



Penggunaan *Biochar* di Negara-Negara Sedang Berkembang: Kualitas, Tanah dan Pengukuran

Oleh: Dr. D. Michael Shafer; *Warm Heart Foundation*, A. Phrao, Chiang Mai, Thailand

Penerjemah Bahasa Indonesia: Tyas Budi Utami-Hermansyah, *ECHO Asia Foundation*, Thailand

D. Michael Shafer adalah pensiunan Profesor Ilmu Politik dari Universitas Rutgers di Amerika Serikat yang mendirikan Warm Heart Foundation pada tahun 2008. Beliau untuk pertama kali belajar tentang biochar di konferensi ECHO, pada tahun 2013. Sesudah itu Warm Heart mulai merancang dan menguji peningkatan alat pembuatan biochar yang hemat biaya dan berteknologi rendah untuk petani kecil. Pada 2017, Tim Warm Heart Biochar memenangkan World Energy Globe Award (Thailand) untuk pengembangan perusahaan-sosial biochar, sebuah model berskala-pedesaan. Tim ini baru saja meluncurkan perusahaan sosial untuk menjual produk biochar yang dihasilkan oleh petani di bawah nama merek "Rak Din." [link](#)

Dalam artikel ini, Dr. Shafer membagikan pengalamannya menggunakan biochar di negara sedang berkembang. Dia bertujuan untuk memfokuskan kembali studi biochar, memindahkannya dari laboratorium akademik ke konteks pertanian yang berlepotan lumpur di negara-negara sedang berkembang. Dia berharap dapat meyakinkan para praktisi pembangunan yang benar-benar "terjun langsung ke lapangan" bahwa mereka dapat membuat, menggunakan dan bahkan menguji biochar di lapangan.

Pendahuluan

Ada sejumlah besar literatur percobaan yang menggambarkan tentang *biochar* dan seberapa baik kerjanya. Selain itu, ada banyak laporan bagus yang juga dihasilkan dari uji lapangan di negara-negara sedang berkembang.¹

Meskipun demikian, jika Anda bekerja bersama petani kecil yang berkekurangan, Anda harus mengambil semua manfaat *biochar* yang sudah dilaporkan namun tidak dengan langsung menelan mentah-mentah begitu saja. Saya tidak bermaksud mengatakan bahwa data laporan-laporan itu tidak bagus. Data mereka sangat baik (meskipun terpelintir, seperti kebanyakan hasil ilmiah, karena tidak adanya publikasi tentang temuan-temuan yang bernilai nol atau yang buruk). Sebaliknya, yang saya maksud adalah Anda harus meredam kegembiraan Anda dengan tidak pernah melupakan di mana tempat Anda bekerja dan dengan siapa Anda bekerja.

Dunia Eksperimen dan Anda

Ada tiga karakteristik percobaan *biochar* di laboratorium yang membedakannya dari percobaan yang mungkin hendak Anda lakukan sebagai praktisi pembangunan. Mereka yang melakukan percobaan untuk tujuan publikasi dalam jurnal ilmiah harus tahu: (1) apa *tepatnya* karakteristik dari *biochar*; (2) kimia tanah yang *tepat*; dan (3) pengukuran *tepat* dari bahan-bahan seperti *biochar*, kompos, pupuk kandang dan tanah liat. Dalam konteks pertanian di negara-negara sedang berkembang, Anda dan petani yang bekerja bersama Anda tidak mengetahui dan tidak bisa mengetahui hal-hal ini.

Apa yang harus dilakukan?

Jangan membuang ilmunya. *Biochar* adalah bahan yang hebat; jangan terintimidasi oleh para ahli yang memberi tahu bahwa Anda tidak dapat menggunakan *biochar* "kecuali Anda menggunakan bahan baku *ini*, mempirolisasinya pada suhu *ini*, ditambahkan ke tanah yang *ini*, dll ..."

Biochar dapat melakukan hal-hal menakjubkan bagi para petani yang bekerja bersama Anda. Namun, waktu yang Anda habiskan untuk mempelajari dan memperkenalkan *biochar* akan lebih efektif jika Anda lebih dahulu berpikir jernih tentang *apa saja yang ingin Anda capai dengan biochar*; memahami *apa saja syarat pengujian yang baik*; dan ingatlah *keterbatasan-keterbatasan tempat di mana Anda bekerja*. Pada artikel ini, saya memberikan berbagai anjuran tentang bagaimana mengelola pekerjaan Anda menyangkut *biochar*. Anjuran-anjuran ini didasarkan pada pengalaman kami di sekitar Phrao, di kawasan dataran tinggi Chiang Mai, Thailand. Saya mendasarkan rekomendasi ini pada empat tahun pengalaman di *Warm Heart Experimental Farm*, sebuah lahan yang mempunyai 35 bedeng pengujian. Sejak 2015, kami telah menguji berbagai variasi pupuk berbasis *biochar* dibandingkan pupuk sintetis, baik di pertanian kami sendiri maupun dalam percobaan lapangan yang dilakukan bersama petani. Kedua jenis tes ini telah menunjukkan bahwa di tanah lokal, pupuk berbasis *biochar* yang dibuat dan diterapkan oleh petani terbukti mengungguli pupuk sintetis yang umumnya digunakan di daerah ini.

