pertanian lahan kering berbasis pada pemanfaatan biochar dan bakteri penghasil alginat. Dari kegiatan penulis berhasil mempublikasikan artikel baik di jurnal nasional terakreditasi, jurnal internasional terakreditasi bereputasi scopus Q3 dan Q 4 serta prosiding internasional terindeks scopus, diantaranya: *Analisis ketersediaan C-organik di lahan kering setelah diterapkan berbagai model sistem pertanian hedgerow* (2015), *Identifikasi kombinasi biochar dan kompos limbah tanaman pangan terhadap dinamika sifat kimia tanah* (2018), *Developing Agricultural Land Geospatial Information in Supporting Regional Food Resilience* (2019), *Karakterisasi sifat kimia biochar dari tongkol jagung, cangkang dan tandan kosong kelapa sawit: Bahan organik menjanjikan dari limbah pertanian* (2020), *Spatial Analysis in GIS for Planning Regional in Supporting the Superior Food Commodities* (2020), *Biochar interventions enriched with alginate-producing bacteria support the*

*growth of maize in degraded soil (2020), Exploring of promising bacteria from the rhizosphere of maize, cocoa and lamtoro (2020), Pertumbuhan dan produksi jagung pulut pada sistem pertanian terpadu di lahan kering berbasis alley cropping (2021). A new strain of bacteria isolated from chemically saturated corn rhizosphere under the dominance of the mineral kaolinite (2023)* Kegiatan pengabdian berfokus pada implementasi teknologi biochar berpolimer alami pada pertanian lahan kering yang berbasis offset karbon dan pelibatan petani dalam *Voluntary Carbon Market*. Selain itu bekerjasama dengan Yayasan Agathis Dammara Karbon dalam trading karbon berbasis petani kecil.



**Bahruddin** adalah salah satu dosen di Program Studi Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Muhammadiyah Parepare. Lahir di Enrekang pada tanggal 1 Februari 1986. Pendidikan dasar hingga pendidikan menengah pertama diselesaikan di Kabupaten Enrekang (SDN 115 Pasang 1999, SLTP 5 Maiwa 2002) dan di lanjutkan tingkat pendidikan menengah atas diselesaikan di Kota Parepare (SMK 2 Kota Parepare 2005). Menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada jurusan Ekonomi Pembangunan UMPAR (2012) dan Magister Ilmu Ekonomi (S2) UMI (2017), Penulis bergabung dengan asosiasi Program Studi Ekonomi Pembangunan Perguruan Tinggi Muhammadiyah (PTM) Se- Indonesia.

Tahun 2019 menjadi dosen di prodi Ekonomi Pembangunan FEB Universitas Muhammadiyah Parepare dan mampu beberapa matakuliah, diantaranya: Ekonomi Mikro dan Ekonomi Desa. Penulis aktif melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat sejak tahun 2019-sekarang. Penelitian yang dilakukan fokus dengan peningkatan perekonomian serta kesejahteraan masyarakat. Dari kegiatan penelitian penulis berhasil mempublikasikan artikel di jurnal nasional terakreditasi, diantaranya: Analisis Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Pendapatan Petani Padi di Kecamatan Patampanua Kabupaten

Pinrang (2020), Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Imigrasi Suku Jawa di Kota Parepare (2022), *The Role of the Manpower Office in Fostering Micro, Small and Medium Enterprises (MSMES) In Parepare City*. Kegiatan pengabdian banyak terkait dengan kerjasama dengan PEMDA.



**Harsani**, lahir di Wonomulyo, Kabupaten Polewali Mandar pada 10 Februari 1989. Merupakan anak ke tiga dari lima bersaudara. Lahir dari pasangan Haruna dan Hj. Sahariah. Penulis menempuh pendidikan SD, SMP dan SMA di Kabupaten Polewali Mandar. Melanjutkan Pendidikan jenjang S1 di Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar dan Selesai tahun 2012. Penulis Melanjutkan program Magister pada Sistem-Sistem Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar dan selesai pada tahun 2014. Penulis aktif sebagai tenaga dosen terhitung sejak 2015 pada program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Peternakan dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Parepare hingga 2022, dan pada tahun yang sama Maret 2022 beralih ke Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan pada program Studi Pengelolaan Perkebunan Kopi. Penulis juga aktif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Kegiatan penelitian focus pada perbaikan kualitas kesuburan tanah. Pada bidang pengabdian penulis Mendampingi kelompok tani dalam meningkatkan pendapatan dengan sistem budidaya pertanian terpadu selain itu juga membina kelompok PKK dalam mengolah limbah organik rumah tangga menjadi kompos dengan berbudidaya maggot. Beberapa buku yang telah dihasilkan seperti, Pertanian Terpadu (Integrasi Tanaman Lada, Gamal dan ternak kambing), Ilmu Usahatani, dan Ekologi Tanaman.



**Sri Nur Qadri** adalah salah satu dosen di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Parepare. Lahir di Bakke Kabupaten Soppeng pada tanggal 11 Desember 1994 Pendidikan dasar hingga pendidikan menengah atas diselesaikan di Kabupaten Soppeng (SDN 78 Bakke 2006, SMP Perguruan Islam Ganra 2009, SMAN 1 Soppeng 2013). Menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada jurusan Agroteknologi UNHAS (2017), Magister pertanian (S2) pada prodi Agroteknologi UNHAS (2019)

Tahun 2022 menjadi dosen di prodi agroteknologi Fapeterik Universitas Muhammadiyah Pare-pare dan mengampu beberapa matakuliah, diantaranya: Survey dan analisis lahan , Agroklimatologi, dan Evaluasi usaha pertanian. Penulis aktif melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat sejak tahun 2022-sekarang. Penelitian yang dilakukan terfokus pada Budidaya tanaman tembakau dari kegiatan penelitian penulis berhasil mempublikasikan artikel di jurnal nasional terakreditasi. Kegiatan pengabdian banyak terkait dengan kerjasama dengan PEMDA dan kelompok tani.



**Syamsiar Zamzam** adalah salah satu dosen di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Parepare. Lahir di Jampue Kab. Pinrang. Pendidikan dasar hingga pendidikan menengah atas diselesaikan di Kabupaten Soppeng (SD Muhammadiyah Jampue 2006, SMP Negeri 2 Mattiro Sompe 2009, SMA Neger 1 Lanrisan 2012. Menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) pada Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Parepare (2018), Menyelesaikan Magister (S2) Prodi Agroteknologi

Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar (2021). Penulis Aktif di Organisasi Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah (IMM) sejak tahun 2015.

Tahun 2022 penulis menjadi dosen di Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Pare-pare dan mengampu beberapa matakuliah, diantaranya: Pengantar Ilmu Pertanian, Teknologi tanpa tanah, Urban farming, Fisiologi dan teknologi pascapanen, manajemen pertanaman, dan pengantar ilmu lansekap. Penulis aktif melakukan penelitian dan pengabdian sejak tahun 2022 sampai sekarang. Dari kegiatan penelitian dan pengabdian penulis menghasilkan artikel yang dipublikasikan di jurnal nasional terakreditasi kemdikbudristek. Penelitian yang dilakukan berfokus pada pertanian organik dengan memanfaatkan berbagai jenis limbah pertanian menjadi biochar yang dapat digunakan sebagai pembenah tanah.