

Rasionalisasi Peran Biochar dan Humat terhadap Ciri Fisik-Kimia Tanah

Wanti Mindari¹, Purnomo Edi Sassongko², Uswatun Khasanah³ dan Pujiono⁴

^{1,2} Dosen Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Jawa Timur

³ Mahasiswa S2 Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Jawa Timur

⁴ Alumni S1 Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Jawa Timur

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60294

Alamat korespondensi : wanti_m@upnjatim.ac.id

Abstrak

Kontradiksi peran biochar dan humat terhadap kesuburan tanah banyak didiskusikan. Diantara keduanya, mana yang lebih rasional memperbaiki kesuburan tanah akan direkomendasikan sebagai bahan alternatif. Tujuan penelitian untuk mengkaji potensi campuran biochar dan asam humat dalam memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah-tanah marginal. Metode penelitian meliputi identifikasi dan karakterisasi biochar dan asam humat dari jerami padi serta dampaknya terhadap kemantapan agregat, nilai pH, C-organik, serta kandungan NPK tanah-tanah marginal. Biochar jerami dibuat dengan membakar jerami hingga berwarna hitam namun tidak menjadi abu. Humat diekstrak dari kompos jerami padi dengan NaOH 0.1N dan H₂SO₄ hingga pH 6. Biochar dan humat dikarakterisasi terhadap nilai KTK, C-Organik, dan pH. Amelioran yang mempunyai nilai KTK dan C-organik tinggi sangat berpotensi memperbaiki pH, C-organik, dan P tersedia tanah masam dan tanah salin. Komposisi campuran Biochar dan humat yang lebih tinggi memberi pengaruh yang lebih baik terhadap peningkatan kandungan hara dibanding campuran dengan komposisi yang sama.

Kata kunci : asam humat, biochar, kesuburan tanah, tanah marginal

Abstract

The contradictions of the role of biochar and humic acid to soil fertility are discussed. Among them, which is more rational to improve soil fertility will be recommended as an alternative material. The objective of the study was to assess the potential of biochar and humic acid on the physical, chemical, and biological properties of marginal soils. The research methods included the identification and characterization of humic acid and biochar from rice straw and its impact on pH, stability C-organic, and NPK content of marginal soils. Biochar from straw is made by burning straw until black color with a little oxygen but not to be ashes. Humat are extracted from rice straw compost with NaOH 0.1N and H₂SO₄ to pH 6. Biochar and humic acid are characterized to soil CEC, Organic-C, and pH value. The ameliorants with high CEC and organic-C are very potential to improve pH, organic-C and available P of saline soil and acid soil. Mixtures of Biochar and higher humic acid gave better effect to the increase of nutrient content than the mixture with the same composition.

Keywords: humic acid, biochar, soil fertility, marginal soil

Pendahuluan

Biochar merupakan salah satu unsur-unsur utama dari biofilter yang mengantarkan ke proses pembersihan udara secara biologi. Kealamian, porositas, kelembaban, temperatur, pH, jerapan dan serapan biochar menentukan perkembangan populasi jasad renik (Žarnauskas dan Zigmontien, 2008). Kerja mikroorganisme memanfaatkan kontaminan sebagai substrat untuk mendegradasi C-organik menjadi CO₂ dan H₂O. Biochar sebagai pupuk harus ditambahkan garam mineral dan dijaga suhu optimum ~ 30°C serta pH~7 (Vaiskunaite, 2008). Biochar dapat dibentuk melalui pengarangan biomassa (biochar = pyrolysis biomasa), penggosokan, atau pengomposan, diasumsikan efektif menyimpan carbon. Faktor penentu kualitas arang diantaranya kerapatan, kelembaban, dan ukuran potongan kayu, suhu akhir karbonisasi. Biochar diproduksi melalui dekomposisi thermal bahan organik dibawah suplai oxygen (O₂) terbatas dan suhu relatif rendah (<700°C) (Lehmann and Joseph. 2009). Serpihan kayu berukuran antara 10-15 mm, butiran zeolit 10-12 mm, dan kubus karet 30 × 30 × 20 mm diperoleh laju aliran udara 0,1-0,6 m/detik, dan suhu antara 15-35°C. (Baltrėnas and Zagorskis, 2007).

