

**PEMBERIAN BIOCHAR DAN PUPUK HAYATI UNTUK
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN HASIL KACANG
HIJAU (*Vigna radiata* L.) DI TANAH LAPISAN BAWAH**

SKRIPSI



Oleh:

SINTA KARTIKA SARI

2016330072

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS TRIBHUWANA TUNGGADewi
MALANG**

2021

RINGKASAN

Sinta Kartika Sari. 2016330072. Pemberian Biochar Dan Pupuk Hayati Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Di Tanah Lapisan Bawah. Dibawah bimbingan : Widowati dan Reza Prakoso Dwi Julianto.

Tanaman kacang hijau merupakan salah satu tanaman pangan yang banyak sekali dikonsumsi masyarakat setelah beras. Karena tergolong tinggi penggunaannya dalam masyarakat maka kacang hijau memiliki tingkat kebutuhan yang cukup tinggi. Produktivitas kacang hijau masih tergolong rendah berdasar data badan pusat statistic (BPS 2011) sebesar 341.342 juta t/ha dan mengalami penurunan sebesar 271.463 juta t/ha pada tahun 2015. Penurunan disebabkan oleh berbagai macam faktor salah satunya adalah erosi. Erosi merupakan suatu peristiwa yang terjadi secara alami oleh pengikisan padatan akibat transportasi oleh angin, air, pada tanah dan material lain di bawah tanah. Erosi mengakibatkan tanah lapisan atas menjadi dangkal bahkan tanah lapisan bawah naik berada dipermukaan tanah. Peningkatan hasil kacang hijau pada tanah lapisan bawah terus dilakukan, namun masalah utama pada tanah lapisan bawah adalah kondisi tanah yang padat dan tingkat kesuburan tanah yang rendah, perbaikan tersebut dilakukan dengan menggunakan biochar dan pupuk hayati Bio-extrim. Biochar merupakan bentuk karbon stabil yang berasal dari pembakaran yang tidak sempurna (pirolisis) bahan organik. Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung mikroba dan bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman dengan jalan meningkatkan pasokan ketersediaan hara primer dan juga memberikan stimulasi pada pertumbuhan tanaman yang ditargetkan.

Penelitian dilaksanakan di Dusun Tlasi Desa Kepuharjo, Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Oktober 2020 sampai Desember 2020. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial yang terdiri dari 3 ulangan. Faktor perlakuan dalam penelitian ini terdiri dari 2 yaitu: Faktor I: dosis biochar terdiri dari 2 taraf yaitu: B0 : 0 (Kontrol), B1 : 10 ton/ha (setara dengan 90 g/tan), B2 : 15 ton/ha (setara dengan 135 g/tan), B3 : 20 ton/ha (setara dengan 180 g/tan) dan Faktor II: dosis pupuk hayati terdiri dari 4 taraf yaitu: E0 : 0 (Kontrol), E1 : 0,5 ton/ha (setara dengan 4,5 g/tan), E2 : 1 ton/ha (setara dengan 9 g/tan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara pemberian biochar dan pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau dan juga biochar maupun pupuk hayati tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman serta biochar dapat meningkatkan bobot polong pada dosis 10-20 t/ha tetapi hasil tanaman meningkat dengan hanya menggunakan dosis 20 t/ha.

Kata kunci : Biochar, Pupuk hayati, Tanah Lapisan Bawah

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kacang hijau merupakan salah satu tanaman pangan yang banyak dikonsumsi masyarakat karena tergolong tinggi penggunaannya dalam masyarakat maka kacang hijau memiliki tingkat kebutuhan yang cukup tinggi. Produktivitas kacang hijau di Indonesia masih tergolong rendah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS 2013) menyebutkan bahwa produktivitas kacang pada tahun 2014 sebesar 341.342 juta ton namun pada tahun 2015 mengalami penurunan sebesar 271.463 juta ton. Penurunan produktivitas kacang hijau disebabkan oleh berbagai macam faktor salah satunya adalah erosi. Erosi merupakan suatu peristiwa yang terjadi secara alami oleh pengikisan padatan akibat transportasi oleh angin, air, pada tanah dan material lain di bawah tanah. Erosi mengakibatkan perubahan posisi tanah lapisan bawah naik ke permukaan atas tanah (Wahyunto dan Dariah, 2014). Subsoil memiliki struktur tanah yang padat dan memiliki unsur hara yang tergolong rendah, bahan organik rendah dan tingkat kehidupan mikroorganisme menurun yang mengakibatkan tanah menjadi kurang subur dan serta pH tanah yang rendah (Saputra *et al.*, 2019).

