

## INOVASI PEMANFAATAN LIMBAH PERTANIAN SEBAGAI PUPUK ORGANIK YANG BERKUALITAS DAN RAMAH LINGKUNGAN

Mulyati<sup>1\*</sup>, Riza Hamkery Salam<sup>2</sup>, Baharuddin AB<sup>3</sup>, R. Sri Tejowulan<sup>4</sup>  
<sup>1,3,4</sup>Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram Indonesia  
<sup>2</sup>Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Indonesia  
[yatimulyati@unram.ac.id](mailto:yatimulyati@unram.ac.id)<sup>1</sup>, [salam2019@gmail.com](mailto:salam2019@gmail.com)<sup>2</sup>, [baharuddinab@yahoo.co.id](mailto:baharuddinab@yahoo.co.id)<sup>3</sup>,  
[tejowulan07@yahoo.com](mailto:tejowulan07@yahoo.com)<sup>4</sup>

### ABSTRAK

**Abstrak:** Tujuan dari kegiatan ini adalah memberikan pengetahuan dan pelatihan kepada warga desa dan masyarakat tani, dalam mengolah dan memanfaatkan limbah pertanian menjadi kompos, *biochar*, abu, *biourine*, pupuk organik plus dan atau sebagai pembenah tanah dalam mewujudkan model usahatani terpadu tanpa limbah atau “Zero Waste”. Kegiatan ini dihadiri oleh 30 orang warga desa, masyarakat tani dan 10 orang mahasiswa Kuliah Kerja Nyata di desa Duman. Penyampaian materi dilakukan dengan metode kaji tindak partisipatif aktif (*Participatory Action Research*) yang berarti melibatkan para peserta secara aktif mulai dari awal pengumpulan limbah pertanian, penentuan jadwal kegiatan sampai dengan evaluasi. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa adanya peningkatan pengetahuan dan pemahaman peserta tentang cara pengolahan limbah dan proses pembuatan pupuk organik, kompos dan *biochar* yang dapat meningkatkan kesuburan tanah, dan sebagai pembenah tanah-tanah terdegradasi. Peserta kegiatan terlihat sangat antusias dan memberikan respon yang positif terhadap materi yang diberikan dan sadar bahwa limbah pertanian yang dibuang begitu saja selama ini masih memiliki sejumlah nutrisi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber unsur hara atau pupuk yang murah dan mudah diadopsi. Disamping itu, ada keinginan peserta untuk segera dapat menerapkan hasil kegiatan tersebut di lapangan dan mengharapkan adanya pendampingan lebih lanjut dari mahasiswa KKN dan Universitas.

**Kata Kunci:** *inovasi; limbah pertanian; pupuk organik; ramah lingkungan.*

**Abstract:** *The purpose of this study is to provide knowledge and training to villagers and farming communities, in processing and utilizing agricultural waste into compost, biochar, ash, biourine, organic fertilizers plus and as a soil amendment in realizing an integrated farming model without waste or "Zero Waste". This activity was attended by 30 villagers, farming communities and 10 KKN students in Duman village. The material is presented using the Participatory Action Research method, which means that it involves the participants actively starting from the initial collection of agricultural waste, determining the schedule of activities to evaluation. The results indicated that there was an increase in participants' knowledge and understanding of how to treat waste and the process of making organic fertilizers, compost and biochar which can improve soil fertility, and to restore the degraded soils. Participants in the activity seemed very enthusiastic and gave positive responses to the material provided and were aware that agricultural waste which was thrown away so far still has a number of nutrients that can be used as a source of nutrients or fertilizers which are cheap and easy to adopt. Apart from that, the participants wanted to immediately implement the results of these activities in the field and expected further assistance from KKN and University students.*

**Keywords:** *innovation; agricultural waste; organic fertilizer; environmentally friendly*



#### Article History:

Received: 26-09-2020  
Revised : 18-10-2020  
Accepted: 19-10-2020  
Online : 17-11-2020



*This is an open access article under the  
CC-BY-SA license*

## A. LATAR BELAKANG

Keberhasilan usahatani sangat dipengaruhi oleh teknik pengelolaan sumberdaya alam yang efisien dalam pengembangan komoditas pertanian, agar produksi pertanian dapat ditingkatkan. Beberapa teknologi yang sangat krusial untuk mendapat perhatian adalah seperti teknik budidaya, teknologi penyiapan sarana produksi terutama pupuk dan obat-obatan dan juga mendorong terjadinya kegiatan diversifikasi usahatani. Peningkatan produksi pertanian selama ini belum disertai dengan meningkatnya pendapatan dan kesejahteraan petani secara signifikan. Dalam hal ini petani sebagai unit agribisnis terkecil belum mampu mendapatkan nilai tambah yang memadai (Wahyudi, 2018).

