

## **Kualitas Lima Jenis Pupuk Organik Cair dan Efek Interaksinya dengan Arang Sekam Terhadap Pertumbuhan Padi Beras Hitam**

### ***The Quality of Five Kinds Liquid Organic Fertilizer and Its Interactions Effect with Charcoal from Husk on The Growth of Paddy Black Rice***

**Alida Lubis<sup>1)</sup>**, Hamidah Hanum<sup>2\*)</sup>

<sup>1,2</sup> Fakultas Pertanian USU, Jln Prof A.Sofyan No 3 Kampus USU

Corresponding Author: \*) 085212846398

email: hamidah.azhar@yahoo.co.id/hamidah1@usu.ac.id

#### **ABSTRACT**

The main problem of rice field in Sumatera Utara Province which applied organic farming especially paddy black rice is very poor soil organic matter and nitrogen content. The application liquid organic fertilizer and charcoal from husk are an alternative in overcoming the problem. The objective of this research is to compare the quality of five kinds liquid organic fertilizer and its interactions effect with charcoal from husk on the growth of paddy black rice. The research is done in Soil Chemical Laboratory and green house of Agriculture Faculty, Sumatera Utara University. The first experiment use randomized completely design and the treatment are five kinds of liquid organic fertilizer consisted of gamal leaf, goat urine and water coconut as main material. The second experiment use factorial randomized block design consisted of charcoal from husk as the first factor and liquid organic fertilizer from gamal leaf and goat urine as the second factor. The result show that organic fertilizer from goat urine has highest pH and phosphorus and potassium content. The organic fertilizer from gamal leaf has highest organic matter and nitrogen content. The best interaction effect in increasing the paddy growth is the combination of liquid organic fertilizer from gamal leaf and husk charcoal

Keywords: charcoal from husk, gamal leaf, goat urine, liquid organic fertilizer

#### **ABSTRAK**

Permasalahan utama lahan sawah di Provinsi Sumatera Utara yang menerapkan budidaya padi beras hitam secara organik adalah memiliki kandungan bahan organik tanah dan ketersediaan hara nitrogen yang rendah. Pemberian pupuk organik cair dan arang sekam merupakan alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kualitas dari 5 jenis pupuk organik cair dan pengaruh interaksi pupuk organik cair dan arang sekam terhadap pertumbuhan tanaman padi. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah dan rumah kaca Fakultas Pertanian USU. Penelitian pertama menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan 5 jenis pupuk organik cair yang terdiri dari bahan dari urin kambing, daun gamal dan air kelapa sebagai bahan utama. Penelitian kedua menggunakan rancangan acak kelompok faktorial, arang sekam sebagai faktor pertama dan faktor kedua adalah pupuk organik cair dari daun gamal dan urin kambing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair urin kambing memiliki nilai pH, kadar P dan K yang paling tinggi dan pupuk organik cair daun gamal memiliki nilai C-organik dan kadar N yang paling tinggi. Pengaruh interaksi yang terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman terdapat pada perlakuan pupuk organik cair daun gamal dan arang sekam.

Kata kunci: arang sekam, daun gamal, pupuk organik cair, urin kambing

*Editor: Siti Herlinda et. al.*

ISBN : 978-979-587-748-6

## PENDAHULUAN

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2010) menentukan potensi peningkatan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dan pupuk organik di lahan berdasarkan jenis tanah dan bahan induk, iklim, sistem pengelolaan dan status hara. Umumnya lahan sawah di Provinsi Sumatera Utara termasuk ke dalam Zona A dan Zona B. Wilayah yang termasuk zona A diarahkan untuk penggunaan bahan organik secara mutlak (100%) melalui pengembangan SRI tanpa menggunakan pupuk anorganik, dengan dosis >15 t/ha pupuk organik ditambah MOL (mikro organisme lokal). Zona B dapat diarahkan sebagai kawasan SRI+ (10 t/ha pupuk organik ditambah 25-50% NPK rekomendasi Permentan No. 40/2007). Zona C, D, dan E harus diarahkan pada pendekatan PTT yang mengintegrasikan pupuk anorganik dan pupuk organik secara seimbang.

