

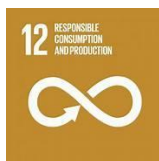


Kajian Serapan N dan Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (Ipomoea Reptans Poir) yang Diberi Biochar Tempurung Kelapa dan Biourine

Study of Nitrogen Uptake and Growth of Land Kangkung (Ipomoea reptans Poir) Treated with Coconut Shell Biochar and Biourine

Lina Zahemi¹, Sukartono², Suwardji³,
Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

**corresponding author, email:*
lina101713@gmail.com



ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh biochar tempurung kelapa dan pupuk biourine sapi terhadap serapan nitrogen (N) serta pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan enam perlakuan dan empat ulangan, mengamati parameter tinggi tanaman, berat kering berangkasan, berat akar, volume akar, serapan N jaringan, serta sifat kimia tanah. Hasil menunjukkan perlakuan kombinasi biochar 10 ton/ha dan biourine 50% memberikan serapan N tertinggi (144,1 mg/pot) dan pertumbuhan optimal (tinggi tanaman 52,03 cm, volume akar 7,60 ml, berat akar 25,02 g/pot, berat berangkasan kering 32,33 g/pot). Temuan ini tidak hanya meningkatkan produktivitas kangkung, tetapi juga mendukung pencapaian SDGs, khususnya ketahanan pangan (Tujuan 2) dan konsumsi-produksi berkelanjutan (Tujuan 12) melalui pemanfaatan limbah organik sebagai pupuk ramah lingkungan.

Kata kunci : Biochar, Biourine, Tanah Inceptisol, Serapan N, Tinggi Tanaman, Kangkung Darat, SDGs.

ABSTRACT. This study aimed to evaluate the effect of coconut shell biochar and cow biourine fertilizer on nitrogen (N) uptake and the growth of water spinach (*Ipomoea reptans* Poir). The experiment was conducted using a completely randomized design with six treatments and four replications, observing parameters such as plant height, dry biomass, root weight, root volume, tissue N uptake, and soil chemical properties. Results showed that the combination of biochar at 10 tons/ha and biourine at 50% concentration produced the highest N uptake (144.1 mg/pot) and optimal growth performance, with plant height of 52.03 cm, root volume of 7.60 ml, root weight of 25.02 g/pot, and dry biomass of 32.33 g/pot. Beyond agronomic benefits, this research supports the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly Goal 2 (Zero Hunger) and Goal 12 (Responsible Consumption and Production), by promoting sustainable agriculture through the utilization of organic waste as eco-friendly fertilizer.

Keywords: Biochar, Biourine, Inceptisol Soil, Nitrogen Uptake, Plant Height, Water Spinach, SDGs

PENDAHULUAN

Kangkung darat (*Ipomea reptans* poir) merupakan tanaman yang termasuk sayuran dalam kelompok tanaman sayuran semusim berumur pendek. Tanaman sayuran ini berasal dari India, kemudian menyebar ke berbagai negara di Asia dan Afrika (Plucknett dan Beemer, 1981). Tanaman kangkung memiliki daya penyesuaian yang luas terhadap berbagai keadaan lingkungan tumbuh, relatif mudah dalam budidaya dan biaya produksinya rendah. Selain itu, pemungutan hasil (panen) kangkung darat dapat dilakukan 30 hari setelah tanam, sehingga pemasukan uang dari hasil panen dapat meningkatkan kedudukan petani dalam memenuhi keuangan sehari-hari sehingga usaha taninya makin kuat (Rukmana, 1994).