Tanah subsoil memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah sehingga perlu dilakukan adanya upaya untuk meningkatkan kesuburan pada tanah subsoil yaitu dengan cara melakukan penambahan bahan organik padat maupun cair seperti penambahan biochar dan juga pupuk hayati, sehingga dengan adanya penambahan bahan organik dapat diharapkan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah sehingga dapat menjadikan tanah yang lebih produktif serta meningkatkan pH tanah (Rosniawaty *et al.*, 2020). Peningkatan jumlah dan aktivitas jasad hidup didalam tanah diperlukan penambahan pupuk hayati dan bahan organik seperti biochar (Kalay *et al.*, 2016).

Bakteri Rhizobium dapat berkembang baik di tanah yang pH yang optimal jika $\text{pH} < 6$, maka jumlah dan aktifitas menurun. Tanah lapisan bawah belum pernah ditanami kacang-kacangan sehingga rendah Rhizobium, apalagi tidak ada stimulasi melalui pupuk N sehingga awal pertumbuhan akan lambat dan tidak mampu bertumbuh dengan baik.

Rhizobium merupakan kelompok bakteri yang bersimbiosis dengan tanaman leguminosa yang mampu menambat N^2 yang melimpah di udara, hasilambatannya dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Penggunaan Rhizobium merupakan salah satu teknologi budidaya yang ramah lingkungan, berkelanjutan dan layak digunakan dalam program peningkatan produktivitas tanaman kacang-kacangan (Novriani, 2011). Jika tidak terdapat Rhizobium, maka akan terjadi pelapukan sehingga menyebabkan unsur N akan terhambat di udara kemudian menjadikan ketersediaan bagi tumbuhan. Menggunakan pupuk hayati pada lahan marginal yang ada di Indonesia dapat meningkatkan tingginya unsur hara. Untuk inokulasi Rhizobium ternyata dapat meningkatkan fiksasi nitrogen sehingga dapat meningkatkan hasil biji tanaman dan mampu mengurangi

penggunaan pupuk buatan serta meningkatkan pemupukan yang lebih efisien (Nurhayati, 2011).

Penggunaan pupuk hayati merupakan salah satu alternatif yang sangat membantu dalam pertumbuhan tanaman terutama dalam menyediakan unsur hara N, unsur hara N dapat diperoleh melalui tanaman kacang hijau, karena didalam bintil akar pada tanaman kacang hijau terdapat bakteri *rhizobium* yang dapat memfiksasi N melalui udara. Hal serupa juga dilaporkan oleh Mulyani, (2015) yang melaporkan bahwa pupuk hayati menambahkan nutrisi melalui proses alami, yaitu fiksasi nitrogen atmosfer menjadikan fosfor bahan yang terlarut dan merangsang pertumbuhan tanaman Hasil penelitian Muslifah (2010) menyebutkan bahwa aplikasi pupuk hayati terhadap tanaman kacang koro pedang memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan dan hasil yang diperoleh. Hasil penelitian Rohmana,(2016) menyimpulkan bahwa perbedaan pemberian variasi kombinasi dosis dan frekwensi pupuk hayati terhadap produktivitas kacang hijau memberikan hasil yang tinggi terhadap berat polong sebesar 90,53 g dan berat kering biji sebesar 9,35 g.