Kualitas *biochar*, jenis tanah, kegunaan *biochar*, dan pengukurannya di lapangan

Ketika bekerja dengan petani kecil untuk membuat *biochar*, Anda perlu mempertimbangkan tiga faktor: (1) kualitas *biochar* yang akan Anda ajarkan kepada petani untuk membuatnya; (2) karakteristik tanah yang mereka tanami; dan (3) cara mengukur *biochar* saat disiapkan untuk digunakan. (Tiga faktor ini sama dengan faktor-faktor yang sangat menjadi perhatian para ilmuwan di lab!) Anda mungkin telah mendengar banyak penjelasan tentang mengapa masing-masing faktor ini sangat penting, dan mengapa Anda maupun para petani itu tentunya tidak bisa menangani ketiga faktor ini secara handal. Nah, biarkan saja dan jangan pedulikan komentar seperti ini!

¹ Satu-satunya sumber informasi terbaik tentang *biochar*, dari referensi pustaka sampai ke makalah ilmiah, siaran pers dari perusahaan *biochar* atau laporan-laporan lapangan—adalah *International Biochar Initiative* (IBI), <http://www.biochar-international.org/>. IBI juga menerbitkan serangkaian makalah pendek yang sangat baik tentang metodologi penelitian. Meskipun demikian, untuk artikel ini, menurut saya semua informasi yang ada di laman ini terlalu banyak bagi Anda yang bekerja di lapangan bersama petani. Namun, yang penting adalah mereka membuat aturan inti metode ilmiah ini menjadi sangat jelas, apa alasannya kita menerapkan ilmu pengetahuan seperti yang kita lakukan. Dalam tulisan ini, saya akan terdengar seperti bukan tipe 'jas lab'—dan memang bukan. Namun jangan salah, jika saya meneliti, saya melakukannya sesuai ilmu pengetahuan.

Di *Warm Heart*, kami telah merancang dan menguji mesin biochar sederhana dan berteknologi rendah (sekarang disebut "tungku bertutup" dan "JRo yang dimodifikasi"); menugaskan kajian pengukuran tanah berspektrum luas; dan bereksperimen dengan sistem pengukuran lapangan. Kami yakin bahwa Anda dapat mengajari petani kecil bagaimana membuat *biochar* berkualitas dan menggunakannya dengan sukses, asalkan Anda benar-benar memperhatikan apa yang Anda lakukan, di mana, untuk siapa dan mengapa.

Masalah “Kualitas *biochar*” yang Sering Membingungkan

Apa itu *biochar* yang baik atau yang bagus? Jika Anda tidak tahu jawabannya, Anda tidak sendirian. Tidak ada seorang pun di komunitas *biochar* yang telah berhasil menemukan jawabannya. Jawabannya akan tergantung pada "untuk apa" Anda berniat menggunakannya, dan "untuk siapa" Anda bermaksud membuatnya. Apa yang "baik" dalam satu aplikasi tertentu belum tentu bagus untuk aplikasi lainnya.² Dalam artikel ini, saya menganggap "*biochar berkualitas*" adalah "*biochar* yang memberikan peningkatan hasil yang baik dan perbaikan tanah untuk petani kecil."³ Saya juga hanya membahas metode pembuatan *biochar* yang digunakan oleh petani kecil yang adalah orang-orang termiskin di dunia.

Ciri-ciri maupun anggapan awal kualitas *biochar* akan ditentukan secara berbeda di laboratorium dan di lapangan. Dengan metode lab, seorang peneliti akan mengidentifikasi satu atau lebih karakteristik *biochar* yang diyakini atau diketahui terkait dengan, misalnya, peningkatan hasil panen. Si Penguji ini akan menetapkan cara untuk menguji sampel *biochar* yang berbeda, untuk mengidentifikasi mana yang memiliki lebih banyak ciri yang diinginkan dan oleh karena itu "lebih baik." Sebaliknya, metode lapangan melibatkan hal menempatkan berbagai jenis *biochar* dalam bedengan di lahan petani dan mengukur peningkatan hasil panen/perbaikan tanah yang dihasilkan untuk melihat *biochar* yang mana yang memiliki dampak positif yang lebih besar. Metode yang pertama menghasilkan banyak informasi yang berguna, dan menawarkan kemungkinan untuk memahami mekanisme sebab-akibat yang membuat *biochar* memberikan hasil yang luar biasa. Namun, metode terakhir memberi tahu Anda semua yang perlu Anda ketahui tentang apakah *biochar* yang Anda buat itu memiliki kualitas untuk “melakukan pekerjaannya”. (Meskipun apa yang dimaksud dengan “melakukan pekerjaan”nya adalah suatu sasaran yang multi tafsir: mis. Jadi, Anda telah mencapai peningkatan panen sebesar 10%, *tetapi dapatkah itu dianggap sebagai sebuah sukses atau tidak?* Jika Anda membuat *biochar* berkualitas lebih tinggi, dapatkah Anda mencapai peningkatan sebesar 20%? Pertanyaan empiris ini membuat sebagian dari kita sulit tidur di malam hari.)