Zat humat bersifat hidrofilik dan terdiri dari partikel berbentuk bulat, yang

dalam larutan mengandung air hidrasi. Stevenson (1982) dalam Spark (2003) mencatat bahwa substansi humat (SH) dianggap sebagai molekul melingkar, rantai panjang atau makromolekul cross-linked dua atau tiga-dimensi yang bermuatan negatif terutama berasal dari ionisasi gugus fungsi asam, misalnya, karboksil. Substansi Humat memainkan peran penting dalam kesuburan tanah dan nutrisi tanaman (Tan, 2003; Spark, 2003; Pettit, 2011). Selain itu substansi humat menstimulasi mikroorganisme tanah secara lebih efisien untuk merombak bahan organik, meningkatkan kelembaban tanah, mengkelat mikronutrisi, utamanya besi. Pembentukan kompleks antara substansi humat (SH) dengan mineral liat dipengaruhi oleh sifat kapasitas tukar kation pada permukaan liat, pH media dan kekuatan ion, berat molekul SH dan spesies mineral liat. Substansi humat umumnya gagal menambah muatan ke montmorillonit tetapi dapat melakukannya dalam kondisi yang sangat asam ketika molekul dasarnya tidak bermuatan penambahan muatan dapat terjadi. Substansi humat dapat membantu dekomposisi mineral dan mobilisasi ion logam, sedangkan kompleks liat-humat adalah sorben ion logam dan senyawa organik nonionik (Theng, 2012). Cara substansi humat berkom-binasi dengan fraksi mineral tanah mungkin: a) sebagai

garam dari berat molekul rendah dengan asam-asam organik (acetate, oxalate, lactate dan lainnya) dengan magnesite, kalsit, siderit dan lainnya, b). sebagai garam dari substansi humat - asam-asam humat, fulvat dengan kation alkalin. Kation alkalin (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) ditahan utama oleh pertukaran kation sederhana dengan group COOH (RCOONa , RCOOK dll.). Humat dan fulvat besar terjadi di tanah sebagai campuran dengan hidroksida Fe dan Al).Kemampuan berikatan ber-sama asam-asam humat dan fulvat menghasilkan grup fungsional yang mengandung oksigen, seperti COOH, fenoli OH and C=O.

Berbagai permasalahan sering ditemukan pada berbagai jenis lahan pertanian yang termasuk kategori lahan marginal antara lain kadar garam tinggi, tosisitas Na, dan kemasaman tanah. Peningkatan kadar garam berdampak negatif terhadap sifat hidrolik tanah. Bethune dan Batey (2007) melaporkan bahwa ciri hidrolik tanah meningkat secara linier dengan kadar garam air irigasi (Bethune dan Batey, 2007). Masalah peningkatan kadar garam lahan pertanian ini banyak ditemukan pada tanah dekat pantai, dimana di beberapa tempat berubah menjadi tanah salin-sodik dengan variasi EC antara 4.27-15.18 dS m⁻¹, ESP 13-72%, nilai pH tinggi dengan Ca dan Mg dapat tukar tinggi, serta ketersediaan hara makro dan mikro

rendah akibat terjadinya tsunami (Maroeto dan Amalia, 2004). Kejenuhan Na^+ tanah (ESP) yang baik tidak boleh lebih dari 15%, karena akan menghambat serapan unsur hara tanaman. Pemberian air salin akan menambah salinitas tanah (Mindari, Maroeto, Syekhfani. 2009).

Toksisitas Na ditandai dengan terbakarnya ujung daun, bercak nekrotik, dan perluasan daun terbatas, sehingga mengurangi fotosintesis tanaman dan hasil (Bernstein, 1975; Neumann, et al. 1988). Gejala keracunan Na dapat dengan mudah dilihat ketika daun tanaman sensitif mengandung sekitar 0,25% Na, meningkatkan kebocoran K dan menurunkan perpanjangan akar (Nakamura et al., 1990), menurunkan serapan Ca^{2+} dan Mg^{2+} , mungkin disebabkan Na menggusur Ca^{2+} dari membran sel akar (Yermiyahu, 1997), fotosintesis tanaman juga terganggu (Shani dan Dudley, 2001), perubahan metabolisme dalam sel, aktivitas enzim terhambat mengakibatkan dehidrasi parsial sel dan hilangnya turgor sel karena berkurangnya potensial air di dalam sel, asimilasi Nitrogen, menghambat penyerapan N-NO_3 (Yuniati, 2004).