Di Lombok, budidaya kangkung darat umumnya dapat dilakukan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Untuk bisa tumbuh dan berkembang dengan baik, budidaya kangkung darat harus mendapatkan curah hujan dan sinar matahari yang cukup. Pupuk yang digunakan oleh petani kangkung di Lombok umumnya adalah menggunakan pupuk anorganik seperti urea dan NPK. Pemupukan dilakukan dengan dosis 100 kg Urea/ha diberikan sekaligus saat tanam. Cara petani dalam melakukan pemupukan tanaman kangkung yaitu dengan cara disemprotkan pada bagian daun tanam sesuai dengan dosis dan pemupukan dilakukan setelah tanaman kangkung berumur 15 HST. Sementara ini pupuk-pupuk alternatif yang lain seperti pupuk organik belum digunakan di kalangan petani kangkung Lombok. Ada beberapa alternatif lain yang bisa digunakan oleh petani sebagai sumber pupuk bagi tanaman kangkung yaitu pupuk organik yang bersumber dari limbah urine sapi yang telah dilakukan fermentasi menjadi biourine Sapi. Selain penggunaan biourine, alternatif penggunaan pembenah tanah organik seperti biochar yang berpeluang untuk memperbaiki efisiensi pemupukan (Conte, 2014).

Penggunaan pupuk organik cair seperti biourine sapi merupakan salah satu kiat alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan menanggulangi kekurangan unsur hara mikro. Penggunaan pupuk biourine sapi merupakan pupuk organik yang mengandung unsur hara N,P,K yang mudah larut sehingga sangat cocok untuk digunakan pada tanaman sayuran karena sangat membantu dalam fase pertumbuhan tanaman. Pupuk biourine sapi sangat berpotensi digunakan sebagai pupuk organik cair multi guna terhadap tanaman karena dapat meningkatkan kandungan unsur-unsur hara tanah, mengandung fitohormon serta mengandung mikrobia yang dapat mengendalikan hama dan penyakit pada bagian akar tanaman (Sosrosoedirdjo, 1981).

Penggunaan biourine sebagai pupuk organik pada tanaman sayuran jarang dilakukan oleh petani di Pulau Lombok, justru urine sapi masih dianggap limbah yang tidak berguna dan kerap kali dibuang begitu saja. Dari sisi kandungan hara yang mudah diserap dan hormon pertumbuhan bagi tanaman maka menunjukkan biourine berpotensi diaplikasikan ke jenis tanaman lain seperti tanaman kangkung (Sosrosoedirdjo, 1981).

Menurut Sutedjo (1994), pemberian pupuk Biourine dapat memperbaiki sifat kimia, fisik dan biologi tanah. Biourine mengandung zat perangsang yang dapat digunakan sebagai pengatur tumbuh serta mempunyai bau khas urine yang dapat mencegah datangnya hama tanaman. Kandungan unsur hara urin sapi adalah N sebesar 0,076%; P sebesar 0,014%; K sebesar 0,271 dan C sebesar 0,106% dengan nilai C/N sebesar 1,39 (Siregar, 2012).

Fungsi biourine adalah meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur dan karakteristik tanah, meningkatkan kapasitas serap air tanah, aktifitas mikroba tanah, menekan pertumbuhan atau serangan penyakit tanaman, meningkatkan ketersediaan hara dan ramah

lingkungan. Urine sapi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair sehingga dapat menjadi produk pertanian yang lebih bermanfaat yang biasa disebut dengan biourine. Manfaat dari pupuk urine sapi membantu pertumbuhan tanaman seperti sorgum. Karena kandungan N dan K sangat tinggi, mengandung hormon pertumbuhan bagi tanaman dan mudah diserap oleh tanaman. Hal tersebut menunjukkan biourine berpotensi diaplikasikan ke jenis tanaman lain seperti tanaman kangkung (Sosrosoedirdjo, 1981).

