

Pengaruh Perbedaan Biochar terhadap Kemampuan Menjaga Retensi pada Tanah

Putri Agviolita^{*}, Yushardi, Firdha Kusuma Ayu Anggraeni

Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember,
Kampus Unej Tegalboto, Jember, Jawa Timur, 68121, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 20 Januari 2021

Direvisi: 07 Februari 2021

Diterima: 02 April 2021

Kata kunci:

biochar
penyerapan
pH
retensi
tanah

Keywords:

biochar
absorption
pH
retention
soil

Penulis Korespondensi:

Putri Agviolita

Email: putriagviolita10@gmail.com

ABSTRAK

Kemampuan retensi tanah dapat ditingkatkan dengan membenahi struktur tanah melalui penambahan *biochar* pada tanah. Hubungan pemberian *biochar* dengan meningkatnya retensi tanah dapat dilihat dari peningkatan penyerapan air dan pH. Ukuran pori-pori pada *biochar* dapat menambah ukuran pori-pori tanah yang dapat memaksimalkan penyerapan air, sehingga semakin besar pori-pori *biochar* maka semakin tinggi tingkat retensi tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan ukuran permukaan pori-pori dan pH pada bahan baku *biochar* terhadap kemampuan menjaga retensi tanah sehingga dapat membantu mengembalikan kemampuan retensi tanah agar tanah tetap subur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen untuk mengukur penyerapan air dengan memberi air melalui alat infus ke pot berlubang yang sudah berisi campuran *biochar* dan tanah, lalu mengukur pH dengan menggunakan pH for soil. Untuk mengetahui bahan baku *biochar* yang tepat dengan permasalahan pada tanah, maka penelitian ini menggunakan 3 *biochar* dengan bahan baku yang berbeda yaitu tongkol jagung, batang pepaya, tempurung kelapa. Hasil dari penelitian ini adalah campuran tanah dengan *biochar* tempurung kelapa yang paling banyak menyerap air, dan campuran tanah dengan *biochar* tongkol jagung yang memiliki pH tertinggi.

Soil retention ability can be improved by improving soil structure through the addition of biochar to the soil. The relationship between biochar and increased soil retention can be seen from the increase in water absorption and pH. The size of the pores in biochar can increase the size of the soil pores which can maximize water absorption, so that the larger the biochar pores, the higher the soil retention rate. This study aims to determine the effect of differences in pore surface size and pH on biochar raw materials on the ability to maintain soil retention so that it can help restore soil retention ability so that the soil remains fertile. The method used in this research is an experimental method to measure water absorption by giving water through an infusion device into a perforated pot that already contains a mixture of biochar and soil, then measuring the pH using pH for soil. To find out the right biochar raw material with problems in the soil, this study used 3 biochar with different raw materials, namely corn cobs, papaya stalks, and coconut shells. The results of this study were the soil mixture with coconut shell biochar which absorbed the most water and the soil mixture with corncob biochar which had the highest pH.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Biochar adalah arang yang diberikan ke dalam tanah dan tanaman sebagai bahan untuk membenahi struktur tanah. Proses pembuatan *biochar* hampir sama dengan pembuatan arang pada umumnya yang digunakan untuk bahan bakar. *Biochar* dihasilkan dari proses pirolisis atau pembakaran bahan organik dalam kondisi oksigen yang terbatas. Berbeda dengan bahan organik, *biochar* tersusun dari cincin karbon aromatis yang mengakibatkan sifat karbon yang lebih stabil dan tahan lama di dalam tanah (Maguire dan Aglevor, 2010). Luas permukaan pori-pori *biochar* tongkol jagung sebesar 2150,866 m²/g (Dewi dkk., 2016). Batang pepaya dijadikan *biochar* akan memiliki luas permukaan pori-pori sebesar 287,5107 m²/g. Hal tersebut berhubungan dengan hasil daya absorpsi *biochar* batang pepaya (Hery dkk., 2018). *Biochar* tempurung kelapa memiliki luas permukaan pori-pori 2352,851 m²/g (Lela dkk., 2016).

