

BIOCHAR

**Pembenah Tanah
yang Potensial**



BIOCHAR PEMBENAH TANAH YANG POTENSIAL

Penyusun

Neneng L. Nurida, Achmad Rachman, dan S. Sutono

Penyunting

Yoyo Soelaeman dan Joko Purnomo



**IAARD
PRESS**

**INDONESIAN AGENCY FOR AGRICULTURAL RESEARCH
AND DEVELOPMENT (IAARD) PRESS
2015**

BIOCHAR PEMBENAH TANAH YANG POTENSIAL

Cetakan 2015

Hak cipta dilindungi undang-undang
@Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015

Katalog dalam terbitan

NURIDA, NENENG L.

Biochar pembenah tanah yang potensial/Penyusun, Neneng L.
Nurida, Achmad Rachman, dan S. Sutono; Penyunting, Yoyo
Soelaeman dan Joko Purnomo.--Jakarta: IAARD Press, 2015.

x, 48 hlm.:ill.; 49 cm

ISBN 978-602-344-094-8

1. Pembenah Tanah 2. Biochar

I. Judul II. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

III. Rachman, Achmad IV. Sutono, S. V. Soelaeman, Yoyo

VI. Purnomo, Joko

631.82

Redaksi Pelaksana dan tata letak:

Sri Erita Aprillani

Yayan Supriana

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jalan Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540

Telp: +62 21 7806202, Faks.: +62 21 7800644

Alamat Redaksi:

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian

Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122

Telp.: +62 251 8321746, Faks.: +62 251 8326561

e-mail: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

ANGGOTA IKAPI NO: 445/DKI/2012

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Biochar atau arang dan manfaatnya.....	2
II. BAHAN BAKU DAN FUNGSI BIOCHAR	
2.1. Bahan Baku Biochar.....	5
2.2. Fungsi Biochar	8
III. PEMBUATAN BIOCHAR SECARA PIROLISIS	
3.1. Cara Tradisional	12
3.2. Penggunaan Drum Bentuk Vertical.....	22
3.3. Penggunaan Pirolisator Model ISRI SS1.....	24
3.4. Penggunaan Pirolisator Model ISRI SS2	26
3.5. Penggunaan Pirolisator Model Adam Retort Kiln (ARK).....	28
3.6. Kriteria Menentukan Kualitas Biochar	30
IV. APLIKASI BIOCHAR DI LAPANGAN	
4.1. Aplikasi dengan Cara Disebar	33
4.2. Aplikasi dengan Cara Dilarik dalam Barisan Tanaman	34
4.3. Aplikasi Dibenamkan dalam Lubang Tanam ..	35
4.4. Peningkatan Produktivitas Tanaman Pangan Akibat Pemberian <i>Biochar</i>	36
V. PENUTUP	43
VI. BAHAN BACAAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Estimasi jumlah biomas pertanian dan potensinya sebagai bahan baku biochar	5
Tabel 2. Produksi biochar pada lama waktu pembakaran	9
Tabel 3. Karakteristik sifat fisik kimia Biochar	10
Tabel 4. Karakteristik biochar kulit buah kakao dan sekam padi pada tiga jenis alat pembakaran yang berbeda	11
Tabel 5. Pengaruh pemberian biochar terhadap pH H ₂ O dan KTK tanah	37
Tabel 6. Peningkatan produktivitas tanaman pangan setelah diberi biochar	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Beberapa limbah pertanian dan hasil konversi menjadi biochar.....	7
Gambar 2. Lubang tempat pembuatan biochar secara tradisional dan bahan baku berupa sisa pakan ternak di Oebola, Kupang,	13
Gambar 3. Dimensi lubang tanah untuk pembakaran cara tradisional	12
Gambar 4. Cerobong dari kawat kasa dalam pembuatan arang sekam di Bima, Nusa Tenggara Barat.....	16
Gambar 5. Asap putih keluar dari cerobong saat pembuatan arang sekam di Bima, Nusa Tenggara Barat	17
Gambar 6. Pembakaran sekam hampir selesai (kiri) dan telah selesai (kanan) di Bima, Nusa Tenggara Barat	18
Gambar 7. Biochar sekam padi dengan tingkat kematangan 80% di Bima, Nusa Tenggara Barat	18
Gambar 8. Pembuatan biochar berbahan baku janggel di Bima, Nusa Tenggara Barat	19
Gambar 9. Biochar janggel yang telah dikeringkan di Kabupaten Bima, NTB	20
Gambar 10. Pembuatan biochar menggunakan Kontiki di KP Taman Bogo, Lampung Timur.....	21
Gambar 11. Pirolisator terbuat dari drum (IPB Kiln)	22
Gambar 12. Pirolisator model ISRI SS1	25
Gambar 13. Pirolisator model ISRI SS2	27
Gambar 14. Pirolisator Model Adam Retort Kiln di KP Tamanbogo	30
Gambar 15. Proses penjemuran biochar	31
Gambar 16. Biochar sekam padi setelah dijemur sebelum digiling.....	31
Gambar 17. Biochar sekam padi setelah digiling dan siap diaplikasikan	31
Gambar 18. Aplikasi biochar dengan cara disebar di lahan kering.....	34
Gambar 19. Aplikasi biochar dengan cara disebar di lahan sawah	34
Gambar 20. Aplikasi biochar dengan cara dilarik di jalur tanaman jagung	35

Gambar 21. Aplikasi biochar dengan cara ditarik di jalur tanaman padi gogo	35
Gambar 22. Aplikasi biochar di dalam lubang tanam	36
Gambar 23. Hasil jagung pada aplikasi biochar di lahan kering iklim kering (kiri) dan lahan kering masam	38
Gambar 24. Hasil padi gogo (kiri) dan padi sawah (kanan) yang diberi biochar dari sekam padi dan kulit buah kakao	39
Gambar 25. Pertumbuhan tanaman jagung dan padi gogo yang diberi biochar di lahan kering masam yang terdegradasi	39
Gambar 26. Hasil jagung pipilan kering pada berbagai takaran biochar kulit buah kakao di lahan kering masam ..	40
Gambar 27. Aplikasi biochar untuk tanaman sayuran di Nusa Tenggara Timur	40
Gambar 28. Aplikasi biochar untuk tanaman kakao di Sulawesi Tengah	41

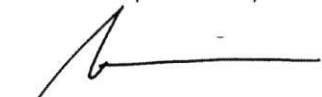
KATA PENGANTAR

Biochar atau lebih dikenal di masyarakat sebagai arang, tidak terlepas dari kehidupan bangsa Indonesia, yaitu sering digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar dan sumber panas) untuk membakar bahan makanan seperti sate atau ikan. Selain manfaat tersebut, dalam bidang pertanian biochar atau arang dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah untuk memperbaiki sifat-sifat tanah seperti struktur tanah, aerasi tanah, ketersediaan air dan hara serta menurunkan kemasaman tanah. Tidak kalah pentingnya, biochar juga dapat membantu konservasi karbon di dalam tanah karena sifatnya yang sulit terdekomposisi sehingga mampu bertahan sampai ratusan tahun di dalam tanah.

Buku ini disusun dalam rangka mendukung upaya pemerintah meningkatkan produksi pertanian untuk mencapai swasembada pangan berkelanjutan. Secara ringkas buku ini menjelaskan biochar dan manfaatnya dalam bidang pertanian, bagaimana membuat biochar dari berbagai limbah pertanian yang sulit terdekomposisi seperti sekam padi, tempurung kelapa, kulit buah kakao, dan hasil pertanian lainnya serta aplikasinya di lahan yang didukung dengan hasil-hasil penelitian yang sudah diperoleh.

Kami sampaikan terima kasih kepada penyusun dan berharap semoga buku ini bermanfaat bagi masyarakat dalam upaya meningkatkan produktivitas lahan kering terdegradasi sehingga mampu memberikan keuntungan bagi petani.

Bogor, November 2015
Kepala Balai,


Dr. Ir. Wiratno, M.Env., Mgt
NIP. 19630702 198903 1 002

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laju konversi lahan pertanian yang subur, khususnya lahan persawahan, menjadi lahan non-pertanian mencapai sekitar 132.000 ha/tahun (Agus dan Irawan 2006), sementara kemampuan pemerintah untuk mencetak sawah baru sangat terbatas (<50.000 ha/tahun). Dalam rangka mempertahankan tingkat produksi tanaman pangan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri, dapat ditempuh melalui dua pendekatan, yaitu perluasan areal panen dan peningkatan produktivitas. Perluasan areal panen antara lain dilakukan dengan membuka lahan pertanian/sawah baru dan meningkatkan indeks pertanaman, sedangkan peningkatan produktivitas dapat dilakukan antara lain melalui perbaikan sifat-sifat tanah (sifat fisik, kimia, dan biologi tanah).

Lahan potensial yang subur dan datar di Pulau Jawa semakin terbatas, sehingga sasaran utama untuk perluasan areal pertanian diarahkan pada pemanfaatan lahan kering yang berada di luar Jawa. Menurut BBSDLP (2014) terdapat sekitar 144,47 juta hektar lahan kering yang potensial untuk perluasan areal pertanian. Lahan kering tersebut terdiri atas lahan kering beriklim kering 10,75 juta ha dan lahan kering beriklim basah seluas 133,72 juta ha termasuk di dalamnya lahan kering masam seluas 107,36 juta ha.

Lahan kering beriklim basah umumnya terletak pada wilayah dengan curah hujan relatif tinggi >2000 mm/tahun, sedangkan lahan kering beriklim kering curah hujannya relatif lebih rendah (<1.500 mm/tahun). Pada lahan kering beriklim basah, curah hujan yang tinggi dan berlangsung > 6 bulan dalam setahun mendorong terjadinya pencucian unsur hara dan kation-kation secara intensif, sehingga menyebabkan terbentuknya tanah yang tidak subur, bereaksi masam ($\text{pH} < 5$) dan pada lahan yang miring sangat peka erosi. Sedangkan pada lahan kering beriklim kering, solum tanah umumnya dangkal dan berbatu (batuan di

permukaan bisa >50%), ketersediaan air sangat terbatas dan bentuk fisiografi bergelombang sampai berbukit dan bergunung.