Selain penggunaan biourine sapi, alternatif pemulihan sifat tanah dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai bahan amelioran (pembenah tanah). Pembenh tanah adalah bahan alami atau organik yang digunakan untuk menanggulangi kerusakan tanah. Pembenh tanah organik juga berpeluang untuk memperbaiki efisiensi pemupukan. Salah satu pembenh organik yang dapat digunakan pada percobaan ini adalah biochar. Menurut Conte (2014), biochar merupakan pembenh tanah alami yang berbahan baku dari hasil pembakaran tidak sempurna (pirolisis), dari residu limbah pertanian yang sulit didekomposisi, seperti tempurung kelapa, Jongkol jagung dan sebagainya. Pemberian biochar dapat meningkatkan kadar C dalam tanah, lebih banyak dan lebih tahan lama (Whitman, 2016).

Biochar sudah terbukti bermanfaat sebagai bahan pembenh tanah dan meningkatkan kualitas lahan pertanian, yang mampu mengurangi sampah biomassa, dan dapat meningkatkan pH tanah atau mengurangi tingkat keasamaan tanah. Hasil penelitian Sukartono dan Utomo (2012) membuktikan bahwa pemberian biochar mampu meningkatkan retensi hara dan KTK tanah pada tanah lempung berpasir di lahan kering Lombok Utara. Sehingga pemberian biochar sangat berperan penting dalam segi sifat kimia dan fisik tanah. Kombinasi pemberian pupuk cair biourine sebagai sumber hara dan biochar sebagai pembenh tanah belum banyak dilakukan untuk tanaman sayuran. Oleh karena itu penelitian ini mencoba mengevaluasi pengaruh dari aplikasi biourine dan biochar terhadap serapan hara N dan pertumbuhan sayuran kangkung darat. Selain itu, penelitian ini juga memiliki relevansi dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya Tujuan 2: Mengakhiri Kelaparan dan Mencapai Ketahanan Pangan, serta Tujuan 12: Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab. Pemanfaatan biochar dari limbah tempurung kelapa dan biourine sapi sebagai pupuk organik tidak hanya mendukung peningkatan produktivitas tanaman kangkung darat, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan limbah pertanian dan peternakan. Dengan demikian, penelitian ini mendukung praktik pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan, meningkatkan efisiensi pemupukan, serta memperkuat ketahanan pangan lokal melalui pemanfaatan sumber daya yang ada di masyarakat.

BAHAN DAN METODE

Percobaan ini dilaksanakan pada bulan September sampai Oktober 2020. Bertempat di Rumah Kaca Fakultas Pertanian dan analisis tanah di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, pisau, meteran, parang, meteran, alat tulis menulis, kamera, cangkul, timbangan analitik, tabung ukur dan alat-alat laboratorium untuk analisis tanah. Sedangkan bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah contoh tanah inceptisol, biochar dari tempurung kelapa, benih kening, pupuk cair biourine dan bahan-bahan yang digunakan dalam analisis di Laboratorium.

Percobaan terdiri atas enam perlakuan dengan 4 ulangan sehingga diperoleh 24 unit percobaan sebagai berikut: yaitu A (Biochar 50 ton/ha), B (Biochar 50 ton/ha + biourine

konstraksi30%), C (Biochar 50 ton/ha + biourine konstraksi 50%), D (biourine konstraksi 30%), E (biourine konstraksi 50%) dan K (Kontrol). Data analisis dengan sidik ragam (ANNOVA) pada taraf 5%. Apabila hasil analisa ragam menunjukkan perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia Tanah (N, P, K, C-organik dan pH tanah)

Beberapa sifat kimia tanah sebelum percobaan (N, P, K, C-organik dan pH tanah) disajikan pada Tabel. 1.

Tabel. 1 Kandungan N, P, K, C-organik dan pH tanah sebelum percobaan

Hasil AnalisisTanah	Nilai	Harkat
N-Total	0,12%	Rendah
P-Tersedia	17,55 ppm	Rendah
K-Tertukar	0,38 me%	Sangat Rendah
C-organik	1,00 %	Rendah
pH	5,9	Agak Masam

Keterangan: Pengharkatan menurut *Balittan (2005).