Pemberian *biochar* dapat menunjukkan hasil yang berbeda terhadap porositas tanah. Penambahan *biochar* pada tanah dapat memperbanyak ruang pori pada tanah sehingga porositas tanah pun bertambah, karena porositas tanah merupakan proporsi ruang pori yang berfungsi sebagai tempat udara dan air, sehingga jika porositas tanah berubah maka akan mengubah sifat fisika pada tanah yang berupa jumlah pori-pori dan kadar air pada tanah (Liescahyani dkk., 2014). Sebagai bahan pembenah tanah, *biochar* banyak digunakan untuk mengatasi masalah-masalah pada tanah. Aplikasi *biochar* dapat meningkatkan pH pada tanah yang masam (Solaiman dan Anawar, 2015). Sukartono dan Utomo (2012) melaporkan adanya peningkatan kapasitas air tersedia sekitar 16% akibat penambahan *biochar* dari kotoran sapi. Sifat *biochar* yang kaya pori mikro akan sangat bermanfaat jika diaplikasikan pada tanah berpasir yang luas permukaan spesifik tanahnya relatif terbatas. *Biochar* dapat menjaga kelembaban tanah karena kapasitas menahan airnya tinggi (Endriani dkk., 2013). Selain itu, pemberian *biochar* pada tanah juga mampu meningkatkan pertumbuhan serta serapan hara pada tanaman (Satriawan dan Handyanto, 2015).

Campuran *biochar* ke tanah yang baik adalah 4% dari massa tanah dikarenakan pada komposisi tersebut tanah dan makhluk hidup di dalam tanah akan mudah beradaptasi (Anggraini dkk., 2015), karena *biochar* berupa arang aktif yang dibuat menggunakan proses pembakaran tertutup. Pada proses pembakaran tertutup ini menggunakan drum yang ditutup. Proses pembakaran tertutup merupakan peristiwa kompleks, di mana senyawa organik dalam biomassa dibakar tanpa kehadiran oksigen atau dengan oksigen yang terbatas (Smebye dkk., 2017). Penambahan *biochar* pada tanah dapat menambah kemampuan retensi tanah, Retensi tanah adalah kemampuan menahan atau menyimpan zat-zat hara di dalam tanah. *Biochar* dapat membantu menjaga retensi tanah karena aplikasi *biochar* dapat meningkatkan pH pada tanah yang masam (Solaiman, 2015), meningkatkan KTK (Kapasitas Tukar Kation) tanah, menyediakan unsur hara N, P, dan K. *Biochar* menjaga kelembaban tanah sehingga kapasitas menahan air tinggi yang diakibatkan oleh pori-pori pada *biochar* (Endriani dkk., 2013). Aplikasi *biochar* dalam meningkatkan kemampuan memegang air atau retensi air sangat bermanfaat untuk meningkatkan ketersediaan air pada tanah bertekstur pasir dan lahan kering di wilayah iklim kering. Beberapa penelitian melaporkan bahwa kandungan air kapasitas lapang meningkat secara nyata setelah aplikasi *biochar* (Glaser dkk., 2002).

Kualitas *biochar* dapat dilihat dari kadar pH-nya karena nilai pH pada tanah dapat mempengaruhi ketersediaan dari unsur-unsur hara. Pemberian *biochar* dapat meningkatkan pH pada tanah, semakin banyak takaran *biochar* yang diberikan pada tanah, maka kadar pH pun semakin tinggi, karena *biochar* menghasilkan karbon aktif yang ber-pH tinggi. Pada pH rendah tanah akan toksisitas Al yang menyebabkan kerusakan terhadap pertumbuhan tanaman. *Biochar* juga dapat mengatasi racun dari tanah asam (Endriani dkk., 2013). Peningkatan pH tanah merupakan kontribusi terpenting terhadap perbaikan kualitas tanah (Siringorigo dan Siregar C.A., 2011). Selain itu, pemberian *biochar* pada tanah juga mampu meningkatkan pertumbuhan serta serapan hara pada tanaman (Satriawan dan Hadyanto, 2015). Salah satu bakteri menguntungkan tanaman *Rhizobium* tidak dapat hidup pada pH ≤ 4,3, sebab bakteri yang berperan dalam proses fiksasi N ini peka terhadap keasaman, ini jelas mempengaruhi kebutuhan N pada tanaman. pH sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, seperti ketersediaan unsur hara, pembentukan bintil akar oleh bakteri *Rhizobium* yang berhubungan dengan fiksasi unsur N tanaman, juga aktivitas pertumbuhan dan perkembangan dan populasi *Rhizobium*. Untuk itu pH sangat berpengaruh terhadap serapan hara dan pertumbuhan tanaman (Hanafiah dkk., 2009).

