



# Postgraduate Community Service Journal

Jurnal Homepage: <https://ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/pcsj>

## PKM Pengolahan Limbah Ternak Menjadi Biochar

Yohanes Parlindungan Situmeang\* dan I Dewa Nyoman Sudita

Program Studi Magister Sains Pertanian, Program Pascasarjana, Universitas Warmadewa, Indonesia

\*yohanes@warmadewa.ac.id

**How to Cite:** Situmeang, Y. P., & Sudita, I. D. N. (2021). PKM Pengolahan Limbah Ternak Menjadi Biochar. *Postgraduate Community Service Journal*, 2(2): 63-70. DOI: <https://doi.org/10.22225/pcsj.2.2.2021.63-70>

### Abstract

Biochar is a material rich in carbon with the physical characteristics of porous biochar morphology. Biochar has the ability to retain nutrients and water, increase microbial life in the soil and overall increase soil fertility. Animal waste that often pollutes the environment can be converted into biochar through incomplete combustion to produce biochar charcoal which can be used to improve nutrient-poor agricultural soils. This service is carried out at the Satwa Winangun livestock farmer group, Tangkas Village, Klungkung Regency which takes place from May to July 2021. This PKM activity aims to increase the understanding and skills of partners to innovate in processing livestock waste into biochar. The method used to achieve this goal is through training, mentoring, and technology transfer with direct practice in the field. The transfer of technology for making biochar from animal waste received a good response from the trainees, especially because they had never made biochar. Through group strengthening and technology transfer with the PKM program, the trainees have been able to practice directly the process of making biochar and producing biochar fertilizer products that are ready to be applied to agricultural land.

**Keywords:** Community partnership, burning manure, charcoal, biochar

### Abstrak

Biochar merupakan material yang kaya akan karbon dengan ciri fisik morfologi biochar berpori. Biochar memiliki kemampuan untuk menahan unsur hara dan air, meningkatkan kehidupan mikroba di dalam tanah dan secara keseluruhan meningkatkan kesuburan tanah. Kotoran hewan yang sering mencemari lingkungan dapat diubah menjadi biochar melalui pembakaran tidak sempurna untuk menghasilkan arang biochar yang dapat digunakan untuk memperbaiki tanah pertanian yang miskin unsur hara. Pengabdian ini dilaksanakan di kelompok tani ternak Satwa Winangun Desa Tangkas Kabupaten Klungkung yang berlangsung dari bulan Mei sampai Juli 2021. Kegiatan PKM ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan mitra untuk berinovasi dalam mengolah limbah ternak menjadi biochar. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah melalui pelatihan, pendampingan, dan alih teknologi dengan praktik langsung di lapangan. Alih teknologi pembuatan biochar dari kotoran hewan mendapat respon yang baik dari para peserta pelatihan, terutama karena mereka belum pernah membuat biochar. Melalui penguatan kelompok dan alih teknologi dengan program PKM, para peserta pelatihan telah dapat mempraktekkan secara langsung proses pembuatan biochar dan menghasilkan produk pupuk biochar yang siap diaplikasikan pada lahan pertanian.

**Kata Kunci:** Kemitraan masyarakat, pembakaran kotoran ternak, arang, biochar

## 1. Pendahuluan

Desa Tangkas Kecamatan Klungkung Kabupaten Klungkung Bali, Desa Tangkas memiliki luas wilayah 2,78 km<sup>2</sup>. Kelompok Tani Ternak yang menjadi mitra pengabdian adalah bergerak di bidang usaha pengolahan pupuk organik dan pembibitan sapi Bali.

Jumlah anggota kelompok tani ini adalah sebanyak 25 orang. Kelompok Tani Ternak Satwa Winangun memiliki sekretariat yang dibangun atas dana swadaya di Pusat Pembibitan Sapi Bali, Jln, Raya Tangkas, Depan Balai Banjar Tusan, letaknya sekitar 5 km dari kota Semarapura kearah Selatan, atau sekitar 35 km dari kota Denpasar melalui akses jalan By Pass Prof. Ida Bagus Mantra Tohpati-Kusamba. Kelompok Tani Ternak Satwa Winangun Desa Tangkas didirikan pada tanggal 21 Juli 2005 dan dikukuhkan secara resmi pada tanggal 22 September 2005 di ruang pertemuan kantor Desa Tangkas. Pembentukan dan pendirian kelompok ini dilakukan oleh I Ketut Darmawan, S.Pt dan I Nengah Sudarma. Status kelompok Tani Ternak satwa Winangun adalah Terdaftar di Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kabupaten Klungkung pada Laporan Hasil Inventarisasi dan Penilaian Klas Kelompok yang diklasifikasikan dalam Klas Lanjut.