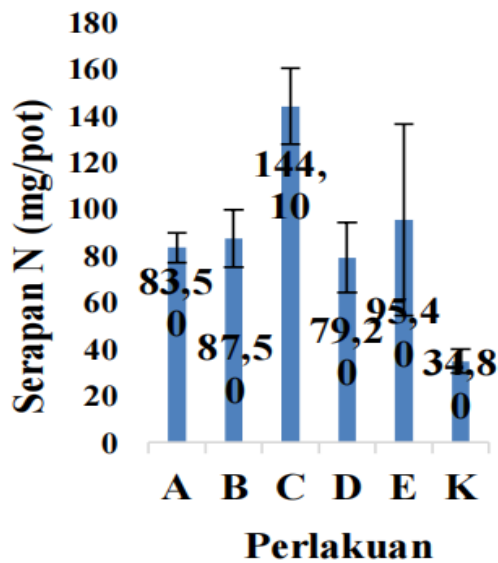
Berdasarkan Tabel 1 diatas secara umum tanah yang digunakan dalam percobaan ini memiliki tingkat kesuburan kimiawi yang rendah karena rendahnya status hara N, P, K dan Corganik (Balittan, 2005). Rendahnya status hara tanah ini sangat berkaitan dengan sifat tanah yang diambil pada lapisan atas 10 cm di Desa Nyurlembang Narmada pada lahan sawah dengan jenis tanah inseptisol bertekstur kasar dan kandungan bahan organik yang rendah dan dan riwayat pengelolaan lahan yang intensif tanpa penambahan bahan organik. Pada tanah yang bertekstur halus dan memiliki kandungan bahan organik tinggi umumnya merupakan tanah yang memiliki tingkat kesuburan yang relatif tinggi dicirikan oleh status hara N, P, K dan C-organik yang tinggi (Suharta, 2007).

Kandungan C-organik dalam penelitian ini termasuk dalam kategori rendah dengan nilai 1,00 %. Ada hubungan antara C-organik dan N total dalam tanah yakni jika C-organik tanah tinggi maka cendrung kandungan N total tanah tinggi demikian sebaliknya (Patty, 2013). Selain status haranya rendah, tanah percobaan ini memiliki pH 5,9 yang tergolong agak masam (Balittan, 2005). Dengan demikian penambahan biochar yang bersifat basa diharapkan berkontribusi menurunkan tingkat kemasaman tanah.

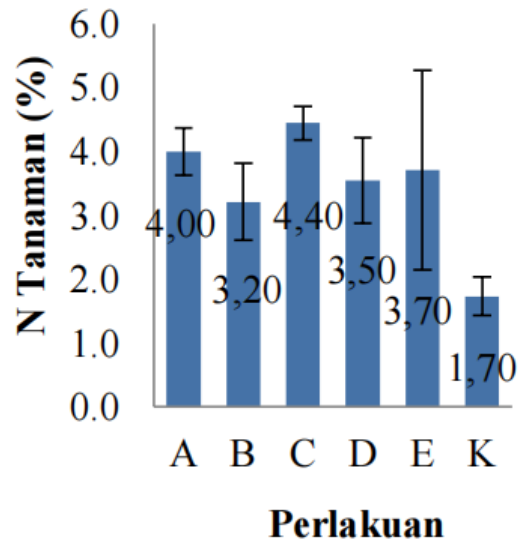
Kosentrasi N dan Serapan N Tanaman Kangkung

Data kosentrasi N jaringan dan serapan N disajikan pada Gambar 1 dan 2. Data serapan N pada tanaman kangkung dihitung berdasarkan hasil perkalian kosentrasi nitrogen dalam jaringan tanaman dengan berat kering biomassa tanaman per pot.