Lahan sawah dengan zona A sangat sesuai digunakan untuk budidaya padi organik yaitu budidaya tanpa menggunakan bahan kimia sintetis. Umumnya produksi padi dengan budidaya organik lebih rendah dibanding konvensional. Tetapi permintaan beras organik yang semakin meningkat mendorong petani untuk menerapkan budidaya organik khususnya varietas padi hitam. Beras hitam merupakan sumber makanan sehat dan sebagai alternatif terapi atau obat karena mengandung antosianin sebagai anti oksidan (Cristanti dan Arisoesilaningih, 2013), kadar seratnya jauh lebih tinggi (Ok et al., 2001 dalam Saadah, dkk. 2013) dan kadar besi yang lebih tinggi dibanding beras putih dan beras merah (Suardi dan Ridwan, 2009).

Budidaya organik umumnya menggunakan pupuk organik padat. Pupuk organik mengandung unsur hara makro dan mikro secara lengkap, namun dalam jumlah sedikit dan lambat tersedia, karena memerlukan proses mineralisasi agak lama. Selain itu, pupuk organik juga mengandung asam-asam organik, hormon, dan zat perangsang tumbuh yang sangat dibutuhkan tanaman dan tidak dimiliki oleh pupuk anorganik. Penggunaan pupuk organik padat lebih berperan dalam memperbaiki tanah dan kualitas tanaman dibandingkan sebagai penunjang unsur hara (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2010).

Pemanfaatan pupuk organik cair (POC) merupakan alternatif untuk dapat meningkatkan fungsi pupuk organik sebagai penunjang unsur hara. Efeknya pada tanaman lebih cepat karena umumnya diaplikasikan melalui daun sehingga hara yang terkandung langsung masuk ke sistem metabolisme tanaman. Rahmah (2014) menyatakan bahwa pemberian pupuk organik cair berbahan dasar limbah sawi putih dengan konsentrasi 1-4 mL/L menunjukkan meningkatkan pertumbuhan jagung manis. Sufianto (2014) pemberian pupuk organik cair dengan bahan dasar limbah sayuran pasar ditambah pupuk kandang 30% serta cairan dekomposer dengan 35 mL/L air dan diberikan 3 hari sekali meningkatkan bobot segar tanaman pokcay.

Ketersediaan hara dari tanah sawah yang termasuk zona A dapat ditingkatkan melalui pemberian arang sekam. Arang sekam (biochar sekam) merupakan hasil pirolisis dari sekam padi. Potensi ketersediaan sekam padi mencapai 6,8 juta ton/ hektar dan akan menghasilkan biochar 1,77 juta ton/ hektar (Sarwani et al., 2013). Pemberian arang sekam di lahan kering diketahui memperbaiki sifat fisik tanah (Kusuma, 2013), meningkatkan P-tersedia dan kapasitas tukar kation tanah (Ndor et al. 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kualitas pupuk organik cair dengan bahan baku urin kambing, air kelapa, daun gamal yang disimpan dengan tiga waktu yang berbeda dan mengevaluasi pengaruh interaksi dua jenis pupuk organik cair dengan arang sekam terhadap pertumbuhan padi beras hitam.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni hingga September 2017. Bahan yang digunakan adalah benih padi hitam, tanah sawah, kulit pisang, kulit nenas, air kelapa, urin kambing, tempe, gula merah, arang sekam.. Penelitian ini terdiri dari 2 percobaan,

