

VARIASI BAHAN BAKU BIOCHAR TERHADAP KUALITAS TANAH DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN KEDELAI DI LAHAN KERING LOMBOK UTARA

VARIATION OF BIOCHAR RAW MATERIALS ON SOIL QUALITY AND PRODUCTIVITY OF SOYBEAN CROPS IN DRY LAND NORTH LOMBOK

**Baiq Eliza Prizma Mahardhika¹, Suwardji², Taufik Fauzi²,
AA Ketut Sudarmawan²**

¹Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Pengelolaan Lahan Kering, Universitas Mataram

²Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

* Email Penulis korespondensi: baiqeliza13@gmail.com

Abstrak

Dalam upaya meningkatkan kualitas sifat fisik, kimia, biologi tanah serta peningkatan produktivitas tanaman, sebaiknya dipilih bahan pembenah dari bahan yang sulit terdekomposisi agar dapat bertahan lama dalam tanah. Salah satu bahan yang memenuhi sifat tersebut adalah biochar, yaitu padatan kaya kandungan karbon yang merupakan hasil konversi dari biomas melalui proses pirolisis. Biochar memiliki keunggulan lebih resisten terhadap pelapukan di banding dengan bahan organik hasil dekomposisi, sehingga mampu memulihkan lahan-lahan pertanian yang terdegradasi. Tujuan dilakukan penulisan ini yaitu untuk mengetahui sifat dan karakteristik biochar dan pengaruh biochar terhadap kualitas tanah dan produktivitas tanaman kedelai di lahan kering. Penulisan artikel ini dilakukan metode deskriptif, dimana teknik pengambilan data (literatur) didapatkan melalui buku, artikel, ataupun jurnal ilmiah dari penelitian-penelitian sebelumnya. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan mengidentifikasi wacana, artikel, makalah, internet dan buku-buku, atau informasi lainnya yang sekiranya berhubungan dengan tujuan topik ini.

Kata-Kata Kunci : Macam Biochar, Kualitas Tanah, Kedelai, Lahan Kering.

Abstract

In an effort to improve the quality of the physical, chemical and biological properties of the soil and increase plant productivity, it is better to choose a fixer from a material that is difficult to decompose so that it can last a long time in the soil. One of the materials that fulfills these properties is biochar, which is a solid rich in carbon content which is the result of conversion of biomass through a pyrolysis process. Biochar has the advantage of being more resistant to weathering than organic matter resulting from decomposition, so it is able to restore degraded agricultural lands. The purpose of this writing is to determine the nature and characteristics of biochar, the effect of biochar on soil quality and productivity of soybean plants in dry land. This article was written using a descriptive method, in which data collection techniques (literature) were obtained from books, articles, or scientific journals from previous studies. Data collection techniques are carried out by identifying discourses, articles, papers, the internet and books, or other information that is related to the purpose of this topic.

Keywords : Kinds of Biochar, Soil Quality, Soybean, Dry Land.

PENDAHULUAN

Lahan kering menempati sebagian besar luasnya, yaitu 47.653 hektar atau 75,7 persen, sebagai jumlah pertanian harian terbesar di Kabupaten Lombok Utara, sedangkan lahan sawah hanya menempati 11,8 persen (BPS, 2019). Pola budidaya di hamparan lahan yang sebagian besar gerang menghadirkan tantangan pengelolaan yang signifikan untuk mencapai produktivitas guna meningkatkan kesejahteraan manusia. Pengembangan potensi sumber daya alam dalam konteks ini, khususnya lahan kering/kawasan yang digunakan untuk pembangunan pertanian, cukup strategis. Lahan kering yang

keterbatasan utamanya adalah kekurangan air biasanya yaitu selama musim hujan dan pada musim kemarau hanya di beberapa tempat yang dapat dilakukan kegiatan pertanian dengan lubang bor sebagai sumber air irigasi. Tanaman yang paling umum ditanam di lahan kering yaitu tanaman palawija, umbi-umbian dan tanaman herba.