Dari hasil pengamatan lapangan yang dilakukan, tanah di Indonesia sangat banyak yang sudah kehilangan retensi tanah dan banyak juga limbah organik yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku *biochar*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan ukuran permukaan pori-pori dan pH pada bahan baku *biochar* terhadap kemampuan menjaga retensi tanah sehingga dapat membantu mengembalikan kemampuan retensi tanah agar tanah tetap subur.

II. METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah, cetok, ayakan, timbangan, *pH meter for soil*, meteran, tabung dan selang infus, pot yang berlubang bawahnya, alas pot, gelas ukur, stopwatch, alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah, *biochar* tongkol jagung, *biochar* batang pepaya, *biochar* tempurung kelapa, dan air.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang diambil dari satu tempat atau sepetak tanah dari daerah kebun Dusun Wadungdolah, Desa Kaligondo, Kecamatan Genteng, Kabupaten Banyuwangi. Alat penyerapan air menggunakan infus yang diisi air 500 ml dipasang dengan ketinggian yang sama 137 cm dari pot bawahnya berlubang sebagai tempat sampel dan di bawah pot diberikan wadah lagi sebagai tempat air yang tidak terserap seperti pada Gambar 1 (a). Tanah dan semua *biochar* diayak terlebih dahulu, selanjutnya ditimbang berdasarkan tetapan komposisi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Variasi Kelompok Sampel

Kelompok / Komposisi Bahan			
Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3	Kelompok 4
Tanah 750 g	Biochar tongkol jagung 30 gram + tanah 720 g	Biochar batang pepaya 30 gram + tanah 720 g	Biochar tempurung kelapa 30 gram + tanah 720 g

Sampel tanah yang diambil kemudian diletakkan ke dalam pot dengan ukuran 7 x 23 cm. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 sampel dengan masing-masing sampel memiliki massa 750 gram. Sampel dibagi menjadi 2 kelompok, yakni 3 buah sampel untuk kelompok kontrol, dan 9 buah sampel untuk kelompok eksperimen. Sampel eksperimen dibagi lagi menjadi 3 kelompok dengan masing-masing kelompok memiliki 3 buah sampel. Sampel kelompok eksperimen tersebut kemudian diberikan variasi massa *biochar* 4% dari massa keseluruhan sampel. Satu sampel bermassa 750 gram maka terdiri dari 30 gram *biochar* dan 720 gram tanah.

Pengambilan data ukuran permukaan pori-pori *biochar* menggunakan data sekunder dari penelitian Dewi, dkk (2016), Hery, dkk (2018), dan Lela, dkk (2016). Para peneliti tersebut mengukur permukaan pori-pori *biochar* menggunakan alat SEM (*Scanning Electron Microscope*).

Pengambilan data penyerapan air (absorpsi) dilakukan dengan mengalirkan 500 ml air dari infus ke pot yang berisi sampel sampai air di dalam tabung infus habis lalu didiamkan selama 7 menit agar air yang tidak terserap menetes tuntas pada wadah dibawah pot. Selanjutnya dilakukan pengukuran volume air yang terserap dengan cara volume air awal yaitu 500 ml dikurangi dengan volume air yang menetes di wadah bawah pot atau volume air yang tidak terserap. Hal tersebut dilakukan 3 kali sehingga setiap kelompok ada 3 data penyerapan air.