Dalam teknik budidayanya petani menerapkan teknik konvensional dengan menggunakan pupuk anorganik atau sintetik yang beranalisis tinggi, penggunaan pestisida dalam setiap musim tanam dan melakukan pembakaran terhadap residu biomasa sisa panen guna mempercepat pembersihan lahan untuk musim tanam berikutnya. Kegiatan-kegiatan semacam ini menimbulkan dampak negatif terhadap sifat tanah baik fisik, kimia maupun biologi tanah seperti menurunnya kualitas tanah, keseimbangan hara (*nutrients balance*) di dalam tanah menjadi terganggu dan pada akhirnya penggunaan pupuk menjadi tidak efisien lagi (Tejoyuwono Notohadiprawiro, 2006).

Oleh karena itu, praktik semacam ini sangatlah tidak bijak karena berakibat pada degradasi lahan seperti penurunan kualitas tanah yang pada akhirnya dapat menyebabkan produksi. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas tanah adalah dengan cara mengurangi penggunaan pupuk kimia dan menggantikannya dengan pupuk organik seperti pupuk kandang, pupuk hijau seperti *Crotalaria juncea* L. ataupun pupuk kompos dan dapat juga dengan pupuk organik yang diperkaya dengan pupuk hayati (Saraswati, 2012). Penggunaan pupuk organik merupakan prinsip dari pertanian yang ramah lingkungan atau seringkali disebut pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) (Mayrowani, 2016).

Melalui penggunaan pupuk organik ini diharapkan dapat mendukung terciptanya sistem pertanian yang tanpa limbah (*zero waste farming system*), karena semua limbah pertanian seperti jerami padi ataupun sisa-sisa hasil panen dapat dikembalikan ke dalam tanah dengan maksud untuk mempertahankan dan meningkatkan bahan organik tanah sehingga produktivitas tanah juga meningkat (Govaerts et al., 2009); (Hartatik & Setyorini, 2011). Pemanfaatan limbah pertanian ini sangat mudah diterapkan untuk model usahatani di desa Duman Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat karena aktivitas masyarakat desanya tergolong tinggi dan sistem pertanian yang sangat intensif. Mata pencaharian sebagian besar masyarakat adalah dari bertani, beternak, buruh tani dan sebagian kecil sebagai pegawai negeri. Dengan

demikian desa Duman terdapat berbagai limbah pertanian (*Agricultural Waste*), baik berupa limbah dari sisa-sisa panen, serbuk gergaji maupun kotoran hewan dalam jumlah yang melimpah, dan belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah pertanian tersebut hanya ditumpuk atau dibuang begitu saja dan cenderung sebagai bahan pencemar lingkungan.

Limbah organik ini juga kerap kali menimbulkan pencemaran biologis terhadap lingkungan tanah dan air, eutrofikasi, dan emisi bau, ammonia, methane dan CO<sub>2</sub> karena proses pembuangan yang tidak terkendali. Bahan limbah semacam ini perlu mendapatkan pengelolaan yang tepat sehingga memiliki nilai tambah secara ekonomis dan dari aspek ekologis mampu menghindari resiko pencemaran lingkungan (Hidup et al., 2016). Kegiatan pengolahan limbah pertanian menjadi kompos-biochar pada dasarnya sudah ada sejak dulu, namun tidak berjalan tidak baik dan sosialisasi pemanfaatannya khususnya pada skala rumah tangga untuk kebutuhan tanaman pekarangan perlu dilakukan mulai segera dari warga desa dan masyarakat tani.