Menurut Widowati *et al.* (2020) mengatakan bahwa biochar memiliki warna dan tekstur yang berbeda dari arang yang pada umumnya digunakan untuk bahan bakar. Kandungan abu yang sedikit dan karbon yang banyak yang dimiliki biochar berbeda dengan kandungan arang biasa yang umum digunakan. Stabilitas tinggi pada biochar bersifat alkali dan mengandung unsur hara esensial serta biochar itu sendiri dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna dan memiliki padatan berpori yang kaya akan karbon. Biochar merupakan bentuk karbon stabil yang berasal dari pembakaran yang tidak sempurna (pirolisis) bahan organik Prasetyo *et al.* (2014) biochar terbuat dari bahan-bahan organik dari sisa-sisa hasil pertanian yang dapat meningkatkan kualitas tanah dan juga dapat digunakan sebagai salah satu alternative untuk pengelolaan tanah. Pada dasarnya biochar berpotensi meningkatkan C-tanah secara berkelanjutan, retensi air serta hara dalam tanah. Salah satu jenis biochar adalah arang sekam padi yang memiliki kemampuan dalam penyediaan unsur K tertinggi 0,09% memberikan nilai KTK yang tertinggi yaitu 29,27 me/100 g (Nurida dan Muctar, 2017).

Bahan organik tanah dapat ditingkatkan dengan pemberian biochar dan pupuk organik yang berpengaruh secara signifikan terhadap porositas tanah pada masing-masing jenis tanah (Widowati *et al.*, 2021). Manfaat lain dari biochar adalah dapat mengikat karbon secara stabil selama ribuan tahun dengan cara mencampur kedalam tanah. Biochar lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaan bagi tanaman dibanding dengan bahan organik lainnya (Mawardiana *et al.*, 2013). Bahan baku dan pirolisis dipengaruhi oleh kandungan unsur hara biochar dan sifat yang dimiliki biochar tidak sama sehingga dapat memengaruhi karakteristik biochar (Widowati *et al.*, 2017)

Widowati *et al.* (2012) melaporkan bahwa penggunaan biochar secara mandiri tanpa tambahan pupuk KCl dapat mencegah pencucian K. Berek *et al.*

(2017), menyimpulkan bahwa aplikasi biochar dengan dosis 10 t/ha yang diaplikasikan pada tanah Ventisol tidak mampu meningkatkan hasil dari tanaman kacang hijau. Hasil penelitian Zadsli *et al.* (2019) menyimpulkan bahwa hasil terbaik pada tinggi tanaman didapatkan dari perlakuan biochar 10 t/ha dan pupuk hayati 0 t/ha dan biochar 10 t/ha dan pupuk hayati 1 t/ha dan pada perlakuan P1B0 mengalami penurunan persentase bintil akar. Dalam kandungan biochar arang sekam padi terdiri dari 0,72-3,84% K₂O 0,23-5,9% Mg 0,001-2,69% P₂O₅. Sarwono. (2016) melaporkan bahwa biochar dapat berfungsi sebagai media penyimpan karbon dan penyubur tanah. Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian tentang peningkatan produktivitas kacang hijau. Peningkatan tersebut dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh informasi yang tepat tentang pemberian biochar dan pupuk hayati untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil kacang hijau ditanah lapisan bawah. Dengan adanya informasi melalui penelitian masyarakat dapat memperoleh pengetahuan yang baru tentang pentingnya edukasi budidaya yang tepat.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh kombinasi biochar dan pupuk hayati terhadap hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata*. L) di tanah lapisan bawah.
2. Menentukan dosis biochar arang sekam yang optimal untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil kacang hijau ditanah lapisan bawah.
3. Menentukan dosis pupuk hayati yang optimal untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil kacang hijau ditanah lapisan bawah

1.3 Manfaat Penelitian

Pemanfaatan tanah lapisan bawah untuk budidaya tanaman kacang hijau dengan menambah bahan pembenah tanah (Biochar) dan pupuk hayati.