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa pemberian pembenah tanah organik biochar, biourine dan kombinasinya dapat meningkatkan nilai kosentrasi jaringan N secara nyata terhadap kontrol (tanpa perlakuan). Akan tetapi pengaruh dari kelima perlakuan aplikasi biochar dan biourine tersebut terhadap kandungan N jaringan secara statistik tidak berbeda nyata meskipun secara matematik nilai N jaringan tertinggi ditunjukkan oleh tanaman kangkung pada perlakuan C yakni 4,40%. Perlakuan C adalah aplikasi kombinasi biochar 10ton/ha dan biourine 50%.



Gambar 1. Kosentrasi N pada tanaman kangkung



Gambar 2. Serapan N tanaman kangkung

Sedangkan Gambar 2. menunjukkan bahwa pemberian pembenah tanah organik biochar, biourine dan kombinasinya dapat meningkatkan nilai serapan N tanaman kangkung dibandingkan dengan kontrol (tanpa perlakuan). Meskipun kosentrasi N tidak beda nyata pada lima perlakuan aplikasi pembenah organik tersebut (Gambar 1.) tetapi ternyata ada pengaruh yang nyata terhadap serapan N akibat perlakuan pembenah organik. Serapan N pada perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A, B, D, E dan Kontrol. Berdasarkan data ini maka dapat dikatakan bahwa tanaman kangkung pada percobaan ini memiliki respon positif terhadap pemberian pupuk organik biourine, biochar dan kombinasinya karena dapat meningkatkan kosentrasi N dan serapan N tanaman kangkung. Perlakuan C (biochar 10 ton/ha dan biourine 50%) memberikan hasil yang lebih bagus dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, karena peran biochar yang diaplikasikan mampu menyediakan media tumbuh bagi perakaran tanaman untuk menyerap unsur hara dalam tanah kemudian ditranslokasikan kebagian penting jaringan tanaman, sedangkan peran biourine mampu meningkatkan serapan hara dan meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Implikasi perlakuan C di lapangan memberikan hasil yang baik terhadap serapan N dan pertumbuhan tanaman kangkung. Hasil peneliti lain berimplikasi bahwa terdapat interaksi pada perlakuan biochar kotoran sapi dan kosentrasi biourine 1:10 untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi (Mariyatul, 2017). Biochar berdampak positif terhadap serapan N, menurut Sudjana (2006) menyatakan aplikasi biochar berdampak positif terhadap serapan nitrogen, fosfor dan kalium. Biochar merupakan pembenah organik yang kaya akan muatan permukaan negative dan positif, sehingga memiliki kemampuan menyerap ion bermuatan positif seperti ion amonium NH_4^+ dari sumber nitrogen (Astera, 2007). Sedangkan aplikasi biourine bermakna positif karena mengandung nitrogen yang langsung tersedia bagi tanaman dan berdampak positif terhadap serapan N sehingga dapat meningkatkan serapan N tanaman (Hanafiah, 2005). Kandungan Nitrogen pupuk biourine sapi adalah 5% sampai 7%. Artinya bahwa aplikasi kedua bahan ini prospektif bagi tanaman kangkung meskipun harus dilakukan pengujian di lapangan dalam rentang dosis yang beragam.

Pengaruh Perlakuan Biochar dan Biourine Sapi terhadap Pertumbuhan tanaman kangkung

Hasil sidik ragam menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada volume akar, berat akar dan berangkasan kering. Data kemudian diuji lanjut menggunakan uji lanjut BNJ pada taraf nyata 5%. Hasil analisis uji lanjut tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata, Volume Akar, Berat Akar dan Berat Berangkasan Kering tanaman

Perlakuan	Volume akar (ml)	Berat akar (g)	Berat Berangkasan kering (g)
A (Biochar 10 ton/ha)	1,25 c	19,93 de	21,0 c
B (biochar 10 ton/ha + biourine 30%)	5,53 ab	23,80 ab	28,0 ab
C (biochar 10 ton/ha + biourine 50%)	7,60 a	25,02 a	32,33 a
D (biourine 30%)	3,47 bc	21,56 cd	22,33 bc
E (biourine 50%)	3,60 bc	22,38 bc	25,67 bc
K (Kontrol)	0,96 c	18,36 e	20,33 c
BNJ 5%	3,53	2,38	6,50