Pada umumnya lahan kering yang sudah dibudidayakan telah mengalami penurunan kualitas lahan atau telah terdegradasi akibat pengelolaan yang tidak tepat. Untuk meningkatkan produktivitas lahan kering diperlukan tindakan rehabilitasi dengan memanfaatkan bahan-bahan yang mudah tersedia (sumber daya lokal). Penggunaan pembenah tanah seperti lateks, pupuk kandang/kompos, biomas *Flemingia congesta* dan sisa tanaman sudah lama dikenal dan diketahui masyarakat berfungsi cukup baik dalam memperbaiki struktur tanah. Namun kelemahannya adalah dibutuhkan jumlah yang cukup besar dan kontinyu, sehingga pengadaan bahan tersebut dan transportasinya ke lahan mengalami kesulitan.

Di Indonesia, limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan untuk pembenah tanah cukup banyak tersedia, baik di lahan sawah maupun lahan kering. Limbah pertanian terdiri atas 2 jenis yaitu 1) bahan yang mudah terdekomposisi seperti jerami, batang jagung, limbah sayuran dan 2) bahan yang sulit terdekomposisi seperti sekam padi, kulit buah kakao, kayu-kayuan, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, dan tongkol jagung. Limbah pertanian tersebut belum dimanfaatkan dengan baik untuk memperbaiki kualitas tanah. Pemanfaatan limbah pertanian khususnya yang sulit terdekomposisi tersebut dapat dilakukan dengan terlebih dahulu dikonversi menjadi *biochar* (arang) melalui proses pembakaran tidak sempurna (*pyrolysis*).

1.2 Biochar atau Arang dan Manfaatnya

Biochar adalah bahan padat kaya karbon hasil konversi dari limbah organik (biomas pertanian) melalui pembakaran tidak sempurna atau suplai oksigen terbatas (*pyrolysis*). Pembakaran tidak sempurna dapat dilakukan dengan alat pembakaran atau pirolisator dengan suhu 250-350°C selama 1-3,5 jam, bergantung pada jenis biomas dan alat pembakaran yang digunakan. Pembakaran juga dapat dilakukan tanpa pirolisator,

tergantung kepada jenis bahan baku. Kedua jenis pembakaran tersebut menghasilkan *biochar* yang mengandung karbon untuk diaplikasikan sebagai pembenah tanah. *Biochar* bukan pupuk tetapi berfungsi sebagai pembenah tanah.

Biochar atau arang sudah sejak lama dikenal di Indonesia, terutama sebagai sumber energi (bahan bakar dan sumber panas). Arang juga dijadikan komoditas ekspor ke beberapa negara seperti Jepang dan Norwegia untuk bahan baku industri. Pada tahun 2000, Indonesia mengekspor sekitar 150.000 ton arang kayu bakau, dan tempurung kelapa ke Jepang. Dalam beberapa tahun terakhir, di beberapa negara seperti Jepang dan Australia mulai berkembang penggunaan arang (*biochar*) di bidang pertanian, yaitu salah satunya dimanfaatkan sebagai bahan pembenah tanah. Di Indonesia sendiri, pemanfaatan *biochar* untuk pertanian dan kehutanan mulai berkembang pada awal tahun 2000. Aplikasi *biochar* ke lahan pertanian (lahan kering dan basah) dapat meningkatkan kemampuan tanah menyimpan air dan hara, memperbaiki kegemburan tanah, mengurangi penguapan air dari tanah dan menekan perkembangan penyakit tanaman tertentu serta menciptakan habitat yang baik untuk mikroorganisme simbiotik.

II. BAHAN BAKU DAN FUNGSI *BIOCHAR*

2.1 Sumber Bahan Baku Biochar

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); dan (4) proporsi tongkol jagung 21% dari bobot tongkol kering.

Tabel 1. Estimasi jumlah biomas pertanian dan potensinya sebagai bahan baku biochar di Indonesia

Biomas pertanian	Jumlah	Asumsi proporsi biomas dapat dikonversi	Potensi biomas dikonversi menjadi <i>biochar</i>	Rasio <i>biochar</i> / biomas	Potensi <i>biochar</i>
	(t/tahun)	(%)	(t/tahun)		t/tahun
Sekam padi	13.612.343	50	6.806.172	0,26	1.769.605
Tempurung kelapa	539.644	50	269.822	0,25	67.456
Tempurung kelapa sawit	6.400.000	30	1.920.000	0,5	960.000
Kulit buah kakao	1.208.553	50	604.277	0,33	199.411
Tongkol jagung	3.652.372	30	1.095.712	0,13	142.443
Total	25.412.912		10.695.982		3.138.914

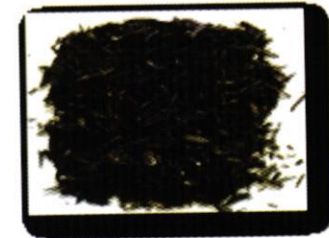
Sumber: Syarwani *et al.* (2013)

Limbah pertanian tersebut tidak seluruhnya dapat dikonversi menjadi *biochar*, tetapi hanya sekitar 30-50% yang dapat dikonversi karena sebagian digunakan untuk keperluan lain seperti pakan ternak dan bahan bakar. Secara nasional, potensi biomas pertanian per tahun yang bisa dikonversi menjadi *biochar* diperkirakan sekitar 10,7 juta ton yang akan menghasilkan *biochar* sebanyak 3,1 juta ton.

Potensi tertinggi berasal dari sekam padi yaitu mencapai 6,8 juta ton/tahun dan diprediksi akan menghasilkan *biochar* sekitar 1,77 juta t/tahun atau sekitar 56,48% dari total potensi *biochar* nasional (Tabel 1). Tingginya potensi biomas untuk dijadikan *biochar* sangat tergantung pada ketersediaan dan kompetisi dengan penggunaan lain. Biomas tempurung kelapa banyak dimanfaatkan untuk kepentingan lain, yaitu sumber energi, sedangkan tongkol jagung biasa dimanfaatkan untuk pakan ternak. Sumber bahan baku lainnya adalah sisa ranting kayu, batang ubi kayu, tandan kosong kelapa sawit, dan batang tanaman bakau. Pada prinsipnya, sumber bahan baku *biochar* adalah limbah pertanian yang sulit terdekomposisi dan harus dihindari penggunaan bahan baku dari hasil penebangan tanaman hutan atau tanaman lainnya, tetapi dapat memanfaatkan limbah penggergajian atau pengolahan kayu. Hasil konversi beberapa macam limbah organik menjadi *biochar* tertera pada Gambar 1.



SEKAM PADI



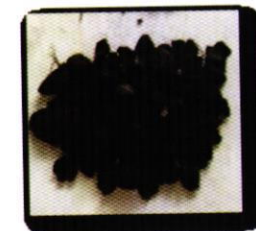
TEMPURUNG KELAPA



KULIT BUAH KAKAO



TEMPURUNG KELAPA SAWIT



Gambar 1. Beberapa limbah pertanian dan hasil konversi menjadi *biochar*

2.2 Fungsi Biochar

Berbagai hasil penelitian telah membuktikan bahwa biochar sangat bermanfaat bagi pertanian terutama untuk perbaikan kualitas lahan (sifat fisik, kimia, dan biologi tanah). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *biochar* dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mampu memulihkan kualitas tanah yang telah terdegradasi. Dalam bidang pertanian, *biochar* berfungsi 1) meningkatkan ketersediaan hara; 2) meretensi hara; 3) meretensi air; 4) meningkatkan pH dan KTK pada lahan kering masam; 5) menciptakan habitat yang baik bagi perkembangan mikroorganisme simbiotik seperti mikoriza karena kemampuannya dalam menahan air dan udara serta menciptakan lingkungan yang bersifat netral khususnya pada tanah-tanah masam; 6) meningkatkan produksi tanaman pangan; 7) mengurangi laju emisi CO₂ dan mengakumulasi karbon dalam jumlah yang cukup besar. Selain itu, *biochar* mampu bertahan lama di dalam tanah (> 400 tahun) karena sulit terdekomposisi.

Hasil penelitian Balai Penelitian Tanah menginformasikan beberapa karakteristik *biochar* yang dihasilkan, khususnya yang berasal dari bahan baku limbah pertanian. Jumlah arang yang dihasilkan dalam satu kali pembakaran berkisar 22,0-53,5% tergantung jenis bahan baku yang digunakan, suhu pembakaran dan alat pembakaran yang digunakan. Lamanya pembakaran dengan alat pembakaran yang sama menghasilkan produksi *biochar* yang berbeda. Produksi *biochar* dari 4 jenis limbah pertanian pada tiga lama pembakaran yaitu 1, 2 dan 3,5 jam menghasilkan perbedaan persentase *biochar* yang diproduksi, persentase abu, asap cair dan kemampuan retensi air (Nurida *et al.* 2009). Alat pembakaran yang digunakan berupa kiln stainless dengan kapasitas 40 L dan suhu 250-350°C. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa produksi *biochar* tertinggi dihasilkan pada pembakaran selama 3,5 jam untuk seluruh jenis limbah pertanian yaitu sekitar 22,0-48,4%.

