



AGRILAND

Jurnal Ilmu Pertanian

Journal homepage: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/agriland>



Pengaruh pemberian biochar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa* Subsp. *chinensis*)

The effect of biochar on growth and yield of pakchoy (*Brassica rapa* Subsp. *chinensis*)

Saipul Akmal¹, Bistok Hasiholan Simanjuntak^{2*}

¹Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711, Indonesia. Email: 512014004@student.uksw.edu

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711, Indonesia. Email: bhasiholans@yahoo.com

*Corresponding Author, Email: bhasiholans@yahoo.com

ABSTRAK

Produktifitas sawi pakchoy lebih optimal bila ditanam pada tanah yang subur. Pemberian biochar mampu meningkatkan kesuburan di dalam tanah. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh pemberian biochar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakchoy. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana yang berlokasi di Salaran, Desa Wates, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang pada bulan Maret hingga April 2019. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tujuh perlakuan dan empat ulangan. Analisis data menggunakan Analisis Sidik Ragam (ANOVA) dan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil penelitian menunjukkan pemberian biochar 20 t/ha mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakchoy, dimana pada pemberian biochar 20 t/ha terjadi peningkatan jumlah daun, luas daun, berat segar tanaman, berat kering tanaman, dan hasil panen per hektarnya sebesar 1.58 t/ha.

Kata Kunci: biochar, sawi pakchoy.

ABSTRACT

Pakchoy productivity is more optimal when planted on fertile soil. Provision of biochar can increase fertility in the soil. The purpose of this study was to determine the effect of biochar administration on the growth and yield of Pakchoy mustard plants. The study was conducted in the Experimental Garden of the Faculty of Agriculture and Business at Satya Wacana Christian University located in Salaran, Wates Village, Getasan District, Semarang Regency in March to April 2019. The experimental design used was a Randomized Block Design (RBD) with seven treatments and four replications. Data analysis used Analysis of Variance Analysis (ANOVA) and Honestly Significant Difference test (BNJ). The results showed the administration of biochar 20 t/ha could increase the growth and yield of mustard pakchoy plants, where in the administration of biochar 20 t/ha an increase in the number of leaves, leaf area, plant fresh weight, plant dry weight, and yield per hectare was 1.58 t/ha.

Keywords: biochar, bok choy.

meningkatkan produksi tanaman (Gani, 2009). Dengan demikian pemberian biochar ke tanah merupakan cara untuk memperbaiki kerusakan tanah dan meningkatkan kesuburan di dalam tanah terutama dalam penggunaan tanah untuk budidaya tanaman sayuran. Salah satu tanaman sayuran yang banyak dikonsumsi masyarakat adalah Sawi Pakchoy (*Brassica rapa* Subsp. *Chinensis*)

Menurut data (BPS dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2017) kebutuhan konsumsi sawi pakchoy di Indonesia pada 2015 dan 2016 adalah 532,370 ton dan

Pendahuluan

Biochar atau arang hitam atau arang hidup merupakan hasil dari proses pembakaran biomassa. Biomassa yang digunakan umumnya berasal dari limbah pertanian, kemudian dilakukan pembakaran dalam keadaan oksigen terbatas dan mengandung karbon (C) tinggi (Mulyati *et al.*, 2014). Aplikasi biochar kedalam tanah bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah baik fisik, kimia dan biologi, sehingga dapat

539,800 ton, sedangkan produktivitas sawi pakcoy di Indonesia pada tahun (2015) 10.23 t/ha dan (2016) 9.92 t/ha. Data diatas menunjukkan bahwa setiap tahun terdapat peningkatan konsumsi sawi pakcoy, namun produktivitas sawi pakcoy setiap tahun mengalami penurunan. Belum tercapainya peningkatan produktivitas sawi pakcoy tersebut disebabkan oleh berkurangnya luas panen, teknik budidaya belum intensif, iklim yang kurang mendukung untuk budiaya dan rendahnya kesuburan tanah. Penurunan kesuburan tanah disebabkan oleh penggunaan pupuk kimia secara terus menerus, masukan bahan organik yang rendah dan terjadinya *leaching* unsur hara. Oleh karna itu, upaya untuk mengatasi penurunan kesuburan tanah dapat dilakukan dengan pemberian biochar

Menurut Steiner (2007) aplikasi biochar mampu memberikan efek positif terhadap stabilitas agregat tanah, KTK tanah, kandungan C-organik tanah, retensi air dan hara akibat peningkatan karbon tanah. Hal ini sejalan dengan pendapat yang dinyatakan oleh Masulili *et al.*, (2010) bahwa pemberian biochar dalam jangka waktu tertentu mampu mengembalikan kandungan C-organik tanah yang hilang. Kandungan karbon dalam biochar mampu bertahan dalam jangka waktu yang lama yaitu > 1000 tahun (Laird, 2008) sehingga biochar mampu digunakan sebagai sumber karbon tanah yang baik.

