

**PENINGKATAN PRODUKSI DAN KUALITAS JERAMI SORGUM MANIS
DENGAN PEMBERIAN PUPUK ORGANIK DAN FOSFAT
DARI SUMBER YANG BERBEDA**

**INCREASED PRODUCTION AND QUALITY OF SWEET SORGHUM STRAW
BY GIVING ORGANIC FERTILIZER AND PHOSPHATE
FROM DIFFERENT SOURCES**

Winata, N.A.S.H.¹, D.R.Lukiwati², dan E.D. Purbajanti²

1. Mahasiswa Magister Ilmu Ternak Fakultas Peternakan dan Pertanian Undip, Semarang.

2. Dosen Fakultas Peternakan dan Pertanian Undip, Semarang.

Email: hendrawinata46@gmail.com

ABSTRACT

Sorghum is an alternative crop for food and feed. The use of sorghum as food includes seeds and sorghum juices. Sorghum plants by products can be used ruminant feed like's sorghum straw. The use of fertilizer in the planting is a major factor in deciding the production. The high price of fertilizer for example SP36 makes constraints in sorghum planting. The use of alternative fertilizers such as rock phosphate can be used instead of SP36. Phosphate rock has an acid soluble, that its use needs to be done a certain process to increase the solubility in water. Decomposition process in the manufacture of manure produce organic acids. Mixed phosphate rock with manure during the decomposition process can increase the solubility of phosphate (P). The use of biochar is used as land amendment, because of its improved physical properties soil. The study was conducted in March 2013-January 2014 at the Faculty of Animal Husbandry and Agriculture land, Laboratory of Ecology and Crop Production Livestock and Agriculture Faculty Diponegoro University. Research materials to be used are seeds of sweet sorghum SEAMEO BIOTROP Bogor, 220m² land area used consists of 30 plots each measuring 3mx2m with a spacing of 50cmx25cm. The use of manure and manure " plus " with a dosages of 20 tonnes/ha, and the biochar from coconut 8 tonnes/ha, as well as dosage and BP SP36 respectively 66kgP/ha. Amunium sulfate giving 100 Kg N/ha, and KCl 70kgK/ha. The experimental design used was a randomized block design with three replications as a group. Treatment consisted of T0 = Control, T1 = SP36, T2 = BP, T3 = Manure, T4 = Manure" Plus ", T5 = biochar, T6 = BP + biochar, T7 = SP36 + biochar, T8 = Manure + biochar , T9 = Manure " Plus " + biochar. Fertilization treatment is able to increase the production of dry matter and crude protein in the first cutting, but not in the second cutting. Production of phosphate and levels have not improved results both first and second cuts due to the inconsistency.

Keywords: Sorghum, Manure, Rock Phosphate, Biochar.

PENDAHULUAN

Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) *canthel* (Jawa) telah lama dibudidayakan di Indonesia, namun produksinya masih rendah bila

dibandingkan dengan jagung (Setyowati, *et al.*, 2005), sedangkan hijauan dan batang sorgum digunakan untuk pakan ternak ruminansia (Soeranto *et al.*, 1996). Tanaman sorgum mempunyai daya

adaptasi yang luas, toleran kekeringan, dan relatif lebih tahan terhadap hama dan penyakit sehingga sesuai dikembangkan di daerah tropis (Pabbage, 2005). Pemanenan juga dapat dilakukan setelah terlihat adanya ciri-ciri seperti daun-daun berwarna kuning dan mengering, biji-biji bernas dan keras serta berkadar tepung maksimal (Wahida, 2012).

Penggunaan batuan fosfat (BP) sebagai sumber fosfat memiliki prospek yang cukup baik karena mudah larut dalam kondisi masam, murah dan proses pelepasan P secara lambat (*slow release*) (Tuherkih dan Dariah, 2009). Batuan alam dapat dijadikan sumber pupuk P yang efektif dan murah serta dapat meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman (Hartatik, 2011). Batuan fosfat adalah sumber pupuk P yang baik yang dapat digunakan langsung pada tanah masam, dan merupakan bahan utama untuk membuat pupuk P yang mudah larut (SP-36, dan TSP) (Kasno *et al.*, 2010).