Berdasarkan data Profil Desa Tangkas, pada tahun 2019 desa Tangkas mempunyai jumlah penduduk 3.333 (834 KK). Melihat komposisi penduduk Desa Tangkas maka usaha pokok anggota kelompok Tani ternak Satwa Winangun adalah sebagai petani penggarap yang mengusahakan komoditas tanaman pangan dan hortikultura. Sedangkan usaha lainnya adalah sebagai peternak dan buruh pasir. Perkembangan Kelompok Tani ternak Satwa Winangun Desa Tangkas, dalam perjalanannya selama ini tidak lepas dari peran anggota kelompok, aparat desa, dan pemerintah. Semenjak dibentuk dari kelas kelompok Pemula, kini telah menjadi kelas kelompok lanjut. Keberadaan Kelompok Tani Ternak Satwa Winangun ini telah memberikan kontribusi untuk peningkatan populasi ternak sapi Bali di Kabupaten Klungkung. Total populasi sapi Bali di kelompok mitra hingga tahun 2020 sebanyak 103 ekor, yang terdiri dari 67 betina dan 36 anakan. Gambaran situasi Mitra Kelompok Tani ternak Satwa Winangun seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1**

Gambaran Kondisi Mitra

Bidang usaha kelompok mencakup usaha ternak sapi dan usaha pupuk organik. Dari usaha kelompok juga dihasilkan ribuan kg limbah kotoran sapi setiap harinya. Sebagian besar sudah diolah menjadi pupuk organik dengan label alam asri, namun kelompok sangat berharap agar limbah yang berlimpah ini segera ditangani menjadi produk yang bermanfaat dan dapat menambah pendapatan atau penghasilan kelompok. Salah satu upaya mengatasi limbah yang jumlahnya berlimpah tersebut adalah dengan cara mengolah limbah organik tersebut menjadi arang hayati (biochar) melalui proses pembakaran tak sempurna atau proses pengarangan dari kotoran sapi. Pembena tanah biochar yang dihasilkan dari proses pengarangan limbah ternak ini dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kesuburan tanah dan produksi pertanian. Biochar berguna sebagai bahan pembena tanah untuk meningkatkan kesuburan tanah di wilayah dengan tanah yang miskin hara, bahan organik rendah, dan kekurangan air. Biochar dapat menjaga keseimbangan C dan N dalam tanah untuk jangka waktu yang panjang, menambahkan pembena tanah biochar juga dapat meningkatkan

jerapan P dan N, serta meningkatkan KTK dan pH tanah (Gani, 2009). Pemberian biochar ke tanah berpotensi meningkatkan kadar karbon tanah, memperbaiki kesuburan tanah dan memulihkan kualitas tanah yang telah terdegradasi (Glaser *et al*, 2010; Atkinson *et al*, 2010). Biochar juga meningkatkan kualitas dan kuantitas air, serta mampu meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman (IBI, 2012). Pemberian biochar sebagai pembenah tanah dapat meningkatkan ketersediaan kalium, fosfor, nitrogen, kapasitas tukar kation, dan hasil tanaman serta dapat mengurangi resiko pencucian hara khususnya kalium dan nitrogen (Bambang, 2012). Adanya pori, luas permukaan dan daya serap alami biochar yang tinggi terhadap hara dan air serta kemampuan biochar untuk bertindak sebagai media untuk mikroorganisme diidentifikasi sebagai alasan utama biochar sebagai bahan untuk memperbaiki sifat fisik tanah (Chan, *et al*, 2007).

Hasil sampingan berupa limbah kotoran sapi sering menjadi masalah serius terhadap lingkungan, terutama dari bau tak sedap yang dapat berdampak terhadap kesehatan manusia. Limbah ternak ini harus dikelola dengan baik dengan cara memprosesnya menjadi produk yang bermanfaat dan memberikan nilai tambah bagi peternak serta dapat meningkatkan taraf hidup peternak. Saat ini, bidang usaha kelompok adalah usaha ternak sapi dan usaha pengolahan pupuk organik alam asri. Usaha ternak sapi ini sangat prospek dan menjanjikan keuntungan besar dari penjualan sapi maupun dari hasil samping berupa limbah kotorannya.