Gambar 1 (a) Pengukuran absorpsi (penyerapan) (b) Pengukuran pH

Pengambilan data pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat *pH meter for soil* yang ditancapkan ke dalam tanah dan campuran tanah dengan *biochar* lalu dibiarkan selama 2 menit sampai jarum pada pH meter berhenti pada angka tertentu seperti pada Gambar 1 (b). Hal tersebut dilakukan 3 kali pengulangan sehingga setiap kelompok memiliki 3 data pengukuran pH.

III. HASIL DAN DISKUSI

Tabel 1 memperlihatkan bahwa hasil pengukuran penyerapan air berbeda-beda. Hal ini diduga karena adanya pengaruh pori-pori tanah yang berubah karena ada tambahan dari pori-pori *biochar* sesuai dengan penelitian Masthura dan Zulkarmain (2018) rongga-rongga pori-pori *biochar* terbentuk karena pembakaran pada proses pembuatannya. Ukuran pori-pori *biochar* berbeda-beda besarnya tergantung bahan bakunya, seperti pori-pori *biochar* tongkol jagung dengan luas permukaan 2150,866 m²/g, pori-pori *biochar* batang pepaya dengan luas permukaan 287,5107 m²/g, pori-pori *biochar* tempurung kelapa dengan luas permukaan 2352,851 m²/g. Semakin besar pori-pori *biochar* maka kan semakin banyak air yang dapat terserap.

Tabel 2 Data Hasil Penyerapan Air

Kelompok	Volume Air Awal (ml)			Volume Air Akhir (ml)			Volume Air Terserap (ml)		
	PD 1	PD 2	PD 3	PD 1	PD 2	PD 3	PD 1	PD 2	PD 3
Kelompok 1	500	500	500	90	90	102	410	410	398
Kelompok 2	500	500	500	52	51	105	448	449	395
Kelompok 3	500	500	500	70	55	55	430	445	445
Kelompok 4	500	500	500	50	51	48	450	449	452

Pada Tabel 2, diketahui bahwa setiap pengukuran dilakukan pengambilan data (PD) sebanyak 3 kali. Kelompok pertama yaitu tanah tanpa *biochar* menyerap air paling sedikit karena hanya pori-pori tanah, untuk kelompok 2 lebih banyak menyerap air dari pada kelompok 1, dan 3 tetapi masih di bawah kelompok 4 karena pori-pori *biochar* tongkol jagung dapat menambah luas permukaan pori-pori tanah tetapi masih tidak sebesar pori-pori *biochar* tempurung kelapa. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Lela dkk. (2016) bahwa daya serap dan luas pori-pori *biochar* tongkol jagung lebih kecil dari pada daya serap dan luas permukaan pori-pori *biochar* tempurung kelapa. Untuk kelompok 3 lebih banyak menyerap dari kelompok 1, tetapi masih di bawah kelompok 2, dan 4 karena pori-pori *biochar* batang pepaya dapat menambah luas permukaan pori-pori tanah tetapi masih tidak sebesar pori-pori *biochar* tongkol jagung dan tempurung kelapa. Untuk kelompok 4 paling banyak menyerap air karena pori-pori *biochar* tempurung kelapa dapat menambah lebih luas permukaan pori-pori tanah dan paling besar ukuran pori-porinya jika dibandingkan *biochar* tongkol jagung, dan batang pepaya. Jadi, kelompok 4 dengan tanah dicampur dengan *biochar* tempurung kelapa yang paling banyak menyerap air karena pori-pori paling besar dibandingkan pori-pori *biochar* kelompok lainnya sesuai dengan penelitian Anita dkk. (2016) bahwa pemberian *biochar* tempurung kelapa dapat menambah persentase penyerapan air lebih banyak dari *biochar* dengan bahan baku lainnya, sehingga terbukti bahwa besar permukaan pori-pori *biochar* mempengaruhi daya serapnya, hasil penelitian tersebut sesuai dengan hasil penelitian Taer dkk. (2015) bahwa ukuran karbon aktif atau *biochar* mempengaruhi besar kecilnya daya serap. Tanah yang baik adalah tanah yang dapat menyerap unsur hara dan air secara baik karena hal tersebut sangat diperlukan oleh tanah, jika unsur hara dan air dapat terserap dengan baik maka di dalam tanah akan tetap tersimpan unsur hara dan air, *biochar* mampu membantu tanah untuk tetap menyimpan unsur hara, sehingga tanah dapat dengan baik mempertahankan kandungannya yang disebut kemampuan retensi tanah.