Di *Warm Heart*, kami tidak mempunyai ilmuwan dan tidak memiliki laboratorium. Kami bisa melakukan tes dampak-rendah dari kualitas *biochar* menurut Hugh McLaughlin (McLaughlin 2010), tapi tidak bisa melakukan lebih dari itu. Uji tunggal yang paling penting yang kami lakukan adalah tes “lihat, ibu, tanganku bersih.” Maksudnya, kita menanganai *biochar* kemudian membasuh tangan kita dengan air. Jika *biochar* itu tercuci bersih dengan air, suhu produksinya cukup tinggi untuk menciptakan lapisan lingkaran karbon yang menjadi ciri dari *biochar* yang bagus. Jika tangan kita masih terasa berminyak dan hitam, berarti suhunya terlalu rendah dan arangnya masih mengandung minyak, aspal dan aromatik lainnya; ini berarti proses pembuatan arangnya belum cukup jauh. Pendengar/pembaca kita—petani lokal—tidak peduli pada hasil lab “yang sah.” Mereka lebih memperhatikan hasil yang bisa mereka rasakan. Khususnya mereka ingin tahu 3 hal: Apakah *biochar* kami meningkatkan hasil panen? Apakah tanamannya memang jadi terlihat lebih sehat? Apakah tanahnya memang jadi lebih subur, jika dilihat dari penampakannya, dan rasa teksturnya saat dipegang dan apakah ada cacing-cacing? Supaya dapat menarik kesimpulan dari sebuah tes *biochar*, entahlah di lab atau di lahan, bahan mentahnya harus disampaikan dengan cukup spesifik. Tanpa adanya data dasar, hasil dari suatu eksperimen sebenarnya sia-sia saja. Di lahan, pertanyaan pentingnya adalah, “Berdasarkan cara yang dipakai petani untuk membuat *biochar*, bahan apa saja yang mereka pakai?” Petani akan menggunakan berbagai macam sisa tanaman untuk membuat *biochar*; maka sebagai contoh, Anda bisa memberikan pelatihan di tempat-tempat petani menanam jagung. Tetapi jika Anda beruntung, para petani itu akan melibatkan kerabatnya yang menanam padi sehingga bisa membuat *biochar* jerami. Petani juga akan menggunakan berbagai macam metode untuk membuat *biochar*. Anda bisa mengajarkan sebuah metode khusus kepada mereka, namun Anda bisa memastikan bahwa setelah apa yang Anda ajarkan itu diulangi disampaikan serta sedikit diubah oleh mereka sebanyak 25 kali berikutnya, maka metodologi Anda itu pasti hanya tinggal sedikit sekali yang tersisa. Pertanyaan penting yang kedua ialah “Apakah hasil kinerja *biochar* ini cukup sepadan dengan apa yang harus dikerjakan oleh petani untuk membuat dan menerapkannya?

Pertanyaan terbesar yang ada di benak saya adalah: “Bisakah Anda dengan hati nurani yang bersih mengatakan kepada para petani bahwa mereka akan bisa meningkatkan hasil tanamannya jika mereka meluangkan waktu dan usaha untuk membuat *biochar* kemudian menggunakannya di lahan mereka?”⁴

Jawabannya singkat: Ya.

Bagaimana kami bisa tahu?

Saya tahu karena kami di *Warm Heart* telah mengajari para petani cara menggunakan tungku tong TLUD (*Top Lit Up Draft*) dan bak palung "nyala api" untuk membuat *biochar*. Setelah itu kami mengirim para petani ini pergi membuat *biochar*nya sendiri. Selanjutnya kami

² Ambil waktu untuk mencari di internet perusahaan apa saja yang menjual *biochar*. Ada berapa macam produk berbeda yang bisa Anda temukan? Jika Anda seperti saya, saya tidak melihat adanya perbedaan.

³ Di *Warm Heart*, kami sedang menguji kemampuan *biochar* yang diproduksi oleh TLUD dan bak palung buatan kami untuk menghilangkan logam berat, pestisida, dan kontaminan lainnya dari tanah dan air limpasan dari lahan. Penelitian ini sedang berlangsung dan hasilnya akan menjadi bahan makalah di masa depan. Ada banyak bukti ilmiah bahwa *biochar* dapat melakukan hal-hal ini dengan baik. Lihat, misalnya, Hilber dan Bucheli (2010) dan Rongjun dkk. (2014).

⁴ Poin ini penting untuk ditekankan. Ada dua dunia penelitian yang terpisah jauh. Ada orang-orang yang menjadikan penelitian itu sendiri sebagai poin pelatihan; kemudian ada orang-orang yang menjadikan potensi *biochar* untuk mengubah kehidupan itu sebagai poin pelatihan. Artikel ini adalah untuk orang-orang yang kedua, meskipun ini adalah sebuah upaya untuk menjadikan metode yang pertama bisa diterapkan di dunia “nyata” untuk memastikan bahwa “pertama, kami tidak melakukan hal yang membahayakan” dan “kedua, kita melakukan semua hal yang baik yang bisa kita lakukan.” Saya ingin melakukan ini sebagai suatu upaya meloloskan diri dari situasi sekarang yang dengan fasih digambarkan kepada saya oleh Hugh McLaughlin dalam sebuah komunikasi pribadi. “Para peneliti dari dunia *biochar* berjuang menciptakan musuh sempurna bagi yang baik—secara prinsip, dan pada dasarnya, untuk mempromosikan pencetus—diperlukan lebih banyak penelitian sebelum kita memperkenalkan kekayaan intelektual secara bebas. Penyelamatan umat manusia bisa menunggu dan penderitaan orang-orang kecil itu bisa terus berjalan sampai saya mendapat promosi sebagai Profesor, atau bahkan emeritus jika Anda cukup bodoh untuk membiarkannya...”

membuat bedengan-bedengan uji berpasangan – bedengan yang letaknya bersebelahan yang sebelumnya telah tercatat menunjukkan hasil panen yang serupa - dan meminta petani untuk menyuburkan yang satu dengan campuran pupuk sintetis yang biasanya mereka gunakan dan yang lainnya dengan *biochar* yang telah mereka buat, baik *biochar* polos ataupun yang sudah dicampur dengan pupuk kandang, urin babi, EM dan/atau tanah liat seperti yang kami minta. Kami mengharuskan semua bedengan uji terletak dekat dengan jalan yang sering dilintasi orang supaya masyarakat dapat langsung melihatnya. Kami menggantung spanduk besar di setiap bedengan yang menunjukkan perlakuan apa yang dipakai di bedeng tersebut. Kami mengulangi uji ini dengan *biochar* yang dibuat dengan berbagai bahan baku, karena petani akan menggunakan bahan baku apa pun yang mereka miliki dan penting untuk mengetahui apakah hasilnya akan bervariasi cukup besar berdasarkan bahan baku yang tersedia di lokasi tertentu.