Dari peternakan sapi di kelompok mitra dihasilkan ribuan kg limbah kotoran ternak setiap harinya. Sebagian besar sudah diolah menjadi pupuk organik kompos, namun limbah yang dihasilkan dari kandang jumlahnya masih sangat berlimpah. Limbah kotoran ternak yang berlimpah ini kalau tidak segera diolah akan menimbulkan bau tak sedap dan mencemari lingkungan. Oleh karena itu mitra selama ini sangat mengharapkan adanya transfer teknologi dari pihak akademisi yang dapat membantu mereka dalam mengatasi masalah limbah ini agar tak mencemari lingkungan. Dalam hal ini kami memberikan inovasi baru tentang pemanfaatan limbah kotoran sapi yang dapat diubah menjadi biochar. Biochar adalah materi padat yang kaya karbon dengan struktur permukaan berpori dan tahan lapuk atau stabil di dalam tanah serta mempunyai kemampuan untuk meretensi hara dan air di dalam tanah, memperbaiki kesuburan tanah dan hasil pertanian. Biochar dapat diproduksi dengan teknologi sederhana melalui pembakaran tak sempurna (Situmeang *et al*, 2015, Situmeang, *et al*, 2018, Situmeang dan Suarta, 2020,) atau pengarangan dari limbah ternak (Situmeang, *et al*, 2019) Aplikasi di lahan pertanian, pemberian biochar yang diformulasikan dengan kompos dan pupuk NPK dapat memperbaiki kualitas tanah dan hasil tanaman jagung (Situmeang, *et al*, 2018). Dengan transfer teknologi diharapkan limbah ternak yang berlimpah di mitra dapat diolah menjadi biochar, sekaligus sebagai produk pupuk alternatif bagi mitra yang memberi nilai tambah dalam upaya pengembangan usaha kelompok dan meningkatkan pendapatan ekonomi masyarakat desa Tangsan.

Program kemitraan masyarakat (PKM) ini bertujuan (1) meningkatkan pemahaman dan ketrampilan mitra untuk berinovasi mengubah limbah ternak menjadi biochar yang bermanfaat untuk memperbaiki kesuburan tanah dan hasil tanaman. (2) Kelompok tani mitra diharapkan mampu menerima dan menerapkan teknologi pembuatan biochar dan memproduksinya hingga siap dipasarkan.

## **2. Metode**

Pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Kelompok Tani Ternak Satwa Winangun Desa Tangkas, Kecamatan Klungkung, Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali. Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan dari bulan Mei hingga Juli 2021.

Metode PKM pengolahan limbah ternak menjadi biochar dilakukan melalui kegiatan sosialisasi, pendampingan, pelatihan, dan transfer teknologi terhadap 20 anggota kelompok tani ternak. Kegiatan yang dilakukan dalam PKM mencakup: sosialisasi program PKM, pengenalan tentang biochar dan cara pembuatannya, transfer teknologi pembuatan biochar,

transfer teknologi produksi pupuk biochar plus, dan evaluasi akhir terhadap materi pengabdian yang diberikan mulai dari proses peninjauan, sosialisasi, pendampingan hingga dilaksanakannya transfer paket teknologi pembuatan biochar sehingga petani mitra dapat meningkatkan ketrampilan dan nilai tambah produk serta peningkatan pendapatan kelompok dan kesejahteraan peternak di desa Tangsan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Program kemitraan masyarakat ini berjalan sesuai dengan yang direncanakan, kegiatan PKM diawali dengan sosialisasi PKM melalui rapat-rapat kelompok, penyuluhan, pelatihan, dan transfer teknologi di mitra.

#### *Transfer teknologi pembuatan biochar*

Pada kegiatan ini diperkenalkan cara pengolahan limbah kotoran sapi hingga menjadi biochar. Kegiatan pengenalan dan penyuluhan pembuatan biochar dilaksanakan di lokasi peternakan mitra di desa Tangkas (Gambar 2) yang dihadiri oleh 20 peserta dari mitra, 4 mahasiswa Agroteknologi FP Unwar, dan 4 mahasiswa Magister Sains Pertanian PPs Unwar. Pada penyuluhan ini juga diberikan materi pembuatan biochar berupa liflet. Transfer teknologi pembuatan biochar berlangsung sesuai rencana dan peserta telah mampu menerima dan menerapkan teknologi pembuatan biochar.