Keterangan: rata-rata pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata. A (Biochar 10 ton/ha) B (Biochar 10 ton/ha + Biourine sapi 30 %) C (Biochar 10 ton/ha + Biourine sapi 50 %) D (Biourine sapi 30 %) E (Biourine sapi 50 %) K (Tanpa perlakuan)

Berdasarkan Tabel 2. diatas menunjukkan bahwa perlakuan C (Biochar 10 ton/ha + Biourine 50%) memberikan pengaruh nyata terhadap volume akar tanaman dengan nilai tertinggi sebesar 7,60 ml. Kemudian diikuti oleh perlakuan B (Biochar 10 ton/ha + Biourine 30%) dengan nilai sebesar 5,53 ml. Perlakuan E (Biourine sapi 50 %) dengan nilai sebesar 3,60 ml. Perlakuan D (Biourine sapi 30 %) dengan nilai sebesar 3,47 ml. Perlakuan A (Biochar 10 ton/ha) dengan nilai sebesar 1,25 ml. Dan perlakuan K (Tanpa perlakuan) dengan nilai sebesar 0,96 ml. Sehingga pada perlakuan C (Biochar 10 ton/ha + Biourine 50%) dapat meningkatkan volume akar tanaman kangkung lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

Berdasarkan Tabel 2 diatas menunjukkan bahwa perlakuan C (Biochar 10 ton/ha + Biourine 50%) memberikan pengaruh nyata terhadap berat akar tanaman dengan nilai tertinggi sebesar 25,02 gram. Kemudian diikuti oleh perlakuan B (Biochar 10 ton/ha + Biourine 30%) dengan nilai sebesar 23,80gram. Perlakuan E (Biourine sapi 50 %) dengan nilai sebesar 22,38 gram. Perlakuan D (Biourine sapi 30 %) dengan nilai sebesar 21,56 gram. Perlakuan A (Biochar 10 ton/ha) dengan nilai sebesar 19,93gram. Dan perlakuan K (Tanpa perlakuan) dengan nilai sebesar 18,36 gram. Sehingga pada perlakuan C (Biochar 10 ton/ha + Biourine 50%) dapat meningkatkan berat akar tanaman kangkung lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