Hasil panennya ternyata konsisten - dan positif. Berikut ini adalah hasil tes tahun 2016: 10 petani menanam Mali 105 (padi melati) dan SanPaTong (padi ketan). Catatan: spesies Mali 105 dan SanPaTong menghasilkan panen yang memang berbeda. Data ini mencerminkan variasi antarspesies serta variasi antarperlakuan. Ukuran yang dipakai adalah kilogram hasil per meter persegi. Perlakuan yang diberikan sebagai berikut: Perlakuan 1: 400 kg *biochar* yang direndam dengan urin babi. Perlakuan 2: 15 kg 50:50 campuran dari 16: 20: 0 dan 46: 0: 0 pupuk sintetis dengan 6 kg *biochar*. Perlakuan 3: 400 kg kompos dan 400 kg *biochar* direndam urin babi. Semua plot diberi *biochar* sebanyak 250 g/m².

Tabel 1. Tes yang dilakukan oleh Warm Heart pada tahun 2016, dengan 10 petani kecil membandingkan bedengan yang diberi perlakuan *biochar* dan bedengan yang menggunakan pupuk sintetis serta campuran lainnya.

Rata-rata	Panen Bedengan <i>biochar</i> (kg/m ²)	Panen Bedengan NPK (kg/m ²)	+/- peningkatan panen karena <i>biochar</i> (kg/m ²)	% +/- peningkatan panen karena <i>biochar</i>
Tr 1	.2125	.1956	.0169	8.8%
Tr 2	.3638	.3338	.03	9.1%
Tr 3	.4238	.395	.0288	7.3%
SanPaTong Tr 1	N/A	N/A	N/A	N/A
SanPaTong Tr 2	.5625	.4688	.0937	20.0%
SanPaTong Tr 3	.5738	.525	.0488	11.6%
Mali 105 Tr 1	.225	.2031	.0219	10.8%
Mali 105 Tr 2	.1419	.1419	0	0.0%
Mali 105 Tr 3	.2813	.2581	.0232	9.1%

Dalam wawancara rekaman video/[videotaped interviews](#) dengan petani yang terlibat dalam program pengujian ini (*Warm Heart* 2017), petani secara rutin berkomentar bahwa tanaman di bedeng *biochar* terlihat lebih sehat, dan mereka melihat perbaikan tanah secara jelas di sepanjang musim tanam. (Para petani khususnya sangat senang dengan dampak *biochar* pada kesehatan tanaman dan tanah, dan di beberapa kesempatan mereka mengatakan kepada kami bahwa bagi mereka hal ini lebih penting ketimbang bertambahnya hasil panen. Karena *biochar* dapat melakukan hal-hal yang jelas tidak bisa dilakukan oleh NPK maka mereka sangat menyukai *biochar*.) Uji tanah diambil segera setelah panen dari sepasang bedengan *biochar*/NPK yang ditanami Mali 105 (Perlakuan 1) menegaskan dampak positif *biochar* pada kualitas tanah.⁵

Tabel 2. Tes tanah yang dilakukan segera setelah panen dari pasangan bedengan *biochar*/NPK yang ditanami Mali 105.⁶

Bedengan	pH	%OM	%N	Fosfor mg/kg	Potassium mg/kg	Besi Cmol(+)/kg
<i>Biochar</i> (400 kg <i>biochar</i> dengan urin babi)	5.00	8.62	0.18	4.25	96.30	14.54
NPK	4.89	8.43	0.18	4.20	88.30	13.41 ⁷

Jenis-Jenis Tanah dan *Biochar*

Ada dua cara berpikir tentang tanah. Di sebagian besar aplikasi yang dilakukan di pertanian dunia maju, diskusi mengenai tanah berfokus pada karakteristik spesifik tanah di lahan tertentu, atau bahkan di sebagian lahan tersebut.⁸ Sedangkan di sebagian besar negara sedang berkembang, informasi semacam ini tidak tersedia. Namun, *biochar* dapat menawarkan potensi keuntungan relatif yang besar (terutama sebagai amandemen tanah) jika Anda mengetahui tentang lahan kerja para petani yang bekerjasama dengan Anda.

⁵ Menurut data penunjang yang dilaporkan dalam Jeffrey, dkk. (2015), *biochar* kurang bagus untuk padi. Rata-rata respon global padi ada di sekitar angka 15%; respon tahun pertamanya sekitar 11%. Tidak adanya data di tabel dan respon SanPaTong yang di luar kewajaran terhadap Perlakuan 2 menunjukkan bahwa beberapa petani yang menjalankan Perlakuan 2 telah mundur dalam waktu yang terlalu lambat bagi kami untuk menyusun ulang distribusi perlakuan dan seorang petani yang menanam Mali 105 dengan Perlakuan 2 ternyata tanamannya terserang infestasi aphid yang menghancurkan sebagian besar tanaman padi di bedeng uji *biochar* tersebut.

⁶ Hasil ini bahkan tidak memiliki referensi statistik yang paling mendasar (misalnya, standar deviasi), karena data tersebut tidak disediakan oleh laboratorium pemerintah. Angka-angka OM akan terlihat tinggi bagi siapa saja yang mengenal akrab tanah di kawasan Thailand Utara. Tanah di kawasan ini adalah sawah di mana petani membajak tunggul dan akar dan menghasilkan dua sampai tiga tanaman per tahun.

