

Pemanfaatan Biomassa Dalam Bentuk Biochar dan Kompos pada Sifat Sifat Tanah*Utilization of Biomass in The Form Biochar and Compost on Soil Properties***Benny Hidayat^{1*}, Nur Ulina W S¹, Jamilah¹, Atria Utami²**¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian USU²Artha Humatindo

Jl. Prof. A. Sofyan Kampus USU Padang Bulan, Kec. Medan Baru-Kota Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

*Corresponding author : bendayat@gmail.com**ABSTRAK**

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil biomassa terbesar. Secara umum pemanfaatan biomassa dilakukan dengan cara pengomposan, menghasilkan humus yg sangat berguna bagi tanaman, tetapi proses pengomposan akan banyak menghilangkan karbon dan lepas ke udara, dan ini merupakan masalah besar bagi dunia karena akan meningkatkan pemanasan global. Tetapi ada bentuk lain pemanfaatan biomassa yg terkini yaitu dikonversi dalam bentuk biochar yg diketahui mempertahankan karbon dalam jangka yg cukup lama bahkan hingga ratusan tahun. Meskipun kompos relatif mudah terdekomposisi, tetapi memiliki kelebihan dalam menyediakan unsur hara dalam jangka pendek, sedangkan biochar dapat digunakan sebagai bahan amandemen tanah dalam waktu panjang. Melihat potensi yang ada pada konversi biomassa dalam bentuk kompos dan biochar dalam sehingga diperlukan tulisan untuk menelaah manfaat dan kegunaan kedua bentuk hasil konversi biomassa ini, khususnya dalam memperbaiki sifat kimia tanah, sehingga kita dapat memilih mana yang terbaik dalam pemanfaatan biomassa untuk kelangsungan kehidupan manusia dan alam sekitarnya.

Kata kunci: biomassa, konveri, kompos, biochar, sifat tanah**ABSTRACT**

Indonesia is one of the largest biomass producing countries. In general, the use of biomass is done by composting, producing humus which is very useful for plants, but the composting process will remove a lot of carbon and release it into the air, and this is a big problem for the world, because of global warming increase. However, there is another form of recent use of biomass, in the form of biochar, which is known to retain carbon for quite a long time, even for hundreds of years. Although compost is relatively easy to decompose, it has the advantage of providing nutrients in the short term, whereas biochar can be used as a soil amendment material in the long term. Seeing the potential that exists in the conversion of biomass in the form of compost and biochar in a way that requires writing to examine the benefits and uses of these two forms of biomass conversion, especially in improving the chemical properties of the soil, so that we can choose which one is best in the utilization of biomass for the continuation of human life and the surrounding nature.

Keywords: Biomassa, conversion, compost, biochar, soil properties**PENDAHULUAN**

Biomassa didefinikan sebagai hasil proses fotosintetik, baik berupa hasil utama atau produk, maupun hasil sampingan (buangan). Hasil utama fotosintetik, seperti serat, bahan pangan, papan dan pakan ternak merupakan hasil utama yang dikategorikan sebagai biomassa, dan bagian pendukung atau hasil sampingan yang akan menjadi limbah seperti sisa tanaman pertanian,

limbah hutan, sampah padat kota dan kotoran ternak. (Arhamsyah, 2010).

Adapun limbah biomassa berupa biomassa lignoselulosa dan biomassa non lignoselulosa. Biomassa lignoselulosa terdiri dari residu pertanian, tanaman perkebunan, dan kehutanan. Sedangkan biomassa non lignoselulosa terdiri dari kotoran ternak, dan sampah padat kota. Kandungan biomassa terdiri dari selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n, hemiselulosa ($C_5H_8O_4$)_n dan lignin [$(C_9H_{10}O_3)(CH_3O)$]_n (Demirbas, 2001).

Selulosa adalah unsur utama penyusun

biomassa. Selulosa merupakan polisakarida berbentuk rantai lurus dan panjang yang memiliki 10.000 unit d-glukopiranososa yang ditautkan satu sama lain oleh ikatan b-1,4-glikosida (Nacheus *et al.*, 2013). Hemiselulosa merupakan senyawa polisakarida dari karbohidrat jenis pentose yang terdiri dari xilosa, arabionsa, galaktosa, glukosa, dan manosa dengan struktur yang berupa rantai pendek dan bercabang (Murni *et al.*, 2008). Sementara itu, lignin berupa senyawa polimer aromatik yang berasal dari proses aromatisasi karbohidrat yaitu perubahan dari senyawa non-aromatik ke senyawa aromatik. Lignin juga penyusun penting bagian tanaman berkayu, dan sukar didekomposisi di dalam tanah (Mukhlis *et al.*, 2017).

Biomassa dari bahan baku berbeda memiliki kandungan senyawa lignoselulosa yang berbeda pula. Salah satu contoh seperti, kotoran sapi memiliki kandungan senyawa

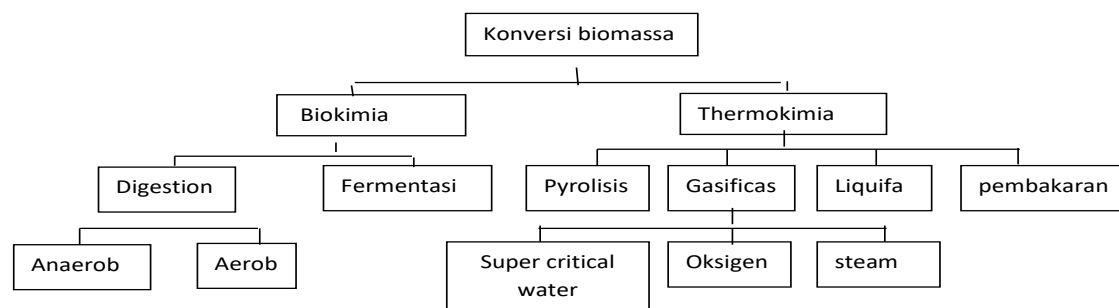
hemiselulosa (18,6%), selulosa (25%) dan lignin (20%) (Chandra, 2012). Jenis biomassa lain seperti biomassa tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa (40%), lignin (22%), dan hemiselulosa (24%) (BPTP Jambi, 2013). Limbah pertanian seperti jerami padi terdiri dari selulosa (37,71%); hemiselulosa (21,99%) dan lignin (16,62%) (Karimi *et al.*, 2016). Biomassa dapat digunakan sebagai bahan pembenah atau amandemen tanah baik berupa kompos maupun biochar.