Salah satu biomassa tanaman yang dapat digunakan sebagai sumber biochar adalah sekam padi. Oleh Nurida *et al.*, (2013) dinyatakan biochar sekam padi mempunyai kandungan C-organik 30.76%, sehingga biochar mempunyai waktu tinggal dalam tanah cukup lama dan penggunaannya sebagai pembenah tanah akan mampu mengubah sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Berdasarkan dari kandungan C-organiknya maka dosis pemberian biochar untuk setiap tanaman akan ditentukan oleh besarnya kandungan C-organik tanah.

Pemberian biochar berbahan dasar sekam padi sebesar 15 t/ha dan pupuk kandang sapi 5 t/ha dengan kandungan C-organik awal tanah 0.90%, meningkatkan jumlah dan berat buah cabai merah serta memberikan pengaruh positif terhadap kesuburan fisik dan kimia tanah (Jaya *et al.*, 2017). Pemberian 15 t/ha biochar

sekam padi dengan kandungan C-organik awal tanah 0.45% dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi hijau serta memperbaiki sifat tanah (Suryana *et al.*, 2016). Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Salawati, 2016) pemberian biochar sekam padi dengan dosis 15 t/ha mampu meningkatkan C-organik 1.09%-34.98% pada tanah sawah Inceptisol.

Pemberian dosis biochar secara optimal sangat diperlukan karena pemberian biochar dibawah dosis optimal berdampak tidak adanya respon oleh tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil, serta belum mampu mengubah sifat tanah. Sementara itu pemberian dosis melebihi dosis optimal tidak efisien secara ekonomi. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian tentang pengaruh pemberian biochar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* Subsp. *chinensis*).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui dosis biochar yang tepat untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* Subsp. *chinensis*).

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada Maret-April 2019, dimana pelaksanaan lapangan dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana yang berlokasi di Dusun Salaran, Desa Wates, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah dan Air, Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana. Bahan penanaman yang digunakan biochar dari sekam padi dan benih sawi pakcoy (*Brassica rapa* Subsp. *chinensis*). Bahan analisis tanah yang digunakan adalah bahan kimia untuk analisis N, P, K, pH, KTK, C-organik, Bobot Isi tanah, Porositas Tanah dan Tekstur tanah.

Tata letak petak perlakuan menggunakan rancangan dasar Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan penelitian adalah dosis biochar pada 7 taraf yaitu: 0 t/ha (P0), 5 t/ha (P1), 10 t/ha (P2), 15 t/ha (P3), 20 t/ha (P4), 25 t/ha (P5), dan 30 t/ha (P6). Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Penanaman sawi pakcoy dilakukan dipetak berukuran 100 cm x 120 cm dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm dan jumlah sempel setiap petak yaitu 12

tanaman. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah daun dan luas daun pada saat tanaman berumur 1-4 MST (Minggu Setelah Tanam). Pengamatan akhir setelah panen dilakukan terhadap bobot segar tanaman dan bobot kering tanaman. Pengamatan tanah dilakukan pada awal sebelum pemberian biochar dan pada saat akhir penelitian. Pengamatan tanah dilakukan terhadap N, P, K, pH, KTK, C organik, Bobot Isi tanah, Porositas Tanah (Pori Total, Pori Air dan Pori Udara) dan Tekstur tanah.