⁷ Salinan laporan bisa diperoleh dari *Warm Heart* jika diminta info@warmheartonline.org.

⁸ Peralatan yang dipandu oleh GPS sudah semakin biasa mengubah aplikasi pupuk saat alat itu bergerak melintasi lahan untuk menyesuikannya dengan berbagai variasi kecil pada tanah.

Pada skala luas, para ilmuwan mengklasifikasikan tanah berdasarkan jenisnya, masing-masing dengan karakteristik umum yang meringkaskan potensi keseluruhan tanah tersebut bagi pertanian. Di negara-negara maju, sebagian besar peta jenis tanah telah tersedia. Anda dapat membantu para petani yang terlibat dengan mengidentifikasi jenis tanah utama atau jenis tanah yang sedang mereka garap dengan memberikan rekomendasi terkait. Jika Anda bekerja dengan petani kecil di negara-negara sedang berkembang, jenis dasar tanah yang mereka tanami kemungkinan besar memiliki berbagai kekurangan yang akan dapat diperbaiki dengan memberikan *biochar*.

Bagaimana kami bisa tahu?

Sebelum berkomitmen untuk mempromosikan *biochar*, *Warm Heart* menugaskan ilmuwan ilmu tanah Peter Elstner untuk menyiapkan tinjauan jenis tanah di Asia Tenggara. Kami kemudian memintanya untuk melapisi karakteristik kunci dari setiap jenis tanah dengan apa yang diketahui tentang manfaat *biochar*. Dari sini, kita dapat secara garis besar memperkirakan tingginya efektivitas *biochar* sebagai perbaikan kualitas tanah berdasarkan distribusi global (sebagian besar di kawasan tropis) jenis tanah tertentu.

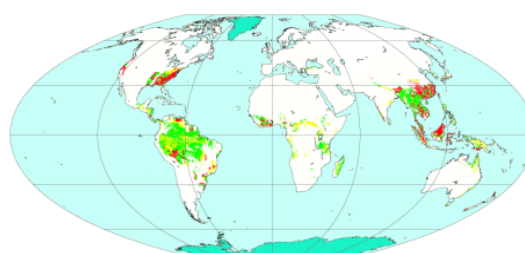
Jenis-Jenis Tanah

Jika Anda bekerja bersama petani kecil di negara-negara yang sedang berkembang, Anda kemungkinan besar berada di daerah panas di mana jenis tanah yang paling umum dijumpai adalah Acrisol, Lithosol atau Nitosol (di daratan Asia Tenggara, misalnya, ketiga jenis tanah ini meliputi lebih dari 60% total permukaan).⁹ Jika Anda memperhatikan ketiga peta dunia di bawah ini, Anda akan melihat seberapa banyak tanah di negara berkembang yang berjenis Acrisol, Lithosol atau Nitosol.) Acrisol, jenis tanah yang benar-benar buruk, sangat mudah dijumpai. Lithosol dan Nitosol lebih disukai daripada Acrisol, tetapi keduanya tidak ada yang menjanjikan untuk pertanian berkelanjutan. Namun, karakteristik yang membuat tanah Acrisol adalah tanah yang buruk ternyata justru membuat mereka sangat cocok untuk *biochar*.

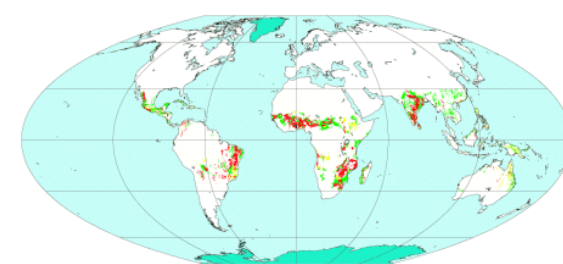
Biochar juga memberikan kompensasi yang sangat baik untuk berbagai kekurangan/defisiensi terpenting pada tanah jenis Lithosol dan Nitosol.

Tanah Acrisol (Gambar 1) “secara umum menunjukkan kekurangan hara, keracunan aluminium, kuat menyerap fosfor, mudah longsor/terkikis akibat butiran tanah dan tingginya kerentanan terhadap erosi sehingga sulit digunakan untuk tanah pertanian. Oleh karena Acrisol memiliki aktivitas biologis yang rendah, maka regenerasi alami, misalnya, regenerasi permukaan tanah yang rusak akibat operasi peralatan mekanis, berjalan sangat lambat” (FAO 2001).

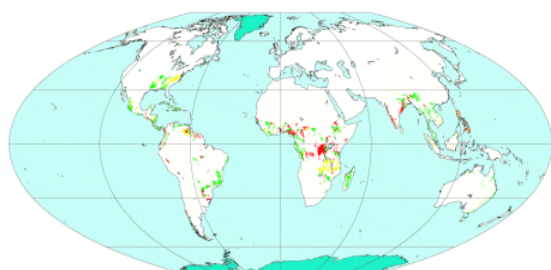
Bertani di lahan berjenis Lithosol (Gambar 2) “membutuhkan input pupuk dan/atau kapur yang dilakukan berulang.” Selain itu, “struktur tanah permukaan yang tidak stabil membuat Lithosol rentan terhadap pecahnya agregat tanah dan erosi pada tanah yang miring.” Tanah lithosol memang “memiliki jenuh basa yang lebih tinggi dan karenanya memiliki struktur yang agak lebih kuat ketimbang yang biasanya ditemukan di tanah Acrisol. Tanah jenis ini mampu lebih baik dalam menahan kelembaban ... sedikit lebih baik ketimbang ... Acrisol meskipun kandungan tanah liat dan bahan organiknya sama... Lithosol adalah tanah yang sangat terkikis oleh cuaca dan ketersediaan serta cadangan unsur haranya rendah. Namun, sifat kimia Lithosol umumnya lebih baik ketimbang ... Acrisol karena pH-nya lebih tinggi dan tidak ada toksisitas Al yang serius. Jumlah absolut kandungan basa yang dapat ditukar umumnya tidak lebih dari $2 \text{ cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}$ tanah halus karena rendahnya kapasitas pertukaran kation dalam Lithosol. Tingkat unsur hara yang absolut rendah dan retensi kation rendah dalam Lithosol membuat dibutuhkan asupan berulang dalam bentuk pupuk dan/atau kapur menjadi prasyarat untuk melakukan budidaya yang berkelanjutan. Lithosol yang rusak secara kimiawi dan/atau secara fisik akan melakukan regenerasi yang sangat lambat jika tidak direklamasi secara aktif” (FAO 2001).