Permasalahan tanah masam diantaranya ketersediaan P rendah akibat kemasaman tanah dan fiksasi P oleh Al dan Fe yang bermuatan positif, sehingga P sukar tersedia bagi tanaman Hardjowigeno (2003). Beberapa hasil

penelitian telah memperlihatkan bahwa dosis optimum biochar untuk mengatasi permasalahan tanah asam bervariasi dengan kisaran 5,0-7,5 t/ha (Nurida, Sutono, dan Rachman, 2012), 50 g/pot biochar jerami padi, kulit durian, dan kotoran sapi (Putri dkk., 2017). Aplikasi biochar pada tanah ini dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, biologi Ultisol (pH tanah, Corganik, N-total, P-tersedia, K tukar) dan pertumbuhan tanaman (umur berbunga, tinggi tanaman, bobot kering tajuk, serapan N dan P akan tetapi tidak mempengaruhi serapan K tanaman jagung dan bobot kering akar tanaman jagung (Sujana dan Pura, 2015). Biochar kotoran sapi lebih baik dibandingkan biochar lainnya. Penambahan biochar sekam kelapa, sekam padi, dan batang kayu dapat memperbaiki karakteristik fisik dan kimia dan meningkatkan hasil jagung. Aplikasi asam humat 1g/kg dapat memperbaiki ciri kimia tanah salin (Mindari, dkk., 2014) namun kombinasi humat dan biochar belum banyak dilakukan (Mindari, dkk., 2013). Berdasarkan informasi di atas penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh campuran biochar dan asam humat terhadap sifat fisik dan kimia tanah.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di laboratorium dan Rumah kaca Fakultas Pertanian UPN Jatim mulai bulan April 2014 sampai

dengan Juli 2014. Metode yang digunakan meliputi identifikasi dan karakterisasi jerami padi sebagai bahan "biochar" serta dampaknya bagi kesuburan tanah. sampel tanah masam diambil dari daerah Wonosalam dan tanah salin diambil dari Gununganyar, masing-masing pada kedalaman 0-20 cm

Tahapan kegiatan meliputi: (1). Pembuatan biochar, 2). Ekstraksi asam humat, 3) Efek aplikasi Biochar ke berbagai jenis tanah. Biochar Jerami dibuat dengan membakar jerami pada tungku dengan kadar oksigen rendah (pirolisis). Asam humat diekstrak dari Kompos dengan KOH 0.1N selama 12 jam dalam perbandingan 1 : 10 dan pengendapan dengan HCl hingga pH 2. Cairan humat dimurnikan dengan air hingga terbebas dari klorida dan garam berlebih, kemudian dikeringkan pada suhu 40°C. Kompos, biochar dan humat diidentifikasi kandungan C- organik (Walkey dan Black), dan pH (1:2). Biochar (B) dan humat (H) diformulasi menurut ratio berat : 1:1, 2:1, dan 1:2, dan diberi nama Bio-Ch1, Bio-Ch2, dan Bio-Ch3. Formula yang mempunyai C-organik tinggi serta pH mendekati netral diujicobakan potensinya ke tanah marginal.

Efek biochar pada tanah dievaluasi melalui percobaan laboratorium disusun menurut RAL faktorial dimana Faktor 1: tiga macam formula meliputi Bio-Ch 1,

Bio-Ch 2, dan Bio-Ch 3; Faktor 2 : lima dosis Bio-Ch meliputi 0, 1, 2, 3, 4, 5, g/kg tanah dan Faktor 3: dua jenis tanah marginal meliputi tanah masam dan tanah salin). Faktor 1 dan 2 dikombinasikan kemudian dicampurkan ke dua jenis tanah perwakilan pada kondisi kapasitas lapang selama 4 minggu. Setelah masa inkubasi habis, sub sampel tanah aplikasi diambil untuk dianalisis nilai pH, EC, C-organik, P-tersedia dan N-total menurut metode standard.

Data hasil Analisis ciri fisik, kimia sampel tanah salin dan masam diinterpolasi

terhadap pemberian biochar. Dosis optimum dari berbagai biochar yang dapat memperbaiki kesuburan tanah merupakan solusi amelioran terbaik dalam mengatasi kendala kesuburan tanah.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik tanah dan biochar

Karakteristik tanah perwakilan dan biochar yang berperan sebagai pembenah tanah disajikan pada Tabel 1 dan 2. Tanah perwakilan merupakan tanah masam dan tanah salin yang diambil dari lahan pertanian.