Tabel 2 Produksi biochar pada lama waktu pembakaran yang berbeda

Variabel	Tempurung kelapa			Kulit buah kakao			Tempurung kelapa sawit			Sekam padi		
	Lama pembakaran (jam)											
	1	2	3,5	1	2	3,5	1	2	3,5	1	2	3,5
	-----%									-----		
Persentase biochar	23,3	25,0	25,3	18,7	18,0	22,0	53,5	45,6	48,4	23,3	23,3	30,4
Persentase abu	2,0	1,7	1,3	4,7	3,3	4,7	2,5	2,8	3,3	13,3	11,7	11,2
Persentase asap cair	20,0	25,0	38,3	33,3	36,7	40,0	30,0	32,0	26,7	29,2	25,0	40,0
Kemampuan retensi air	55,1	48,2	49,6	47,6	49,4	50,5	63,2	63,1	62,6	37,5	38,3	40,0

Sumber : Nurida *et al.* (2009)

Fungsi *biochar* khususnya dalam bidang pertanian sangat tergantung pada karakteristik biochar tersebut. Karakteristik biochar tersebut meliputi 1) pH, 2) kemampuan meretensi air, 3) kandungan C-total, 4) Kapasitas tukar kation dan 5) kandungan unsur hara. Perbedaan bahan baku dan proses produksi *biochar* (tipe alat pembakaran, suhu pembakaran, dan lama pembakaran) akan menghasilkan sifat fisik-kimia *biochar* yang berbeda. Karakteristik beberapa jenis *biochar* dapat dilihat pada Tabel 3.

Kandungan hara dan KTK dalam *biochar* relatif rendah sehingga tidak mampu mensuplai hara sedangkan pH, kandungan C-total, dan kemampuan memegang air cukup tinggi sehingga *biochar* lebih sesuai disebut sebagai pembenah tanah untuk meningkatkan kandungan bahan organik, meningkatkan ketersediaan air tanah dan menurunkan kemasaman tanah. Agar *biochar* bisa berfungsi dengan baik sebagai pembenah tanah, maka kandungan karbon menjadi sangat penting yaitu minimal sebesar 20%.

Secara ringkas beberapa cara pembuatan biochar dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.1 Cara Tradisional

Salah satu cara pembuatan *biochar* yang paling sederhana dan sudah digunakan oleh masyarakat di beberapa lokasi adalah cara tradisional yaitu pembuatan *biochar* menggunakan lubang bersegi 4 sebagai tempat untuk membakar. Cara tradisional relatif sederhana, mudah dipraktikkan, namun suhu pada saat proses pembakaran tidak dapat dikontrol akibatnya kemungkinan sebagian bahan baku menjadi abu, atau sebagian lagi masih mentah dan sisanya menjadi *biochar* dengan kualitas baik.

3.1.1 Pembuatan *Biochar* Berbahan Baku Ranting Kayu Legum

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *biochar* dengan cara tradisional dapat berupa ranting atau dahan kayu sisa-sisa pakan sapi. Ranting dan dahan tersebut biasanya tidak dimanfaatkan dan teronggok dekat kandang sapi setelah daunnya dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Bahan tersebut dapat dijadikan *biochar* atau arang dengan menggunakan cara tradisional. Pembuatan *biochar* secara tradisional telah dilakukan di Oebola, Kupang Nusa Tenggara Timur, dengan menggunakan ranting dan dahan kayu legume sisa pakan ternak sebagai bahan baku. *Biochar* yang dihasilkan mengandung karbon yang rendah (18%), jumlah arang yang dihasilkanpun sangat sedikit ($< 15\%$) dari bobot bahan mentah sehingga efektivitasnya sebagai pembenah tanah di lapangan kurang maksimal. Kunci keberhasilan pembuatan *biochar* dengan cara tradisional adalah perlu dicegah terjadinya kebocoran udara, tidak boleh ada udara masuk ke dalam area pembakaran setelah seluruh lubang pemasukan dan pengeluaran udara ditutup. Jika terjadi kebocoran udara akan sebagian besar bahan akan menjadi abu dan hanya sedikit yang menjadi arang.

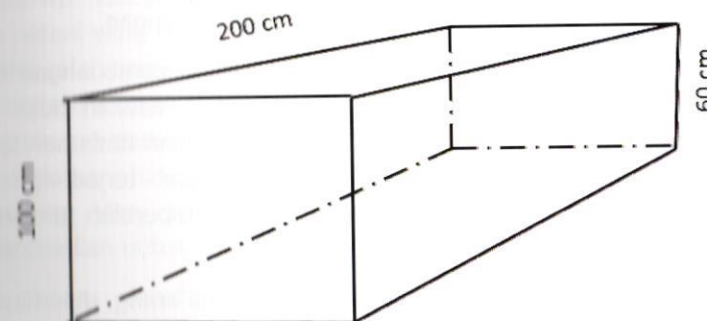


Gambar 2. Lubang tempat pembuatan *biochar* secara tradisional dan bahan baku berupa sisa pakan ternak di Oebola, Kupang, Nusa Tenggara Timur

Apabila penutupan lubang pembakaran kurang rapat atau pada saat tertentu banyak asap ke luar, maka dapat dipastikan jumlah arang yang terbentuk sangat sedikit ($< 15\%$) dan lebih banyak abu terbentuk (gambar 2). Oleh karena itu, harus dijaga agar tidak ada asap yang ke luar dari ruang pembakaran.

Tahapan pembuatan *biochar*:

1. Membuat lubang berukuran panjang 2 meter, lebar 1 meter dan tinggi/dalam 60 cm. Dasar lubang pada arah pengeluaran asap ditinggikan sehingga kedalamannya hanya 40 – 45 cm saja.



Gambar 3. Dimensi lubang tanah untuk pembakaran cara tradisional

2. Masukkan ranting atau dahan yang telah kering, ditata membujur searah panjang lubang. Timbunan ranting tersebut harus padat, jangan terlalu banyak rongga udara.
3. Tumpukan kayu jangan terlalu tinggi, maksimum 10-20 cm di atas permukaan tanah.
4. Nyalakan api pada bagian lubang dengan kedalaman 60 cm, biarkan sampai nyalanya stabil dan sebagian ujung ranting terbakar.
5. Tutup tumpukan kayu menggunakan lapisan batang pisang atau daun apapun kemudian timbun dengan tanah. Pada bagian yang dangkal (40-45 cm) dibiarkan terbuka selebar 10 – 15 cm x 100 cm (lebar lubang) agar asap bisa ke luar dengan leluasa.
6. Penimbunan permukaan bagian atas lubang dilakukan sedemikian rupa sehingga tertata dengan baik agar tidak ada asap yang ke luar kecuali dari bagian yang sengaja dibuat terbuka. Agar terjadi pirolisis sempurna maka semua kebocoran harus ditutup dengan tanah.
7. Setelah nyala api stabil dan ranting-ranting terbakar dengan baik, lubang pembakaran ditutup dengan lapisan batang/daun pisang kemudian ditimbun tanah. Asap dibiarkan mengalir melalui lubang pembuangan.
8. Ketika asap terlihat jernih maka lubang pembuangan asap ditutup seperti bagian yang lainnya. Pastikan tidak ada sedikitpun kebocoran asap yang ke luar dari timbunan tanah tersebut. Kondisi ini bertujuan agar terjadi pirolisis sempurna, sehingga arang yang akan diperoleh jumlahnya banyak dan kualitasnya bagus.
9. Setelah semua ranting terbakar menjadi arang, diperkirakan membutuhkan waktu 6 – 8 jam, permukaan timbunan tanah disiram dengan air sampai basah dan semua bara api mati.

10. Setelah menjadi dingin dan tidak ada asap yang ke luar, buka timbunan tanah dan keluarkan arangnya untuk dijemur.
11. Arang kering dapat ditumbuk untuk dijadikan pembenah tanah. Gunakan ayakan 0,5 cm agar butiran arang seragam. Arang tersebut dapat dicampur dengan kotoran hewan yang sudah dihaluskan untuk dijadikan pembenah tanah.

3.1.2 Pembuatan *Biochar* Berbahan Baku Sekam Padi

Sekam merupakan sisa hasil panen padi yang tidak mudah terdekomposisi tetapi mudah dijadikan *biochar*. Sekam telah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti bahan bakar dalam pembuatan bata merah, dibakar dijadikan abu sebagai abu gosok pembersih. Saat ini sekam juga dimanfaatkan menjadi pakan ternak setelah digiling menjadi dedak kasar. Petani belum menganggap sekam dan jerami mempunyai nilai ekonomi, sehingga bahan tersebut banyak tidak dimanfaatkan untuk pertanian.

Sebagai contoh setiap 1 ton jerami setelah dikembalikan ke dalam tanah dapat menambah hara kalium sebanyak 10 kg, untuk menyediakan pupuk sebanyak itu dibutuhkan anggaran sekitar Rp. 150.000. Tetapi jerami dibiarkan diambil siapa saja oleh petani yang tidak memiliki ternak. Demikian halnya dengan sekam, oleh petani dibiarkan di penggilingan padi. Ketika pembakaran bata merah belum menggunakannya, di sekitar penggilingan padi sekam menggunung dan kadang-kadang bara api dibiarkan hidup sepanjang waktu agar tumpukan sekam berkurang dan berubah menjadi abu. Abu inilah yang dimanfaatkan untuk dijadikan abu gosok.

Sekam dapat dimanfaatkan menjadi pembenah tanah setelah dijadikan *biochar*. Cara pembuatan *biochar* dari sekam sangat mudah, dapat menggunakan alat dapat pula tidak. Untuk menekan biaya sebaiknya pembuatan *biochar* sekam sebagai bahan pembenah tanah dibuat dengan cara tanpa alat.

Tahapan pembuatan biochar:

1. Buat alat berupa gulungan kawat kasa yang lubangnya berukuran 1cm x 1 cm atau dapat pula lebih kecil 0,5 cm x 0,5 cm. Kawat tersebut digulung membuat lingkaran dengan diameter 20-30 cm.