Gambar 1. Peta Distribusi Global Tanah Acrisol



Gambar 2. Peta Distribusi Global Jenis Tanah Lithosol



Nitosol (Gambar 3) dianggap tanah yang baik di daerah tropis-lembab karena jenis tanah ini stabil dan tahan erosi, dan karena jenis tanah ini memungkinkan tanaman berakar dalam, mempunyai drainase yang baik dan mampu menahan air. Tanah ini mengandung lebih banyak bahan organik dan nutrisi kimia ketimbang Acrisol dan Lithosol, tetapi masih belum sangat subur sehingga mereka paling baik digunakan untuk tanaman perkebunan yang tidak banyak tuntutan, misalnya kopi, kakao dan karet (FAO 2001).

Gambar 3. Peta Distribusi Global Jenis Tanah Nitosol



⁹ Semua rujukan spesifik untuk tanah di kawasan Asia Tenggara dan Tabel Perbandingan Tanah/Biochar di bawah ini diambil dari Elstner 2017. [Add ECHO Asia Note link](#)

Biochar dan Jenis-Jenis Tanah

Dalam versi asli “Tanah di Daratan Utama Asia Tenggara,” Elstner (2017- tersedia atas permintaan) merangkumkan apa yang dianggap sebagai manfaat utama *biochar* dan kemudian membandingkan pola-pola manfaat tersebut dengan karakteristik yang terkait dengan setiap jenis tanah utama. Ringkasannya yang sangat berguna tentang manfaat *biochar* menunjukkan bahwa *biochar*:

- Mengurangi keasaman tanah dengan meningkatkan pH tanah
- Meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KPK)
- Mengurangi pencucian/pelindian hara
- Memperbaiki lapisan tanah dan mengurangi kepadatan tanah
- Meningkatkan kapasitas daya tanah dalam menahan air
- Mengurangi toksisitas aluminium
- Mendukung kehidupan mikroba tanah

Saat Elstner kemudian merangkum karakteristik masing-masing jenis tanah seperti yang sebenarnya diuji di Asia Tenggara, menjadi jelas bahwa *biochar* bukanlah obat mujarab untuk semua tempat dan semua jenis tanah. Namun, ketika Anda memeriksa sifat kimia dan agronomis dari jenis-jenis tanah tersebut (Tabel 1), jelas bahwa Acrisol, Nitosol dan Lithosol (Lixisol) semuanya dapat memperoleh manfaat dari penggunaan *biochar* (Tabel 2).

Sebagai rangkuman, jika Anda bekerja bersama para petani kecil di daerah tropis atau semi- tropis, Anda mungkin tidak dapat menyesuaikan sampai detail-- jenis *biochar* apa yang akan Anda gunakan untuk tanah tertentu di masing-masing lahan petani, tetapi Anda dapat menilai dengan pasti apakah *biochar* memberi dampak atau tidak. Jika tanah Anda adalah Acrisol, Anda dapat mengharapkan *biochar* memiliki efek besar; jika tanahnya Lithosol, efeknya bagus; dan jika tanahnya adalah Nitosol, dampaknya akan cukup baik sampai ke baik sekali. Anda dapat mencapai hasil yang lebih tinggi dari yang diharapkan, tetapi jangan pernah terlalu banyak berjanji dan pastikan untuk terlebih dahulu menguji sendiri produksi, aplikasi, dan penggunaan *biochar* sebelum Anda memperluasnya ke petani!

(Data internasional menunjukkan bahwa penilaian artikel ini terhadap kemanjuran *biochar* mungkin dianggap terlalu konservatif. Data uji percobaan bahkan di tanah-tanah utama di AS dan Eropa menunjukkan hasil yang sangat baik. Namun, karena Anda dan petani yang terlibat tidak dapat mengetahui spesifikasi tanah secara tepat maka kesimpulan utamanya adalah kemungkinan besar, kekurangan-kekurangan tanah Anda dapat diperbaiki oleh *biochar*.)

Pengukuran

Anda akan menemui kesulitan saat berusaha menggunakan dan mengomunikasikan pengukuran standar ketika bekerja bersama petani kecil dalam membuat pupuk berbasis *biochar*. Dalam latar laboratorium, kita bisa bekerja dengan berangkat dari yang absolut; yang terbaik adalah bahan kering atau “*dry matter*”; supaya Anda dapat menentukan dengan tepat berapa banyak *biochar* atau kompos yang sedang Anda gunakan, Anda benar-benar mengeringkan seluruhnya kemudian menimbanginya. Selain itu, di laboratorium Anda dapat menganalisis kandungan kimia bahan basah seperti urin babi (yang kami gunakan untuk memberi muatan pada *biochar*), dan Anda bisa tahu persis apa yang Anda masukkan ke dalam *biochar* Anda per literinya. Namun teknik ini tidak tersedia di lapangan. Selintas, Anda mungkin mempertimbangkan bahwa *biochar* tidak mengembang ketika basah, sehingga Anda bisa menggunakan volume sebagai cara yang konsisten untuk mengukur - tetapi kemudian Anda akan teringat bahwa setiap bahan baku (dan setiap metode pirolisis dan suhu di mana pirolisis itu diproduksi) menghasilkan konsistensi *biochar* yang berbeda-beda— yang masing-masingnya memiliki kepadatan yang berbeda, dan hancur secara berlainan sesuai waktu.