Pembuatan biochar proses pengarangan dengan menggunakan alat shangrai akan menghasilkan suhu  $>300^{\circ}\text{C}$  selama 1,0-3,5 jam tergantung bahan/biomassa yang digunakan. Biochar yang dihasilkan dari proses pengarangan umumnya mengandung karbon tinggi dan dapat diaplikasikan sebagai pembenah tanah ([Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2012](#); [Situmeang et al, 2021](#)). Proses pembakaran tidak sempurna biomassa limbah pertanian yang menghasilkan biochar dapat digunakan sebagai pembenah tanah untuk mengikat karbon, menghasilkan serat yang baik dan arang yang sangat porous yang membantu tanah menahan hara dan air. Pemanfaatan biochar pada skala kecil di pedesaan, sebagai pembenah tanah dan sumber energi perlu dikembangkan secara lebih luas untuk peningkatan produktivitas lahan dan tanaman pertanian, serta mengurangi efek negatif terhadap kerusakan lingkungan.



Pembuatan biochar dengan alat sangrai pembakar biomasa pertanian



Pelatihan dan pendampingan alih teknologi pembuatan biochar



Penyerahan alat sangrai pembuat biochar dan foto Bersama dengan peserta pelatihan

### Gambar 2

Pelatihan dan praktek pembuatan biochar

Bahan yang digunakan untuk pembuatan biochar adalah limbah kotoran padat sapi yang kering, alat pembakar sangrai, kompor gas, alat penghancur arang, ayakan 20- 50 mesh, dan pengemas. Tahapan pengolahan limbah ternak menjadi biochar (Gambar 3) dimulai dari mengumpulkan limbah kotoran sapi dan menjemurnya hingga kering, kemudian masukkan kotoran sapi kering pada alat sangrai pengarang sesuai kapasitasnya, lalu nyalakan kompor gas pada tungku pembakar dan kontrol proses pengarang yang terbentuk. Setelah terbentuk arang hancurkan menjadi butiran kecil lalu ayak hingga terbentuk butiran seragam hingga siap pengemasan dan diaplikasikan ke lahan pertanian.

Dalam hal ini kami memberikan inovasi baru tentang pemanfaatan limbah kotoran ternak yang dapat diproduksi menjadi biochar. Biochar adalah materi padat yang kaya karbon dengan struktur permukaan berpori dan tahan lapuk atau stabil di dalam tanah serta mempunyai kemampuan untuk meretensi hara dan air di dalam tanah, memperbaiki kesuburan tanah dan hasil pertanian. Dengan transfer teknologi diharapkan limbah ternak yang berlimpah di mitra dapat diolah menjadi biochar, sekaligus sebagai produk pupuk alternatif bagi mitra yang memberi nilai tambah dalam upaya pengembangan usaha kelompok dan meningkatkan pendapatan ekonomi masyarakat desa Tangsan. Berdasarkan hal tersebut maka kami melakukan pendampingan, pelatihan dan transfer teknologi pembuatan biochar berbasis limbah kotoran sapi di kelompok atau mitra.



Gambar 3

Diagram pengolahan limbah ternak menjadi biochar

### *Dampak Ekonomi dan Sosial*

Transfer teknologi diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan ketrampilan mitra untuk berinovasi mengubah limbah ternak menjadi biochar yang bermanfaat untuk memperbaiki kesuburan tanah dan hasil tanaman. Kenyataan lain, transfer teknologi pembuatan pupuk biochar dari kotoran ternak belum pernah dilakukan di mitra, sehingga perlun adanya solusi berupa penguatan kelompok dan alih teknologi dengan program PKM lewat pendampingan, penyuluhan, pelatihan dan praktek pembuatan pupuk biochar dengan mengintegrasikan kegiatan petani pada kelompok tani ternak Satwa Winangun di Desa Tangkas Kecamatan Klungkung dalam proses pembuatan produk pupuk biochar plus dalam kemasan yang nantinya siap dipasarkan.

Alih teknologi pembuatan biochar kepada para peserta dilakukan di kelompok mitra yang telah dilakukan diliput oleh berbagai media cetak dan online (Gambar 4). Pada pelatihan ini juga diberikan materi berupa liflet. Transfer teknologi pembuatan biochar dapat berlangsung sesuai rencana dan petani ternak di mitra telah mampu menerima dan

menerapkan teknologi pembuatan biochar hingga pengemasan.