Kedelai termasuk sayuran yang termasuk komoditas kebun yang sangat penting, karena sangat dibutuhkan penduduk untuk berbagai keperluan, baik buah segar maupun hasil olahannya. Namun, produksi kedelai akhir-akhir ini menurun karena penggunaan pupuk yang kurang optimal, cara budidaya yang tidak tepat, lahan pertanian yang kurang subur dan kualitas tanah yang kurang baik. Kualitas tanah berpasir yang buruk ditandai dengan rendahnya akumulasi bahan organik, air dan unsur hara. Selain itu, produksi harus ditingkatkan untuk mencapai hasil yang optimal dan berkelanjutan. Salah satu kemungkinannya adalah teknik budidaya yang baik dan ramah lingkungan dengan pembenah tanah.

Untuk meningkatkan kualitas sifat fisik, kimia dan biologi tanah serta meningkatkan produktivitas tanaman, sebaiknya dipilih bahan fiksatif yang terbuat dari bahan yang tidak mengalami pembusukan, sehingga bertahan lama di dalam tanah. Salah satu material yang memenuhi karakteristik tersebut adalah biokarbon, suatu padatan kaya karbon yang dihasilkan ketika biomassa diubah melalui proses pirolisis. Keuntungan dari biochar adalah lebih tahan cuaca daripada pembusukan bahan organik, memungkinkannya memulihkan lahan pertanian yang terdegradasi. Selain itu, penggunaan bahan organik seperti biochar merupakan satu-satunya cara paling efektif untuk mencegah oksidasi karbon di dalam tanah (Glaser et al., 2002). Sebuah proses yang dikenal sebagai pembakaran tidak sempurna (pirolisis) diperlukan untuk penggunaan beberapa bahan yang sangat merusak, seperti limbah berbasis pertanian, untuk menghasilkan karbon (biochar) yang diaplikasikan ke permukaan tanah.

Hasil berbagai penelitian menunjukkan bahwa biochar dapat meningkatkan jumlah tanaman dengan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologinya, termasuk struktur tanaman, ketersediaan unsur hara, retensi air, dan unsur hara (Glaser et al. 2002; Lehmann et al. 2003; Lehmann et al. Rondon 2005; Sombroek dkk. 1993). Penelitian yang lebih lama menemukan bahwa produksi biochar meningkat (Lehmann et al. 2003). Dalam interaksinya dengan pupuk, biochar meningkatkan siklus nitrogen (N) dan fosfor (P) dalam tanah serta kandungan nitrogen (N) dan fosfor (P) organisme tanah (DeLuca et al., 2009). Adapun tujuan dari penulisan ini yaitu untuk mengetahui sifat dan karakteristik biochar serta pengaruh biochar terhadap kualitas tanah dan produktivitas tanaman kedelai di lahan kering.

Berdasarkan beberapa hal yang telah diuraikan diatas, maka perlu dilakukannya penulisan tentang “Variasi Bahan Baku Biochar Terhadap Kualitas Tanah dan Produktivitas Tanaman Kedelai di Lahan Kering, Lombok Utara.” Dari penulisan ini diharapkan dapat menambah wawasan dari manfaat limbah pertanian dan aplikasinya terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam topik ini adalah metode deskriptif, dimana teknik pengumpulan data (literatur) diperoleh dari buku, artikel, atau bahkan jurnal yang memuat temuan-temuan peneliti sebelumnya. Teknik pengumpulan data meliputi mengidentifikasi buku, artikel, majalah, situs web, blog, dan materi lain yang mungkin relevan dengan topik yang dibahas. Metode induksi dan deduksi digunakan untuk memperoleh metode pengambilan kesimpulan. Metode deduksi dimulai dengan sifat-

umum pernyataan dan diikuti oleh fakta sifat-khusus atau bukti. Berbeda dengan ini, metode induksi pertama-tama melibatkan pengumpulan hasil terfokus yang kemudian diproses untuk mendapatkan hasil yang diinginkan (Hasan, 2002 dalam Solihah, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Biochar

Kegunaan biochar terkait dengan mekanisme proses yang terjadi di dalam tanah adalah: (i) meningkatkan kapasitas memegang air (ii) menurunkan pencucian nutrisi (iii) meningkatkan kapasitas tukar kation, (iv) menurunkan run-off nitrogen dan (v) meningkatkan biomassa dan produksi tanaman (Rondon et al. 2007, Van Zwieten et al. 2008, Kimetu et al. 2008, Filiberto dan Gaunt 2013, Santi 2017).