Mengingat ketersediaan berbagai limbah yang berlimpah di tempat ini seperti : pupuk kandang, urine ternak, limbah tanaman perkebunan (tempurung kelapa, serbuk gergaji, sekam padi, batang jerami padi, jerami jagung, kulit kacang-kacangan, batang tembakau dan lain-lain), yang dapat dijadikan kompos, biochar ataupun pupuk cair, sebagai pupuk organik disamping dapat memperbaiki sifat fisik seperti meningkatkan stabilitas agregat tanah, meningkatkan kemampuan tanah mengikat air; sifat kimia tanah seperti meningkatkan karbon organik tanah, kapasitas tukar kation tanah (*cation exchange capacity*) yang merupakan terminal hara sebelum dimanfaatkan oleh tanaman; dan terhadap sifat biologi tanah yaitu mendukung terciptanya kondisi yang menguntungkan lagi pertumbuhan dan perkembangan mikro-organisme tanah, maka pengolahan dan pemanfaatan limbah ini perlu dilakukan (Fischer & Glaser, 2012); (Agegnehu et al., 2017).

Tujuan kegiatan ini adalah memberikan pengetahuan, pemahaman dan keterampilan kepada petani/masyarakat tani di desa Duman, tentang pembuatan biochar sebagai pembenah tanah, dan sebagai bahan pupuk organik dengan memanfaatkan limbah pertanian yang melimpah di sekitarnya. Kegunaan dari kegiatan ini adalah diharapkan setelah mengikuti kegiatan ini petani dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilannya dalam mengelola limbah pertanian baik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan demi mewujudkan model usahatani tanpa limbah atau *zero waste*.

## **B. METODE PELAKSANAAN**

Program desa kemitraan ini dilaksanakan di kantor desa Duman, Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat. Kegiatan ini diikuti oleh kelompok tani yang ada di desa tersebut,

anggota karang taruna, pemuka masyarakat, staf desa dan 10 orang mahasiswa yang sedang melaksanakan tugas kuliah kerja nyata di desa tersebut.

Metode yang digunakan adalah dengan cara memberikan penyuluhan, keterampilan atau pelatihan pembuatan biochar dan pupuk organik, karena di desa Duman masyarakat tani umumnya belum memiliki inovasi pengolahan dan pemanfaatan limbah pertanian. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka telah dilakukan pelatihan tentang pembuatan pupuk organik yang dibuat dari limbah pertanian sekam padi dibuat menjadi biochar, pupuk kandang sapi atau dapat juga digunakan pupuk-pupuk kandang lainnya yang tersedia di lokasi (*in situ*), dan ditambahkan EM-4 untuk mempercepat proses pengomposan. Kegiatan ini dilakukan melalui pendekatan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan cara mengadakan pertemuan dan praktek kerja lapang dengan peserta pengabdian, yang terdiri atas wakil dari kelompok tani, 10 mahasiswa KKN, pemuka desa, dan staf desa. Pendidikan dilakukan dengan cara ceramah dan presentasi dengan menggunakan slide power point. Kemudian dilakukan diskusi interaktif dan tanya jawab, dan dilanjutkan dengan teknik pengolahan limbah pertanian menjadi pupuk organik atau bahan-bahan pembenah tanah.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui serangkaian kegiatan yaitu : ceramah, diskusi/ tanya jawab dan praktik lapang pengolahan limbah pembuatan biochar dan proses pengomposan, dengan cara melibatkan petani dalam semua kegiatan yaitu dimulai dari perencanaan, pembuatan biochar dan teknik pembuatan pupuk organik hingga evaluasi. Penyampaian materi dilakukan dengan cara ceramah, diskusi/ tanya jawab secara teori dilaksanakan satu (1) hari, pembuatan biochar selama 2 hari dengan limbah sekam padi, fermentasi pupuk kandang dan teknik pengomposan terbuka.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kegiatan Penyuluhan dan Pelatihan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diawali dengan survei lokasi kegiatan untuk praktek atau demonstrasi pembuatan pupuk organik, sedangkan penyampaian materi penyuluhan dilakukan di kantor desa Duman yaitu sosialisasi tentang konsep model usahatani terpadu tanpa limbah atau *zero waste* dan pengelolaan hara terpadu, yang memadukan antara pemberian pupuk organik dan anorganik dengan jumlah hara yang berimbang untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman.