Tabel 1. Karakteristik tanah

Jenis Tanah	pH H ₂ O	EC (mS)	C-Org (%)	P-ters (ppm)	N-Tot (%)
Tanah Masam	4,40	0,44	1,80	3,14	0,22
Tanah Salin	5,80	3,47	1,11	17,94	0,10

Tabel 2. Karakteristik campuran biochar dan asam humat

Jenis Biochar	pH H ₂ O	C-Org (%)	N-Total (%)
Biochar 1 (1B:1H)	7,2	44,45	1,60
Biochar 2 (2B:1H)	7,4	51,00	1,85
Biochar 3 (1B:2H)	7,1	39,45	1,45

Keterangan : B=biochar, H= Humat

Aplikasi biochar pada tanah salin dan masam

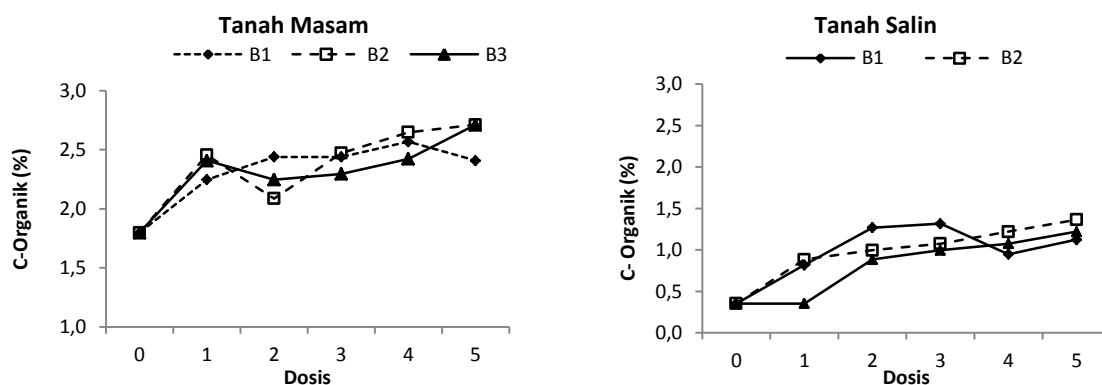
Pemberian campuran biochar (arang) dan asam humat jerami padi yang diinkubasi selama 4 minggu mampu meningkatkan C-org (Gambar 1), P-tersedia (Gambar 2), dan N-total tanah (Gambar 3) tanah. Kandungan C-org dan N total tanah masam lebih tinggi

dibanding tanah salin dan hal sebaliknya terjadi pada kandungan P-tersedia tanah. Proporsi campuran humat atau arang lebih tinggi terbukti meningkatkan C-org, P-tersedia dan N-total lebih tinggi dibanding jika proporsi campuran kedua bahan sama. Kandungan C-organik tanah masam dan tanah salin masing-masing meningkat 0,9 dan 1.2 satuan pada

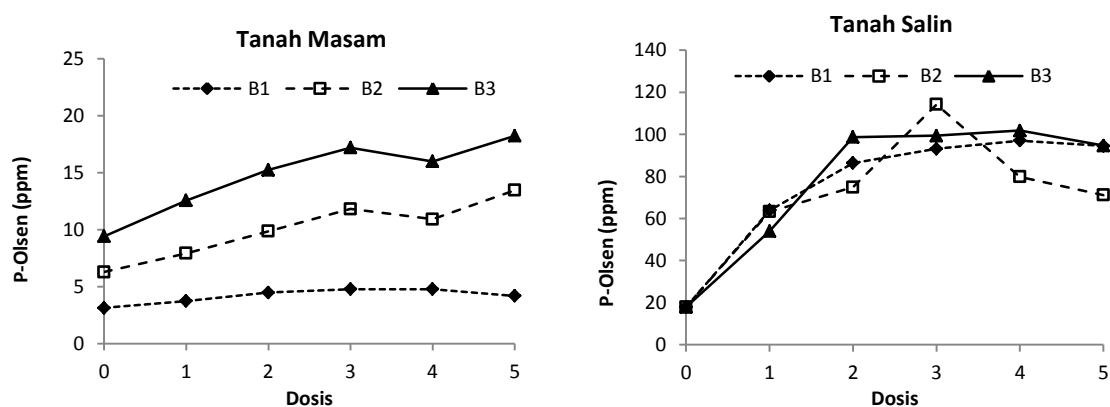
pemberian biochar 5g/kg. Hal ini disebabkan kandungan C-organik biochar 2 paling tinggi sehingga akan menambah kandungan C-org tanah. Hal ini sesuai pendapat Lehmann (2007), dimana biochar telah terbukti bertahan dalam tanah hingga >1000 tahun dan mampu mensekuestrasi karbon dalam tanah. Bahan organik lebih reaktif di tanah dengan kandungan C-org lebih rendah (tanah salin).