1.4 Hipotesis Penelitian

Kombinasi pemberian bahan pembenah tanah biochar arang sekam padi dan pupuk hayati dapat meningkatkan kesuburan tanah lapisan bawah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, D., dan Fajri, R. 2020. Analisis Kadar Nitrogen Dalam Pupuk Urea Prill Dan Granule Menggunakan Metode Kjeldahl Di Pt Pupuk Iskandar Muda. *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 2(1), 28-32
- Alianti, Y., Zubaidah, S., Saraswati, D. 2016. Tanggapan Tanaman Tomat Terhadap Pemberian Biochar dan Pupuk Hayati Pada Tanah Gambut. *Jurnal Agripeat* 17(2).
- Badan pusat statistic. 2013. Sulawesi Tengah dalam Angka BPS. Palu
- Berek. A. K, Tabati. P. O, K. U. U. 2017. Perbaikan Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah Di Tanah Entisol Semiarid Melalui Aplikasi Biochar. *Jurnal Pertanian Konversi Lahan Kering* 3(3): 2477-7927.
- Bertham, Y.H.R., 2010. Dampak Inokulasi Ganda Fungi *Mikoriza Arbuskula* dan *Rhizobium Indigenus* pada Tiga Genotipe Kedelai di Tanah Ultisol. *Jurnal Akta Agrosia*. Edisi Khusus, 2 : 189-198.
- Damanik, R, I, M,. Bangun, M, K,. Ratnasari, D. 2015. Respon Dua Varietas Kedelai (*Glycine max* L. Merrill.) Pada Pemberian Pupuk Hayati dan NPK Majemuk. *Jurnal Agroekoteknologi* 3(1):276-282.
- Dariah, S. Sutono, Neneng L. Nurida, Wiwik H. Etty P. 2015. Balai Penelitian Tanah. Jl. Tentara Pelajar N0.12, Cimanggu, Bogor 14114.
- Dwi, S., D.P. Rakhim dan A. Kusuma, Z. 2018. Hubungan Kandungan Bahan Organik Tanah Dengan Berat Isi, Porositas dan Laju Infiltrasi Pada Perkebunan Salak Di Kecamatan Purwosari, Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan* 5 (1) : 647-654.
- Fadhila, A, S., Karyawati, S, A., Islami, T. 2018. Pengaruh Aplikasi Kombinasi Biochar dan Macam Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L). *Jurnal Produksi Tanaman* 6(10):2743-2751.
- Firmansyah, I., Lukman, L., Khaririyatun, N., Yufdy, M,P. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah Dengan Aplikasi Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Pada Tanah Alluvial. *Jurnal Hortikultura* 25(2): 133-141.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati Biochar Sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan*, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi. 33-48.
- Gani, A. 2010. Multiguna Arang Hayati Biochar. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sinar Tani. Edisi 13-19:1-4.
- Gao, M., Liu, X., Li, N., Luo, P., Han, X., Yang, J. 2017. The impact of application of biocar on peanuts growing. *IOP Conf. ser : Mater. Sci. Eng* 274012156.

- Glauser, R., H.E. Doner and E.A. Paul. 2002. Soil aggregate stability as a function of particle size sludgetreated soils. *Soil Science*, 146 : 37- 43.
- Harris, R., Kantikowati, E., Agustian, W,H. 2018. Karakteristik Pertumbuhan dan Hasil Pakcoy (*Brasica rappa* L.) Akibat Pemberian Pupuk Hayati. *Jurnal Agrotatanen* 1(1)
- Hartatik W, Wibowo H, Purwani J. 2015. Aplikasi Biochar dan Tithoganic Dalam Peningkatan Produktivitas Kedelai (*Glycine max* L.) Pada Typic Kanhapludults Di Lampung Timur. *Jurnal Tanah Dan Iklim* 39(1): 51-62.
- Hasibuan. S, R. Mawarni, R. Hendriandri. 2017. Respon Pemberian Pupuk Bokashi Ampas Tebu Dan Pupuk Bokashi Eceng Gondok Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Meril). *J. Penelitian Pertanian BERNAS* 13(2):59-64.
- Hastuti, P,D., Supriyono., Hartati, S. 2018. Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata*, L.) Pada Beberapa Dosis Pupuk Organik dan Kerapatan Tanam. *Journal of Sustainable Agriculture*. 33(2):89-95.
- [Http//ilmugeografi.Com/Ilmu – Bumi/Tanah Lapisan](http://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah-lapisan). Diakses Pada 07 Juli 2017
- Kalay, M. Hindersah. R. 2016. Efek Pemberian Pupuk Hayati Konsosium Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L). *Jurnal. Agroekotek* 8(2): 131-138.
- Kimetu, J.,H.J. Lehman, S. Ngoze, D. Mugendi, J. Kinyangi, S. Riha, L. Vercot, J. Recha, and A. pell. 2008. Reversibility of soil productivity decline with organic matter of differing quality along a degradation gradient. *Ecosystem*, in press.
- Lehmann, J. and M. Rondon. 2006. Bio-char Soil Management on Highly-Weathered Soils in The Humid Tropics. *In: N. Uphoff (ed.), Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*, Boca Raton, CRC Press. Taylor and Francis Group. p. 517–530.
- Malo. Y. 2018. Respon Bokashi Kotoran Sapi Dan Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) 1-9
- Mawardiana, Sufardi dan Husen, E. 2013. Pengaruh Residu Biochar dan Pemupukan NPK Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Serta Hasil Tanaman Padi Musim Tanam Ketiga. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan* 2(3): 255-260.
- Meliala, BR, M., Sumarni, T. 2019. Pengaruh Pupuk Kandang dan Pupuk Paitan (*Tithonia diversifolia* L.) Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Produksi Tanaman* 7(5):505-510.
- Mulyani. C, Daud. M. 2015. Pengaruh Jenis Pupuk Hayati Dan Jarak Tanam Terhadap Kacang Hijau(*Vigna Radiata*, L). *jurnal Agrosistem* 2(3):102-108.