Tahap awal kegiatan adalah dengan membentuk *Focus Discussion Group* (FDG), dan dilakukan pembagian tugas untuk pengadaan bahan-bahan limbah pertanian yang meliputi : sekam padi, pupuk kandang,

dan EM-4. Selain itu juga pengadaan alat-alat seperti terpal, cangkul, sekop gembor, ember dan lain-lain. Kegiatan sosialisasi program kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan dalam bentuk penyuluhan di desa Duman Kabupaten Lombok Barat melalui pertemuan langsung dengan peserta yang terdiri atas ketua kelompok tani, kepada desa, sekretaris desa, tokoh masyarakat dan pemuka-pemuka agama. Penyuluhan dilaksanakan dengan metode ceramah dengan menggunakan alat bantu berupa gambar-gambar, slide power point, diskusi interaktif dan praktik lapang tentang teknik pembuatan pupuk bokashi yang berasal dari limbah kotoran hewan.

Agar proses kegiatan pengabdian kepada masyarakat dapat berlangsung dengan lancar. Maka dibentuk tim fasilitator yang terdiri atas mahasiswa KKN tematik yang ada di desa Duman, yang bertugas untuk menyampaikan tentang teknik pengumpulan kotoran hewan dan pembuatan pupuk bokashi. Sedangkan observator bertugas untuk mengamati keikutsertaan petani dalam keaktifan dan keterlibatannya selama kegiatan penyuluhan berlangsung, dan notulen bertugas untuk mencatat dan merekam hal-hal yang terjadi selama kegiatan.

Tahap selanjutnya adalah praktik lapang pengolahan limbah pertanian dari kotoran hewan di lapangan. Mahasiswa KKN menentukan lokasi yang dapat dijadikan tempat untuk pembuatan pupuk organik. Kegiatan ini mendapat respon positif dari peserta penyuluhan, yang nampak dari penyambutan kepala desa, staf desa, tokoh-tokoh masyarakat yang sangat mendukung berlangsungnya kegiatan tersebut. Selain itu, kelompok tani sebagai sasaran utama kegiatan ini terlihat sangat antusias mengikuti kegiatan ini dari awal hingga akhir dan sangat aktif untuk bertanya tentang fungsi penambahan biochar dan EM-4 ke dalam kotoran hewan.

Adapun langkah-langkah pembuatan pupuk organik ini adalah sebagai berikut:

a. Penyiapan bahan limbah pertanian



**Gambar 1.** Limbah pertanian sekam padi, pupuk kandang, dan EM-4

**Gambar 1** menunjukkan bahwa baha-bahan yang diperlukan untuk persiapan pembuatan biochar dalam pembuatan pupuk organik agar memiliki kualitas yang lebih baik. Biochar ini diperlukan agar pupuk organik yang dihasilkan mampu berkontribusi terhadap peningkatan

kesuburan tanah dan mampu memperbaiki retensi nutrisi dan air, sehingga efisiensi pemupukan terutama nitrogen (N) dapat ditingkatkan, mengingat N merupakan salah satu hara yang paling mudah terlindi (Novak et al., 2009); (Steiner et al., 2010); (Wang et al., 2016).

b. Teknologi pembuatan biochar



**Gambar 2.** Pembuatan Biochar sekam padi

Bahan yang digunakan untuk pembuatan biochar dalam penelitian ini yaitu sekam padi. Pembuatan biochar sekam padi dilakukan dengan dipanaskan di atas drum/tong selama 4 jam. Suhu pemanasan dari biochar rata-rata 300°C dalam kondisi oksigen terbatas (Song & Guo, 2012), (Nartey & Zhao, 2014). Setelah terjadi perubahan warna pada sekam padi dan serbuk gergaji menjadi coklat kehitaman, lalu dikeluarkan dan diletakkan di atas seng kemudian disemprot menggunakan handsprayer (Gambar 2). Selanjutnya dikering-anginkan selama 1 minggu dan dimasukkan ke dalam karung. Kemudian *biochar* dikemas dengan plastik dan ditimbang sesuai dengan kebutuhan.

c. Pembuatan Pupuk Organik



**Gambar 3.** Pencampuran bahan-bahan limbah pertanian menjadi pupuk organik

d. Prinsip Pengomposan

Pada dasarnya prinsip pengomposan adalah menurunkan C/N rasio bahan organik yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kompos. Yang dimaksud dengan C/N rasio adalah perbandingan antara karbon dan nitrogen. Nilai C/N untuk tanah berkisar antara 10-12. Jika perbandingan C/N bahan organik mendekati C/N tanah, maka bahan organik tersebut dapat langsung digunakan

(Pramaswari et al., 2011). Tetapi bahan organik segar umumnya mempunyai nilai C/N rasio yang tinggi tergantung jenis tanamannya. Tingginya C/N rasio ini menyebabkan bahan organik tidak dapat langsung digunakan oleh tanaman dan perlu difermentasikan terlebih dahulu. Sebagai contoh Daun mempunyai C/N rasio >50, jerami padi 50 – 70, cabang tanaman 15-60 dan kayu dapat mencapai 400.