### **Percobaan pertama**

adalah tentang kualitas pupuk organik cair (POC). Percobaan dilakukan di laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian USU, menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan yang diuji adalah jenis pupuk organik cair, terdiri dari: POC air kelapa, POC urin kambing, POC daun gamal, POC daun gamal dan urin kambing, POC daun gamal dan air kelapa. Metode pembuatan POC mengikuti cara yang dilakukan petani. Pembuatan pupuk organik cair terdiri 2 tahap kegiatan, yaitu pembuatan biang sebagai dekomposer dan pencampuran dengan bahan organik sebagai bahan dasar. Pembuatan biang dilakukan dengan mencampur bahan kulit pisang, kulit nenas dan tempe. Masing-masing bahan tersebut seberat 200 gram digiling halus lalu ditempatkan pada wadah botol secara terpisah dan masing masing ditambahkan dengan 600 ml larutan gula merah. Dibiarkan hingga proses fermentasi selesai yaitu selama 7 hari. Sebagai tanda bahwa proses fermentasi berhasil, maka akan tercium aroma harum alkohol pada masing-masing botol.

Selanjutnya biang kulit pisang, kulit nenas dan tempe disatukan dalam satu wadah untuk diaplikasi ke bahan dasar. Disiapkan bahan dasar POC yaitu urin kambing dan air kelapa pada wadah drigen masing-masing 1,5 Liter dan ditambahkan air masing-masing sebanyak 1 Liter. Bahan dasar yang sudah di campur dengan air kemudian ditambah biang yang sudah disatukan masing-masing sebanyak 300 ml. Lalu larutan POC di kocok hingga homogeny dan ditunggu proses fermentasi selama 1 minggu. Selanjutnya disimpan dengan tiga waktu yang berbeda, 40, 54 dan 71 hari. Pada setiap akhir masa penyimpanan POC, dianalisis kadar N, P, K, pH dan C-organik.

### **Percobaan kedua**

Adalah tentang aplikasi POC dan arang sekam. Percobaan dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian USU, menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua faktor perlakuan. Perlakuan pertama adalah jenis dan dosis POC, yang terdiri dari kontrol, POC daun gamal dan urin kambing yang masing-masing diaplikasi dengan dosis 15 mL 30 mL dan 45 ml untuk setiap pot. Faktor kedua adalah arang sekam yang terdiri kontrol dan diaplikasi arang sekam. Arang sekam diaplikasi seminggu sebelum tanam. Sedangkan POC diaplikasi dengan cara disiram ke tanah sebanyak 4 kali sesuai dosis pada saat tanaman berumur 3, 4, 5, dan 6 minggu. Respons pertumbuhan tanaman yang diukur adalah tinggi tanaman dan jumlah anakan.

### **Analisis Data**

Metode analisis data yang digunakan adalah ANOVA dan uji lanjut yaitu analisis uji beda rata-rata metode Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%. Analisa data menggunakan software SPSS versi 20.

## **HASIL**

### **Kualitas Pupuk Organik Cair**

*Editor: Siti Herlinda et. al.*

*ISBN : 978-979-587-748-6*

Kualitas dari lima jenis pupuk organik cair diukur setelah pupuk disimpan 40 hari (Tabel 1), 54 hari (Tabel 2) dan 83 hari (Tabel 3). Waktu pengukuran tersebut berdasarkan yang dilakukan petani di Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. Terdapat keragaman nilai pH, kandungan N, P dan K antara kelima jenis pupuk organik yang diuji pada setiap waktu pengamatan. Secara umum terjadi peningkatan kandungan hara N setelah disimpan selama 54 hari tetapi setelah disimpan 83 hari terjadi penurunan kandungan hara pada semua jenis pupuk. Sementara kandungan hara P dan K mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu penyimpanan.