Biomassa yang dihasilkan dapat dijadikan bahan pembenah tanah melalui konversi sebaik secara biokimia maupun secara termokimia (Verheijen, 2010). Adapun konversi biomassa secara biokimia yakni dalam bentuk kompos, sedangkan secara termokimia berupa biochar, yang berlangsung secara cepat dan mendapat energi yang cukup banyak dibandingkan konversi biomassa secara biokimia (Basu, 2013).

Tabel 1. KandunganSelulosa, Hemiselulosa, dan Lignin Dari BeberapaJenisBiomassa

Sumber	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
Kayu Lunak	35 – 40	25 – 30	27-30
Kayu Keras	45-50	20- 25	20-25
Berangkasand gandum	35-40	20- 25	15-20
Rerumputan	30-50	10-40	5-20

(Brewer, 2012)



Gambar 2. Jenis Konversi Biomassa

KHARAKTERISTIK KOMPOS

Kompos merupakan produk degradasi biomassa atau disebut bahan organik yang di hasilkan melalui aktifitas populasi berbagai jenis mikroba dalam kondisi lingkungan, secara aerob ataupun anaerob (Sitompul *et al.*, 2020). Pengomposan dapat melepaskan beberapa unsur seperti unsur nitrogen (N), fospor (P) dan kalium (K) (Isroi, 2003). Bahan – bahan yang dikomposkan umumnya berupa dedaunan, potongan rumput, serbuk kayu, sampah rumah tangga. Kompos dikenal sebagai bahan amandemen tanah yang dapat memperbaiki sifat fisik dan struktur tanah (Nurhidayati, 2007).

Ketika proses pengomposan terjadi, karbon yang berasal dari senyawa kompleks akan terurai menjadi senyawa sederhana berupa gas CO₂ dan CH₄ kemudian menguap sehingga menyebabkan penurunan persentase karbon (C). Sedangkan nilai N total dalam kompos meningkat karena adanya aktivitas amonifikasi mikroba dalam proses dekomposisi bahan organik yang menghasilkan amonia dan nitrogen, sehingga kandungan N total kompos meningkat. (Setyorini *et al.*, 2006). Dengan penurunan kandungan C organik dan peningkatan kandungan N total, rasio C/N menurun. Komposisi bahan untuk pengomposan

memiliki rasio C/N ideal sekitar 30, sedangkan kompos matang memiliki rasio C/N <20. Nilai C/N merupakan salah satu prinsip pengomposan untuk menilai kompos sudah jadi dan siap dipakai (Triviana dan Adhitya, 2017).

Proses pengomposan dapat terjadi secara alami maupun dengan penambahan bioaktivator. Menurut (Darmawati, 2015) Pengomposan yang dibuat secara alami memerlukan waktu yang lama berkisar 6 bulan tetapi dengan penambahan bioaktivator proses pengomposan dapat dipersingkat hingga 2-3 minggu.

Banyak faktor yang mempengaruhi cepat atau lambat terjadinya pelapukan dan penguraian dari bahan kompos. Antara lain kandungan zat biomassa bahan baku seperti lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selain kandungan zat, ukuran biomassa, juga menjadi pertimbangan. Semakin halus atau makin kecil – bagian bahan kompos tersebut, maka akan semakin cepat terjadi pelapukan dan penguraian. Pembuatan kompos juga dipengaruhi temperatur, kandungan air, dan udara. Suhu optimal dalam pengomposan antara 30-45°C. Selain itu, kompos yang baik memiliki kelembaban optimal sekitar 50-60% (Setyorini *et al.*, 2006; Nurhidayati, 2007).

Kotoran yang mengalami pembusukan menjadi sangat halus dan terbentuk menjadi humus. Sepotong kecil humus terdiri dari gula dan asam amino yang larut dalam air, sedangkan bagian terbesar adalah bahan yang tidak terurai dalam air. Bagian ini disebut senyawa humat yang merupakan efek lanjutan dari polimerisasi oksidasi campuran fenolik, lignin, dan protein dari tumbuhan serta produk metabolisme dari biota tanah (Stevenson, 1994).

Campuran humat mengandung banyak asam alami, seperti asam humat, dan asam fulvat. Asam humat memiliki konstruksi sintesis yang lebih membingungkan daripada asam fulvat. Bahan penyusun praktis dalam korosif humat dan korosif fulvat antara lain: karboksil, fenol, kuinon, keton dan metoksil (Rahmawati, 2004).

Struktur karbon kompos lebih banyak bersifat alifatik dibandingkan karbon aromatik. Struktur karbon alifatik berupa senyawa karbon terbuka dan mudah diurai oleh mikroorganisme dan ini merupakan kelemahan kompos yg akhirnya melepaskan sejumlah karbon menuju proses humifikasi yang relative stabil (Kumar, 2013).