Pupuk kandang (Pukan) merupakan hasil limbah dari sisa pakan ternak dan kotoran ternak yang telah mengalami dekomposisi. Pemberian pukan selain dapat menambah tersedianya unsur hara, juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah (Ari, 2007). Pemberian pukan pada tanah masam dapat memperbaiki drainase, porositas, permeabilitas, dan pori air tersedia (Shanti, 2009). Proses dekomposisi pada pembuatan pukan menghasilkan asam-asam organik yang dapat melarutkan P pada batuan fosfat menjadi tersedia (Soelaeman, 2007). Asam-asam organik hasil proses dekomposisi bahan organik juga dapat berperan sebagai bahan pelarut batuan fosfat, sehingga fosfat terlepas dan tersedia bagi tanaman. Penambahan BP selama proses dekomposisi pukan menjadikan kadar P dalam pupuk meningkat (pukan "plus"). Lukiwati (2007) menyimpulkan bahwa penggunaan BP panen 2 pada

tanaman centro menghasilkan produksi lebih tinggi dari SP36.

Arang aktif adalah suatu bahan hasil proses pirolisis arang pada suhu 300-500°C (Lehmann *et al.*, 2003; Lehmann *et al.*, 2011). Penambahan arang pada tanah tidak hanya memberikan peningkatan jumlah populasi mikroba tanah, tetapi interaksi antara ketersediaan unsur hara dan modifikasi habitat mikroba (Lehmann dan Rondon, 2006; Lehmann *et al.*, 2011; Tong *et al.*, 2014). Keunggulan lain arang aktif adalah kapasitas dan daya jerapnya yang besar, karena struktur pori dan keberadaan gugus fungsional kimiawi di permukaan arang aktif seperti C=O, C²⁻, dan C²H⁻ (Lehmann *et al.*, 2003; Lehmann *et al.*, 2011). Penggunaan arang sebagai pembenah tanah bertujuan untuk menstabilkan (Steiner *et al.*, 2008) atau bahkan meningkatkan bahan organik tanah (Cheng *et al.*, 2008; Kuzyakov *et al.*, 2009), sehingga berpotensi meningkatkan kualitas tanah dan mengurangi degradasi tanah. Penelitian penerapan arang pada kedelai memiliki produksi biomassa lebih tinggi bila dibandingkan pada tanaman kedelai tanpa menggunakan arang (Okawa dan Okimori, 2010).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui produksi dan kualitas jerami sorgum dengan pemberian pupuk subur fosfat yang berbeda. Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian adalah memberikan informasi pupuk pengganti SP36.

MATERI DAN METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan bulan Maret 2013 – Januari 2014 di lahan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang.

Materi

Materi penelitian yang akan digunakan adalah biji sorgum manis dari SEAMEO BIOTROP Bogor, luas lahan yang digunakan 220m² terdiri dari 30 petak masing-masing berukuran 3mx2m dengan jarak tanam 50cmx25cm dan jarak antar petak 0,5m. Petak tanaman terdiri 42 tanaman dengan 4 sampel tanaman yang berada ditengah petak perlakuan. Pukan dan pukan "plus" dengan dosis 20 ton/ha, dan dosis arang tempurung kelapa 8 ton/ha,serta dosis SP36 dan BP masing-masing 66kgP/ha. Penggunaan starter mikroba Stardec untuk mempercepat proses dekomposisi pukan. Pupuk dasar amonium sulfat 100 kgN/ha, dan KCl 70kgK/ha. Peralatan yang digunakan adalah cangkul, timbangan, gunting, amplop sample, alat ukur panjang, alat tulis, isolasi, kertas label, plastik warna hitam, oven, dan eksikator.