Pupuk organik cair dari urin kambing memiliki pH yang lebih tinggi dibanding yang lain pada setiap pengamatan. Sementara pupuk organik cair lainnya memiliki pH tergolong asam dan yang paling asam terdapat pada POC air kelapa. Pada penyimpanan 40 hari, kadar N yang terkandung pada pupuk organik cair urin kambing, daun gamal dan campuran kedua bahan tersebut lebih tinggi dibanding pupuk organik dari air kelapa. Sementara pupuk organik cair yang menggunakan daun gamal saja atau dicampur dengan urin kambing atau air kelapa mengandung hara N yang lebih tinggi dibanding pupuk organik cair dari air kelapa.

Pada masa penyimpanan tersebut, kandungan K yang tertinggi terdapat pada pupuk organik cair dari urin kambing. Pada masa penyimpanan 54 hari, kandungan hara N pada pupuk organik cair air kelapa, dan pupuk organik daun gamal dan daun gamal yang dicampur dengan bahan lainnya lebih tinggi dibanding pupuk organik cair urin kambing. Secara umum terjadi penurunan kandungan hara K pada penyimpanan 54 hari kecuali pupuk organik cair daun gamal, terjadi peningkatan dan lebih tinggi dibanding pupuk organik cair lainnya. Pupuk organik cair daun gamal mengandung karbon yang paling tinggi di antara pupuk lainnya.

Tabel 1. Kandungan hara dari lima jenis pupuk organik cair yang disimpan 40 hari

Jenis pupuk organik cair	pH	C-org (%)	N (%)	P (ppm)	K (%)
Air kelapa	3.96 c	0.80 b	0.03 b	101.0 ab	0.21 c
Urin kambing	7.22 a	0.82 b	0.07 a	72.5 b	0.72 a
Daun Gamal	4.44 c	1.40 a	0.08 a	131.5 a	0.13 c
Air Kelapa + Daun Gamal	4.30 c	1.37 ab	0.09 a	115.5 a	0.13 c
Urin kambing + Daun Gamal	5.63 b	1.20 ab	0.09 a	115.0 a	0.51 b

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Beda Nyata Jujur pada  $\alpha = 5\%$

Tabel 2. Kandungan hara dari lima jenis pupuk organik cair yang disimpan 54 hari

Jenis pupuk organik cair	pH	C-org (%)	N (%)	P (ppm)	K (%)
Air kelapa	4.61 bc	1.005	2.68 a	45.525 a	0.09 c
Urin kambing	7.56 a	0.525	0.94 b	45.985 a	0.14 c
Daun Gamal	4.46 c	0.685	2.46 a	13.595 b	0.63 a
Air Kelapa + Daun Gamal	4.46 c	0.825	2.39 a	48.11 a	0.10 c
Urin kambing + Daun Gamal	5.61 b	0.805	2.72 a	47.565 a	0.42 b

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Beda Nyata Jujur pada  $\alpha = 5\%$

Tabel 3. Kandungan hara dari lima jenis pupuk organik cair yang disimpan 83 hari

Jenis pupuk organik cair	pH	C-org (%)	N (%)	P (ppm)	K (%)
Air kelapa	4.04 c	0.70 b	0.07 b	0.010	0.075 b
Urin kambing	7.23 a	0.65 b	0.10 a	0.010	0.105 b
Daun Gamal	4.49 c	1.58 a	0.16 a	0.015	0.115 b
Air Kelapa + Daun Gamal	4.30 c	0.99 b	0.10 a	0.010	0.145 b
Urin kambing + Daun Gamal	5.78 b	1.06 b	0.19 a	0.015	0.430 a

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Beda Nyata Jujur pada  $\alpha = 5\%$

### Efek Interaksi Pupuk Organik Cair dan Arang Sekam

Berdasarkan kandungan hara N, P dan K dan juga kandungan karbon pada setiap jenis pupuk organik cair yang diuji, maka untuk pengujian pada tanaman dipilih pupuk organik cair daun gamal dan urin kambing. Efek interaksi kedua jenis pupuk organik cair tersebut dengan arang sekam terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman padi terdapat pada Tabel 4 dan 5. Pemberian pupuk organik cair dan arang sekam tidak mempengaruhi tinggi tanaman, tetapi mempengaruhi jumlah anakan umur 4 minggu dan 5 minggu setelah tanam.