Berdasarkan Tabel 2 diatas menunjukkan bahwa perlakuan C (Biochar 10 ton/ha + Biourine 50%) memberikan pengaruh nyata terhadap berat berangkasan kering tanaman dengan nilai tertinggi sebesar 32,33 gram. Kemudian diikuti oleh perlakuan B (Biochar 10 ton/ha + Biourine 30%) dengan nilai sebesar 28,0 gram. Perlakuan E (Biourine Sapi 50 %) dengan nilai sebesar 25,67 gram. Perlakuan D (Biourine Sapi 30 %) dengan nilai sebesar 22,33 gram. Perlakuan A (Biochar 10 ton/ha) dengan nilai sebesar 21,0 gram. Dan perlakuan K (Tanpa Perlakuan) dengan nilai sebesar 20,33 gram. Sehingga pada perlakuan C (Biochar 10 ton/ha + Biourine 50%) dapat meningkatkan berat berangkasan kering tanaman kangkung lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa aplikasi biochar dan biourine memberikan pengaruh positif terhadap serapan N dan pertumbuhan tanaman kangkung darat. Perlakuan terbaik adalah kombinasi biochar 10 ton/ha dengan biourine 50%, yang menghasilkan serapan N tertinggi (144,1 mg/pot) serta pertumbuhan optimal (tinggi tanaman 52,03 cm, volume akar 7,60 ml, berat akar 25,02 g/pot, dan berat berangkasan kering 32,33 g/pot). Temuan ini tidak hanya bermanfaat bagi peningkatan produktivitas pertanian, tetapi juga mendukung pencapaian SDGs, khususnya dalam aspek ketahanan pangan, pengelolaan limbah organik, dan praktik pertanian berkelanjutan. Dengan memanfaatkan limbah lokal sebagai sumber pupuk organik, penelitian ini menunjukkan bahwa inovasi sederhana dapat memberikan kontribusi nyata terhadap keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih tidak lupa penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Ir. Sukartono, M. Agr., selaku dosen pembimbing utama dan Prof. Ir. Suwardji, M. App. Sc., Ph. D., selaku dosen pembimbing pendamping, serta semua pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam pembuatan artikel ini. Khususnya yang telah mengarahkan dan membimbing dalam menulis artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, J.C. 2009. Improved and more environmentally friendly charcoal production system using a low-cost retort-kiln (Eco- charcoal). *Renewable Energy* 34:1923-1925 Atjung. 1988.
- Astera, M. 2007. Cation exchange capacity in soils, simplified (so that even I can understand it). *Soilminerals.com*.
- Atkinson, C. J., J.D. Fitzgerald, N.A. Hipps. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant Soil* 337:1–18.
- BPS. 2009. *Data Statistik Hortikultura*. BPS Press. Jakarta.
- Chan, K.Y., L. van Zwietter, I. Meszaros, A. Downie, and S. Joseph. 2007. Agronomic values of green waste biochar as a soil amendment. *Australian Journal of Soil Research* 45:629-634.
- Conte, P. 2014. Biochar, soil fertility, and environment. *Biol Fertil Soils* (2014) 50:1175.
- Djuariah. 2007. Pengaruh Pemberian Urin Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kangkung) dengan Menggunakan EM4. *Jurnal Bio sains* 1 (3): 93-99.
- Dody, Misa. 2015. Bio Urine (Pupuk Organik Cair) dari Kencing Sapi. <http://dodymisa.blogspot.co.id/2019/12/19/bio-urine-pupuk-organik-cair-dari.html>
- Gani, A. (2009). Biochar penyelamat lingkungan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 31(6), 15-16.
- Glaser, B., J. Lehmann, and W. Zech. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A review. *Biol. Fertil. Soils* 35:219-230.
- Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A.M. Lubis S. G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Diha, G.B Hong, dan H. Bailey. 1986. *Dasar- dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- <http://cybex.pertanian.go.id/artikel/17583/budidayakangkung-lombok--menguntungkan/> diakses 25 desember 2019.
- Hanafiah, KA. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 360 halaman.
- Harjadi. Sri Setyati. 1989. *Dasar-dasar Hortikultura*. Jakarta.