Tabel 3: Ciri-ciri dari tujuh jenis tanah di Dataran Utama Asia Tenggara. (Dari Elstner 2017).

RSGs	Kesuburan	pH	CEC	Struktur Tanah	Kemampuan Menahan Air	Drainase	Aktivitas Fauna
Acrisols	Rendah	Asam	Rendah	Kestabilan Rendah	Rendah	Baik	Rendah
Gleysols	Baik	Sedikit Asam sampai netral	Tinggi	N/A	N/A	Jenuh air	Rendah
Cambisols	Baik	Sedikit Asam sampai netral	Medium	Stabil	Baik	baik	Tinggi
Lithosols	Rendah	Sedikit Asam sampai netral	Medium	Stabil	Rendah	baik	Rendah
Luvisols	Baik	Sedikit Asam sampai netral	Medium	Stabil	N/A	baik	N/A
Fluvisols	Baik	Netral	Medium	Stabil	Baik	Air tanah mandeg	N/A
Nitosols	Rendah	Asam	Rendah	Stabil	Rendah	baik	Tinggi

Tabel 4: Dampak *biochar* pada tiga tanah yang paling umum dijumpai dan yang paling bermasalah: Acrisol, Lithosol (Lixisol) and Nitosol. Di negara-negara sedang berkembang di kawasan tropis, jenis-jenis tanah ini mencakup hampir dua per tiga dari permukaan tanah total.

Jenis Tanah	Kesuburan	pH	CEC	Struktur Tanah	Kemampuan Menahan Air	Drainase	Aktivitas Fauna
Acrisols	Meningkat	Bertambah	Bertambah	Meningkat	Meningkat	Meningkat	Meningkat
Lithosols	Meningkat	Meningkat sampai ke Netral	Netral	Netral	Meningkat	Netral	Meningkat
Nitisols	Meningkat	Bertambah	Bertambah	Netral	Meningkat	Netral	Netral

Jadi apa yang harus dilakukan?

Pertama, ingatkan diri Anda, pada awalnya mengapa Anda ingin mengukur *biochar* itu. Anda tidak mengukur dengan tujuan mendapat ukuran pengujian ilmiah yang tepat. Anda mengukur untuk mencari sampai sejauh mana percobaan ini bisa diterapkan ulang. Anda ingin tahu: jika saya melakukan *ini*, apa yang akan saya *peroleh*? Jika saya melakukan *itu*, apa yang akan saya *dapatkan*? Anda ingin tahu apa dampak campuran *biochar* tertentu terhadap hasil panen, kesehatan tanaman, dan/atau kualitas tanah. Anda memerlukan cara untuk mengukur yang akan memungkinkan Anda membandingkan perlakuan yang satu terhadap perlakuan yang lain di dalam toleransi yang relatif masuk akal dengan mengingat *alat-alat yang memang benar-benar akan dipakai oleh para petani*.

Dan alat itu adalah—ember.

Para petani yang bekerja sama dengan Anda hampir pasti memiliki akses ke timbangan yang biasa dipakai untuk menimbang beras atau hasil panen lainnya sehingga mereka dapat menimbang bahan resep *biochar* mereka. Namun, tanpa mengetahui kadar air dari bahan-bahan yang Anda pakai maka pengukuran berdasarkan berat ini tidak akan memberitahu banyak. Misalnya, *biochar* yang dibuat di JRo hampir pasti memiliki kadar air yang lebih rendah ketimbang *biochar* yang dibuat di sebuah bak palung FC.

Kami di *Warm Heart* tidak dapat mengukur kadar air dengan akurat. Namun, standar internasional untuk aplikasi *biochar* ditetapkan dalam ton per hektar (tanpa menetapkan kadar air secara spesifik). Hal ini menuntut kita untuk memperkirakan gram/kilogram yang diberikan per meter persegi. Memperkirakan berapa tingkat pemberian *biochar* ketika seorang petani memupukkannya dengan menggunakan tangan; tanpa mempunyai definisi standar kadar air atau kemampuan untuk mengukurnya sudah merupakan hal yang sulit, apalagi mencoba memperkirakan berapa gram yang diberikan per meter persegi.

“Standar internasional” untuk aplikasi *biochar* (berdasarkan penelitian di seluruh dunia) adalah 10 ton per hektar atau 1kg/m². Literatur ilmiah menunjukkan bahwa semakin baik tanah, semakin banyak *biochar* yang akan dibutuhkan untuk menunjukkan hasil capaian yang nyata. Di *Warm Heart*, kami telah menemukan bahwa kebalikannya juga benar; tanah yang paling buruk adalah (Acrisol yang tererosi, misalnya)—semakin buruk tanahnya maka semakin sedikit *biochar* yang diperlukan untuk meningkatkan hasil. Dalam eksperimen kami, kami tidak pernah menggunakan lebih dari 250 gram/m², namun kami telah melihat peningkatan yang besar, karena kami berupaya meningkatkan hasil tetapi meminimalkan pekerjaan tambahan para petani miskin yang seringnya sudah berusia tua dan/atau kurang gizi.