Metode

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 ulangan sebagai kelompok. Penggunaan rancangan digunakan untuk memperkecil galat perlakuan. Perlakuan penelitian terdiri dari T0= Kontrol, T1= SP36, T2=BP, T3= Pukan, T4= Pukan"Plus", T5= Arang, T6=

Bp+Arang, T7= SP36+Arang, T8= Pukan+Arang, T9= Pukan"Plus"+Arang. Tahap Pelaksanaan: penanaman sorgum dengan jarak tanam 50cm x 25cm., perawatan meliputi pengambilan gulma dan pembasmian serangga. Pemanenan dilakukan setelah melihat ciri visual biji (biji-biji bernas dan keras serta berkadar tepung maksimal) dengan ciri daun berwarna kuning dan mengering. Pengambilan data meliputi, produksi bahan kering jerami sorgum (BK), produksi protein kasar jerami (PK), produksi fosfat jerami (P) dan kualitas jerami (protein (P) dan fosfat (P)).Tahap pengambilan data: pengukuran bahan kering tanaman, yang dioven pada suhu 105⁰C selama 24 jam. Pengukuran kadar protein kasar dengan analisis Kjeldahl, dan pengukuran kadar fosfat dengan metode Spektrofotometer.

Data yang terkumpul diolah untuk menguji hipotesis statistik dengan prosedur analisis ragam yaitu untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati dan bila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan Uji Wilayah Ganda Sidik ragam (Steel and Torrie, 1990).

Hasil analisis pupuk, dan data curah hujan masing-masing disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 1. Analisis Pupuk

Parameter	Pukan	Pukan "plus"
pH	7,3	7,6
Nitrogen (%)	1,19	1,23
C-Organik (%)	12,19	14,42
P2O5 (%)	0,60	1,12
C/N	12,47	11,42

Tabel 2. Data curah hujan

	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
Curah hujan	199	314	125	267	133	44
Curah hujan Maks.	85	104	48	81	81	26

Sumber: Data Sekunder BMKG Semarang, 2013.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Jerami sorgum manis.

Hasil sidik ragam produksi bahan kering jerami sorgum disajikan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Produksi BK, PK, dan P jerami sorgum manis pada dua kali pemotongan.

Perlakuan	Pemotongan pertama			Pemotongan kedua		
	BK	PK	P	BK	PK	P
	-----ton/ha-----					
Kontrol	212.52 ^c	5.87 ^c	0.04 ^f	397.15 ^{ab}	10.07	0.28 ^e
SP36	248.12 ^{bc}	9.35 ^{bc}	0.07 ^{ef}	376.89 ^b	10.39	0.19 ^e
BP	370.82 ^{ab}	11.71 ^{ab}	0.17 ^{cd}	428.13 ^{ab}	12.07	0.30 ^{de}
Pukan	354.62 ^{ab}	9.56 ^{abc}	0.15 ^{cd}	416.49 ^{ab}	13.09	0.67 ^{bc}
Pukan”plus”	338.93 ^{ab}	10.48 ^{ab}	0.20 ^{bc}	609.92 ^a	13.56	0.87 ^{bc}
Arang	405.92 ^a	12.93 ^{ab}	0.12 ^{de}	446.91 ^{ab}	13.87	0.35 ^{de}
SP36+arang	433.93 ^a	14.57 ^a	0.20 ^{bcd}	542.63 ^{ab}	12.15	0.95 ^b
BP+arang	357.35 ^{ab}	10.34 ^{ab}	0.08 ^{ef}	523.17 ^{ab}	12.00	0.74 ^{bc}
Pukan+arang	410.61 ^a	13.22 ^{ab}	0.33 ^a	452.94 ^{ab}	11.53	0.57 ^{cd}
Pukan”plus”+arang	426.21 ^a	12.54 ^{ab}	0.28 ^{ab}	491.46 ^{ab}	11.56	1.55 ^a
Rataan	355.90	11.06	0.16	468.57	12.03	0.65

Keterangan: Huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($P < 0,05$).