Hal ini mendukung penelitian yang dilakukan oleh Liang et al. (2006) yang mengatakan bahwa produk biochar segar akan memiliki nilai KTK yang relatif rendah pada beberapa teknik produksi biochar secara pirolisis. Sebaliknya, biochar berumur tua yang ditemukan di dalam tanah, seperti dark earth di Amazon, memiliki KTK yang tinggi. Menurut Liang et al. (2006), selain memiliki area permafrost yang lebih besar, biochar juga memiliki kapasitas pemurnian udara yang jauh lebih tinggi.

Karena kemampuannya dalam menangkap senyawa organik terlarut, gas, dan hara anorganik (Chan dan Xu 2009), biochar diyakini struktur pori dan luas permukaan dapat bermanfaat bagi nutrisi tanaman dan kesehatan tanah. Organisasi biochar lainnya dapat berfungsi sebagai habitat biota tropis (Lehmann et al. Di lain pihak biochar dapat berfungsi sebagai habitat bagi biota tanah (Lehmann et al. 2011), bakteri (Kim et al. 2007, Santi dan Goenadi 2010), fungi (Thorn dan Lynch 2007), aktinomisetes (Lal 2006), dan mikoriza (Warnock et al. 2007).

Penggunaan biochar untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas serta sequestrasi karbon tergolong cukup prospektif. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa penambahan biochar ke tanah mampu mengubah sifat fisik tanah yaitu mempengaruhi kedalaman tanah, tekstur, struktur (Kolb 2007), porositas dan konsistensi melalui perubahan luas permukaan (Troeh dan Thompson 2005), distribusi ruang pori, kerapatan dan pemampatan (Paul 2007).

Pengaruh biochar terhadap sifat fisik tanah kemudian berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman, karena kedalaman penetrasi akar serta ketersediaan udara dan air di zona akar sangat ditentukan oleh perbaikan horizon tanah (Brady dan Weil 2008). Kehadiran biochar dalam tanah secara langsung mempengaruhi respon tanah terhadap air, agregasi, kemudahan pengolahan, dinamika pembengkakan dan penyusutan dan permeabilitas, serta kapasitas pengikatan kation dan respon terhadap perubahan suhu. Selain itu, perubahan tidak langsung pada sifat fisik tersebut mempengaruhi sifat kimia tanah, seperti reaksi kimia dan perubahan habitat mikroba yang terlindung. Selain itu, keberadaan pori makro dan mikro menentukan sifat aerasi dan hidrologi tanah (Troeh dan Thompson 2005).

Komposisi biochar bervariasi tergantung bahan pembuat kue. Jika dibandingkan dengan biochar yang terbuat dari jerami dan/atau sekam padi, bahan baku biochar yang terbuat dari kayu dengan kandungan kaya lignin (kadar serat tinggi) juga sering menghasilkan karbon, dan pelapukan tanah juga membutuhkan waktu yang lebih lama. Biochar memiliki sifat fisik mendasar yang memungkinkannya menghasilkan ekspansi udara berkapasitas tinggi, permukaan khusus yang besar dengan porositas dan densitas tinggi. Meningkatkan ketersediaan kation tanah, fosfor, dan kalium, yang pada penambahan meningkatkan hasil, dalam menambahkan biochar ke tanah. Tingginya

ketersediaan unsur hara tanaman secara langsung dibekali dengan tambahan unsur hara dari biochar, peningkatan retensi unsur hara, dan perubahan dinamika mikroba tanah. Manfaat jangka panjang untuk ketersediaan nutrisi tersedia dengan stabilisasi yang tinggi dan menyerap nutrisi karbon organik yang lambat dibandingkan dengan bahan organik yang biasa digunakan.

Pengaruh biochar terhadap kualitas tanah

Beberapa temuan penelitian menunjukkan bahwa biochar yang diaplikasikan pada tanah berpotensi meningkatkan kadar P tersedia secara signifikan dengan memperbaiki sifat-sifat tanah seperti pH, KTK, dan aktivitas berbagai senyawa seperti C organik, N total, dan senyawa Fe dan Al (Rondon et al., 2007; Novak et al., 2009; Baronti et al., 2010; Nigussie et al., 2012). Hasil positif terlihat pada pertumbuhan tanaman yang tumbuh di atas sebagai akibat dari perbaikan sifat kimiawi yang secara tidak langsung disebabkan oleh penggunaan biochar.