- Ika, Nurhayati, dkk. 2019. Pengaruh Biourine Sapi Terhadap Serapanfosfor dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea* L) Pada Entisols Sidera. e-J. Agrotekbis 7 (2) : 203.
- Indriani, F., Sutrisno, E. & Sumiyati, S. (2013). Studi pengaruh penambahan limbah ikan pada proses pembuatan pupuk cair dari urin sapi terhadap kandungan unsur hara makro (CNPk). Jurnal Teknik Lingkungan, 2(2), 1-16.
- Lehmann, J. and M. Rondon. 2006. Biochar soil management on highly weathered soils in the humid tropics. p: 517-530 In Biological Approaches to Sustainable Soil Systems (Norman Uphoff et al Eds.). Taylor & Francis Group PO Box 409267Atlanta, GA30384-9267
- Mariyatul Qibtiyah, dkk. 2017. Kajian Macam Biochar Dan Konsentrasi Biourine Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.).Agritrop. Volume 15 (1) http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/AG_RITROP. Hal. 7.
- Musnamar, E. I. 2008. Pupuk Organik. Penebar Swadaya Press. Edisi Agriwawasan. Jakarta. 48 halaman.
- Nuraini,y., dan R.E. Asgianingrum . 2017. Peningkatan Kualitas Biourin Sapi dengan Penambahan Pupuk Hayati dan Molase serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Pakchoy. J.Hort. Indonesia. 8(3): 183-191. Desember 2017.
- Nurida, N.L. 2006. Peningkatan Kualitas Ultisol Jasinga Terdegradasi dengan pengolahan Tanah dan Pemberian bahan Organik. Disertasi Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Ogawa, M. 1994. Symbiosis of people and nature in tropics. Farming Japan 28(5):10-34.
- Ogawa, M. 2006. Carbon sequestration by carbonization of biomass and forestation: three case studies. p 133-146.
- Poerwowidodo, 1992. Telaah Kesuburan Tanah, Penerbit Angkasa Persada Jl. Kronolodong No. 37, Cetakan keempat Bandung
- Rukmana, R. 1994. Bertanam Kangkung. Kanisius.Yogyakarta. Hal 44.
- Rukmana R. 2006. Bertanam Kangkung. Kanisius.Jakarta.
- Septriasri, A.I. Siregar, C.T. (2012). Latihan Kegel dengan penurunan gejala inkontinensia urine pada lansia. Jurnal Keperawatan Medikal Bedah dan Keperawatan Dasar.
- Sudjana, B. 2006. Pengaruh biochar dan NPK majemuk terhadap biomas dan serapan nitrogen di daun tanaman jagung (*Zea mays*) pada tanah typic dystrochpts. Ilmu Pertanian dan Perikanan. 3(1):63-66.
- Suharta, N. 2007. Sifat dan karakteristik tanah dari batuan sedimen masam di Provinsi Kalimantan Barat serta implikasinya terhadap pengelolaan lahan. Jurnal Tanah dan 26. □ Iklim 25: 11
- Sukartono dan W.H. Utomo. 2012. Peranan biochar sebagai pembenah tanah pada pertanaman jagung di tanah lempung berpasir (sandy loam) semiarid tropis Lombok Utara. Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sains. Tribhuana Press. Vol 12:No. 1. Hal: 91-98
- Sumaryono. 1984. Kunci Bercocok Tanam Sayur- Sayuran Penting di Indonesia. Seminar. Indonesia.
- Sosrosoedirdjo. 1981. Pupuk Organik: Cair dan Padat, Pembuatan, Aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta
- Sutedjo, M. M., 1994. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sutono dan N.L. Nurida. 2012. Kemampuan biochar memegang air pada tanah bertekstur pasir. Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sains. TribhuanaPress.Vol 12:No. 1. Hal: 45-52
- Suwardji, Sukartono dan W.H. Utomo. 2012. Kemantapan agregrat setelah aplikasi biochar di tanah lempung berpasir pada pertanaman jagung di lahan kering Kabupaten Lombok Utara. Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sains. Tribhuana Press. Vol 12:No. 1. Hal: 61-68
- Tisdale, S.L., W.L., Nelson dan J.D. Braton. 1990. Soil Fertility dan Fertilizer.4th Edition Macmillan Pub. Co. New York.
- UNDP. (2012). Application of biochar technology in Indonesia: sequestering carbon in the soil, improving crop yield and providing alternative clean energy. Biochar Project Indonesia, UNDP. Jakarta.
- Utami, B, L., Rachmawati, U. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Pada Media Tanah Mengandung Timbal Terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat. Jurnal Biologi. 20 (1) : 6-10.
- Petty, dkk. 2013. Analisis Status Nitrogen Tanah Dalam Kaitannya Dengan Serapan N Oleh Tanaman Padi Sawah Di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. Agrologia, Vol. 2 No. 1. Hal. 54.
- Whitman,T, C. Pepe-Ranney, A.Enders, C. Koechli, A. Campbell, D. Buckley and J.Lehmann. 2016. Dynamics of microbial community composition and soil organic carbon mineralization in soil following addition of pyrogenic and fresh organic matter. The ISME Journal (2016), 1–13.