Gambar 4. Cerobong dari kawat kasa dalam pembuatan arang sekam di Bima, Nusa Tenggara Barat (Foto: Atin Kurdiana)

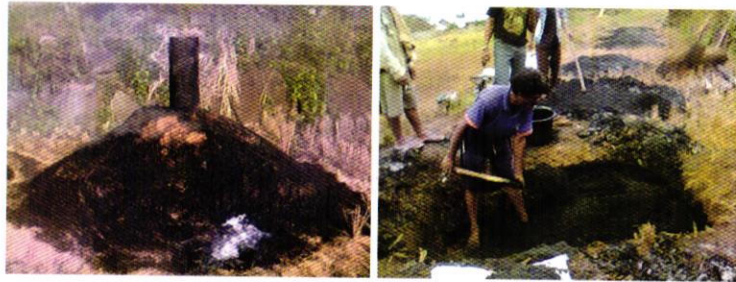
2. Sekam dapat ditempatkan di dalam lubang dengan kedalaman paling dalam 50 cm atau dapat pula di atas permukaan tanah. Cerobong kawat kasa diletakan di atas tanah kemudian di sekelilingnya ditimbun sekam, sehingga cerobong kawat kasa berada ditengah-tengah timbunan sekam.
3. Masukkan bahan yang mudah terbakar seperti daun kering, kayu kering, atau bambu kering ke dalam cerobong, lakukan pembakaran ketika timbunan sekam masih setinggi 10-20 cm. Usahakan agar api tetap menyala di tengah-tengah cerobong sampai sekam yang mengelilingi cerobong mulai terbakar. Cerobong akan mengeluarkan asap putih ketika sekam mulai terbakar.

4. Ketika bara di dalam merambat ke dalam timbunan sekam sekam dan diperkirakan tidak akan padam, tambahkan sekam ke dalam timbunan yang telah ada mengelilingi cerobong. Timbunan sekam dapat mencapai 80-90 cm atau berada sedikit di bawah permukaan cerobong.



Gambar 5. Asap putih keluar dari cerobong saat pembuatan arang sekam di Bima, Nusa Tenggara Barat (Foto Atin Kurdiana)

5. Asap putih akan nampak ke luar dari dalam cerobong, biarkan bara merambat ke bagian luar timbunan sekam. Sebagian besar sekam akan menjadi arang setelah sekam di bagian terluar terlihat menghitam dan asap yang ke luar dari cerobong makin sedikit.
6. Ketika seluruh permukaan sekam nampak menghitam segera lakukan penyiraman untuk mematikan bara. Gunakan air yang banyak sehingga seluruh sekam menjadi basah untuk mematikan seluruh bara. Apabila penyiraman dilakukan agak tergesa karena ketakutan banyak menjadi abu akan diperoleh tingkat kematangan yang masih rendah. Oleh karena itu, mematikan bara hendaknya dilakukan ketika seluruh permukaan timbunan sekam telah berubah warna menjadi hitam *biochar* dan menyisakan sedikit (5%) saja yang masih berwarna sekam.



Gambar 6. Pembakaran sekam hampir selesai (kiri) dan telah selesai (kanan) di Bima, Nusa Tenggara Barat (Foto Atin Kurdiana)



Gambar 7. *Biochar* sekam padi dengan tingkat kematangan 80% di Bima, Nusa Tenggara Barat (Foto Atin Kurdiana)

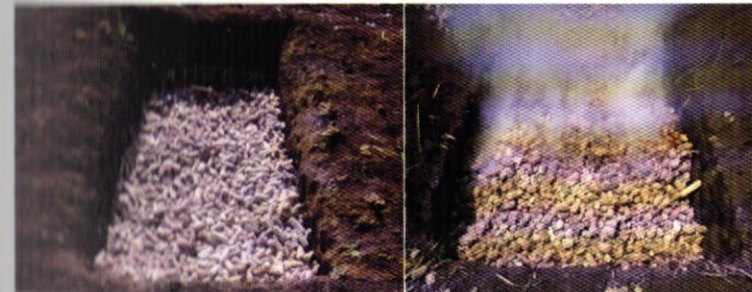
7. Ketika bara telah mati timbunan sekam tersebut dapat diratakan di permukaan tanah untuk dikeringkan atau dijemur. Sekam yang telah kering dapat digiling untuk memperoleh kehalusan tertentu. Gunakan ayakan 0,5 cm agar butiran arang seragam. Arang telah siap digunakan untuk pembenah tanah, baik digunakan langsung atau diformulasi terlebih dahulu.

3.1.3 Pembuatan *Biochar* Berbahan Baku Tongkol Jagung

Tongkol (jaggel) jagung masih belum banyak dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah, padahal batang jagung sudah dijadikan mulsa. Di daerah sentra produksi jagung,

terdapat peluang memanfaatkan jaggel dijadikan *biochar* dan kemudian pembenah tanah. *Biochar* dari bahan baku jaggel (tongkol) jagung dapat dibuat menggunakan pirolisator dan dapat pula pirolisator sederhana dengan cara membuat lubang di dalam tanah.

Tahapan pembuatan *biochar* jaggel menggunakan metode pirolisis sederhana pertama adalah membuat lubang (Gambar 3) atau lubang berbentuk kerucut di permukaan tanah (metode kontiki). Jika menggunakan lubang Gambar 3 diperlukan penutupan permukaan lubang agar tidak ada udara masuk ke dalam lubang pembakaran selama proses mematikan bara. Pada metode kontiki tidak diperlukan penutupan lubang.



Gambar 8. Pembuatan *biochar* berbahan baku jaggel di Bima, Nusa Tenggara Barat (Foto Atin Kurdian)

Tahapan pembuatan biochar dengan pembuatan lubang:

1. Bila menggunakan alat pembakaran pada Gambar 3, maka prosesnya sama dengan pembuatan *biochar* bahan baku ranting kayu. Jaggel jagung yang telah kering dimasukkan ke dalam lubang, kemudian dibakar.
2. Pembakaran dimulai dari bagian ujung agak dalam dari lubang pembakaran (Gambar 8) pada bagian yang terdapat bahan-bahan yang mudah terbakar. Bahan-bahan mudah terbakar tersebut sebagai tempat awal pembakaran.

- 3 Ketika api telah membakar sebagian janggel dan dipastikan tidak akan padam, tambahkan janggel sampai setinggi lubang.
- 4 Permukaan lubang ditutup pelepah/batang pisang kemudian ditimbun tanah sampai sekitar 80% panjang lubang. Penimbunan pada bagian tengah dengan menyisakan 10% dibagian pembakaran pertama dan 10% dibagian tanpa pembakaran.
- 5 Setelah api menyala dan membakar sekitar 1/3 bagian janggel yang ada di dalam lubang, maka lubang di atas tempat pembakaran pertama ditutup menggunakan batang pisang dan tanah.
- 6 Biarkan pembakaran berlangsung sampai asap yang ke luar dari lubang asap lebih jernih dan tidak pekat, kemudian tutup lubang secara rapat. Biarkan sampai semua bara mati.



Gambar 9. *Biochar* janggel yang telah dikeringkan di Kabupaten Bima, NTB (Foto: Atin Kurdiana)

Tahapan pembuatan biochar dengan metode kontiki:

- 1 Buat lubang berbentuk kerucut dengan berdiameter bagian atas selebar 150 cm dan kedalaman 75 cm (gambar 10) atau bisa juga diameter dibuat lebih lebar disesuaikan dengan kebutuhan.

- 2 Nyalakan api menggunakan bahan-bahan yang mudah terbakar (kayu sisa pakan) di bagian tengah dasar lubang. Pada model kontiki, oksigen tidak dapat turun ke bawah api sehingga ketika api menyala di permukaan tanah maka oksigen hanya akan sampai pada titik pembakaran.
- 3 Masukkan janggel sedikit demi sedikit ke dalam kontiki yang sudah menyala.
- 4 Ketika api menyala dengan stabil (tidak akan padam), masukkan kembali janggel secara bertahap. Penambahan bahan baku dilakukan ketika yang dimasukkan terdahulu telah hampir semua terbakar. Dari segi praktik, pembakaran menggunakan kontiki tidak dapat dilakukan sekaligus dengan cara menumpuk bahan baku sesuai volume kontiki. Pembakaran hanya dapat dilakukan secara bertahap, sedikit demi sedikit.
- 5 Lanjutkan proses tersebut sampai seluruh janggel terbakar semua.
- 6 Jika semua bahan baku telah menghitam menjadi arang dan tidak ada lagi jilatan api, maka semua bara api disiram air agar mati. Pada uji coba di KP Taman Bogo, Lampung Timur bahan baku janggel kering sebanyak 6 kg dalam waktu < 1 jam telah menjadi *biochar*.
- 7 Biarkan sampai dingin kemudian keringkan dan sebelum diaplikasikan dihaluskan sesuai kebutuhan.



Gambar 10. Pembuatan *biochar* menggunakan Kontiki di KP Taman Bogo, Lampung Timur.

3.2 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. Bahan baku yang telah dicobakan adalah *jaggel* atau tongkol jagung yang telah dipipil dan sekam padi.



Gambar 11. Pirolisator terbuat dari drum (IPB Kiln)

Alat pembakaran berupa drum vertikal terdiri atas badan drum, tutup drum, cerobong, selinder berongga, lubang udara, pengukur suhu (Gambar 11). 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. Jika

menggunakan bahan baku sekam padi maka diperlukan tindakan pembalikan bahan saat proses pembakaran agar terjadi pembakaran yang menyeluruh dan menghindari banyaknya bahan yang masih mentah. Bobot arang yang dihasilkan dari cara pemakaran dengan pirolisator bentuk drum adalah sekitar 30% dari bobot kering bahan baku yang digunakan dengan komposisi hasil 10-20 % berupa abu, 10-15% masih mentah, dan *biochar*/arang sekitar 60-75%. Alat pembakaran ini dirancang oleh Institut Pertanian Bogor. Jika terus-terusan digunakan alat ini hanya mampu bertahan kurang dari 1 tahun karena mudah korosif.

Tahapan pembuatan biochar:

1. Kumpulkan limbah pertanian yang akan dijadikan *biochar*/arang secukupnya sesuai dengan ukuran drum.
2. Jemur limbah pertanian tersebut di bawah sinar matahari hingga kering udara.
3. Pasang selinder berongga di bagian tengah drum sebagai tempat menyalakan api.
4. Masukkan limbah pertanian (sekam padi, kulit buah kakao, dll) ke dalam alat pembakaran/pirolisator tersebut (badan drum).
5. Masukkan kayu bakar atau bahan lainnya ke dalam rongga-rongga di bagian tengah drum, lalu dibakar hingga menjadi bara.
6. Melalui bara api yang ada dalam rongga-rongga tersebut, proses pembakaran akan berlangsung merata ke seluruh bagian drum.
7. Kontrol suhu melalui termometer yang dipasang di bagian ujung dan tengah alat.
8. Setelah suhu mencapai lebih dari 200°C maka penutup drum dipasang dan seluruh lubang udara di bagian tengah drum.