Waktu yang diperlukan untuk menurunkan C/N rasio ini menjadi berbeda-beda sesuai dengan bahan dasarnya, dapat berkisar antara 3 bulan sampai tahunan. Proses pengomposan ini dapat dipercepat dengan menggunakan activator (Hajama, 2014); (Permatasari et al., 2014). Beberapa activator yang banyak beredar di pasaran yaitu : Stardec, Orgadec, Fix-Up Plus, Harmony dan EM-4 (*Effective Microorganism*). Hasil pengomposan dengan EM-4 ini disebut Bokashi.

Selanjutnya Gambar 3 menunjukkan teknik pembuatan pupuk organik dengan cara mencampur biochar, pupuk kandang dan EM-4, dan difermentasikan selama dua minggu sebelum diaplikasikan ke tanah dengan dosis tertentu sesuai dengan jenis tanaman yang akan ditanam.

## 2. Pendampingan

Berdasarkan hasil evaluasi kegiatan dilaksanakan tim pelaksana dengan mengamati respon peserta penyuluhan yang difokuskan pada tingkat partisipasi peserta dalam berinteraksi selama kegiatan penyuluhan berlangsung. Keberhasilan penyuluhan dievaluasi melalui hal-hal sebagai berikut seperti : jumlah kehadiran peserta; kesungguhan peserta dalam mengikuti penjelasan materi penyuluhan ; jumlah peserta yang mengajukan pertanyaan dan kemampuan peserta dalam menyerap materi penyuluhan yang diberikan. Dan yang terlebih penting adalah materi penyuluhan dan manfaat yang dapat dirasakan oleh peserta setelah kegiatan berakhir.

Pada akhir kegiatan dilakukan umpan balik (*feed-back*) terhadap kegiatan ini, dengan mengingatkan kembali kepada peserta kegiatan tentang keuntungan dari pengolahan dan pemanfaatan limbah pertanian, dan proses pembuatan biochar, teknik fermentasi kotoran hewan sampai menjadi pupuk organik.

Antusiasme peserta terlihat jelas dan mereka baru menyadari bahwa selama ini kotoran hewan yang mereka buang di saluran dan aliran sungai adalah salah, dan mengetahui juga bahwa selama ini limbah pertanian seperti sekam padi, batang jagung, tempurung kelapa dan sisa-sisa pangkasan masih dapat digunakan sebagai pembenah tanah yang masih mengandung sejumlah unsur hara dan mempunyai fungsi untuk menyuburkan tanah dan tanaman. Ternyata limbah pertanian

yang terbuang selama ini dapat lebih berdaya guna dan berhasil guna manakala diolah menjadi pupuk organik yang aman untuk kesehatan dan lingkungan. Selanjutnya pertanyaan juga berkembang ke istilah pertanian organik dan produk pertanian organik, sehingga penyuluhan terkesan hidup dan menyenangkan. Pendampingan lebih lanjut sangat diperlukan agar kelompok tanai yang sudah mengikuti pelatihan dapat dibina secara berkelanjutan.

#### **D. SIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat disimpulkan bahwa kegiatan ini telah memberikan pengetahuan dan keterampilan tentang inovasi pengolahan dan pemanfaatan limbah pertanian kotoran hewan, sisa-sisa tanaman sebagai pupuk organik dan biochar sebagai pembenah tanah untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas tanah. Selain itu, petani juga dapat memahami arti penting model usahatani terpadu tanpa limbah atau *zero waste*, dan petani menjadi sadar bahwa limbah pertanian yang melimpah di sekitarnya masih dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan pertanian yang murah, ekonomis dan mudah diadopsi oleh petanidalam mendukung pertanian yang berkelanjutan. Model usahatani terpadu ini dapat diterima oleh petani dan dapat diterapkan di lapangan.