- Mulyohadi, Y., Harun, M,U., Hayati, R., Gofar, N. 2012. Pemanfaatan Berbagai Jenis Pupuk Hayati Pada Budidaya Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Efisiensi Hara Dilahan Kering Marginal. *Jurnal Lahan Suboptimal* 1(1): 31-39.
- Murdiani, Sufardi dan Husen, E. 2020. Pengaruh residu biochar dan pemupukan NPK terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan serta hasil tanaman padi musim tanam ketiga. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan.* 2 (3) : 255-260.
- Nasution, M. H., I. A. Mahbub., Gani, Z. 2015. Respon Pertumbuhan Bibit Kakao. *Jurnal Fak. Pertan. Universitas Jambi.* 1–8.
- Nisa, K., 2010. Pengaruh pupuk NPK dan biochar terhadap sifat kimia tanah, ketersediaan hara dan hasil tanaman. [Thesis] Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Nisa. K. 2010. Pengaruh Pemupukan NPK dan Biochar Terhadap Sifat Kimia Tanah, Serapan Hara dan Hasil tanaman Padi Sawah. Thesis. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Novriani. 2011. Peranan Rhizobium dalam Meningkatkan Ketersediaan Nitrogen bagi Tanaman Kedelai. *Agronobis* 3(2), 35-42.
- Nurhayati. 2011. Pengaruh Jenis Amelioran Terhadap Efektivitas dan Inefektivitas Mikroba Pada Tanah Gambut Dengan Kedelai Sebagai Tanaman Indikator. *Agronobis* 3(5), 35-42.
- Nurida, N.L. dan Rachman, A. 2012. Alternative Pemulihan lahan kering masam terdegradasi dengan formula pembenah tanah biochar di typik kanhapludults lampung. Prosiding seminar nasional teknologi pemupukan dan pemulihan lahan terdegradasi. Hlm:639-648.
- Prasetyo, Y., H. djatmiko dan N. Sulistyaningsih. 2014. Pengaruh Kombinasi Bahan Baku dan Dosis Biochar Terhadap Perubahan Sifat Fisika Tanah Pasiran Pada Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1).
- Pusat Studi Ilmu Geografi Indonesia, 2015. Lapisan dan Penjelasanya.
- Rachmawati D, Korlina E. 2016. Kajian Penggunaan Pupuk Hayati untuk Mengendalikan Penyakit Akar Gada (*Plasmodiophora brassicae*) pada Tanaman Sawi Daging. *Jurnal Agrivogor*, 9 (1) : 67-72.
- Rafiastuti, H., Sundari dan Dalmadi. 2012. Penggunaan Rhizobium Pada Tanaman Kedelai. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.
- Rina. 2015. Manfaat Unsur N, P, K Bagi Tanaman. Badan Litbang Pertanian. Kalimantan Timur.