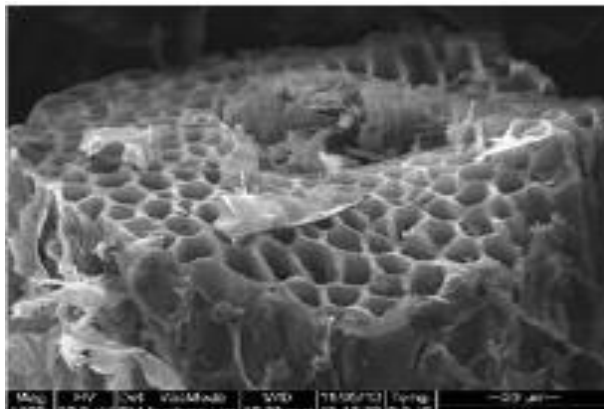
Pupuk sangat berharga dalam memperbaiki sifat fisik, senyawa, dan organik tanah. Sebenarnya penggunaan pupuk kandang dapat memperbaiki struktur tanah untuk menghidupkan perkembangan akar, menjaga kadar air tanah, dan selanjutnya meningkatkan sirkulasi udara tanah. Pupuk kandang juga disebut sebagai kompos karena tidak lain adalah sumber total dari skala penuh dan suplemen mikromineral termasuk (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, B, Mo dan Si), meskipun dalam jumlah yang cukup terbatas (Setyorini dkk., 2006). Sesuai penelitian Siregar *et al.*, (2017), mengolah kotoran sapi tanah dapat membangun pH tanah Ultisol dari 5,58 menjadi 5,63 pada sekitar satu bulan menetas. Selain itu, secara organik, pupuk dapat memperluas pergerakan berbagai jenis mikroorganisme seperti mikroba, actinomycetes, dan pertumbuhan (Setyorini *et al.*, 2006).

KARAKTERISTIK BIOCHAR

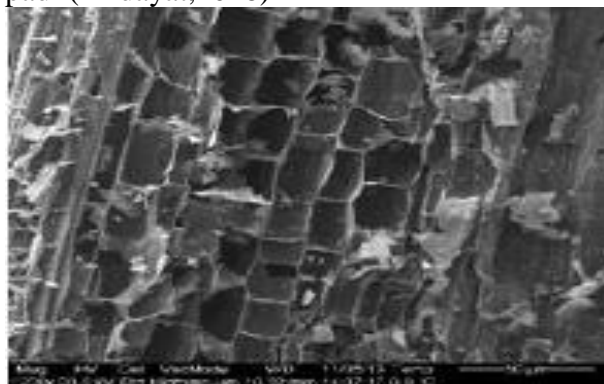
Biochar merupakan hasil pirolisis biomassa yang kaya akan karbon dan dapat dimanfaatkan sebagai penjernih kotoran. Biochar dihasilkan dari siklus pirolisis atau konsumsi biomassa dalam kondisi oksigen terbatas pada suhu <700 C (Lehmann dan Joseph, 2009). Sumber biochar terbaik adalah limbah alam, khususnya biomassa dari limbah hortikultura (Nurida *et al.*, 2013).

Biasanya, struktur biochar kaya akan karbon dengan nilai 30-60%, biochar memiliki kandungan karbon (C) yang tinggi dengan kumpulan utilitarian dan membentuk cincin harum dari enam C iotas yang diperkuat. Biochar juga terdiri dari komponen H, O, N, dan S. Kandungan biochar lainnya kadang-kadang mengandung suplemen skala besar (N, P, Ca, Mg) dan miniatur (Zn, Cu, Mn). (Tami dkk., 2021).

Konstruksi permukaan biochar bersifat permeabel dengan kandungan karbon tinggi yang memiliki struktur berbeda, yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4, yang berisi kumpulan praktis wangi yang berbeda (Tan *et al.*, 2017).



Gambar 3. Struktur biochar bahan asal sekam padi (Hidayat,2018)



Gambar 4. Struktur biochar bahan asal Jerami padi (Hidayat, 2018)

Biochar juga mengandung asam-asam alami seperti asam humat, asam fulvat yang juga dimiliki oleh pupuk (Jamieson, 2013). Biochar juga mengandung senyawa asam bermanfaat yang sebagian besar terdiri dari fenolik (-OH), asam karboksilat (-COOH), karbonil (-CO), eter, ester, dengan konsentrasi tinggi (Hidayat et al., 2018).

Siklus peluruhan kandungan karbon lignoselulosa dari biomassa terjadi pada kisaran suhu tertentu di bawah 700 °C. Pada titik ketika suhu di atas 100 °C terjadi penghilangan dan ketika suhu di atas 120 °C, biomassa yang kehilangan air akan mengalami disintegrasi hangat dan hilangnya kelembaban yang terikat secara artifisial dan siklus pembentukan kembali karbon alifatik menjadi aromatik terjadi. (Lehmann dan Joseph, 2009). Keadaan padat hangat selulosa, hemiselulosa dan lignin adalah unik. Hemiselulosa pada suhu 200°C sampai 260°C. Selulosa diatur pada suhu 240°C sampai 350°C (Lehmann dan Joseph, 2009). Pembentukan kembali lignin terjadi pada suhu 260°C-700°C (Khatrin and FASTER, 2018).

Biochar dihasilkan dari kerangka pirolisis atau gasifikasi. Dalam kerangka pirolisis, biochar disampaikan dengan debasement hangat tanpa oksigen dan secara

teratur oleh sumber panas dari biomassa aktual (Klin) dan di luar biomassa (counter) pada suhu di bawah 700 °C, sedangkan dalam gasifikasi menggunakan panas tinggi 9000C dengan oksigen terbatas dan menghasilkan lebih rendah. biochar berkualitas dengan kandungan debris yang tinggi (Lehmann dan Joseph, 2009).