Kelompok ke 2 yaitu campuran *biochar* tongkol jagung dengan tanah pada perlakuan ke 3 hasil yang diperoleh tidak normal karena hasil penyerapan lebih sedikit dibandingkan penyerapan pada kelompok pertama yang sebagai acuan, sehingga penambahan *biochar* pada tanah tidak mempengaruhi hasil penyerapan bahkan dapat mengurangi. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan bahan baku yang berupa tongkol jagung yang digunakan untuk kelompok 2 perlakuan ke 3 sudah berjamur yang mengakibatkan struktur pori-pori pada bahan baku *biochar* tersebut rusak, sehingga pada saat proses pembakaran tongkol jagung tersebut banyak yang menjadi abu, sedangkan abu pada *biochar* sangat merugikan karena dapat menutupi pori-pori pada *biochar* yang menyebabkan daya serap air pada *biochar* tersebut berkurang. Bahan baku tersebut dapat berjamur karena pada saat

penyimpanan tidak disimpan ditempat yang kering melainkan ditempat yang lembab sehingga memicu tongkol jagung tersebut ditumbuhi banyak jamur. Cara agar bahan baku tidak mudah menjamur dengan cara sebelum disimpan bahan baku tersebut dikeringkan dahulu bisa dengan dijemur atau dipanggang, setelah itu pastikan tempat penyimpanan bersih dan tetap kering.

Pada hasil penelitian ini terbukti bahwa luas permukaan pori-pori biochar dapat mempengaruhi hasil penyerapan air pada tanah karena pada penelitian luas permukaan yang terbesar adalah luas permukaan biochar tempurung kelapa dan hasil penyerapan tertinggi adalah penyerapan air pada campuran tanah dengan biochar tempurung kelapa. Ukuran permukaan pori-pori tanah berpengaruh terhadap besarnya ruang untuk udara dan air, semakin besar ruang udara dan air pada pori-pori tanah, maka tanah dapat semakin menyerap air untuk menjaga kandungan air di dalamnya. Biochar dapat membantu untuk menambah pori-pori pada tanah sehingga tanah dapat menyerap kandungan air yang lebih banyak. Penyerapan air yang tinggi dapat membantu tanah dalam menjaga kandungan air didalamnya secara maksimum atau tanah dapat meretensi air secara maksimum.

Tabel 3 Data Hasil Pengukuran pH

Kelompok	Nilai pH			Rata-Rata Nilai pH
	Perlakuan ke 1	Perlakuan ke 2	Perlakuan ke 3	
Kelompok 1	7.7	7.7	7.7	7.7
Kelompok 2	7.9	7.9	7.9	7.9
Kelompok 3	7.8	7.9	7.9	7.86
Kelompok 4	7.8	7.8	7.8	7.8