9. Setelah asap mulai keluar melalui cerobong berarti pembakaran sudah berjalan dengan baik. Setelah 2,0-3,5 jam dan bahan yang dibakar sudah tidak lagi banyak mengeluarkan asap, arang dikeluarkan dan langsung disemprot air agar tidak menjadi abu atau tidak terjadi pembakaran sempurna.
10. Selanjutnya arang dijemur hingga kering.
11. Jika diperlukan *biochar* digiling hingga berdiameter < 2 mm, kemudian sudah dapat diaplikasikan ke lahan (langkah pilihan).

3.3 Penggunaan Pirolisator Model ISRI SS1

Alat pembakaran terbuat dari baja yang diberi lubang untuk pengaturan panas dan pembakaran, dan dilengkapi dengan alat pengontrol suhu (Gambar 12) 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. Alat pembakaran ini dirancang oleh Balai Penelitian Tanah dan sangat sesuai untuk tingkat penelitian (*research*) karena selain menghasilkan arang juga dapat menghasilkan asap cair karena memiliki komponen untuk proses destilasi.



Nama : ISRI-SS1
 Kapasitas : 50 LITER
 Suhu (°C) : 400 - 500
 Bahan Bakar : LPG sebagai starter
 Bahan Baku : sekam, tongkol jagung
 kulit kakao, ranting kayu, tempurung
 kelapa/kelapa sawit
 Lama pembakaran : 2-4 jam,
 bergantung bahan baku
 Hasil : Biochar dan asap cair

Gambar 12. Pirolisator model ISRI SS1

Tahapan pembuatan *biochar*:

1. Kumpulkan limbah pertanian yang akan dijadikan *biochar*/arang secukupnya.
2. Jemur limbah pertanian tersebut di bawah sinar matahari hingga kering
3. Buka tutup bagian atas, dan masukkan bahan baku (sekam padi, kulit buah kakao, dll) sesuai dengan kapasitasnya. Kemudian pasang penutup dengan baik dan rapat agar tidak ada asap yang ke luar kecuali dari cerobong udara.
4. Nyalakan tungku pembakaran sampai bahan baku yang ada di dalam ruang pembakaran/pirolisator terbakar yang ditandai dengan asap pekat yang ke luar dari cerobong asap.
5. Buka kran agar air mengalir mendinginkan komponen destilasi, sehingga asap yang panas menjadi air dan menetes ke tempat yang telah disediakan. Biarkan air mengalir sampai pembuatan arang dihentikan.
6. Kontrol suhu melalui termometer yang dipasang di bagian ujung dan tengah alat.

7. Setelah suhu mencapai lebih dari 200°C maka pembakaran melalui tungku dihentikan dan lubang pemasukan udara yang ada di tempat pembakaran ditutup, biarkan asap mengalir melalui destilator.
8. Setelah 2,0-3,5 jam biasanya asap makin tipis dan jernih sebagai tanda proses pirolisis berjalan sempurna, sehingga proses pembakaran dapat dihentikan.
9. Cara menghentikan pembakaran adalah buka tutup bagian atas, semprotkan air agar bara api mati dan terbentuk arang. Setelah dingin arang dikeluarkan, selanjutnya dijemur hingga kering
10. Jika diperlukan *biochar* digiling hingga berdiameter < 2 mm, kemudian sudah dapat diaplikasikan ke lahan (langkah pilihan).

3.4 Penggunaan Pirolisator Model ISRI SS2

Alat pembakaran ini dirancang oleh Balai Penelitian Tanah (Gambar 13). Alat pembakaran terbuat dari besi plat dengan bentuk setengah lingkaran, diberi lubang untuk pengaturan panas dan pembakaran, dan dilengkapi dengan alat pengontrol suhu (termometer) dan tekanan udara. Bagian depan digunakan sebagai pintu untuk ke luar masuk bahan, bagian belakang ditutup rapat dan dilengkapi dengan cerobong tertutup yang dihubungkan dengan dasar alat. Bahan diletakkan pada tatakan besi agar mudah memasukan dan mengeluarkan bahan, pada bagian bawahnya diberi roda. Bahan baku dapat berupa sekam padi, janggel/batang jagung, batang ubikayu, dan ranting-ranting pohon. Alat ini lebih mudah penggunaannya dan kapasitasnya sekitar 170 liter, namun memerlukan biaya yang lebih besar. Lama pembakaran tergantung bahan baku yang digunakan, namun umumnya sekitar 3-5 jam. Sangat cocok untuk memproduksi biochar sekam padi. *Biochar* yang diperoleh biasanya bercampur dengan abu yang proporsinya sekitar 5% dari total arang.



Nama : ISRI-SS2
 Kapasitas : 170 LITER
 Suhu (°C) : 400 - 500
 Bahan Bakar : LPG sebagai starter
 Bahan Baku : sekam, tongkol jagung
 kulit kakao, kayu/ranting, tempurung
 kelapa/kelapa sawit
 Lama pembakaran : 2-4 jam,
 bergantung bahan baku
 Hasil : Biochar
 Kelebihan : pemasangan pengatur
 suhu, pengaturan keluar masuk bahan
 baku, pengoperasian lebih mudah

Gambar 13. Pirolisator model ISRI SS2

Tahapan pembuatan *biochar*:

1. Kumpulkan limbah pertanian yang akan dijadikan *biochar*/arang secukupnya sesuai ukuran drum.
2. Jemur limbah pertanian tersebut di bawah sinar matahari hingga kering.
3. Buka pintu depan, keluarkan tatakan untuk tempat bahan baku. Bahan baku (sekam padi, kulit buah kakao, dll) ditata di atas tatakan sesuai dengan kapasitas alat.
4. Masukkan tatakan berisi bahan baku ke dalam alat pembakaran/ pirolisator.
5. Nyalakan api menggunakan gas sebagai starter di beberapa titik (3-4 titik) sampai bahan baku terbakar dengan baik dan nyala api membakar bahan baku tersebut.
6. Tutup pintu pembakaran agar proses pirolisis bekerja dengan baik, biarkan lubang-lubang kecil di sekeliling badan alat terbuka sampai suhu di dalam ruang pembakaran meningkat terus.

7. Setelah suhu mencapai lebih dari 200°C maka lubang pemasukan udara pirolisator ditutup, lubang pembuangan udara (cerobong asap) di bagian atas dibiarkan terbuka.
8. Setelah asap mulai keluar melalui cerobong berarti pembakaran sudah berjalan dengan baik. Setelah asap yang ke luar dari cerobong lebih jernih, maka cerobong udara ditutup.
9. Biarkan selama 2 – 3,5 jam dalam kondisi pirolisis sempurna, kemudian tatakan bahan baku berisi bara ditarik keluar dan langsung disemprot air sampai bara api mati agar terbentuk arang.
10. Selanjutnya arang dijemur hingga kering.
11. Jika diperlukan *biochar* digiling hingga berdiameter < 2 mm, kemudian sudah dapat diaplikasikan ke lahan (langkah pilihan).

3.5 Penggunaan Pirolisator Model Adam Retort Kiln (ARK)

Alat pembakaran dirancang mengacu pada design yang dihasilkan oleh Mr. Christoph Adam peneliti dari Jerman sehingga disebut Adam Retort Kiln atau ARK (Gambar 14). Alat ini terdiri atas bagian inti bangunan berdimensi empat persegi panjang, dinding terbuat dari batu bata yang dipasang 2 lapis (dinding bagian dalam direkatkan menggunakan tanah liat, sedangkan dinding bagian luar dibangun menggunakan semen). Pada bagian dasar bangunan dibuat saluran udara yang terhubung ke cerobong. Bagian depan saluran tersebut ditutup menggunakan lempengan baja. Pada bagian atas lempengan baja itulah bahan baku *biochar* diletakkan, ruang pembakaran ini dihubungkan dengan tungku starter dan cerobong asap belakang.

Pada bagian atas bangunan ditutup menggunakan lempengan besi yang ditata sedemikian rupa sehingga tidak ada

kebocoran asap ketika pembakaran sedang berlangsung. Bangunan ARK dilengkapi 2 termometer sebagai pengontrol suhu yang diletakkan di bawah cerobong asap pembakaran dan tekanan udara.

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, untuk kulit buah kakao arang yang dihasilkan mengandung abu 5-8% dari total arang dengan tingkat kematangan arang mencapai > 90%.



Nama alat : ADAM RETORT KILN
(sistem pemanasan udara)
Beberapa konponen dimodifikasi
agar lebih khusus lagi.
Kapasitas : 3000 LITER
Bahan bakar : Kayu
Bahan baku : tongkol jagung, kulit
kakao, kayu/ranting, tempurung
kelapa/kelapa sawit
Hasil : Biochar

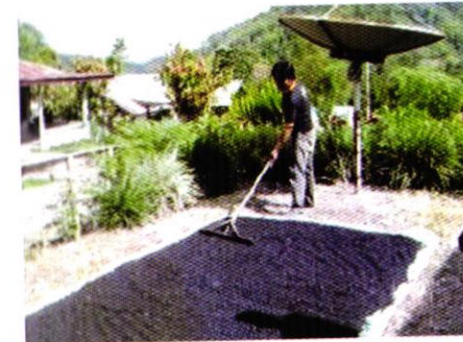
Gambar 14. Pirolisator model Adam Retort Kiln di KP Taman Bogo, Lampung

3.6 Kriteria Menentukan Kualitas *Biochar*

Efektivitas penggunaan *biochar* tergantung pada kualitas sifat fisik dan kimianya seperti 1) jenis bahan baku (lunak, keras, sekam padi dll.); (2) tipe alat pembakaran dan temperature; dan 3) bentuk *biochar* (padat, serbuk, karbon aktif). Secara praktis di lapangan, untuk memilih kualitas *biochar* yang baik dapat dilakukan dengan mempertimbangkan: 1) jumlah arang yang dihasilkan; 2) jumlah abu yang dihasilkan; dan 3) *biochar* yang dihasilkan homogen atau merata pembakarannya. Penjemuran meliputi lama penjemuran dan proses penjemurannya (meratakan seluruh bagian arang agar terjemur merata) menentukan kualitas arang yang akan diaplikasikan. Proses penjemuran ditujukan untuk mengurangi kadar air *biochar*. Selain itu, proses pencacahan atau penggilingan pun akan berpengaruh terhadap kualitas akhir *biochar* yang dihasilkan.