### Keren dan Inovatif, Sangrai Kotoran Ternak Jadi Biochar, Solusi Pengelolaan Limbah dan Menjaga Kesuburan Tanah

Metro Bali  
June 28, 2021



Gambar 4

Pemberitaan kegiatan PKM di media cetak dan online

### Kontribusi Mitra terhadap Pelaksanaan

Adapun kontribusi mitra PKM dalam hal ini menyiapkan tempat dan bahan pupuk organik limbah ternak sapi untuk pelatihan dan praktek pembuatan biochar di kelompok tani ternak Satwa Winangun di Desa Tangkas Kecamatan Klungkung. Dari tim pengabdian selain memberikan pelatihan, praktek transfer teknologi, pendampingan, juga berkontribusi dalam menyediakan alat pembuat biochar dengan metode sangrai. Dengan alat yang ramah lingkungan ini diharapkan petani dapat memproduksi biochar dari berbagai limbah pertanian secara berkelanjutan yang memberikan dampak terhadap peningkatan pendapatan petani. Melalui kegiatan PKM pembuatan biochar ini secara social, kelompok tani semakin termotivasi dan bersemangat dalam meningkatkan sumberdaya alam yang ada disekitarnya menuju perbaikan kesejahteraan petani saat ini dan akan datang.

### Faktor Menghambat

Dalam alih teknologi, membutuhkan waktu dan kondisi kebiasaan praktek Bertani dan beternak yang mendorong terjadinya perubahan perilaku petani dan peternak. Melalui pendampingan yang terus menerus oleh tim pengabdian diharapkan terjadinya perubahan kearah yang lebih baik yang pada akhirnya alih teknologi dapat mereka terapkan dalam upaya meningkatkan pendapatan petani dan peternak.

### Faktor yang Mendukung

Kelompok tani ternak Satwa Winangun di Desa Tangkas Kecamatan Klungkung merupakan kelompok tani yang terbuka terhadap perubahan sepanjang untuk kemajuan kelompok mereka. Hal ini terlihat adanya respon positif saat berlangsungnya kegiatan PKM ini. Faktor potensi sumberdaya alam berupa limbah ternak yang dihasilkan dari usaha ternak maupun lahan pertanian mereka yang siap untuk diperbaiki kesuburan tanahnya melalui pemberian pupuk biochar.

### Solusi dan tindak lanjut

Dalam kegiatan PKM ini, diperkenalkan dan dipraktekkan proses produksi/pembuatan biochar dengan teknologi pembakaran biomasa limbah ternak menggunakan alat pembakar

mesin molen sangrai serta tentang pentingnya biochar sebagai pembenah tanah untuk memperbaiki tanah yang terdegradasi dan miskin unsur hara. Dari respon petani saat penyuluhan, istilah biochar (biomasa charcoal) atau arang hayati dan manfaatnya belum sepenuhnya dikenal masyarakat tani. Kegiatan PKM tentang cara pembuatan biochar telah mendapat respon positif dari peserta pelatihan sehingga diharapkan biochar yang diproduksi kelompok mitra kedepan dapat diaplikasikan ke lahan pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil pertanian serta pendapatan petani. Solusi yang ditawarkan bagi mitra sesuai permasalahan yang dihadapi peternak seperti yang dijelaskan di atas dilakukan melalui berbagai program dan manfaat yang diperoleh seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1**

Solusi dan outcome

No	Solusi	Outcome
1	Transfer teknologi pembuatan arang biochar dari kotoran sapi melalui proses pembakaran tak sempurna atau proses pengarangan	Mampu membuat sendiri produk biochar
2	Transfer paket teknologi pembuatan formulasi pupuk biochar dengan kompos dan tambahan nutrisi NPK hingga pengemasan	Mampu memproduksi pupuk biochar plus dalam bentuk kemasan
3	Penguatan kelompok	Mampu membina 5 anggota kelompok sebagai pioner dalam kelompoknya Mampu menyempurnakan profil kelompok yang ada guna menunjang keberhasilan dan kemitraan dengan pihak lain.
4	Penyempurnaan profil kelompok	

#### *Rencana Selanjutnya*

Berdasarkan hasil kegiatan yang berlangsung hingga saat ini, maka perlu dilaksanakan lebih lanjut pendampingan program berupa pemantauan dan evaluasi terhadap alih teknologi yang telah dipraktikkan kelompok mitra. Melalui monitoring dan evaluasi diharapkan kelompok mitra lebih trampil dan termotivasi dalam memproduksi arang biochar sekaligus memanfaatkan semaksimal mungkin limbah ternak yang sering mencemari lingkungan mereka.