Sebagai tindak lanjut dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, maka dapat direkomendasikan agar pemerintah dapat memberikan pembinaan secara terus menerus dan Universitas diharapkan dapat memberikan pembinaan dan pendampingan untuk dapat mengimplemen - tasikan pemanfaatan limbah pertanian dan peternakan di lapangan melalui kegiatan mahasiswa KKN dan pengabdian kepada masyarakat oleh staf pengajar dan peneliti dari berbagai bidang ilmu secara berkesinambungan. Khususnya kepada staf desa diharapkan dapat memberikan peluang bagi kegiatan pengolahan limbah dan pemanfaatan limbah pertanian sebagai pupuk organik yang kaya akan unsur hara .

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Disampaikan terima kasih kepada Bapak Rektor Universitas Mataram, Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Mataram dan seluruh staf desa Duman Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat Nusa Tenggara Barat, atas dukungan dana dan semua fasilitas yang telah diberikan.

#### **DAFTAR RUJUKAN**

- Agegnehu, G., Srivastava, A. K., & Bird, M. I. (2017). The role of biochar and biochar-compost in improving soil quality and crop performance: A review. In *Applied Soil Ecology*. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.06.008>
- Fischer, D., & Glaser, B. (2012). Synergisms between Compost and Biochar for



- Sustainable Soil Amelioration. In *Management of Organic Waste*. <https://doi.org/10.5772/31200>
- Govaerts, B., Verhulst, N., Castellanos-Navarrete, A., Sayre, K. D., Dixon, J., & Dendooven, L. (2009). Conservation agriculture and soil carbon sequestration: Between myth and farmer reality. *Critical Reviews in Plant Sciences*. <https://doi.org/10.1080/07352680902776358>
- Hajama, N. (2014). “Studi Pemanfaatan Eceng Gondok Sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Kompos Dengan Menggunakan Aktivator Em4 Dan MOL Serta Prospek Pengembangannya.” *Skripsi*.
- Hartatik, W., & Setyorini, D. (2011). Pemanfaatan Pupuk Organik untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah dan Kualitas Tanaman. *Buku*.
- Hidup, P. L., Hasibuan, R., Si, M., Tetap, D., & Labuhanbatu, S. (2016). Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. *Ilmiah*.
- Mayrowani, H. (2016). Pengembangan Pertanian Organik di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. <https://doi.org/10.21082/fae.v30n2.2012.91-108>
- Nartey, O. D., & Zhao, B. (2014). Biochar preparation, characterization, and adsorptive capacity and its effect on bioavailability of contaminants: An overview. In *Advances in Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2014/715398>
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Laird, D. L., Ahmedna, M., Watts, D. W., & Niandou, M. A. S. (2009). Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. *Soil Science*. <https://doi.org/10.1097/SS.0b013e3181981d9a>
- Permatasari, A. R., Khasanah, L. U., & Widowati, E. (2014). *Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Singkong (Manihot utilissima) Dengan Variasi Jenis Aktivator. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13004>
- Pramaswari, I. A. A., Suyasa, I. W. B., & Putra, A. A. . (2011). Kombinasi Bahan Organik (Rasio C:N) Pada Pengolahan Lumpur (Sludge) Limbah Pencelupan. *Jurnal Kimia*.
- Saraswati, R. (2012). Teknologi Pupuk Hayati untuk Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Sistem Produksi Pertanian. *Seminar Nasional Pemupukan Dan Pemulihan Lahan Terdegradasi*.
- Song, W., & Guo, M. (2012). Quality variations of poultry litter biochar generated at different pyrolysis temperatures. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2011.11.018>
- Steiner, C., Das, K. C., Melear, N., & Lakly, D. (2010). Reducing Nitrogen Loss during Poultry Litter Composting Using Biochar. *Journal of Environmental Quality*. <https://doi.org/10.2134/jeq2009.0337>
- Tejoyuwono Notohadiprawiro, S. S. dan. (2006). Pengelolaan Kesuburan Tanah dan Efisiensi Pemupukan. *Chapter*.
- Wahyudi, K. D. (2018). Kebijakan Strategis Usaha Pertanian Dalam Rangka Peningkatan Produksi dan Peningkatan Kemiskinan. *Majalah Ilmiah DIAN ILMU*. <https://doi.org/10.37849/midi.v11i2.15>
- Wang, G. J., Xu, Z. W., & Li, Y. (2016). Effects of biochar and compost on mung bean growth and soil properties in a semi-arid area of Northeast China. *International Journal of Agriculture and Biology*. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0210>