Aplikasi biochar yang dibuat dari berbagai bahan biochar dengan bahan yang mengandung biochar tidak mengungkapkan interaksi yang signifikan terkait dengan perubahan tinggi muka air danau. Namun, satu-satunya faktor terpenting, jenis dan dosis biochar, memiliki dampak yang sangat signifikan terhadap perubahan BV.

Dengan meningkatnya dosis biochar, peningkatan kapasitas menahan air (WHC) juga dapat ditunjukkan. Kombinasi perlakuan biochar dan dosis biochar menunjukkan interaksi yang signifikan. Setiap jenis biochar dan dosis biochar juga mempengaruhi peningkatan pH tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi dengan biochar limbah kulit kakao jenis dengan dosis 37,5 g/kg tanah (B2D4) memiliki peningkatan pH tertinggi yaitu peningkatan pH tanah menjadi 29,36 pada peningkatan pH dari 8,03. Peningkatan pH terkecil ditunjukkan oleh biochar limbah kulit kakao dengan dosis 12,5 g/kg tanah (B1D2) yang meningkatkan pH menjadi hanya 7,29, pada pH 6,77. Setiap biochar memiliki kemampuan yang berbeda dalam menaikkan pH tanah. Hal ini dikarenakan setiap bahan memiliki sifat yang berbeda. Memang, studi pendahuluan menunjukkan bahwa biochar yang terbuat dari limbah kulit kakao memiliki nilai pH tertinggi (10,31), diikuti oleh biochar biji karet (8,7) dan biochar limbah kulit kakao (8,15). pH tanah Hal ini dapat terjadi karena biochar mengandung kation basa (K, Ca, Na, Mg) dan silikat yang berbeda pada masing-masing bahan biochar.

Pengaruh penggunaan biochar terhadap pertumbuhan tanaman kedelai

Menurut Marris (2006), penggunaan biochar tidak hanya mendorong pertumbuhan karbon tanah, tetapi juga dapat digunakan sebagai pupuk. Akar diberi sentuhan biochar dan mendapat manfaat darinya di tanah ketika tanaman kecambah dan akarnya bengkok. Biochar dapat meningkatkan hasil panen dengan meningkatkan serapan hara. Da Silva dkk. (2017) menemukan bahwa penggunaan biochar meningkatkan hasil, pertumbuhan, dan kualitas kayu dari *Phaseolus vulgaris* L. Biochar tidak hanya digunakan sebagai sumber nutrisi, tetapi juga mempengaruhi ketersediaan nutrisi. Menurut Karim et al. (2020), biochar harus dibedakan dari bahan lain berdasarkan ukuran dan bentuk partikelnya karena dapat meningkatkan terjadinya Ca dan Mg dalam kadar tinggi yang tidak wajar.

Naem dkk. (2017) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara tanah dipengaruhi secara negatif oleh pemasaran bahan organik tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah bahan organik dalam tanah meningkat ketika biochar digunakan. Tanaman membutuhkan unsur hara N dalam jumlah yang cukup

besar selama sebulan Tanam. Hal ini disebabkan meningkatnya N tanah total setelah aplikasi biochar. Pertambahan tinggi dan jumlah daun tanaman merupakan akibat dari aspirasi Hara terhadap tanah tersebut. Menurut Sa'adah dan ulama Islam, nitrogen dibutuhkan selama musim tanam, karena lebih banyak nitrogen yang dibutuhkan selama fase tumbuhan daripada fosfor dan kalium.

Menurut Slatyer, (1971) foto-foto yang terjadi setelah pembungaan mengungkapkan hasil dari tanaman bijibijian (serealia). Akibatnya ketersediaan fotosintat pada tahap penawaran akibat turbulensi di udara dan campur tangan manusia akan mempengaruhi kualitas hasil penawaran. Bobot kering panen merupakan hasil biji per-tanaman yang dihasilkan oleh bobot polong, polong bernas nomor, dan bobot 100 biji. Bobot kering biji per tanaman, bobot kering biji per petak, dan bobot kering biji ha-1 semuanya dapat ditingkatkan karena penggunaan bahan organik, menurut Nasution et al. (2016). Beberapa penelitian telah menetapkan bahwa menambahkan biochar ke dalam tanah dapat meningkatkan kualitas tanah dan hasil uji panen (Marris, 2006; Chan et al., 2007).