#### *Langkah-Langkah Strategis untuk realisasi selanjutnya*

Adapun langkah strategis pertama adalah menjaga kerjasama yang sudah terjalin baik selama ini dengan kelompok mitra tani ternak satwa winangun untuk memproduksi biochar secara berkelanjutan. Langkah strategis kedua, perlu adanya dukungan dari pemerintah daerah, masyarakat setempat, pengusaha, dan stakeholder pertanian dalam rangka memanfaatkan limbah pertanian menuju pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan untuk diproduksi menjadi biochar.

#### **4. Simpulan**

PKM yang dilakukan melalui kegiatan pelatihan, alih teknologi, dan pendampingan di kelompok tani ternak telah mampu untuk membuat pupuk organik biochar berbasis limbah ternak kotoran sapi. Kelompok tani ternak diharapkan mampu menerima dan menerapkan teknologi pembuatan biochar hingga siap dipasarkan dan digunakan untuk memperbaiki kesuburan tanah dan hasil tanaman pertanian. Hasil PKM ini dapat direkomendasikan sebagai bahan masukan bagi pemerintah daerah, stakeholder pertanian dan pengusaha pembuat pupuk untuk pengembangan pembuatan pupuk organik biochar yang ramah lingkungan.

#### **Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kegiatan program kemitraan

masyarakat (PKM) ini. Kepada ketua LPM dan Rektor Unwar atas bantuan hibah pengabdian institusi untuk kegiatan PKM ini. Terima kasih kepada kelompok tani ternak Satwa Winangun Desa Tangkas Kecamatan Klungkung yang menjadi mitra pengabdian kami.

### Daftar Pustaka

- Atkinson, C.J., Fitzgerald, J.D., Hippi, N.A. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant and Soil*, 337: 1-18.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2012. Pembena Tanah Biochar. *Balai Penelitian Tanah*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. [cited 2012 Des. 11]. URL: <http://puslitklaten.wordpress.com/pembena-tanah-biochar>.
- Bambang, S.A., 2012. Si Hitam Biochar yang Multiguna. *PT. Perkebunan Nusantara X (Persero)*, Surabaya.
- Chan, K. Y., Van Zwieten, B. L., Meszaros, I., Downie, D. and Joseph, S. 2007. Using poultry litter biochars as soil amendments. *Australian Journal of Soil Research* 46: 437- 444.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati Biochar Sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan* Vol. 4 No.1: 33-48
- Glaser, B, Lehmann, J., Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal a review. *Biol Fertil Soils* 35:219–230.
- International Biochar Initiative, (2012). *What is Biochar?..* [www.biochar-international.org](http://www.biochar-international.org)
- Situmeang, Y. P., Adnyana, I. M., Subadiyasa, I. N. N., & Merit, I. N. 2015. Effect of Dose Biochar Bamboo, Compost, and Phonska on Growth of Maize (*Zea mays* L.) in Dryland. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 5(6), 433-439.
- Situmeang Y P, Adnyana I M, Subadiyasa I N N, and Merit I N 2018 Effectiveness of Bamboo Biochar Combined with Compost and NPK Fertilizer to Improved Soil Quality and Corn Yield. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8(5), 2241-2248.
- Situmeang Y P, Sudita I D Y, and Suarta M 2019. Manure Utilization from Cows, Goats, and Chickens as Compost, Biochar, and Poschar in Increasing the Red Chili Yield *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 9(6), 2088-2095
- Situmeang, Y. P., & Suarta, M. (2020, August). Manufacturing Compost and Biochar from Cow Manure in Buduk Village, Badung, Bali. In *WARDS 2019: Proceedings of the 2nd Warmadewa Research and Development Seminar (WARDS)*, 27 June 2019, Denpasar-Bali, Indonesia (p. 121). European Alliance for Innovation.
- Situmeang Y P, Sudita I D Y, and Suarta M 2021. Application of Compost and Biochar from Cow, Goat, and Chicken Manure to Restore Soil Fertility and Yield of Red Chili," *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11(5), 2008-2015. <http://dx.doi.org/10.18517/ijaseit.11.5.13845>.