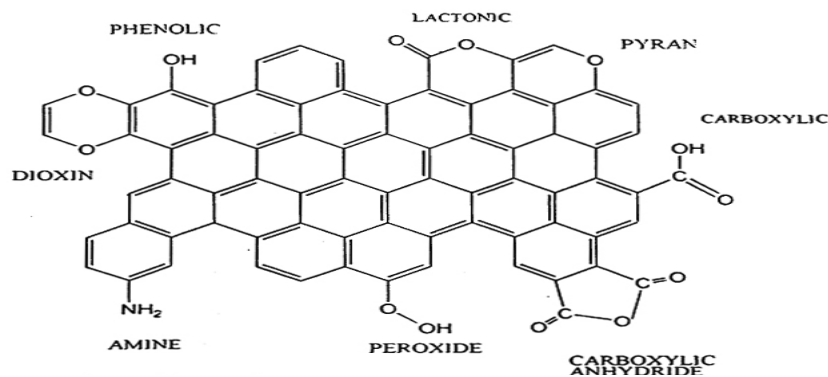
Pembuatan biochar yang paling ideal adalah dalam keadaan tanpa oksigen/pirolisis. Pirolisis biochar diisolasi menjadi pirolisis sedang (300°C-500°C) dan pirolisis cepat (500-650°C) (Noor et al., 2019). Mengenai biomassa pertanian, ketika dibakar dalam keadaan tanpa oksigen, akan terbentuk 3 zat, tepatnya; a) metana dan hidrogen yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar, b) bio-oil yang tidak habis-habisnya, dan c) biochar (BBPTP, 2009).

Metode pembuatan biochar dapat dilakukan secara langsung (kiln) ataupun tidak langsung (retort). Hal ini berhubungan dengan kandungan biomassa terutama lignin dan selulosa. Biomassa yang kaya akan lignin lebih baik menggunakan teknik pembakaran langsung (klin) dengan oksigen banyak, sedangkan bila kandungan selulosa lebih banyak, seperti dari jenis kotoran ternak, sebaiknya diproduksi dengan cara retort dengan oksigen terbatas dan sistem pemanasan tertutup untuk menghindari banyak banyak abu yang dihasilkan (Hidayat et al., 2018).

Berbeda halnya dengan kompos, biochar adalah hasil konversi biomassa secara termokimia dengan tujuan mempertahankan sejumlah karbon pada produk dengan pemanasan langsung atau tidak langsung dalam keadaan tanpa atau sedikit oksigen, pembakaran menggunakan gas nitrogen memastikan tidak terjadinya proses oksidasi pada produk, sehingga biochar yang terbaik adalah memiliki C/N yang tinggi, sangat berbeda dengan kompos (Major, 2012)

Sifat biochar sangat beragam, tergantung dari bahan baku, teknik pembuatannya, proses pirolisis, suhu, bentuk biochar (padat, serbuk, karbonaktif), dan tekanan parsial O₂. Salah satu struktur khas biochar yakni, biochar mengandung lebih banyak karbon yang memiliki bentuk aromatik yang dengan rantai tertutup, sedangkan dalam bahan organik yang tidak dirangkan memiliki senyawa karbon berupa struktur alifatik dan bersifat terbuka (Gani, 2009).

Berikut ini ilustrasi struktur biochar :



Gambar 5. Bentuk Fisik dan Kandungan Kimia Biochar (Lehmann and Joseph, 2009) 2019; Jamieson, 2013).

Bahan baku biochar juga mempengaruhi kualitas biochar. Bahkan, ketika dibuat menggunakan proses yang sama, hasil biochar memiliki sifat kimia yang berbeda tergantung bahan baku. Salah satu contohnya yakni biochar dari kotoran sapi yang menunjukkan pengaruh yang lebih cepat dalam meningkatkan pH H₂O dan pH KCl tanah Ultisol, dikarenakan pH biochar kotoran sapi yang lebih tinggi dibandingkan kompos kotoran sapi. Peningkatan P akibat pemberian biochar kotoran sapi juga lebih tinggi dibandingkan kompos kotoran sapi. Hal ini diakibatkan pula oleh adanya proses pembakaran secara tidak langsung pada saat pembuatan biochar turut menyumbang P yang lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang sapi (Romauli *et al.*, 2018). Umumnya biochar dari biomassa dengan kadar lignin tinggi menghasilkan karbon dan persentase biochar lebih tinggi pula (Zhao *et al.*, 2017).

Adapun sifat fisik penting biochar lainnya yakni termasuk luas permukaan, distribusi ukuran pori, distribusi ukuran partikel, dan kerapatan biochar. Kerapatan partikel biochar akan meningkatkan bulk density biochar akan menurun seiring dengan meningkatnya suhu pirolisis (Downie *et al.*, 2009). Biochar memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih besar terhadap kation melalui muatan negatif permukaan dibandingkan dengan adsorpsi bahan organik biasa (Cheng *et al.*, 2008)

Biochar mengandung asam organik seperti pada kompos. Identifikasi asam organik dan asam humat dalam biochar dapat dilakukan dengan pemodelan EEM dan PARAFAC,. Kandungan asam organik dan asam humat juga dipengaruhi suhu pirolisis. Semakin tinggi suhu pirolisis yang dilakukan, kandungan asam fulvat dan asam humat semakin meningkat (Rajapaksha *et al.*

PENGARUH KOMPOS TERHADAP SIFAT TANAH

Pupuk kandang juga memiliki beberapa manfaat dalam meningkatkan sifat tanah, termasuk (a) memiliki pilihan untuk memberikan skala penuh dan mikronutrien bahkan dalam jumlah yang lebih sederhana, (b) memiliki pilihan untuk membingkai granulasi tanah berpasir dan tanah tebal sehingga dapat membangun kandungan udara di dalam kotoran. (sirkulasi udara), (c) siap memperluas kapasitas tanah untuk menyimpan air, (d) pemuai kompos alami dapat menjadi penopang dan mengendapkan pH tanah, (e) zat korosif humat dapat membangun batas perdagangan kation kotoran, (f) peningkatan aksi mikroorganisme dalam kotoran. tanah, dan pada tanah korosif (Setyorini *et al.*, 2006; Simanungkalit, 2016).