- Riyanto, D., Sukristiyonubowo, Widodo, S. 2019. Meningkatkan Kualitas Lahan Dengan Aplikasi Biochar Arang Sekam dan Pupuk Hayati Pada Budidaya Jagung Musim Tanam III Di Kabupaten Gunungkidul. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2019: 400-408. Palembang: Uasri Press.
- Rohmana. 2016. Pertumbuhan dan Hasil Dua Belas Genotipe Kacang Hijau Pada Beberapa Dosis Pupuk Hayati Di Lahan Ultisol. Jurnal. Akta Agrosia 19 (2): 11-19.
- Rondon. M, Lehmann. J, Ramirez. J, Hirtado. M. 2007. Biological Nitrogen Fixation By Common Beans (*Phaleoseolus Vulgaris* L.) Increases with bio-char Additions. Biology and Fertility In Soils 43: 699-708.
- Rosniawaty, S., Maulina, A., Suherman, C., Soleh, A.M., Sudirja, R. 2020. Modifikasi penggunaan subsoil melalui penambahan bahan organik untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.). PASPALUM: jurnal ilmiah pertanian 8(1):37-45.
- Saputra. E, Subiantoro. R, Gusta. A. R. 2019. Pengaruh Kombinasi Media Lapisan Tanah dan Takaran *cocopeat* Pada Pertumbuhan Bibit Kakao. Jurnal AIP 7(1): 31-39.
- Sarwono R. 2016. Biochar Sebagai Penyimpan Karbon, Perbaikan Tanah dan Mencegah Pemanasan Global. J. Pusatpenelitian Kimia. 79-90.
- Silawibawa, I.P., Wayan, D,D,N., Sutriyono, R.2018. Kajian Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah Dengan Asupan Pupuk Kandang, Cendawan Mikoriza Arbuskular dan Pupuk Hayati Bio-Ekstrim Dikecamatan Kediri. Jurnal Agro 11(2).
- Stowers MD and GH Elkan. 1980. Criteria for selecting infective and efficient strains of Rhizobium for use in tropical agriculture, 264. North Caroline. Technology. Bulletin.
- Sudjana, B. 2014. Pengaruh Biochar dan NPK Majemuk Terhadap Biomas dan Serapan Nitrogen Didaun Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Pada Tanah Typic Dystrudepts. J. Ilmu Pertanian Dan Perikanan 3(1): 63-66.
- Sutanto. 2002. Penerapan Pertanian Organik: Pemasyarakatan dan Pengembangannya, 219. Yogyakarta. Kanisius.
- Verdiana, M.A, Sebayang H.T., Sumarni T. 2016. Pengaruh Berbagai Dosis Biochar Sekam Padi dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Jurnal Produksi Tanaman 4(8): 611-616. ISSN: 2527-8452.
- Wahyunto, Dariah. A. 2014. Degradasi Lahan di Indonesia: Kondisis Existing, Karakteristik, dan Penyeragaman Defenisi Mendukung Gerakan Maju Satu Peta. Jurnal Sumber Daya Lahan 8(2): 81-93.
- Widiastutik, M, M, D., Lantang, B. 2017. Pelatihan Pembuatan Biochar Dari Limbah Sekam Padi Menggunakan Metode Rotort Kiln. Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat 3(2): 129-135.

- Widowati, Asnah dan Sutoyo. 2012. Pengaruh Penggunaan Biochar dan Pupuk Kalium Terhadap Pencucian dan Serapan Kalium Pada Tanaman Jagung. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sain*. Tribhuwana Press 12(1): 83-90.
- Widowati, Sutoyo, Karamina. H., 2017. Perbaikan Tanah Terdegradasi Dengan Biochar Pada Tanaman Jagung. Penerbit: CV. IRDH Anggota IKAPI Tahun 2017 Malang. ISBN: 978-602-60S770-6-6.
- Widowati, W., Manggas, Y., dan Soelistiari, H. T. 2021. Kadar Klorofil dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Setelah 2 Tahun Penerapan Biochar Dan Pupuk Organik Di Entisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1), 23-29.
- Widowati, W., Pudjiastuti, A. Q., dan Sa'diyah, A. A. 2020. Introduksi Teknologi Biochar Untuk Memperbaiki Lahan Kritis Milik Petani Wilayah Magersari di Kabupaten Tuban, Propinsi Jawa Timur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 26(3), 124-130.
- Widowati, W.H. Utomo, Asnah. 2014. The Use Of Biochar To Reduce Nitrogen And Potassium Leaching From Soil Cultivated With Maize. *Journal Of Degraded And Mining Lands Managements* 2(1): 211-218.
- Zadli. M.A, Supriyadi. S. 2019. Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Kompos Paitan (*Tithonia diversifolia*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Tanah Miditeran. *Jurnal Agrovigor* 12(2): 102-108.