Tabel 3 memperlihatkan bahwa pH sampel tanah berbeda-beda karena adanya pengaruh bahan baku *biochar* yang berbeda-beda, seperti tongkol jagung mengandung *selulosa*, *helmi selulosa*, dan *lignin* (Dewi dkk., 2016). Batang pepaya mengandung *alkaloid*, *saponin*, *tannin*, dan *steroid* (Hery dkk., 2018). Tempurung kelapa mengandung *selulosa*, *lignin*, *pentosan*, *solvent ekstraktif*, *uronat anhidrid*, *abu*, *nitrogen* dan air (Suhartana, 2006). Semakin tinggi pH *biochar* maka akan semakin tinggi pH pada tanah campuran. Berdasarkan hasil pengukuran pH di atas dapat diketahui bahwa *biochar* berpengaruh pada hasil pH tanah campuran, karena pada kelompok ke 1 yaitu tanah tanpa *biochar* memiliki pH paling rendah karena sebagai pH acuan yaitu hanya pH dari tanah saja, untuk kelompok 2 memiliki pH paling tinggi dari pH dari kelompok 1, 3, dan 4. Untuk kelompok 3 lebih tinggi nilai pH dari kelompok 1 dan 4, tetapi masih dibawah kelompok 2 karena nilai pH *biochar* batang pepaya dapat menambah nilai pH tanah tetapi masih tidak setinggi nilai pH pada *biochar* tongkol jagung. Untuk kelompok 4 paling rendah nilai pH-nya dari pH campuran *biochar* dengan tanah karena nilai pH *biochar* tempurung kelapa lebih rendah dari kelompok 2 dan 3, tetapi masih lebih tinggi dari pH kelompok 1 (acuan). Jadi, kelompok 2 dengan tanah dicampur dengan *biochar* tongkol jagung yang paling tinggi pH-nya sehingga membuat tanah campuran atau kelompok 2 memiliki pH tinggi juga. pH pada tanah dapat mempengaruhi retensi tanah atau kemampuan tanah dalam menjaga kandungan unsur hara didalam tanah karena mikroorganisme dan cacing di dalam tanah yang bertugas untuk menyempurnakan unsur hara dan tidak bisa hidup dalam pH rendah atau lebih cocok pada tanah yang memiliki pH tinggi. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Liescahyani dkk. (2014) bahwa kombinasi bahan baku dan ukuran pori-pori *biochar* memberikan pengaruh nyata terhadap sifat fisika pada tanah pasiran yakni jumlah pori, pH, dan daya serap. Untuk mengetahui *biochar* mana yang paling baik untuk tanah tertentu, maka harus mengetahui dan menyesuaikan dari penyerapannya atau pH-nya yang dibutuhkan untuk diperbaiki fungsi tanah tersebut.

Pada hasil penelitian ini terbukti bahwa penambahan *biochar* dapat mempengaruhi pH pada tanah karena pada penelitian pengukuran pH hasilnya pH campuran tanah dengan *biochar* tongkol jagung yang paling tinggi. pH tanah berpengaruh terhadap kehidupan mikroorganisme yang ada di dalam tanah, semakin asam atau rendah pH tanah maka mikroorganisme tersebut akan mati. Mikroorganisme yang ada di dalam tanah berperan sebagai penyempurna kandungan N, P, K didalam tanah. Semakin tinggi pH tanah maka akan semakin baik untuk mikroorganisme penyempurna unsur hara sehingga kandungan unsur hara di dalam tanah tetap terjaga atau tanah dapat meretensi kandungan unsur hara.