Secara ilmiah, saat ini terdapat beberapa kriteria yang digunakan dalam menilai kualitas *biochar* sebagai pembenah

tanah, diantaranya 1) pH; 2) kadar abu; 3) kandungan bahan mudah menguap; 4) kapasitas memegang air; 5) Berat isi (BD); 6) kapasitas tukar kation; dan 7) kandungan karbon total.



Gambar 15. Proses penjemuran *biochar*



Gambar 16. *Biochar* sekam padi setelah dijemur sebelum digiling



Gambar 17. *Biochar* sekam padi setelah digiling dan siap diaplikasikan

IV. APLIKASI *BIOCHAR* DI LAPANGAN

Fungsi *biochar* sebagai pembenah tanah diberikan pada saat pengolahan tanah terakhir baik di lahan sawah maupun di lahan kering. Pemberian *biochar* dilakukan 1-2 minggu sebelum tanam untuk memberi kesempatan *biochar* berinteraksi dengan tanah. Aplikasi *biochar* ke lahan dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu:

1. Disebar secara merata di permukaan tanah, lalu diaduk sampai kedalaman 5 cm
2. Diberikan dalam larikan atau jalur tanaman lalu ditutup dengan tanah dilarik (jalur tanaman)
3. Dibenamkan di lubang tanam. Ukuran lubang tanam sesuai dengan dosis *biochar* yang akan diaplikasikan. Selanjutnya lubang ditutup dengan tanah

Biochar dapat diaplikasikan untuk tanaman pangan (padi, jagung, kedelai, dan kacang tanah), tanaman sayuran, dan tanaman tahunan. Pemilihan cara aplikasi disesuaikan dengan kondisi lahan, ketersediaan tenaga kerja, jenis tanaman, dan jarak tanam.

4.1 Aplikasi dengan cara disebar

- *Biochar* disebar di permukaan tanah secara merata sebelum pengolahan tanah kedua (terakhir).
- Lalu dicangkul pada saat pengolahan tanah terakhir untuk mencampur *biochar* dengan tanah. Pencampuran *biochar* dengan tanah perlu dilakukan agar terjadi interaksi dengan tanah dan untuk menghindari hilangnya *biochar* terbawa angin.
- Setelah dicampur, dibiarkan selama 1-2 minggu baru kemudian dilakukan penanaman.
- Aplikasi *biochar* secara disebar dapat dilakukan di lahan kering maupun di lahan sawah.
- Aplikasi dengan cara disebar lebih praktis, namun risiko terangkut aliran air pada saat hujan lebih tinggi.



Gambar 18. Aplikasi *biochar* dengan cara disebar di lahan kering



Gambar 19. Aplikasi *biochar* dengan cara disebar di lahan sawah

4.2 Aplikasi dengan cara dilarik di jalur tanaman

- Membuat larikan dengan lebar 20 cm dan dalam 20 cm di jalur tanaman.
- Biochar disebar secara merata dalam larikan lalu ditutup dengan tanah.
- Setelah itu, lakukan penanaman.
- Aplikasi secara dilarik di jalur tanaman membutuhkan tenaga kerja yang lebih banyak.



Gambar 20. Aplikasi *biochar* dengan cara dilarik di jalur tanaman jagung

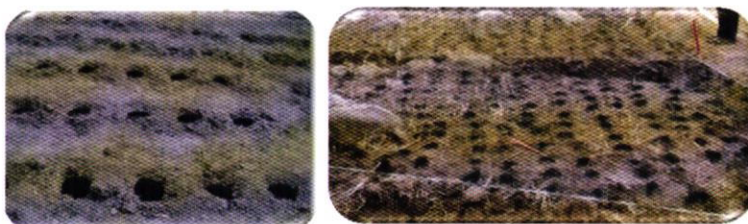


Gambar 21. Aplikasi *biochar* dengan cara dilarik di jalur tanaman padi gogo

4.3 Aplikasi dengan cara dibenamkan dalam lubang tanam

- Membuat lubang tanam dengan dimensi lebar, panjang dan dalam masing-masing 20 cm
- *Biochar* dimasukkan ke dalam lubang tanam, lalu ditutup dengan tanah

- Setelah itu, lakukan penanaman.
- Bila dosis *biochar* cukup tinggi, maka akan membutuhkan lubang tanam yang lebih besar
- Aplikasi di dalam lubang tanam membutuhkan tenaga kerja yang lebih banyak.

Gambar 22. Aplikasi *biochar* di dalam lubang tanam

4.4 Peningkatan produktivitas tanaman pangan akibat pemberian *biochar*

Kemampuan *biochar* memperbaiki kualitas tanah berimplikasi pada peningkatan produktivitas tanaman. Penambahan *biochar* mampu meningkatkan pH tanah dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah yang sangat penting bagi tanah yang dengan pH rendah ($\text{pH} < 5$) dan KTK rendah. Peningkatan KTK tanah dengan penambahan *biochar* penting untuk meminimalkan resiko pencucian hara. Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa pemberian *biochar* mampu meningkatkan pH (H_2O) dan KTK tanah pada berbagai tekstur tanah berpasir. Namun demikian, jika *biochar* diberikan pada tanah yang relatif baik maka pengaruhnya hampir tidak kelihatan.

Peningkatan produktivitas tanaman pangan seperti padi gogo dan jagung akibat pemberian *biochar* telah banyak dibuktikan. Peningkatan produktivitas tanaman dibandingkan tanpa diberi *biochar* sangat bervariasi. Dampak pemberian *biochar* terhadap produktivitas tanaman sangat tergantung pada

karakteristik *biochar*, cara pemberian, takaran yang digunakan dan kemampuannya menanggulangi kendala utama tanah dimana *biochar* diaplikasikan. Beberapa hasil penelitian melaporkan efektivitas penggunaan *biochar* berdasarkan jenis dan takarannya seperti dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Pengaruh pemberian *biochar* terhadap pH H_2O dan KTK tanah

Perlakuan	pH H_2O	KTK (cmol/kg)	Tekstur tanah
Tanpa <i>biochar</i>	4,15	4,75	Lempung liat berpasir
<i>Biochar</i> Sekam padi 7,5 t/ha	4,22	5,91	
Tanpa <i>biochar</i>	6,29	13,34	Lempung berpasir
<i>Biochar</i> tempurung kelapa 15 t/ha	6,49	15,04	
<i>Biochar</i> kotoran sapi 15 t/ha	6,45	15,10	Lempung liat berpasir
sebelum aplikasi <i>biochar</i>	4,1	4,98	
<i>Biochar</i> kulit buah kakao 5 t/ha	4,61	3,67	Berpasir
sebelum aplikasi <i>biochar</i>	7,2	5,09	
<i>Biochar</i> kulit buah kakao 5 t/ha	8,03	5,77	Pasir berlempung
Tanpa <i>biochar</i>	4,6	34,3	
<i>Biochar</i> sekam padi 43 t/ha	4,5	34,6	
Tanpa <i>biochar</i>	3,81	5,0	
<i>Biochar</i> jerami 24 t/ha	4,05	4,7	

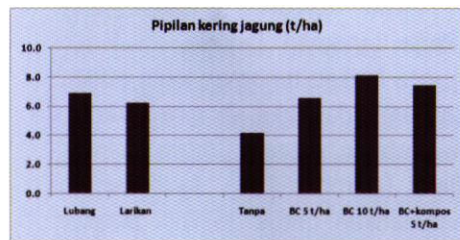
Efektivitas pemberian *biochar* tergantung pada jenis tanaman yang diusahakan. Pada tanaman jagung, di lahan kering masam aplikasi *biochar* pada larikan tanaman lebih efektif dibandingkan dengan cara disebar sedangkan di lahan kering iklim kering aplikasi dalam lubang tanam lebih efektif dibandingkan dengan cara dilarik (Gambar 23). Jarak tanam jagung yang relatif lebar memudahkan untuk aplikasi *biochar* pada jalur tanaman, namun menyulitkan untuk diaplikasikan pada tanaman padi gogo. Pemberian *biochar* kulit buah kakao lebih efektif dibandingkan *biochar* sekam padi untuk tanaman padi sawah dan padi gogo (Gambar 24). Pertumbuhan tanaman

jagung dan padi gogo yang diberi biochar pada lahan kering masam KP Tamanbogo Lampung dapat dilihat pada Gambar 25.