Hasil analisis ragam produksi bahan kering pemotongan pertama berbeda nyata ($P < 0,05$). Pemberian pukan (bahan organik) baik kombinasi arang maupun tanpa arang berbeda dengan kontrol. Perlakuan SP36 tidak berbeda dibandingkan dengan kontrol, tetapi pada perlakuan SP36 dengan SP36+arang berbeda. Penggunaan arang pada perlakuan tersebut memberikan pengaruh pada hasil produksi bahan kering. Pupuk SP36 yang memiliki sifat mudah larut air menjadikan kendala bila curah hujan tinggi (Tabel 3). Penelitian arang sebagai pembenah tanah mampu minimalisir hilangnya hara akibat aliran air (Chao *et al.*, 2010; Si *et al.*, 2011; Yao *et al.*, 2012). Pemberian arang pada lahan pertanian mampu mengurangi larutnya hara akibat hujan sampai 300mm (Hagner *et al.*, 2013). Analisis sidik ragam produksi jerami sorgum pemotongan kedua berbeda nyata ($P < 0,05$). Hasil produksi pemotongan semua perlakuan tidak

berbeda kecuali perlakuan SP36 dengan pukan”plus”, diduga kehilangan unsur P akibat pencucian selama masa tanam pertama menjadikan hasil panen kedua menjadi berbeda. Pemanfaatan tanaman pada pupuk organik relatif lama, karena sifat pupuk organik yang lambat tersedia (Moore, 2013). Arang memberikan kenaikan produksi padi dan sorgum, tetapi pada musim kering tidak memberikan kenaikan yang berarti (Huang *et al.*, 2013).

Hasil analisis ragam produksi protein kasar pemotongan pertama berbeda nyata ($P < 0,05$). Hasil pemotongan pertama menunjukkan pemupukan dengan bahan organik memberikan peningkatan hasil bila dibanding kontrol. Pemberian SP36+arang memberikan hasil yang berbeda dengan pemberian pupuk SP36, diduga arang yang memiliki keunggulan dalam menahan unsur hara akibat aliran air permukaan. Arang sebagai pembenah tanah mampu minimalisir hilangnya hara akibat aliran air

(Chao *et al.*, 2010; Si *et al.*, 2011; Yao *et al.*, 2012). Arang mampu meningkatkan produksi biomasa gandum sebesar 30% tanpa memberikan hasil protein biji yang berbeda (Lehmann *et al.*, 2003; Vaccari *et al.*, 2011). Hasil analisis ragam produksi protein pemotongan kedua tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Ketersediaan air mempengaruhi metabolisme tanaman. Pemotongan kedua ketersediaan air terbatas, defisit air pada tanaman dalam tahap pertumbuhan dapat mengurangi laju pertumbuhan dan berakibat kegagalan dalam hasil (Igbadun *et al.*, 2007). Arang memberikan kenaikan produksi padi dan sorgum, tetapi pada musim kering tidak memberikan kenaikan produksi (Huang *et al.*, 2013). Penelitian Major *et al.*, 2010 penggunaan arang pada musim keempat dengan pola tanam campuran antara jagung dengan kedelai tidak memberikan hasil seperti panen pertama.

Hasil analisis ragam produksi fosfat pemotongan pertama berbeda nyata ($P<0,05$). Penambahan arang sebagai bahan organik nyata meningkatkan produksi P jerami kecuali BP+arang yang rendah bila dibanding perlakuan BP, diduga hal ini terjadi berkaitan dengan unsur lain yang ikut terjerap dalam arang. Pemberian pupuk P pada lahan, tidak selalu konsisten dalam tingkat kelarutannya. Kemampuan arang dalam menyerap unsur kimia menjadikan inkonsistensi kelarutan P, kandungan Al, Fe dalam tanah yang ikut terjerap dalam arang mempengaruhi ketersediaan P (Xu *et al.*, 2014). Pemberian SP36+arang nyata lebih tinggi bila dibanding pemberian SP36, diduga akibat pencucian menjadikan hasil produksi yang berbeda. Masa tanam pertama memiliki curah hujan tinggi (Tabel 3) yang mampu menghilangkan unsur P. pemberian arang mampu menahan unsur P yang hilang akibat pencucian