Penataan pupuk kandang berperan penting dalam memperbanyak bahan tambahan di dalam tanah, termasuk kandungan P di dalam tanah.

Menurut Syahputra (2009), pupuk dengan gerakan mikroanya dapat mengubah fosfor alam menjadi fosfor anorganik dengan porsi 15 ton/ha. Misalnya, pemberian pupuk kandang jerami dan kotoran sapi serta kompos P lebih berdampak pada penambahan P (fosfor) dan penurunan Al-dd dibandingkan dengan perlakuan penambahan pupuk P tunggal.

Pilihan pemupukan menyiratkan penambahan bahan alami yang dapat memperluas suplemen, misalnya P yang tersedia di tanah. di tanah. Asam alami yang dihasilkan dari pembusukan pupuk dapat membentuk ikatan khelasi dengan partikel Al dan Fe sehingga dapat mengurangi solvabilitas partikel Al dan Fe, dengan demikian P dalam tanah akan mengembang (Sari *et al.* 2017). Asih *et al.*, (2019) mengungkapkan bahwa ekspansi pH tanah Ultisol sebesar 2 satuan terjadi setelah

penggunaan bundel produk organik batal kelapa sawit dalam waktu yang sangat lama secara terus-menerus. Juga, secara alami, pupuk dapat menyumbangkan berbagai jenis mikroorganisme seperti parasit, actinomycetes, dan organisme mikroskopis. Perluasan kotoran ke kotoran membangun jumlah penghuni mikroorganisme serta memperkuat perkembangan. Pergerakan mikroorganisme akan mempengaruhi siklus suplemen seperti interaksi nitrifikasi, amonifikasi, dan obsesi nitrogen, memperkuat pembentukan zat pembangun, dan senyawa hidrolase sehingga terbentuk kematangan kotoran (Setyorini et al., 2006).

Bagaimanapun juga, penggunaan pupuk untuk memperbaiki sifat senyawa tanah, misalnya, memperluas C alami tidak mungkin dilakukan dalam jangka panjang. Memanfaatkan pupuk jerami gandum selama 65 hari di tanah, dilacak bahwa satu ton karbon hilang sebagai CO₂ setelah satu tahun di tanah di distrik Kosta Rika (Engelstad, 1997).

Tami et al., 2021, menemukan hilangnya karbon hingga 13% dari pupuk jerami, paket produk alami yang tidak ada dan kompos sapi selama waktu brooding 90 hari, menghasilkan pengaturan korosif humat yang umumnya stabil dengan aroma alami yang sangat manis. karbon.

PENGARUH BIOCHAR TERHADAP SIFAT TANAH

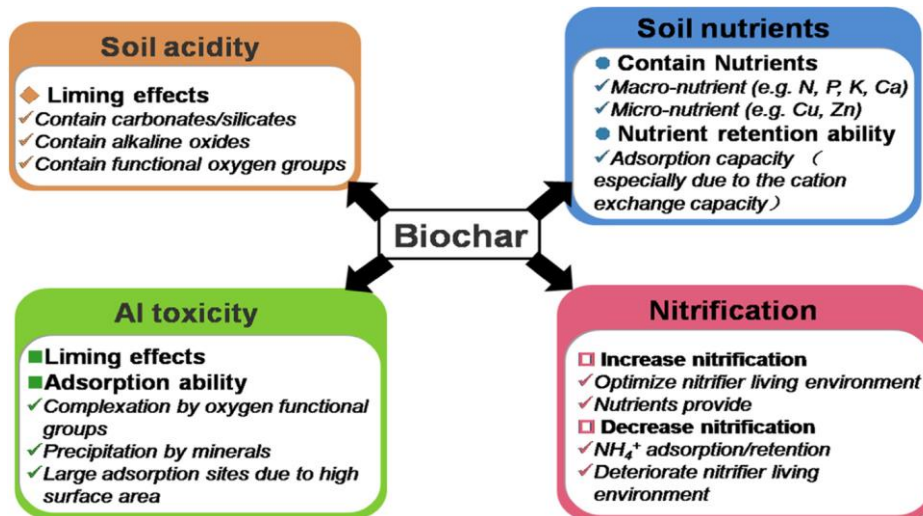
Aplikasi biochar sebagai bahan pembenah tanah telah banyak diteliti, baik di Indonesia maupun di dunia internasional. Banyak hasil penelitian telah memberikan bukti bahwa biochar sangat bermanfaat untuk memperbaiki sifat tanah, baik fisik, kimia, dan biologi. Bahkan banyak hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan biochar dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mampu memulihkan kualitas tanah yang telah terdegradasi (Glaser et al., 2002).

Biochar dapat memperbaiki masalah kemasaman tanah. Aplikasi biochar dapat meningkatkan reaksi tanah (pH) asam namun dengan tanah alkalin, biochar tidak memiliki efek terhadap peningkatan pH tanah, tetapi dapat menurunkan pH tanah, karena seperti mana kompos yang dapat menjadi buffer pH pada tanah, biochar juga mampu menstabilkan pH tanah, kemampuan ini disebabkan karena biochar memiliki asam- asam organik yang memiliki muatan variable charge yg merupakan ciri dari koloid liat organik yang dimiliki biochar. Biochar yang berasal dari kotoran kandang sapi memiliki sifat buffering pH lebih tinggi daripada yang berasal dari bahan kayu (Dai et al., 2016).