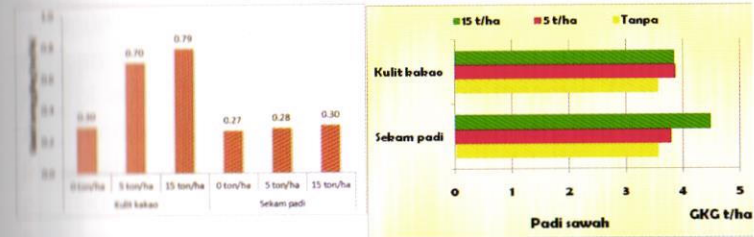
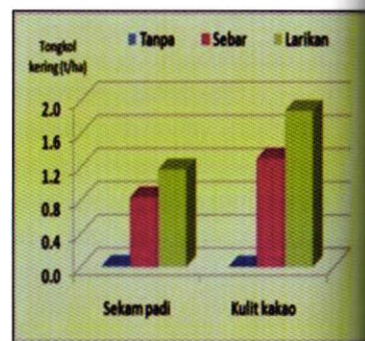
Tabel 6. Peningkatan produktivitas tanaman pangan setelah diberi *biochar*

No.	Perlakuan	Padi gogo (GKP t/ha)	Jagung (pipilan kering t/ha)	Peningkatan (%)
1.	Tanpa <i>biochar</i>	3,03	-	-
	<i>Biochar</i> sekam padi 41 t/ha	3,22	-	6,27
2.	Tanpa <i>biochar</i>	-	0,37	-
	<i>Biochar</i> sekam padi 7,5 t/ha	-	2,31	524,32
	Tanpa <i>biochar</i>	-	4,5	-
3.	<i>Biochar</i> tempurung kelapa 15 t/ha	-	5,2	15,56
	<i>Biochar</i> kotoran sapi 15 t/ha	-	5,0	11,11
	Tanpa <i>biochar</i>	-	4,17	-
4.	<i>Biochar</i> legum 5 t/ha	-	6,57	57,55
	<i>Biochar</i> legum 10 t/ha	-	8,14	95,20
	Tanpa <i>biochar</i>	2,8	-	-
5.	<i>Biochar</i> residu kayu 4 t/ha	3,2	-	14,29
	<i>Biochar</i> residu kayu 8 t/ha	3,3	-	17,86
	<i>Biochar</i> residu kayu 16 t/ha	3,7	-	32,14

Sumber: Nurida (2014)



Gambar 23. Hasil jagung pada aplikasi *biochar* di lahan kering iklim kering (kiri) dan lahan kering masam (kanan)

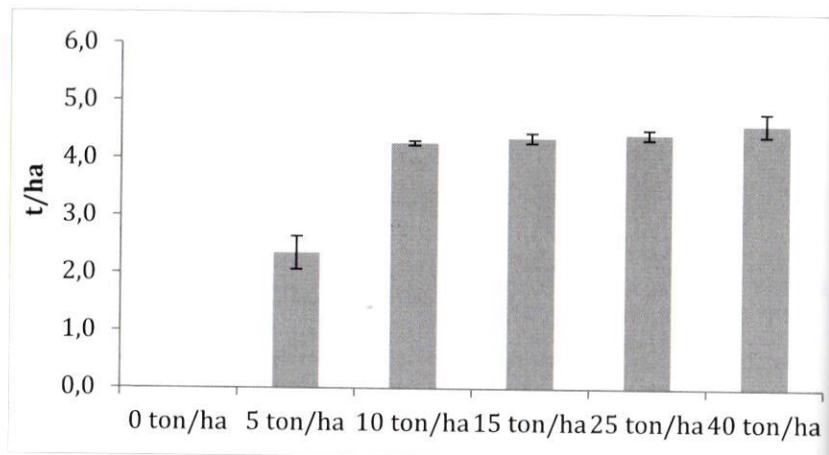


Gambar 24. Hasil padi gogo (kiri) dan padi sawah (kanan) yang diberi *biochar* dari sekam padi dan kulit buah kakao



Gambar 25. Pertumbuhan tanaman jagung dan padi gogo yang diberi *biochar* di lahan kering masam yang terdegradasi

Takaran *biochar* yang akan diaplikasikan bergantung pada tingkat degradasi tanah dan karakteristiknya seperti pH, kapasitas tukar kation (KTK), tekstur dan kadar C-organik tanah. Hasil penelitian Balai Penelitian Tanah pada lahan kering masam di Lampung menunjukkan bahwa aplikasi *biochar* kulit buah kakao dengan takaran 5 dan 15 t/ha memberikan hasil tanaman jagung tinggi, namun perbedaan takaran *biochar* sekam padi tidak berpengaruh terhadap hasil jagung (Gambar 24). Pemberian *biochar* kulit buah kakao sangat efektif untuk meningkatkan produktivitas jagung di lahan kering masam bila diberikan dengan takaran 10-40 t/ha (Gambar 26). Pada lahan kering beriklim kering di Kupang NTT, pemberian 5-10 t/ha *biochar* meningkatkan ketersediaan air di dalam tanah sehingga indeks pertanaman meningkat dari satu kali menjadi dua kali per tahun.



Gambar 26. Hasil jagung pipilan kering dapa berbagai takaran *biochar* kulit buah kakao di lahan kering masam

Biochar dapat diaplikasikan untuk tanaman sayuran dan tanaman tahunan. Aplikasi pada tanaman sayuran dilakukan dengan cara disebar di bedengan sebelum penanaman dengan dosis 5 t/ha. Pemberian *biochar* sekam padi mampu mengurangi volume penyiraman air untuk sayuran yang ditanam di lahan kering iklim kering Nusa Tenggara Timur. Selain itu, dengan ketersediaan air terbatas, pemberian *biochar* dapat meningkatkan kemampuan menyimpan air sehingga lahan dapat ditanami sayuran. Pertumbuhan tanaman sayuran cukup bagus seperti terlihat pada Gambar 27.



Gambar 27. Aplikasi *biochar* untuk tanaman sayuran di Nusa Tenggara Timur

Pemberian *biochar* untuk tanaman tahunan ditujukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

Biochar diberikan baik untuk tanaman belum menghasilkan maupun tanaman yang sudah menghasilkan. *Biochar* diberikan dengan cara ditanamkan pada kedalaman 10 cm di sekitar kanopi atau sekitar 90 cm dari batang tanaman (Gambar 28). *Biochar* diberikan dengan dosis 10 kg/tanaman. Bila diaplikasikan pada lahan miring maka pemberian dilakukan dengan cara membuat lubang sedalam 10 cm dengan bentuk setengah lingkaran pada bagian atas tanaman, lalu *biochar* disebar selanjutnya ditutup dengan tanah.



Gambar 28. Aplikasi *biochar* untuk tanaman kakao di Sulawesi Tengah

Biochar dapat diaplikasikan dengan dua acara yaitu 1) langsung tanpa diformulasikan, 2) diformulasikan dengan bahan lain seperti kompos, senyawa humat, asap cair atau bahan pengkaya lainnya. Formulasi pembenah tanah berbahan baku *biochar* dilakukan untuk mendapatkan kualitas pembenah tanah yang efektif. Bila *biochar* akan diformulasikan dengan bahan lainnya maka bahan pengkaya tersebut harus dihaluskan dalam ukuran yang relatif sama untuk memudahkan pencampuran.

Mengingat banyak bahan baku yang dapat dikonversi menjadi *biochar*, maka direkomendasikan untuk mengaplikasikan *biochar* setiap musim. Bahan baku yang digunakan diprioritaskan yang sudah tersedia di lapangan. Penambahan *biochar* secara periodik akan meningkatkan kualitas lahan dan

produktivitas tanaman. *Biochar* akan terakumulasi di dalam tanah sehingga perbaikan kualitas lahan yang sudah terdegradasi lebih cepat dan berkelanjutan.

PENUTUP

Aplikasi *biochar* (arang) pada lahan-lahan pertanian (lahan kering atau lahan basah) dapat meningkatkan kualitas tanah karena 1) kemampuannya dalam menyimpan atau menahan air dan hara; (2) meningkatkan pH dan KTK pada lahan kering masam; (3) menciptakan habitat yang baik bagi perkembangan mikroorganisme simbiotik seperti mikoriza; (4) kemampuannya dalam menahan air dan udara serta; (5) menciptakan lingkungan yang bersifat netral khususnya pada tanah-tanah masam; (6) mengurangi laju emisi CO₂; dan (7) menyimpan karbon dalam jumlah yang cukup besar di dalam tanah. Selain itu, *biochar* mampu bertahan lama di tanah (>400 tahun) karena sulit terdekomposisi. Fungsi utama *biochar* adalah sebagai pembenah tanah yang mampu meningkatkan produktivitas lahan pertanian, terutama yang telah mengalami proses degradasi, mencegah pencemaran lingkungan dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Biochar dapat digunakan tunggal, tanpa campuran bahan selain *biochar* dan dapat pula diberi campuran kompos atau kotoran hewan yang telah dikomposkan. Untuk mempercepat pemulihan sifat-sifat tanah sebaiknya *biochar* diformulasikan dengan bahan lain yang berasal dari bahan organik. Pembuatan pembenah tanah menggunakan sisa hasil tanaman dari lahan yang diusahakan dapat juga disosialisasikan sebagai pertanian tanpa limbah. Artinya semua bahan organik yang mudah terdekomposisi dan atau yang sukar terdekomposisi dikembalikan ke lahan pertanian agar daya dukung dan kesehatan lahan pertanian dapat terpelihara selama masih diusahakan sebagai tempat budi daya tanaman.

Pemeliharaan daya dukung dan kesehatan tanah dapat dimulai dengan memperbaiki sifat-sifat fisika tanah agar struktur tanah tetap dalam kondisi ideal mampu menjadi penyalur air dan udara yang dibutuhkan perakaran tanaman. Hubungan tanah-air-udara menjadi lebih baik karena tanahnya dapat menyimpan air sekaligus menjadi tempat pertukaran udara untuk pernafasan

perakaran tanaman yang dibudidayakan. Mempertahankan kemampuan pertukaran air-udara sangat penting bagi budi daya pertanian pada lahan kering.

Untuk masa yang akan datang, lahan kering tampaknya menjadi tumpuan bagi penyediaan pangan karena makin tingginya laju konversi lahan sawah irigasi untuk keperluan non pertanian. Optimalisasi pemanfaatan lahan kering untuk budi daya tanaman pangan perlu diawali dengan upaya rehabilitasi lahan agar tanaman dapat berproduksi optimal dan berkelanjutan. Pemanfaatan limbah pertanian yang telah dibuat *biochar* pada lahan kering kritis (terdegradasi) dapat meningkatkan hasil jagung dan padi lebih dari 2 kali lipat.

Sosialisasi manfaat, ketersediaan bahan baku, teknik pembuatan dan cara aplikasi *biochar* kepada masyarakat petani perlu selalu dilakukan dan melibatkan sebanyak mungkin pemangku kepentingan (*stakeholders*). Ke depan diharapkan *biochar* akan lebih memasyarakat dan berkembang di tingkat petani agar terjadi peningkatan produktivitas lahan dan pendapatan petani serta kelestarian lingkungan tetap terjaga.