Manfaat penggunaan biochar di lahan kering

Manfaat penggunaan biochar pada lahan miring antara lain, namun tidak terbatas pada, memperbaiki pH tanah dan KTK, kapasitas udara dan air, serta C total tanah. Dibandingkan dengan pembenah tanah lainnya, biochar memiliki manfaat sebagai berikut: (1) dapat mengurangi jumlah emisi karbondioksida; (2) dapat menciptakan lingkungan yang cocok untuk mikroorganisme (Badan Litbang Pertanian, 2012); dan (3) dapat stabil di lingkungan (sedikit membusuk); biochar dapat hadir di lingkungan selama lebih dari 400 tahun dan digunakan sebagai penyerap karbon.

Memanfaatkan berbagai mekanisme, meningkatkan konsentrasi karbon dioksida atmosfer menggunakan karbon perusak biokarbon; 1) Karbon dihilangkan dari cara hidup standar yang terbuka dan tidak panas di tundra; 2) Lahan yang diproduksi dengan biochar mengurangi kebutuhan akan penyejuk udara dan pemanas sekaligus menggunakan lebih sedikit energi. Dari sudut pandang praktis, penggunaan biokarbon merusak karbon, meningkatkan konsentrasi karbon di atmosfer dengan menggunakan berbagai mekanisme; 1) Karbon dihilangkan dari praktek-praktek tanaman dan dikubur di dalam tanah; 2) Tanah yang diolah dengan biochar mengurangi kebutuhan akan udara dan air karena daya rekat kedua bahan tersebut tinggi, sedangkan penggunaan keduanya meningkatkan emisi karbon; dan 3) mengurangi dekomposisi tanaman dan pertanian sisa dan limbah yang melepaskan gas metana, gas yang lebih bermanfaat daripada karbon dioksida (Gani, 2009).

Wilson (2014) menyatakan bahwa hasil biochar terkait pirolisis dapat ditransformasikan dan digunakan untuk membuat senyawa baru. Sebagai hasil dari modifikasi ini, beberapa molekul berbeda yang disebut sebagai molekul fungsional gugus dan yang sebagian besar terdiri dari oksigen, hidrogen, dan karbon kini ditemukan di permukaan. Fungsi Gugus dengan cara ini mengikat ikatan pada nutrisi dan mineral, sedangkan asam sinamat, yang termasuk dalam biochar dan berpotensi meningkatkan metabolisme mikroba dan penyerapan nutrisi, menyebabkan reaksi redoks dan emisi elektron di sekitar sel mikroba.

Santi dan Goenadi (2010) menyatakan bahwa biochar berfungsi sebagai pembenah tanah sekaligus memperbaiki integritas fisik, iklim, dan biologis tanah. Habitat yang menguntungkan untuk tempat tinggal mikroba dapat disediakan oleh biochar. Taruh biochar di tanah untuk meningkatkan tekanan di sana Dalam dunia yang sempurna, biochar akan ditempatkan langsung di atas altar Buddha atau ditempatkan di

sebelah permukaan tanah di daerah di mana terjadi ketidakseimbangan nutrisi dan tanaman serafim. Sistem yang dimaksud dapat memanfaatkan produksi biochar di area sekitar akar, seperti ketika menggunakannya sebagai bahan bakar untuk produksi karbon atau untuk menciptakan kelembapan. Biochar cenderung mengikat karbon dan lebih baik ditempatkan lebih dalam di tanah. Biochar tanah dapat meningkatkan stabilitas agregat, retensi air dan siklus hara.