P-tersedia tanah masam meningkat 6,13 ppm pada pemberian 3 g/kg biochar 2B+1H, sedangkan P-tersedia tanah salin bisa meningkat hingga 100 ppm pada

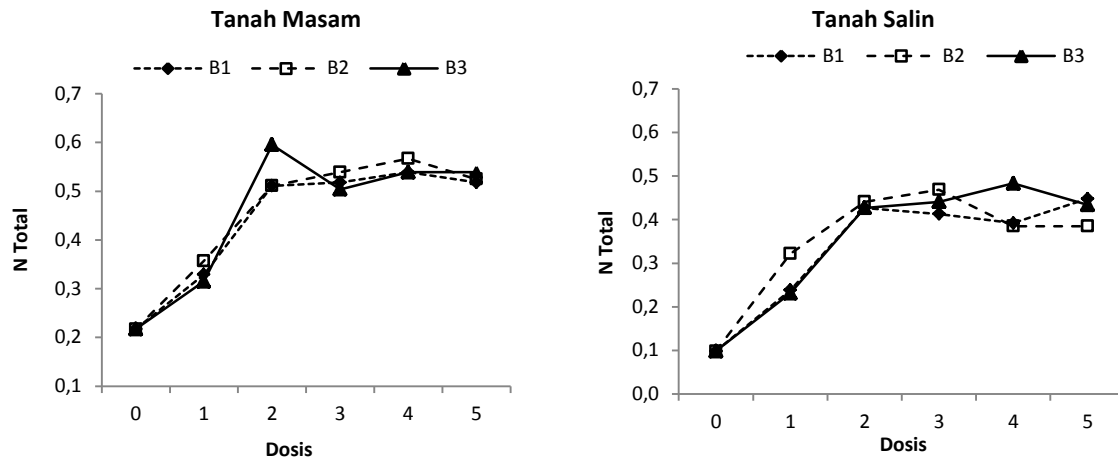
dosis 2 g/kg biochar 1B +2H. Hal ini terbukti bahwa humat bisa melepaskan P terikat Al dan Fe lebih tinggi dibanding biochar. Asam humat mengkhelat ion logam sehingga P-tersedia dalam bentuk PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} tidak terjerap oleh Al dan Fe (Theng, 2012). *Biochar* juga menahan P, yang tidak bisa diretensi oleh bahan organik tanah biasa (Lehmann, 2007). N-total dalam tanah merupakan N-organik dan N-mineral dalam bentuk ammonium (NH_4^+) dan NO_3^- (nitrat) yang mudah hilang dalam tanah karena proses ammonifikasi, nitrifikasi, pencucian dan penguapan.



Gambar 1. Pengaruh Biochar terhadap kandungan C-organik tanah salin dan tanah masam.



Gambar 2. Pengaruh Biochar terhadap kandungan P-tersedia tanah masam dan tanah salin



Gambar 3. Pengaruh Biochar terhadap kandungan N-Total tanah salin, masam dan aluvial

Pemberian biochar terbukti meningkatkan N-total 0,3 - 0,4 satuan pada tanah masam atau salin. Nilai ini lebih sedikit dibanding P karena bentuk N tersedia tanah rendah akibat N mudah tercuci dan menguap. Biochar sedikit meningkatkan N-total tanah dan optimum pada 2-3 g/kg. Pencucian N dapat dikurangi secara signifikan dengan pemberian *biochar* ke dalam media tanam (Steiner dkk., 2007) dan menurut Stevenson, 1985; Tan 2003; Spark, 2003; Pettit, 2011) humat mampu berkombinasi dengan fraksi liat dan mobile dapat melepas dan mengikat anion kation dalam tanah, berperan dalam pertukaran anion kation tanah dengan gugus karboksil maupun fenolik dan quinon dari group fungsional asam humat.

Analisa ketersediaan nutrisi hanya dilakukan terhadap N dan P karena untuk K dampaknya kurang nyata seperti yang dihasilkan oleh Sujana dan Labek

Suyasdi Pura (2015). Kalium tidak menyusun organ tanaman sehingga di dalam jaringan tanaman sulit dideteksi. Campuran biochar dan humat bisa menambah muatan negatif tanah sehingga akan meningkatkan perannya dalam menjerap nutrisi tanaman. Proporsi humat yang lebih besar akan menambah kemampuan menukarkan ion lebih tinggi dibanding biochar. Hasil penelitian ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Mindari (2013) menunjukkan nilai KTK humat dan kompos bisa mencapai sekitar 80 cmol/kg. Macam bahan organik mempunyai nilai kandungan humat yang bervariasi tergantung kadat lignin bahan organik.