DAFTAR BACAAN

- Adam, J.C. 2009. "Improved and More Environmentally Friendly Charcoal Production System Using a Low-Cost Retort-kiln (Eco-charcoal)".dalam *Renewable Energy* 34:1923-1925
- Agus, F., dan Irawan, 2006. "Agricultural Land Conversion as a Threat to Food Security and Environmental Quality". dalam *Prosiding Seminar Multifungsi dan Revitalisasi Pertanian*. Kerjasama Badan Ltbang Pertanian, MAFF, dan ASEAN Sekretariat. Hal 101-121.
- Asai H., B. K. Samson, H. M. Stephan, K. Songyikhangsuthor, K. Homma, Y. Kiyono, Y. Inoue, T. Shiraiwa, T. Horie. 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. *Field Crops Research* 111: 81-84.
- Badan Pusat Statistik. 2013. Statistik Indonesia
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya lahan. 2012. Lahan sub optimal: potensi, peluang dan permasalahan pemanfaatannya untuk mendukung program ketahanan pangan. Disampaikan dalam Seminar Lahan Suboptimal, Palembang, Maret 2012. Kementerian Ristek dan Teknologi.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Laporan akhir penelitian penelitian formulasi pembenah tanah berbahan baku *biochar* untuk meningkatkan kualitas tanah, retensi air dan produktivitas tanaman > 25% pada lahan kering terdegradasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Brewer, C.E., Unger, R., Schmidt-Rohr, K. and Brown, R.C., 2011. Criteria to Select *Biochars* for Field Study based on *Biochar* Chemical Properties. *Bioenergy Research*, 4(4):312-323
- Dariah, A. N.L. Nurida and Sutono. 2013. The effect of biochar on soil quality and maize production in upland in dry

- climate region. In Proceeding 11th international Conference the East and Southeast Asia federation of Soil Science Societies. Bogor, Indonesia
- Direktorat Jenderal Bina Produksi. 2007. Statistik Perkebunan Indonesia.
- Glaser, B., J. Lehmann, and W. Zech. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A review. *Biol. Fertil. Soils* 35:219-230.
- Hidayat, A dan A. Mulyani. 2005. Lahan kering untuk pertanian. *Teknologi Pengelolaan Lahan Kering: Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor. Hal 7-37.
- Jones, D. L. Rousk, J., Ewards-Jones, G., Deluca, T. H., Murphy, D.V., 2012. Biochar-mediated change in soil quality and plant growth in a year field trial. *Soil Biology and Biochemistry*. 45, 113-124.
- Kurnia, U. 1996. Kajian metode rehabilitasi lahan untuk meningkatkan dan melestarikan produktivitas tanah. Disertasi Fakultas Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- Kuwagaki, H. and K. Tamura. 1990. Aptitude of wood charcoal to a soil improvement and other non fuel use. In Technical report on the research development of the new uses of charcoal and pyroligneous acid, technical research association for multiuse of carbonized material, p. 27-44.
- Novak, J.M, Lima, I., Xing B., Gaskin J.W., Steiner C., Das K., Ahmedna M., Rehrah D., Watts D.W., Bussher W.J. 2009b. Characterization of designer biochar produced at different temperature and their effect on a loamy sand. *Annals of Environmental Science* 3 (1);195-206
- Nurida, N. L. 2006. Peningkatan Kualitas Ultisol Jasinga Terdegradasi dengan pengolahan Tanah dan Pemberian bahan Organik. Disertasi Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Nurida, N.L. A. Dariah dan A. Rachman. 2009. Kualitas limbah pertanian sebagai bahan baku pembenah berupa biochar untuk rehabilitasi lahan. *Prosiding Seminar Nasional dan dialog Sumberdaya Lahan Pertanian*. Tahun 2009. Hal 209-215.
- Nurida, N.L dan A. Rachman. 2012. Alternatif Pemulihan Lahan Kering Masam terdegradasi dengan Formula Pembenah Tanah Biochar di Typic Kanhapludults Lampung. *Prosiding Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan terdegradasi*. 2012. Hal 639-648
- Nurida., N. L. A. Rachman dan Sutono. 2012. Potensi pembenah tanah biochar dalam pemulihan sifat tanah terdegradasi dan peningkatan hasil jagung pada Typic Kanhapludults lampung. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sains*. Trihuana Press. Vol 12:No. 1. Hal: 69-74
- Nurida, N.L, A. Dariah dan A. Rachman. 2013. Peningkatan kualitas tanah dengan pembenah tanah biochar limbah pertanian. *Jurnal tanah dan Iklim* 37(2); 69-78.
- Ogawa, M. 1994. Symbiosis of people and nature in tropics. *Farming Japan* 28(5):10-34.
- Ogawa, M. 2006. Carbon sequestration by carbonization of biomass and forestation: three case studies. p 133-146.
- Okimori, Y., M. Ogawa, and F. Takahashi. 2003. Potential of CO₂ reduction by carbonizing biomass waste from industrial tree plantation in South Sumatra, Indonesia. *Mitigation and Adaption Strategies for Global Change* 8. p 261-280.
- Pari, G. 2009. Laporan mengikuti 1st Asia Pasific Biochar Conference Gold Coast. Australia. 17-20 Mei 2009. Tidak diterbitkan.

- Rochayati S. dan A. Dariah. 2012. Perkembangan Lahan Kering masam: Peluang, Tantangan dan Strategi serta Teknologi Pengelolaan *dalam* Prospek Pertanian Lahan Kering dalam mendukung Ketahanan Pangan. Editor Dariah *et al.* hal 187-206. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- 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
- Sarwani, M., N.L.Nurida, and F. Agus. 2013. Greebhouse emissions and land use issues related to the use of bioenergy in Indonesia. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 32(2):56-66
- Sukartono dan W.H. Utomo. 2012. Peranan biochar sebagai pembenah tanah pada pertanaman jagung di tanah lempung berpasir (sandy loam) semiarid tropis Lombok Utara. Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sains. Tribhuana Press. Vol 12:No. 1. Hal: 91-98
- Sutono dan N.L. Nurida. 2012. Kemampuan biochar memegang air pada tanah bertekstur pasir. Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sains. Tribhuana Press. Vol 12:No. 1. Hal: 45-52
- Suwardji, Sukartono dan W.H. Utomo. 2012. Kemantapan agregrat setelah aplikasi biochar di tanah lempung berpasir pada pertanaman jagung di lahan kering Kabupaten Lombok Utara. Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sains. Tribhuana Press. Vol 12:No. 1. Hal: 61-68
- Suwardjo H., and N. L. Nurida. 1993 Land degradation in Indonesia: Data Collection and Analysis. p 121-135. *In*. Report of the Experts Consultation of the Asian Network on Problem Soils. Bangkok, 25 – 29 Oct 1993.
- Tanaka, S. 1963. Fundamental study on wood carbonization. Bull. Exp. Forest of Hokkaido University.
- Tang, J., W. Zhu, R. Kookana, A. Katayama. 2013. Characteristics of biochar and its application in remediation of contaminated soil. Journal of Bioscience and Bioengineering (In Press).
- Thahir, R., R. Rachmat dan Suismono. 2008. Pengembangan Agroindustri Padi. *Dalam* Suyamto dkk. (Ed). Padi: Inovasi Teknologi dan Ketahanan Pangan. Balai Besar Penelitian Padi, Subang. Hal 34-76.
- Widowati, Asnah dan Sutoyo. 2012. Pengaruh penggunaan biochar dan pupuk kalium terhadap pencucian dan serapan kalium pada tanaman jagung. Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sains. Tribhuana Press. Vol 12:No. 1. Hal: 83-90
- Yanai, Y., K. Toyota, M. Okazaki. 2007. Effects of charcoal addition on N₂O emissions from soil resulting from rewetting air-dried soil in short-term laboratory experiments. Soil Science and Plant Nutrition 53:181-188
- Yuan, J. H., R.K., Quan, W. And Wang, R.H., 2011. Comparison of ameliorating effect on an acidic ultisol between four crop straw and their *biochars*. Journal of soil and Sediment 11(5);741-750

BIOCHAR

Pembenah Tanah
yang Potensial

Buku ini memberikan penjelasan kepada pembaca untuk lebih mengenal dan mengerti kenapa **Biochar** yang selama ini dikenal masyarakat namanya ARANG menjadi sangat penting sehingga banyak dibahas di berbagai negara. Berbagai penelitian telah dilakukan yang berkaitan dengan **Biochar**, namun sedikit yang mengupas secara terperinci. Buku ini menjawab apa yang dibutuhkan oleh masyarakat dalam kaitannya dengan pembuatan **Biochar**/arang, manfaat dan penggunaannya, serta dampaknya. Bab awal buku ini membahas bagaimana bahan baku **Biochar** di dapat dan apa fungsinya. Selanjutnya pembaca akan menemukan bagaimana cara pembuatan **Biochar** dengan menggunakan beberapa alat pirolisator. Di sini disampaikan tipe-tipe alat yang bisa dibuat sendiri tanpa harus membeli dengan harga mahal. Bab berikutnya memberikan penjelasan mengenai penggunaan alat dan proses pembuatan **Biochar** tahap demi tahap. Photo-photo dan ilustrasi gambar memberikan visualisasi sebagai penjelasan proses pembuatan **Biochar**. Diharapkan setelah membaca buku ini para pembaca bisa mempraktekannya dengan benar dan bisa mengaplikasikannya di lapangan, sehingga produktivitas pertanian meningkat. Buku ini sangat cocok sebagai pegangan bagi para petugas yang ada di lapangan, karena praktis dan sesuai kebutuhan petani dalam rangka usaha mempertahankan unsur hara tanah.



SCIENCE-INNOVATION-NETWORKS

WWW.litbang.pertanian.go.id



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jl. Ragunan No. 29 Pasar Minggu, Jakarta 12540
Telp. 6221806202, Faks.: 62217800644