Analisis data tanaman dan tanah digunakan Analisis Sidik Ragam atau ANOVA (uji F) dengan selang kepercayaan 95%. Analisis lanjutan digunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan selang kepercayaan 95%.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik tanah awal

Hasil analisis tanah sebelum aplikasi biochar menunjukkan karakteristik kimia

tanah dengan Kapasitas Tukar Kation (KTK) sebesar 20.46 me/100, pH 5.91 yang tergolong agak masam, C-organik sebesar 2.97% dengan harkat sedang, N-total sebesar 0.01% dengan harkat sangat rendah, P-tersedia sebesar 0.19 ppm dengan harkat sedang, P-total sebesar 1.56% dengan harkat sedang, K-tersedia sebesar 9.41 ppm dengan harkat sedang dan K-total sebesar 0.049% dengan harkat rendah. Adapun karakteristik fisik tanah seperti Bobot Isi (BI) sebesar 1.148 g/cm³, Ruang Pori Total (RPT) sebesar 56.65%, Ruang Pori Air (RPA) sebesar 16.67% dan Ruang Pori Udara (RPU) sebesar 39.94%, dan tekstur tanah lempung berliat.

Pengaruh pemberian biochar terhadap karakteristik tanah akhir penelitian

Setelah akhir penelitian dilakukan analisis tanah untuk melihat pengaruh biochar terhadap karakteristik tanah, dengan hasil disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Respon pemberian biochar terhadap N, P-total, K-total, K-tersedia, C-organik, pH, dan KTK

Biochar (t/ha)	N Total (%)	P Total (P ₂ O ₅ %)	K Total (K ₂ O%)	K Tersedia (ppm K)	C-organik (%)	pH	KTK (me/100g)
0	0.20	1.59	0.075	9.55	2.93	6.35	20.89
5	0.23	1.61	0.078	9.65	3.12	6.43	21.94
10	0.25	1.62	0.084	9.77	3.20	6.48	22.18
15	0.27	1.64	0.089	9.86	3.25	6.54	23.28
20	0.34	1.66	0.096	9.92	3.33	6.63	27.61
25	0.31	1.69	0.099	10.01	3.39	6.68	28.50
30	0.31	1.70	0.103	10.11	3.44	6.71	29.68

Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian biochar mampu mempengaruhi sifat tanah. Semakin tinggi dosis pemberian biochar maka akan semakin meningkatkan kandungan N, P, K, C-organik, pH dan KTK tanah bila dibandingkan dengan perlakuan kontrol (0 t/ha biochar). Sejalan dengan hasil penelitian Krishnakumar *et al.*, (2013) dan Chan (2007) yang menunjukkan bahwa aplikasi biochar mampu mengubah sifat tanah terutama terhadap sifat fisik seperti bobot isi tanah dan kimia seperti KTK, pH, N, P dan K tanah. Demikian juga hasil penelitian Major *et al.*, (2012), Laird *et al.*, (2010) dan Dume *et al.*, (2016) yang menunjukkan bahwa biochar mengandung

C-organik tinggi dan penambahan biochar akan meningkatkan pH tanah, *electrical conductivity* (EC) tanah, N-total tanah, ketersediaan P dan K tanah serta KTK tanah. Peningkatan C-organik tanah dan KTK tanah akan menurunkan resiko kehilangan unsur hara terutama mengurangi kehilangan N, P, K tanah sehingga pemberian biochar akan tetap menjaga ketersediaan N, P dan K tanah tetap tinggi.

Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy.

Pemberian biochar mampu memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Respon Pemberian Biochar Terhadap Rata-rata Jumlah Daun, Luas Daun, dan Berat Kering Pakcoy

Biochar (t/ha)	Jumlah Daun (helai)	Luas Daun (cm ²)	Berat Kering Pakcoy (gram/tanaman)
0	7.97 a	18.68 a	1.48 a
5	8.39 ab	19.79 ab	1.55 a
10	8.63 ab	20.41 ab	1.66 a
15	9.23 bc	22.02 ab	1.74 ab
20	10.43 c	26.07 b	2.08 b
25	9.53 bc	22.35 ab	1.76 ab
30	8.79 ab	20.39 ab	1.70 ab

Keterangan: Angka yang disertai huruf yang sama menunjukkan tidak saling berbeda nyata dan angka yang disertai huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan pada pengujian uji BNJ 5%