Kesimpulan Dan Saran

Biochar mampu meningkatkan C-org, P-tersedia, N total tanah. Komposisi campuran Biochar dan humat yang lebih tinggi memberi pengaruh yang lebih baik terhadap peningkatan kandungan hara

dibanding campuran dengan komposisi yang sama. Asam humat memberikan peningkatan P tersedia yang lebih tinggi dibanding biochar. Secara umum dosis optimum biochar yang memberikan pengaruh yang baik terhadap sifat fisik dan kimia berkisar antara 2-3 g/kg.

Daftar Pustaka

- Baltrėnas, P. and A. Zagorskis. 2007. Investigation into Determining The Humidity of Charge Used For Biological Air Treatment. Dept Of Environmental Protection, Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio Al. 11, Lt-10223 Vilnius, Lithuania
- Bethune M.G. and T.J. Batey. 2002. Impact on soil hydraulic properties resulting from irrigating saline-sodic soils with low salinity water. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 42(3) : 273-279.
- Hardjowigeno, S. 2003. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Jakarta : Akademika. Pressindo. 250 hal.
- Maroeto, M. Arifin, dan Sutoyo. 2007. Identifikasi dan diagnose sifat kimia tanah salin untuk kesesuaian tanaman cemara udang (*Casuarina Equisetifolia*). *Jurnal Pertanian Mapeta*. 1 (10) : 13-23.
- Pettit, R.E. 2011. Organic Matter, Humus, Humate, Humic Acid, Fulvic Acid, And Humin: [Http://www.Calciumproducts.Com/Articles/Dr. Pettit_Humate.Pdf](http://www.Calciumproducts.Com/Articles/Dr._Pettit_Humate.Pdf)
- Shani, U and L.M. Dudley. 2001. Field studies of crop response to water and salt stress. *Soil Science Society of America Journal*. 65:1522-1528
- Sparks, D. L. 2003. Environmental Soil Chemistry. Second Edition . University of Delaware . Academic Press
- Mindari W, Maroeto, dan Syekhfani. 2009. Efek pemberian air salin rekayasa pada EC tanah dengan amelioran bahan organik. Prosiding Seminar Nasional FP dan LPPM UPN "Veteran " Jatim, Surabaya.
- Mindari, W., N. Aini, and Z. Kusuma. 2014. Effects of humic acid-based buffer + cation on chemical characteristics of saline soils and maize growth. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. 2(1):259–68.
- Mindari, W., Z.Guntoro, W. Kusuma, and Syekhfani. 2013. "Isolation and characterization of humic acid of various waste material on saline soil and their effects to paddy. *International Conference on Green Agro-Industry (ICGAI)* 1(2):234–42.
- Sujana, I.P. and I.N. L. S. Pura. 2015. Pengelolaan tanah ultisol dengan pemberian pembenah organik biochar menuju pertanian berkelanjutan. *Agrimeta: Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem* 5(9):1–9.
- Steiner, C. 2007. Soil Charcoal Amendments Maintain Soil Fertility And Establish A Carbon Sink– Research And Prospects. In Soil Ecology Research Developments. Tian-Xiao Liu (Editor). ISBN 978-1-60021-971-9. Nova Science Publishers, Inc.
- Tan. K. H. 2003. *Humic Matter in Soil and the Environment. Principles and Controversies*. University of Georgia. Athens, Georgia, U.S.A.
- Theng, B.K.G. 2012. Humic Substances. *Developments in Clay Science*. 4: 391–456.
- Putri, V.I, Mukhlis, B. Hidayat. 2017. Pemberian beberapa jenis biochar untuk memperbaiki sifat kimia tanah ultisol dan pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* 5(4):824–28.
- Yermiyahu, U., N. Shlomo, G. Ben-Hayyim, U. Kafkafi, T.B. Kinraide. 1997. Root elongation in saline solution related to calcium binding to root cell plasma membranes. *Plant*

Soil. 191: 67–76.
Yuniati, R. 2004. Penapisan galur
kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

toleran terhadap NaCl untuk
penanaman di lahan salin makar.
Sains. 8 (1) : 21- 24.