Manfaat menambahkan biokarbon ke dalam tanah antara lain meningkatkan pertumbuhan tanaman, mengurangi emisi metana, mengurangi emisi NO_x (sekitar 50%), mengurangi kebutuhan pupuk (sekitar 10%), mengurangi pencucian unsur hara, dan penyimpanan karbon jangka panjang yang stabil, mengurangi peningkatan keasaman tanah, peningkatan pH tanah, pengurangan keracunan aluminium, peningkatan agregat tanah, mengakibatkan peningkatan hifa jamur, peningkatan air tanah dan kemampuan tanah Ca, Mg untuk menghasilkan P dan K, meningkatkan respirasi mikroba tanah, meningkatkan biomassa mikroba tanah, merangsang simbiosis pengikat nitrogen pada legum, meningkatkan mikoriza cendawan arbuskula, meningkatkan kapasitas tukar kation, meningkatkan hasil (20-120%) dan kualitas produksi tanaman pertanian (Gani, 2009).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Biochar dapat memperbaiki prinsip biologi, kimia, dan fisika. Penambahan biochar juga memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kapasitas pertukaran udara, yang mengurangi ketersediaan unsur hara dan pencucian. Selain itu, biochar berpotensi untuk memperbaiki berbagai aspek kimia tanah, antara lain: B. pH tanah, KTK, dan berbagai senyawa, seperti C organik dan N total, serta kemampuan mengaktifkan senyawa Fe. dan Al, yang membantu meningkatkan kadar P dalam tanah. Selain itu, produksi biochar dapat meningkatkan populasi bakteri dan jamur yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini diakibatkan oleh perubahan komposisi dan aktivitas enzim di dekat akar yang meningkat dengan penambahan biochar.
2. Berat kering biji per tanaman, berat kering biji per blok, dan bahan lainnya dapat digunakan untuk melihat bagaimana biochar mempengaruhi tanaman..
3. Manfaat penggunaan biochar pada lahan kering antara lain meningkatkan pH tanah dan KTK, meningkatkan kapasitas menahan air dan unsur hara tanah, serta meningkatkan kadar C total tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Chan, K. Y and Z. Xu. (2009). Biochar: Nutrient Properties and Their Enhancement in Lehmann, J and S. Joseph, (eds). *Biochar for Enviromental Management: Science and Technology*. Sterling, Va Earthscan, pp.68 -84.
- Da Silva, I.C.B., Fernandez, L.A., A.F., Colen, F. and Sampai, R.A. (2017). Growth and production of common bean fertilized with biochar. *Ciência Rural, Santa Maria* 47(11): 20170220.
- DeLuca, T. H., M. D. MacKenzie and M. J. Gundale. (2009). Biochar Effects on Soil Nutrient Transformation. In Lehmann, J and S. Joseph, editor. *Biochar for Enviromental Management: Science and Technology*. Sterling, Va Earthscan, pp. 251 – 265

- Gani, A. (2009). Biochar penyelamat lingkungan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 31(6), 15-16.
- Glaser, B., Lehmann, J. and Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A review. *Biology and Fertility of Soils* 35:219-230.
- Hasan, M. Iqbal. (2002). Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan. Aplikasinya. Jakarta: Ghalia Indonesia
- Karimi, A., Abdolamir, M., Mostafa, C. and Naeimeh, E. (2020). Application of biochar changed the status of nutrients and biological activity in a calcareous soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 20: 450-459.
- Lehmann J, da Silva JP, Steiner JrC, Nehls T, Zech W, & Glaser B. (2003). Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the central Amazon basin: Fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant Soil* 249:343-357. doi:10.1023/A:1022833116184
- Liang, B., J. Lehmann, D. Solomon, J. Kinyangi, J. Grossman, B. O'Neill, J.O. Skjemstad, J. Theis, F.J. Luizao, J. Petersen, dan E.G. Neves. 2006. Black carbon increases Cation Exchange Capacity in Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:1719-1730.
- Marris, E. (2006). Putting the carbon back: black is the newgreen. *Nature* 442: 624-626.
- 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. *Buana Sains* 12(1):69-74.
- Nurida, N.L. (2014). Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*:57-68.
- Rondon, M.A., Lehmann, J., Ram, i.j., and Hurtado, M., (2007). Biologi-Fiksasi Nitrogen kal oleh Kacang Biasa (*Phaseolus vulgaris* L.) Meningkatkan dengan Penambahan Biochar Tanah Biol Subur, 43: 699-708
- Sa'adah, N. dan Islami, T. (2019). Pengaruh pemberian macam biochar dan pupuk N terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Produksi Tanaman* 7: 2077-2083.
- Santi, L.P. dan D.H. Goenadi. (2010). Pemanfaatan biochar sebagai pembawa mikroba untuk pemantap agregat tanah Ultisol dari Taman Bogo-Lampung. *Menara Perkebunan* 78(2): 11-22.
- Slatyer, R.D. (1971). Physiological Significance of Internal Water Relation to Crop Yield. In *Physiological Aspects of Crop Yield*
- Wilson, K. (2014) How Biochar Works in Soil. *The Biochar Journal*, 32, 25-33.