Tabel 4. Tinggi Tanaman umur 4 minggu dan 5 minggu setelah tanam (MST) pada perlakuan kombinasi jenis dan dosis POC dan arang sekam

Perlakuan	4 MST		5 MST	
	Tanpa arang sekam	Diberi arang sekam	Tanpa arang sekam	Diberi arang sekam
	.....cm.....			
tanpa POC	77.53	76.80	81.13	87.20
POC daun gamal 15 ml	78.80	76.43	87.37	84.33
POC daun gamal 30 ml	72.70	78.17	82.70	87.03
POC daun gamal 45 ml	74.50	79.10	86.93	85.47
POC urin kambing 15 ml	75.03	74.23	83.90	80.33
POC urin kambing 30 ml	69.00	81.50	81.83	90.40
POC urin kambing 45 ml	75.60	77.37	88.80	88.10

Pemberian arang sekam yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk organik cair meningkatkan jumlah anakan umur 4 minggu. Sedangkan pada tanaman umur 5 minggu, pemberian arang sekam meningkatkan jumlah anakan hanya pada tanah yang tidak diberi pupuk organik cair dan yang diberi pupuk organik cair daun gamal dosis 45 ml. Pemberian pupuk organik cair meningkatkan jumlah anakan umur 4 minggu baik pada tanah yang tidak diberi arang sekam maupun yang diberi arang sekam. Sementara pada tanaman umur 5 minggu, pemberian kelima jenis pupuk organik cair pada tanah yang tidak diberi arang sekam meningkatkan jumlah anakan tetapi pada tanah yang diberi arang sekam, hanya penambahan pupuk organik cair daun gamal dosis 45 ml yang meningkatkan jumlah anakan (Tabel 5).

Tabel 5. Jumlah anakan umur 4 minggu dan 5 minggu setelah tanam (MST) pada perlakuan kombinasi jenis dan dosis POC dan arang sekam

Perlakuan	4 MST		5 MST	
	Tanpa arang sekam	Diberi arang sekam	Tanpa arang sekam	Diberi arang sekam
tanpa POC	7.33 g	9.33 f	10.00 d	12.67 c
POC daun gamal 15 ml	10.67 cd	10.00 def	13.33 bc	13.00 bc
POC daun gamal 30 ml	10.33 cde	11.00 c	13.33 bc	15.33 ab
POC daun gamal 45 ml	12.00 b	13.00 a	13.33 bc	16.67 a
POC urin kambing 15 ml	9.67 ef	10.67 cd	12.667 c	13.33 bc
POC urin kambing 30 ml	9.33 f	12.00 b	14.00 bc	14.00 bc
POC urin kambing 45 ml	10.33 cde	12.33 ab	13.00 bc	14.67 abc

Keterangan: Angka pada baris dan kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada  $\alpha = 5\%$

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa kualitas setiap pupuk organik cair yang diuji tidak sama. Perbedaan ini disebabkan perbedaan komposisi kimia dari urin kambing, daun gamal dan air kelapa. Menurut Ibrahim (2002 *dalam* Jayadi, 2009) bahwa dari daun gamal dapat diperoleh 3,15% N, 0,22% P, 2,65% K, 1,35% Ca dan 0,14% Mg. Menurut BPTP Bali (2008) bio urine kambing mengandung 0.89% N, 0,9% P, 1.77% K, 1,35% C. Proses fermentasi yang dilakukan dalam pembuatan pupuk organik cair menyebabkan perubahan kandungan hara dari setiap bahan dibanding bentuk segarnya. Kandungan hara N, P dan K mengalami perubahan selama penyimpanan. Kandungan hara N pupuk meningkat setelah penyimpanan 54 hari, yang tertinggi pada pupuk organik cair khususnya yang menggunakan daun gamal. Kecuali pupuk cair dari urin kambing, keempat jenis pupuk cair lainnya pada penelitian ini mengandung nitrogen 2-39% -2.79%, lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk organik cair dari limbah sawi yaitu 0.13% (Rahmah, dkk, 2014) dan limbah organik dari pasar yaitu 0.62% (Sufianto, 2014). Hal ini disebabkan daun gamal mengandung N yang tinggi, yaitu 3.15%. Selain itu juga mungkin dikarenakan terdapatnya mikroba pengikat nitrogen. Menurut Sufianto (2014) pemberian pupuk organik cair dengan bahan dasar limbah sayuran pasar mengandung *mikroba Azotobacter sp* dan *Aspergillus sp*. Diantara kelima pupuk organik, yang mengandung karbon yang paling tinggi adalah pupuk organik cair daun gamal.