Oleh karena kadar air demikian sulit diukur maka kita memerlukan cara yang dapat dipakai untuk membandingkan angkatan-angkatan pemberian *biochar*, kompos, tanah liat, atau bahan lainnya, untuk menentukan apakah di lapangan variasi –variasi tersebut membuahkan perbedaan hasil.

Daripada mengukur berdasarkan beratnya, jauh lebih mudah bagi kita untuk memakai ember guna mengukur volume bahan. Mulailah dengan sejumlah besar *biochar* dan bahan tambahan lain yang Anda rencanakan untuk digunakan. Campur semua perlakuan secara bersamaan, menggunakan bahan yang sama dan ember yang sama. Sebaik yang Anda bisa, tambahkan bahan dalam proporsi konstan. Jika petani Anda mengambil pendekatan yang sama — dan Anda melakukan hal yang sama dari waktu ke waktu — Anda akan mempunyai suatu perbandingan relatif yang sudah sedekat mungkin.

Tes Ember tidak memungkinkan Anda mengatakan sesuatu yang pasti di luar konteks lokal Anda sendiri (ini mencakup jenis tanah, metode pirolisis arang, bahan baku, perubahan pemupukan untuk amandemen tanah, lama masa *biochar* dianggurkan, dll.). Namun, asalkan Anda menyusun tes dengan benar - yaitu Anda mengelola perlakuan secara seksama dengan cara ini dan menerapkannya dalam pola yang tepat, acak dan direplikasi dengan konsisten - Anda akan dapat membuat klaim yang kuat tentang nilai dari setiap perlakuan secara relatif terhadap yang lain dalam konteks lokal Anda. Perhatikan baik-baik bahwa pendekatan ini tidak dimaksudkan untuk melakukannya secara “tidak ilmiah.” Sebaliknya, pendekatan ini memperhitungkan keterbatasan-keterbatasan situasi di mana Anda bekerja, namun dengan tetap memenuhi syarat-syarat dasar metode ilmiah. Eksperimen Anda mungkin tidak akan memunculkan hasil yang dapat dipublikasikan, tetapi *dapat* menghasilkan perbandingan relatif yang bermakna antara perlakuan yang satu dibanding yang lain dalam konteks khusus Anda, yang nantinya dapat memberikan panduan kepada orang lain seperti Anda, yang juga beroperasi dalam konteks yang serupa dengan konteks Anda. Jika Anda melanjutkan dengan cara ini, Anda akan dapat dengan penuh keyakinan memberikan pernyataan kepada para petani bahwa jika mereka membuat arang-bio seperti ini dan mencampurkannya seperti itu, maka mereka dapat berharap akan menuai hasil tertentu.

Kesimpulan

Jangan disesatkan oleh klaim orang-orang tentang apa yang disebut "*Biochar* berkualitas." Demikian pula, jangan terpaku pada "*biochar* yang tepat untuk pemakaian yang tepat" atau "cara yang tepat untuk mengukur." Cari metode dan bahan yang “cukup baik” di konteks khusus Anda, apa yang ingin Anda capai, dan sumber daya yang tersedia untuk Anda. Bahkan di zaman kuno, Aristoteles sudah mengatakan sesuatu yang senada: carilah "tingkat ketelitian dalam setiap jenis studi, yang memang dimungkinkan oleh sifat bahan/subjeknya" (Aristoteles, trans. 1962).

Pustaka

- Aristotle. Diterjemahkan pada 1962. *Nicomachean Ethics*. The Library of Liberal Arts. Diterjemahkan oleh Martin Ostwald.
- Elstner, P. 2017. Soils of Mainland Southeast Asia. *ECHO Asia Notes* #30. *Tersedia di*: <https://www.echocommunity.org/en/resources/3e433eed-7f37-488f-841f-32fef3d1652f>.
- FAO 2001. Lecture Notes on the Major Soils of the World. P. Driessen, J. Deckers, O. Spaargaren, and F. Nachtergaele (Eds.). Rome: FAO. *Tersedia di*: <http://www.fao.org/docrep/003/y1899e/y1899e00.HTM>.
- Hilber, I., and T. D. Bucheli. 2010. Activated carbon amendment to remediate contaminated sediments and soils: A review. *Global NEST Journal* 12(3): 305-317.
- International Biochar Initiative (IBI). 2018. *Available*: <http://www.biochar-international.org/>.
- Jeffrey, S., D. Abalos, K. A. Spokas, and F. G. A. Verheijen. 2015. Biochar effects on crop yield. *In*: *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation*, 2nd ed., Eds. Johannes Lehmann and Stephen Joseph. New York: Routledge. Hlm. 301-325.

- McLaughlin, H. 2010. Characterizing biochars: Attributes, indicators and at-home tests. *In: The Biochar Revolution: Transforming Agriculture and Environment*. Eds. Paul Taylor and Hugh McLaughlin. Lilydale, Australia: Global Publishing Group. *Tersedia di*: <http://warmheartworldwide.org/characterizing-biochar/>.
- Rongjun, B., S. Joseph, L. Cui, G. Pan, L. Li, X. Liua, A. Zhanga, H. Rutledge, S. Wonge, C. Chia, C. Marjo, B. Gong, P. Munroec, and S. Donned. 2014. A three-year experiment confirms continuous immobilization of cadmium and lead in contaminated paddy field with biochar amendment. *Journal of Hazardous Materials* 272: 121-128.
- Warm Heart Foundation. 2017. Biochar Interviews with Farmers in Phrao (English Version). Chiang Mai, Thailand: Warm Heart Foundation. *Tersedia di*: <https://youtu.be/eUSEE1-ueE0>.