Besarnya kapasitas buffer pH tanah yang dihasilkan biochar merupakan parameter penting untuk mengevaluasi tingkat perbaikan kemasaman tanah. Reaksi kimia yang penting dalam mempengaruhi kapasitas buffer tanah yakni adanya adanya proses protonasi – deprotonasi oleh gugus fungsional yang ada pada permukaan biochar (Xu et al., 2012)

Biochar melalui strukturnya, memiliki kekuatan adsorpsi yang lebih besar terhadap kation dengan adanya oksidasi pada permukaan biochar yang porous bila dibandingkan dengan adsorpsi bahan organik biasa. Kemampuan adsorpsi tersebut akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya luas permukaan biochar dan karbon aktif semakin luas yang disebabkan oleh peningkatan suhu selama proses pembuatan biochar. Peningkatan suhu pada proses pembuatan biochar melepaskan senyawa senyawa dan menstruktur ulang biomassa sehingga membentuk ruang kosong dan berpori pori luas (Pratama et al., 2018).

Perubahan kimia pada tanah lainnya yang nyata juga dapat dilihat dari meningkatnya pH, KTK tanah, N total tanah, basa – basa tukar seperti Na, Ca, K, Mg, dan kejenuhan basa tanah dengan penambahan biochar dalam jumlah lebih banyak (Cheng et al, 2008).



Gambar 6. Mekanisme biochar sebagai dalam memperbaiki sifat tanah masam (Dai *et al.* 2016)

Perbaikan sifat fisik pada pemberian biochar seperti menurunkan nilai BD (bulk densitiy) tanah sehingga mampu mendukung pertumbuhan tanaman (Jiang *et al.*, 2019).

Biochar juga mampu meningkatkan unsur hara seperti P di dalam tanah yang terjadi melalui penurunan adsorpsi P karena proses pirolisis ternyata menghasilkan asam – asam organik yang dapat menyelimuti permukaan liat pada tanah. P dapat dilepas melalui organokompleks pada ujung – ujung aromatik biochar sekam padi pada gugus fungsional dari asam organik, keadaan tersebut menyebabkan luas permukaan adsorpsi P berkurang dengan menurunnya adsorpsi P tanah yang meningkatkan ketersediaan P. Biochar yang berasal dari kotoran ternak hewan juga dilaporkan lebih tinggi dalam meningkatkan P dalam tanah (Salawati *et al.*, 2016; Gao dan Deluca, 2016).

Aplikasi biochar lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan kompos. Biochar dapat menyumbang sekitar 50% karbon yang berasal dari dalam bahan dasarnya sedangkan bahan organik terdekomposisi secara biologi biasanya menyumbang karbon kurang dari 20%. Oleh karena itu, aplikasi jauh lebih efektif meningkatkan retensi hara bagi tanaman dibandingkan dengan bahan organik lain. Seperti kompos atau pupuk kandang, biochar lebih akan tahan dengan degradasi dalam sehingga semua manfaat yang berhubungan dengan retensi hara dan kesuburan tanah dapat berjalan lebih lama di dalam tanah dibandingkan bahan organik, seperti kompos (BPTP, 2009).

Kemampuan biochar yang menghasilkan karbon tinggi dan bersifat stabil, tergantung oleh kadar lignosleulosa

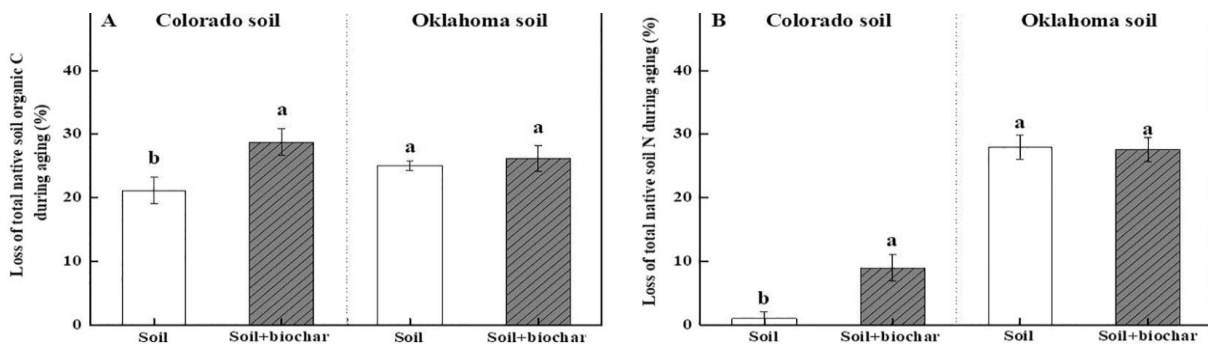
suatu biomassa. Menurut Sitompul *et al.*, (2020) biochar dari biomassa dengan kadar lignin yang tinggi menghasilkan hasil biochar dan karbon yang tinggi pula serta bersifat stabil, karena banyaknya karbon yang berupa struktur aromatik yang bersifat rekalsitran (stabil). Biochar dari tandan kosong kelapa sawit lebih baik dalam meningkatkan C-Organik sekitar 1,82% dibandingkan biochar kotoran sapi hanya 1,52% selama 3 bulan inkubasi. KTK tanah, N-total tanah juga meningkat setelah aplikasi tandan kosong kelapa sawit selama inkubasi tanah 8 minggu (Daniel, 2018).

Biochar selain digunakan sebagai pembenah tanah, juga mampu berperan sebagai karbon negatif, yang bisa mengurangi gas CO₂ dari atmosfer yang mampu menyimpan karbon di dalam tanah sekitar 60% (Cha *et al.*, 2016). Selain itu, biochar memiliki kemampuan tinggi untuk menyerap logam berat. Biochar memiliki morfologi yang sangat berpori sehingga dapat menyimpan sejumlah besar logam berat di permukaannya. Biochar yang memiliki gugus fungsi berupa gugus karboksil, eter, ester dan fenolik dengan intensitas tinggi. Biochar sekam padi memiliki potensi terbaik dalam menyerap logam berat (Hidayat *et al.* 2018).