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui terdapat efek interaksi antara pupuk organik cair dan arang sekam khususnya terhadap peningkatan jumlah anakan. Hal ini berkaitan dengan bertambahnya suplai hara dari pupuk organik cair dan perbaikan sifat kimia tanah sebagai efek dari aplikasi arang sekam. Arang sekam diketahui meningkatkan P dan Zn tersedia (Chairunnisa, dkk, 2017), kapasitas tukar kation tanah (Ndor *et al.* 2015; Basri dan Abdul, 2011). Efek interaksi arang sekam dan pupuk organik cair terutama terlihat pada tanaman umur 4 minggu tetapi pada umur 5 minggu efek interaksi terdapat pada perlakuan yang diberi arang sekam dan pupuk organik cair daun gamal dosis 45 ml dengan cara aplikasi disiram ke tanah. Hal ini disebabkan tercukupinya kebutuhan hara terutama nitrogen untuk mendukung pertumbuhan vegetatif dan peranan dari arang sekam sebagai bahan amandemen yang meningkatkan kapasitas tukar kation sehingga hara N diadsorpsi dan memperkecil tingkat kehilangannya dari dalam tanah. Arang sekam yang digunakan mengandung karbon sebesar 32.9%.

Kadar karbon berhubungan dengan nilai kapasitas tukar kation tanah. Arang sekam tempurung kelapa sawit memiliki C-organik 41,83% dan KTK 21,83- 32,32 cmol/kg (Nurida dan Rachman, 2012). Daun gamal merupakan salah satu bahan dasar pupuk organik cair yang direkomendasikan dalam budi daya kebun campur (Martini, dkk, 2015). Dosis pupuk organik cair sangat beragam tergantung bahan dasar pupuk, jenis tanaman, cara aplikasi dan jenis tanaman. Umumnya pupuk cair diaplikasi dengan cara disemprot tetapi pada penelitian ini aplikasinya dengan cara disiram karena di dalam tanah terdapat arang sekam dan memperkecil tingkat kehilangan hara N. Sado (2016) menyatakan penggunaan pupuk cair daun gamal pada konsentrasi 30% berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman sawi caisim. Pada tanaman jagung, pertumbuhan paling baik pada penyemprotan pupuk organik cair berbahan dasar limbah sawi putih dengan dosis 1-4 ml/L (Rahmah, 2014).