IV. KESIMPULAN

Pemberian campuran *biochar* dapat menambah kemampuan dalam penyerapan air. Pemberian *biochar* dapat meningkatkan nilai pH karena kandungan masing-masing bahan baku *biochar* dapat membuat *biochar* memiliki pH tinggi sehingga jika dicampurkan pada tanah, maka pH tanah akan menjadi lebih tinggi dari sebelumnya. Jika hasil penyerapan air dan pH meningkat maka retensi tanah juga akan meningkat karena tanah dapat menjaga kandungan air dan unsur hara. Tanah campuran yang penyerapan paling baik adalah tanah yang dicampurkan dengan *biochar* tempurung kelapa, dan campuran yang memiliki pH paling tinggi adalah tanah yang dicampur dengan tongkol jagung, *biochar* yang paling baik adalah *biochar* yang tepat dan sesuai untuk membenahi struktur dan fungsi yang dibutuhkan tanah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, R., Suhirman, S., dan Yahdi, Y., 2015, Studi Keamanan Perbandingan Biochar, dan Tanah Dengan Indikator Cacing Serta Pengaruhnya Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Kacang Hijau (*Phaseolus Radiatus*), *FITK IAIN Mataram*, vol. 7, no. 2, pp. 226-245.
- Martina, D., Hastuti, R., dan Widodo, D. S., 2016, Peran Adsorben Tongkol Jagung (*Zea mays*) dengan Polivinil Alkohol (PVA) untuk Penyerapan Ion Logam Timbal (Pb²⁺), *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, vol. 19, no. 3, pp. 77-82.
- Endriani, A., Sunarti, S., 2013, Pemanfaatan Biochar Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Soil Amandement Ultisol Sungai Bahar-Jambi. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*, vol. 15, no. 1, pp. 39-46.
- Taer, E., Aiman, S., Sugianto, S., dan Taslim, R., 2015, Variasi Ukuran Karbon Tempurung Kelapa Sebagai Alat Kontrol Kelembapan, *Prosiding Seminar Nasional Fisika, Pekanbaru*, vol. 4, pp. 89-92.
- Glaser, B., Lehmann, J. dan Zec, W., 2002, Ameliorating Physical and Chemical Properties of Highly Weathered Soils in the Tropics With Charcoal, *A Review*, vol. 35, pp. 219-230.
- Hanafiah, A.S., Sabrina, T., dan Guchi, H., 2009, Biologi dan Ekologi Tanah, *Skripsi*, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Khoiriyah A.N., Cahyo P., dan Widiyanto, W. 2016, Kajian Residu Biochar Sekam Padi, Kayu, Dan Tempurung Kelapa Terhadap Ketersediaan Air Pada Tanah Tempurung Berliat, *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 3, no. 1, pp. 253-260.
- Yuningsih, L.M., Mulyadi, D dan Kurnia, A.J., 2016, Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Serap Iodin. *Jurnal Kimia Valensi, Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, vol. 2, no. 1, pp. 30-34.
- Liescahyani, I., Djatmiko, H., dan Sulistyarningsih, N., 2014, Pengaruh Kombinasi Bahan Baku dan Ukuran Partikel Biochar Terhadap Perubahan Sifat Fisika Pada Tanah Pasiran, *Berkala Ilmiah Pertanian*, Universitas Jember, Jember.
- Maguire, R.O., dan Agblevor, F.A., 2010, *Biochar in Agricultural Systems. College of Agriculture An Life Science*. Virginia: Virginia Polytechnic Institute An State University.
- Masthura, M., dan Putra, Z., 2018, Karakterisasi Mikrostruktur Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Kayu Bakau, *Journal of Islamic Science and Technology*, vol. 4, no. 1, pp. 45-54.
- Nurida, N.L., Dariah, A., dan Rachman, A., 2013, Peningkatan Kualitas Tanah Dengan Pembenh Tanah Biochar Limbah Pertanian, *Jurnal Tanah dan Iklim*, vol. 37, no. 2, pp. 69-78.
- Satriawan, B.D., dan Handayanto, E., 2015, Effects of Biochar and Crop Residues Application on Chemical Properties of A Degraded Soil of South Malang, and Uptake By Maize, *Journal of Degraded and Mining Lands*, vol. 2, no. 2, pp. 271-281.
- Siringoringo H.H., dan Siregar C.A., 2011, Pengaruh Aplikasi Arang Terhadap Pertumbuhan Awal *Micheliamontana Blume* dan Perubahan Sifat Kesuburan Tanah Pada Tipe Tanah Latosol. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, vol. 8, no. 1, pp. 65-85.
- Smebye, A.B., Sparrevik M., Schmidt, H.P., Cornelissen, G., 2017, Life-Cycle Assessment of Biochar Production System in Tropical Rural Areas: Comparing Flame Curtain Kilns to Other Production Methods. *Journal Biomass and Bioenergy*, vol. 101, pp. 35-43.
- Solaiman, Z.M., dan Anawar, H.M., 2015, Application of Biochar for Soil. *Pedospere*, vol. 25, no. 5, pp. 631-638.

- Suhartana, S., 2006, Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Belor Kecamatan Ngaringan Kabupaten Grobogan, *Berkala Fisika*, vol. 9, no. 3, pp. 151-156.
- Sukartono, S., Utomo, W.H., 2012, Peranan Biochar Sebagai Pembenh Tanah pada Pertanaman Jagung di Tanah Lempung Berpasir (*Sandy Loam*) Semiarid Tropis Lombok Utara, *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kealaman*, vol. 12, no. 1, pp. 91-98.