Biochar yang dapat digunakan sebagai pembenah tanah dalam jangka panjang memiliki pengaruh terkait dengan lamanya waktu inkubasi di dalam tanah. Menurut Latuponu *et al.* (2011) mengenai pengaruh inkubasi biochar terhadap sifat kimia tanah yakni terjadi peningkatan pH, Al_d, KTK, P tersedia, dan C-organik selama enam minggu inkubasi hal ini disebabkan oleh adanya gugus fungsional

biochar yang dapat meretensi hara. Sedangkan pada waktu inkubasi 2 minggu

memberikan hasil terendah.



Gambar 7. Persentase kehilangan C-organiktanah dan N total tanahselama inkubasi tanah 3,5 tahun pada tanah asal Colorado dan Oklahoma dengan penambahan biochar atau tanpa biochar (Jiang *et al.* 2019)

SIMPULAN

Penambahan bahan organik dalam bentuk biochar dan kompos dapat memberikan respon terhadap sifat kimia tanah. Penambahan biochar di tanah sebagai amandemen adalah deposit atau penyimpanan karbon organik. Biochar dapat bertahan dalam jangka panjang, sedangkan kompos cepat terdekomposisi sehingga memiliki keuntungan dalam jangka pendek. Kompos juga dapat bertahan lama di tanah namun mengalami persaingan dengan mikroorganisme sehingga unsur hara tersedia bagi tanaman sedikit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan Universitas Sumatera Utara dalam bentuk penelitian Talenta tahun 2022 (No: 11119.1/UN5.1.R/PPM/2022).

DAFTAR PUSTAKA

Arhamsyah. 2010. Pemanfaatan Biomassa Kayu Sebagai Sumber energy Terbarukan.

Asih PW, Utami SR, dan Kurniawan S. 2019. Perubahan Sifat kimia tanah setelah aplikasi tandan kosong kelapa sawit pada dua kelas tekstur tanah. *J Tanah Dan Sumberd Lahan*. 6(2):1313–1323.

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 2009. Biochar Penyelamat Lingkungan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Sukamandi. Subang. Vol. 31 No: 6.

Basu, P., 2013. Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction. Chapter 1, pp1-27.. Published by Elsevier Inc.

All rights reserved.

Brewer, C.E. 2012. Biochar Characterization and Engineering. A Disertation. *Chemical Engineering - Biorenewable Resources and Technology*. Iowa State University.

Cha, J.S., Sung, H.P., Sang, C.J., Changkook R., Jong K.J., Min, C.S., and Young, K.P. 2016. Production and Utilization of Biochar : A Review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 40 : 1-15.

Chandra. 2012. Konversi Energi Biogas menjadi Energi Listrik sebagai Alternatif Energi Terbarukan dan Ramah Lingkungan di Desa Pangpajung Madura. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Cheng, C.H., J. Lehmann, and M.H. Engelhard. 2008. Natural Oxidation of Black Carbon in Soils : Changes in Molecular Form and Surface Charge Along a Climosequent. *Cornell University New York*.

Dai, Z., X. Zhang, C. Tang, N. Muhammad, J. Wu. P.C. Brookes, and J. Xu. 2016. Potential Role of Biochars in Decreasing Soil Acidification. *A Critical Review. Sci Total Environ*. doi: [10.1016/j.scitotenv.2016.12.169](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.169)

Daniel, F. S. 2018. Pemanfaatan Sisa Tanaman Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Biochar dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.

Darmawati, D. 2015. Efektivitas Berbagai Bioaktivator Terhadap Pembentukan Kompos dari Limbah Sayur dan Daun. *Jurnal Dinamika Pertanian*. Volume XXX (2). (93-100).

Demirbas, A. 2001. Relationship Between

- Lignin Content And Heating Values Of Biomass. *Energy Conserv Manag.* 42:183-188.
- Downie, A., A. Crosky., and P. Munroe. 2009. Physical Properties of Biochar in Lehmann, J., and Joseph, (eds). *Biochar for Enviromental Management : Science and Technology.* Sterling, Va. Earthscan. pp. 13-29.
- Engelstad, O. P. 1997. *Teknologi Dan Penggunaan Pupuk.* Edisi Ke-3. UGM- Press. Yogyakarta.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati "Biochar" Sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan*, 4 (1).
- Gao, Y. H., Tung, and D. Xie. 2016. Influence of Biochar on Soil Nutrient Transformations, Nutrient Leaching, and Crop Yield. *Advances in Plants and Agriculture Research.* Vol 4. Issues 5.
- Glaser, B., Lehmann, J. and Zech, W., 2002. Ameliorating Physical and Chemical Properties of Highly Weathered Soils in The Tropics with Charcoal: A Review. *Biol Fertil Soils.* 35: 219-230.
- Hidayat, B., Rauf, A., dan Tengku, S., & Ali J. 2018. Potential of Several Bomass As Biochar for Heavy Metal. *Journal of Asian Scientific Research.* Vol. 8(11).
- Isroi. 2010. Pengomposan Limbah Padat Organik. <http://www.ipard.com> (2 Mei 2015)
- Jamieson, T., Eric, S., and Celine G., 2014. Characterization Of Biochar-Derived Dissolved Organic Matter Using UV-Visible Absorption And Excitation-Emission Fluorescence Spectroscopies. *Chemosphere.*, 103, 197-204.
- Jiang X., Xianping, T., Jiong C., Michelle L.H. and M. Francesca, C., 2019. Interactions Between Aged Biochar, Fresh Low Molecular Weight Carbon and Soil Organic Carbon After 3.5 Years Soil-Biochar Incubations. *Geoderma* 333 (2019) 99-107.
- Khatrin, W and P Quicker. 2018. Proertpies of Biochar. *Review Article. Fuel* 217:240-261.
- Karimi, K., S., Kheradmandinia and M.J. Taherzadeh. 2006. Conversion Of Rice Straw To Sugar By Diluteacid Hydrolysis. *Biomass Bioenergy.* 30: 247-253.
- Kumar, S. 2013. Composting of Municipal Solid Waste. *Environmental Science, Toxicology and Food Technology,* 8551, 20-29.
- Latuponu, H., Shidieq, D., Syukur A., dan Hanudin, E. 2011. Pengaruh Biochar dariLimbahSaguTerhadapPelindian Nitrogen di LahanKeringMasam. *FakultasPertanian. Universitas Gadjah Mada.* Yogyakarta.
- Lehmann, J., and Joseph. 2009. *Biochar for Enviromental Management: Science and Technology.* Sterling, Va. Earthscan.
- Lubna, D., Emenda Sembiring. 2013. Emisi CO₂ Dan Penurunan Karbon Organik Pada Campuran Tanah Dan Kompos (Skala Laboratorium. *Jurnal Teknik Lingkungan Volume 19 (1).* Program Studi Teknik Lingkungan. InstitutTeknologi Bandung.
- Major, J., C. Steiner, A. Downie and J. Lehmann. 2010. Biochar Effects on Nutrient Leaching. *in* Lehmann, J., and Joseph, (ed). *Biochar for environmental management: Science and Technology.* Sterling, Va. Earthscan. pp. 33-43.
- Mukhlis, Sarifuddin, Hamidah H. 2017. *Kimia Tanah.* Edisi Kedua. USU Press. Medan.
- Murni, R, Suparjo, Akmal, dan B.L. Ginting. 2008. *Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan.* Laboratorium Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
- Nachenius, R.W., Ronsse, R.H. Venderbosch., and W.Prins. *Biomass Pyrolysis. Chapter Two.* Department of Biosystems Engineering. Faculty of Bioscience Engineering. Ghent University, Ghent. Belgium.
- Noor, M.N., Adilah S., Nurhayati, A., dan Nur S., M., A., 2019. Temperature Effect On Biochar Properties From Slow Pyrolysis Of Coconut Flesh Waste. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences.* Vol. 15: No. 2. 153-158.
- Nurida, L.N., Ai D., and Achmad R. 2013. Peningkatan Kualitas Tanah denganPembenah Tanah Biochar LimbahPertanian. *Jurnal Tanah dan Iklim.* Bogor.
- Nurhidayati, 2007. *Kesuburan dan*