Jumlah daun

Berdasarkan Tabel 2, menunjukkan pemberian biochar sebanyak 20 ton/ha (P4) dapat meningkatkan jumlah daun secara nyata pada tanaman sawi pakchoy dibanding perlakuan kontrol (P0), biochar 5 ton/ha (P1), biochar 10 ton/ha (P2) dan biochar 30 ton/ha (P6). Namun perlakuan biochar 20 ton/ha (P4) tidak berbeda nyata untuk jumlah daun bila dibanding dengan biochar 15 ton/ha (P3) dan 25 ton/ha (P5). Tampaknya perlakuan biochar 20 ton/ha (P4) adalah perlakuan ideal terhadap peningkatan jumlah daun sawi pakcoy. Peningkatan secara nyata pada biochar 20 ton/ha (P4) terhadap jumlah daun dikarenakan pada perlakuan tersebut tanah mempunyai kandungan C organik, pH, KTK, N, P dan K yang lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol (P0) walaupun peningkatan biochar menjadi 25 ton/ha (P5) dan 30 ton/ha (P6) masih terjadi peningkatan nilai C organik, pH, KTK, N, P dan K tanah. Peningkatan C organik, pH, KTK tanah menjadikan kesuburan tanah menjadi baik sehingga akan tampak pada peningkatan N total, P total, K total dan K tersedia. Pemberian biochar akan meningkatkan C organik tanah, dimana C organik tanah akhirnya akan meningkatkan KTK tanah. Suntoro (2003) menyatakan bahwa sebanyak 20-70% KTK tanah bersumber pada koloid humus (C organik). Oleh karena itu C organik tanah mampu mempengaruhi kesuburan tanah, kondisi ini seperti yang dinyatakan oleh Gana (2008) serta Zulkarnain *et al.*, (2013) bahwa C organik mempunyai peranan penting terhadap peningkatan kesuburan tanah. Peningkatan C organik dan KTK akan

meningkatkan kemampuan tanah menyerap air dan unsur hara sehingga ketersediaan unsur hara menjadi meningkat. Disisi lain kondisi pH tanah dalam harkat netral menjadikan ketersediaan hara juga meningkat. Terjadinya perbaikan karakteristik tanah (Tabel 1) karena pemberian biochar menjadikan pertumbuhan jumlah daun menjadi meningkat.

Luas Daun

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian biochar 20 ton/ha (P4) dapat meningkatkan luas daun secara nyata dibandingkan perlakuan kontrol (P0) walaupun tidak berbeda nyata dalam peningkatan luas daun bila dibandingkan perlakuan lainnya. Menurut Krisna, (2014) dan Lakitan (2012) dinyatakan ketersediaan unsur hara yang cukup pada masa pertumbuhan tanaman akan mendorong proses fotosintesis yang lebih cepat dan sempurna, sehingga membantu pembentukan karbohidrat, lemak, dan protein berjalan dengan sempurna dalam membantu meningkatkan jumlah dan luas daun. Ketersediaan hara pada tanaman juga membantu meningkatkan luas daun. Pemberian biochar mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P dan K (Tabel 1) maka akan menjadikan luas daun menjadi meningkat.

Berat Kering Pakcoy

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian biochar 20 ton/ha (P4) dapat meningkatkan berat kering secara nyata dibandingkan perlakuan kontrol (P0) walaupun tidak berbeda nyata dalam peningkatan berat kering bila dibandingkan

perlakuan lainnya (biochar 5 ton/ha (P1), biochar 10 ton/ha (P2), biochar 15 ton/ha (P3) dan 25 ton/ha (P5) dan biochar 30 ton/ha (P6)). Kesuburan tanah yang baik yang dicerminkan oleh kandungan C organik yang tinggi, pH tanah mengarah ke netral, KTK tanah yang tinggi dan ketersediaan unsur hara N, P dan K yang tinggi. Kondisi demikian akan menjadikan pertumbuhan dan hasil tanaman meningkat yang pada akhirnya akan tercermin dari peningkatan berat kering tanaman. Lakitan (2000) menyatakan bahwa berat kering tanaman mencerminkan akumulasi senyawa organik yang dihasilkan dari sintesis senyawa anorganik (unsur hara), air dan karbondioksida pada saat proses fotosintesis. Tanaman yang dapat menyerap unsur hara secara optimal akan menghasilkan berat kering yang optimal juga. Oleh karena itu ketersediaan unsur hara dan air serta adanya sinar matahari, akan menjamin peningkatan berat kering tanaman. Pemberian biochar mampu meningkatkan ketersediaan hara N, P, K, serta membuat pH tanah dan KTK meningkat dan C organik tanah juga meningkat (Tabel 1), kondisi demikian menjadikan kesuburan tanah baik sehingga serapan hara meningkat dan akhirnya akan meningkatkan proses fotosintesis. Pada perlakuan biochar 20 ton/ha (P4) tanah mempunyai kandungan C organik, pH, KTK, N, P dan K yang lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol (P0) walaupun peningkatan biochar selanjutnya menjadi 25 ton/ha (P5) dan 30 ton/ha (P6) masih terjadi peningkatan nilai C organik, pH, KTK, N, P dan K tanah. Keadaan inilah yang menjadikan pada pemberian biochar 20 ton/ha (P4) mampu secara nyata meningkatkan berat kering tanaman.

4. Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Hasil Tanaman Sawi Pakcoy

Hasil tanaman sawi pakcoy ditentukan oleh parameter berat segar tanaman, dimana berat segar tanaman ditentukan oleh daun (jumlah daun dan luas daun) sebagai media untuk proses fotosintesis serta ditentukan ketersediaan unsur hara, air dan cahaya matahari. Tabel 3 menunjukkan pemberian biochar 20 ton/ha (P4) dapat meningkatkan berat segar secara nyata dibandingkan perlakuan kontrol (P0), biochar 5 ton/ha (P1) dan biochar 10 ton/ha (P2), walaupun tidak

berbeda nyata bila dibandingkan perlakuan biochar 15 ton/ha (P3), biochar 25 ton/ha (P5) dan biochar 30 ton/ha (P6)).

Peningkatan berat segar secara nyata pada perlakuan biochar 20 ton/ha (P4) dikarenakan pada perlakuan tersebut mampu meningkatkan jumlah daun dan luas daun (Tabel 2) serta mempengaruhi karakteristik tanah yang baik pula (Tabel 1). Polii (2009) dalam penelitiannya menyatakan dengan meningkatnya jumlah daun tanaman akan meningkatkan berat segar tanaman, karena daun merupakan organ untuk berlangsungnya fotosintesis dan pada tanaman sawi maka daun sebagai organ penyimpan hasil fotosintesis. Selain itu pada tanaman sawi, maka daun merupakan organ yang banyak mengandung air. Dengan demikian semakin tinggi jumlah daun maka kadar air tanaman akan tinggi dan menyebabkan berat segar tanaman semakin tinggi pula. Unsur hara dan air yang diserap oleh tanaman merupakan cerminan tanaman dalam meningkatkan berat segar tanaman (Prawinata *et al.*, 1989).

Ketersediaan unsur hara N, P, K yang meningkat karena perlakuan biochar menjadikan proses fotosintesis berjalan optimal. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Dwijoseputro (1988) bila ketersediaan unsur hara dalam keadaan cukup maka proses fotosintesis berjalan lancar dan asimilat dapat ditranslokasikan keseluruh bagian tanaman sehingga akan terjadinya peningkatan pada berat segar tanaman. Kondisi ini tampak pada hasil tanaman sawi pakcoy per hektar, dimana pada perlakuan biochar 20 ton/ha (P4) mampu memberikan hasil panen tertinggi yaitu 1,58 ton/ha, dikarenakan pada perlakuan biochar 20 ton/ha (P4) menjadikan ketersediaan N, P, K tanah dan pH tanah meningkat bila dibandingkan perlakuan kontrol (P0) walaupun peningkatan dosis biochar menjadi 25 ton/ha (P5) dan 30 ton/ha (P6) masih terjadi peningkatan nilai C organik, pH, KTK, N, P dan K tanah, namun peningkatannya kurang signifikan seperti terlihat untuk kandungan N tanah.

Tabel 3. Respon Pemberian Biochar Terhadap Berat Segar Pakcoy Per Tanaman dan Bobot Segar Pakcoy Per Hektar (t).

Biochar (t/ha)	Berat Segar Pakcoy Per tanaman (g)	Bobot Segar Pakcoy per Hektar (t)
0	6,12 a	1.15
5	6,23 a	1,17
10	6,51 a	1,22
15	6,83 ab	1,28
20	8,40 b	1,58
25	7,53 ab	1,41
30	7,06 ab	1,32

Keterangan: Angka yang disertai huruf yang sama menunjukkan tidak saling berbeda nyata dan angka yang disertai huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan pada pengujian uji BNJ 5%.