## KESIMPULAN

Pupuk organik cair dari urin kambing memiliki nilai pH, kadar P dan K yang paling tinggi dan pupuk organik cair daun gamal memiliki nilai C-organik dan kadar N yang paling tinggi. Kandungan N pupuk organik cair meningkat pada penyimpanan 54 hari. Kombinasi kedua pupuk organik tersebut dengan arang sekam mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi dan pengaruh interaksi yang terbaik terdapat pada kombinasi perlakuan arang sekam dan pupuk organik cair daun gamal dosis 45 ml yang diaplikasi dengan cara disiram ke tanah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Lembaga Penelitian Universitas Sumatera Utara sesuai dengan Kontrak Penelitian TALENTA Universitas Sumatera Utara Tahun Anggaran 2017 Nomor 5338/UN5.1.R/PPM/KP-TALENTA USU/2017 Tanggal 22 Mei 2017.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basri, A.B. dan Abdul, A. 2011. Arang hayati (BIOCHAR) sebagai bahan pembenah tanah. Seri Inovasi. Pembangunan, Serambi Pertanian. *BPTP NAD*. 5(6):23-29.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2010. *Naskah Peta Potensi Penghematan Pupuk Anorganik dan Penggunaan Pupuk Organik di Lahan Sawah Indonesia*. Penyusun: Las, I., Sri Rochayati, D.Setyorini, A.Mulyani, A.Sudrajat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.10 hal.
- BPTP Bali, 2008. Menbuat Pupuk Cair Bermutu dari Limbah Kambing. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* Vol. 30 No.6.
- Chairunnisa, R.Ayu, Hanum,H., Hidayat, B. 2017. Aplikasi bahan organik dan biochar untuk meningkatkan C-organik, P dan Zn tersedia pada tanah sawah. *E.Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian USU* 5(2): 25-30.
- Cristanti, L.D., Arisoelaningsih, E. 2013. Pertumbuhan padi hitam dan serangan beberapa herbivor di sawah padi organik di Kecamatan Kepajen. *Jurnal Biotropika Universitas Brawijaya* 1(5):221-225.
- Jayadi, M. 2009. Pengaruh pupuk organik cair daun gamal dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Makassar: Universitas Hasanuddin. *Jurnal Agrisistem* 5(2):1858.

- Ndor, E., Jayeoba, O.J., Asadu, C. L. A. 2015. Effect of biochar soil amandement on soil properties and yield of sesame varietas in Lafia, Nigeria. *AJEA*. 9(4): 1-8.
- Nurida, N. L., & Rahman, A. 2012. Alternatif Pemulihan Lahan Kering Masam Terdegradasi dengan Formula Pembenh Tanah Biochar di Typic Kanhapludult Lampung. Di dalam Wigena, I.G.P., et.al (Eds). *Prosiding Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Bogor. Hal: 639- 648.
- Martini, E., Ismawa, I.M., Prahmono, A., Surgana, M., Megawati, Suryadi, A., Saad, U., Gunawan, H., Bari, Y., Kusuma, G., Suganda, G., Hadedi, A., Erwin, L.O.M. 2015. *Pupuk Organik pada Budi Daya Kebun Campur*. World Agroforestry Centre. AGFOR Sulawesi.
- Rahmah, A., Izzati, M., Parman, S. 2014. Pengaruh pupuk organik cair berbahan dasar limbah sawi putih (*Brassica chinensis* L.) terhadap pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var. Saccharata). *Buletin Anatomi dan Fisiologi Universitas Diponegoro* 22(1): 65-71.
- Sa'adah, Supriyanta, Subejo. 2013. Keragaman warna gabah dan warna beras varietas local padi beras hitam yang dibudidayakan oleh petani Kabupaten Sleman Bantul dan Magelang. UGM. *Vegetatika* 2(3): 13-20.
- Sado, S. I. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Daun Gamal (*Gliricida sepium*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Caisim (*Brassica juncea* L.). [Skripsi]. Univeristas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Sarwani, M., Nurida, N.L., Agus.F. 2013. Green house emissions and land use issues related to the use of bioenergy in Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian* 32(2):56-66.
- Suardi, D., Ridwan, I. 2009. Beras hitam, pangan berkhasiat yang belum populer. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 31(2): 9-10.
- Sufianto, 2014. Analisis mikroba pada cairan sebagai pupuk cair limbah organik dan aplikasinya terhadap tanaman Pakcoy (*Brassica chinensis* L.). *Jurnal Gamma. Universitas Muhammadiyah Malang*. 9(2): 77-94.