- KesehatanTanah. Intimedia. Malang.
- Rahmawati, A. 2004. Studi Adsorpsi Kadnium(II) dan Timbal(II) pada Asam Humat. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rajapaksha, AU., Yong, SO., Ali, EN. Hyojeon, K., Fanhao, S., Seoktae K., and Yiu, F.T., 2019. Dissolved Organic Matter Characterization Of Biochars Produced From Different Feedstock Materials. *Journal of Environmental Management*. 233:393–399.
- Romauli, L. B.Hidayat, dan Alida,L 2018. Pengaruh Aplikasi Pupuk Kandang dan Biochar Kotoran Sapi terhadap P Tersedia dan Serapan P Tanaman Jagung pada Tanah Ultisol. *Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara*.
- Salawati, Basir M., Kadekoh I., dan Thaha A. R. 2016. Potensi Biochar SekamPadiTerhadapPerubahan pH, KTK, C Organik dan P Tersedia Pada Tanah Sawah. *Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako. Palu.VIEW*
- Sari, M.N., Sudarsono, dan Darmawan. 2017. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Fosfor pada Tanah Kaya Al da Fe. *Buletin Tanah dan Lahan, 1 (1) 65-71.. Fakultas Pertanian. Bogor*.
- Setyorini, D. R., Saraswati, dan E. K. Anwar. 2006. *Kompos*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Simanungkalit, R. D. M., Didi, A. S., Rasti, S., Diah, S., dan Wiwik, H. (2006). *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian danPengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Jawa Barat.
- Siregar, P., Fauzi, dan Supriadi. 2017. Pengaruh Pemberian Beberapa Sumber Bahan Organik dan Masa Inkubasi Terhadap Beberapa Aspek Kimia Kesuburan Tanah Ultisol. *Jurnal Online Agroteknologi. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan. Vol 5 (2):256-264*.
- Stevenson, F. J. 1994. *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction*. New York: A Wiley-Internscience and Sons. 496 pp.
- Tan, Z., C. S. K. Lin, X. Ji, and T. J. Rainey. 2017. Returning biochar to fields: A Review. *Applied Soil Ecology*. (116) 1-11.
- Trivana, L., Adhitya Y.P. & Linda Trivana. *Optimalisasi Waktu Pengomposan dan Kualitas Pupuk Kandang dari Kotoran Kambing dan Debu Sabut Kelapa dengan Bioaktivator PROMI dan Orgadec* *Jurnal Sain Veteriner*. 2017. 35 (1). Balai Penelitian Tanaman Palma. Manado
- Tami, A., Hidayat B dan Mukhlis, 2021. Study of some chemical properties of ultisol soil applied by biochar and compos from some biomasses and incubation. *IOP Conf.Series: Earth and Environmental Science 782 (2021)042040. DOI:10.1088/1755-1315/782/4/042040*.
- Sitompul, A.U, Benny, H. dan Mukhlis. 2020. *Karakteristik Sifat Kimia Tanah Ultisol yang Diaplikasikan Biochar dan Kompos dari Beberapa Biomassa Pada Masa Inkubasi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. <http://repositori.usu.ac.id>
- Xu, R.-K., Zhao, A.Z., Yuan, J.H., Jiang, and J., 2012. *ph Buffering Capacity Of Acid Soils From Tropical And Subtropical Regions Of China As Influenced By Incorporation Of Crop Straw Biochars*. *J. Soils Sediments* 12, 494–502.
- Zhao, A. X., Na T.,and Xu D. 2017. Effect of Temperature on the Structural andPhysicochemical Properties of Biochar with AppleTree Branches as Feedstock Material. *Energies* 2017, 10, 1293. doi:10.3390/en10091293.