Kesimpulan

Pemberian biochar 20 t/ha mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakcoy, dimana pada pemberian biochar 20 t/ha terjadi peningkatan jumlah daun, luas daun, berat segar tanaman, berat kering tanaman, dan hasil panen per hektarnya sebesar 1.58 t/ha.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2017. Luas Panen, Produksi Sayuran, Produktivitas dan Kebutuhan Sayuran di Indonesia, 2012-2016.
- Chan, K.Y., van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., Joseph, S. 2007. Assessing the agronomic values of contrasting char materials on an Australian hard setting soil. Paper presented in International Agrichar Initiative (IAI) 2007 Conference, 27 April–2 May 2007, Terrigal, New South Wales, Australia.
- Dume, B., Mosissa, T., Nebiyu, A. 2016. Effect of biochar on soil properties and lead (Pb) availability in a military camp in South West Ethiopia. *African Journal of Environmental Science and Technology*. 10 (3) :77–85.
- Dwijosaputro. 1988. *Dasar-dasar Fisiologi Tanaman*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Gana A.K. 2008. Effects of organic and inorganic fertilizer on sugarcane production. *Afr. J. General Agric.* 4(1): 55–59.
- Gani A. 2009. Potensi arang hayati “Biochar” sebagai komponen teknologi perbaikan produktivitas lahan pertanian. *Iptek Tanaman Pangan* 4(1): 33-48
- Jaya, R.U.W., Kusnarta, I.G.M., Sukartono 2017. Aplikasi biochar, pupuk kandang campuran keduanya pada bedengan permanen yang ditanami cabai merah. *Crop Agro Vol. 10 No. 2 – Juli 2017*
- Krishnakumar, S., Kumar, S.R., Mariappan, N., Surendar, K.K. 2013. Biochar-boon to soil health and crop production. *African Journal of Agricultural Research*. 8(38): 4726-4739.
- Krisna. (2014). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair Ampas Nilam. *Journal UNITAS. Padang*.
- Laird, D., Fleming, P., Wang, B., Horton, R., Karlen, D. 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. *Geoderma*, 158 : 436-442.
- Laird, D.A. 2008. The charcoal vision: a win-win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agronomy Journal* 100: 178-181.
- Lakitan, (2000). *Dasar-dasar Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lakitan. (2012). *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Major, J. 2010. Soil Improvement from Application of Biochar. *International Biochar Initiative*. IBI Research Summaries are intended to provide answers about biochar science for the general public. *Soil Improvement*.

- Masulili, A., Wani, H.U., Syechani, M.S. 2010. Rice husk biochar for ricebased cropping system in acid soil 1. The characteristics of rice husk biochar and its influence on the properties of acid sulfate soils and rice growth in West Kalimantan Indonesia. *Journal of Agricultural Science*. 2(1): 39-47.
- Mulyati, Baharudin A.B., Tejowulan S., Muliatiningsih. 2014. Penggunaan biochar limbah pertanian sebagai Pembenh Tanah (*Soil ameliorant*) Untuk meningkatkan produktivitas lahan pada tanaman kedelai. Seminar Nasional: Pengelolaan Lahan Terdegradasi Pada Tanggal 5 Maret 2014. Mataram.
- Nurida, N.L., Dariah, A., Rachman, A. 2013. Peningkatan kualitas tanah dengan pbenah tanah biochar limbah pertanian. *Jurnal tanah dan Iklim* 37(2): 69-78.
- Prawinata, W., Harran, S., Tjandronegoro, P. 1989. Dasar - dasar Fisiologi Tumbuhan II. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Poli, G.M.M. 2009. Respon produksi tanaman kangkung darat (*Ipomea reptans Poir*) terhadap variasi waktu pemberian pupuk kotoran ayam. *Journal Soil Environment* 7(1): 1 – 5.
- Salawati. 2017. Potensi biochar sekam padi terhadap pertumbuhan pH, KTK, C organik dan P tersedia pada tanah sawah inceptisol. *J. Agroland* 23(2): 101-109.
- Steiner, C. 2007. Soil charcoal amendments maintain soil fertility and establish carbon sink-research and prospects. *Soil Ecology Res Dev*. 1-6.
- Suntoro. 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Suryana, I.M., Sujana, I.P., Suyasdipura, I.N.L. 2016. Pengaruh penambahan dosis beberapa jenis biochar pada lahan yang tercemar limbah cair sablon terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau. Seminar Nasional Umnas Denpasar 2016, 29-30 Agustus 2016.
- Zulkarnain, M., Prasetya B., Soemarno. 2013. Pengaruh kompos, pupuk kandang, dan custom-bio terhadap sifat tanah, pertumbuhan dan hasil tebu (*Saccharum officinarum* L.) kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri. Indonesia Green Technology Journal.2(1): 45-52.