aliran air sampai 300ml (Hagner *et al.*, 2013). Hasil analisis ragam produksi fosfat pemotongan kedua berbeda nyata ($P<0,05$). Pemberian pupuk organik nyata meningkatkan produksi P pemotongan kedua. Hasil kombinasi SP+arang menunjukkan hasil yang lebih tinggi bila dibandingkan pemberian SP36 tanpa arang. Arang memiliki pori yang dapat digunakan untuk mempertahankan unsur hara dalam tanah, dan unsur tersebut dikeluarkan untuk tanaman secara bertahap (Lehmann, 2007). Hasil tertinggi kadar P terdapat pada pemberian pupuk+arang, lama penerapan bahan organik pada pemotongan kedua berangsur-angsur semakin terlihat. Pupuk organik memberikan pengaruh yang tidak langsung terlihat pada awal-awal pemberian (Moore, 2013). Penggunaan arang sebagai pembenah tanah bertujuan untuk menstabilkan (Steiner *et al.*, 2008) atau bahkan meningkatkan bahan organik tanah (Cheng *et al.*, 2008; Kuzyakov *et al.*, 2009), sehingga berpotensi meningkatkan kualitas tanah dan mengurangi degradasi tanah.

Kualitas Jerami Sorgum

Hasil sidik ragam kualitas jerami sorgum disajikan pada Tabel 5.

Hasil analisis ragam kadar protein kasar jerami sorgum pemotongan pertama dan pemotongan kedua tidak berbeda ($P>0,05$). Jerami merupakan hasil samping tanaman setelah diambil produksi utamanya. Kadar protein kasar jerami sorgum berkisar antara 2-4 % (Samanhudi, 2010). Tanaman setelah memasuki masa vegetatif kandungan nutrisi yang ada pada batang dipergunakan untuk pembentukan biji. Faktor yang mempengaruhi kadar protein tanaman adalah pemupukan, rasio batang daun, umur tanaman (Mulatsih, 2002).

Tabel 5. Kadar PK dan P jerami sorgum manis pada dua kali pemotongan.

Perlakuan	Pemotongan Pertama		Pemotongan Kedua	
	PK	P	PK	P
	-----%-----			
Kontrol	2.72	0.217 ^d	2.58	0.069 ^{cd}
SP36	3.72	0.325 ^d	2.41	0.050 ^d
BP	3.16	0.557 ^b	2.83	0.069 ^{cd}
Pukan	2.81	0.544 ^{bc}	3.03	0.167 ^b
Pukan”plus”	3.06	0.721 ^{ab}	2.22	0.145 ^b
Arang	3.17	0.356 ^{cd}	2.99	0.083 ^{cd}
SP36+arang	3.37	0.537 ^{bc}	2.28	0.176 ^b
BP+arang	3.13	0.280 ^d	2.38	0.148 ^b
Pukan+arang	3.23	0.966 ^a	2.90	0.124 ^{bc}
Pukan”plus”+arang	2.92	0.764 ^{ab}	2.44	0.358 ^a
Rataan	3.13	0.527	2.61	0.138

Keterangan: Huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata ($P < 0,05$).

Hasil analisis ragam kadar fosfat jerami sorgum pada pemotongan pertama berbeda nyata ($P < 0,05$). Perlakuan kontrol dengan SP36 tidak berbeda, diduga rendahnya kadar P pada jerami pemotongan pertama terjadi karena pencucian permukaan. Curah hujan (Tabel 3) dalam masa tanam potong pertama tinggi, sedangkan SP36 dengan penambahan arang berbeda dengan pemberian SP36. Arang dengan pori-porinya bila diaplikasikan pada tanah dapat menyerap unsur (Chao *et al.*, 2010; Bell dan Worrall, 2011; Si *et al.*, 2011; Yao *et al.*, 2012). Pemberian BP dan BP+arang berbeda, diduga karena pemberian arang mempengaruhi kadar fosfat. Kemampuan arang dalam menyerap unsur menjadikan inkonsistensi kelarutan P, kandungan Al, Fe yang ikut terjerap pada arang mempengaruhi ketersediaan P (Xu *et al.*, 2014).

Hasil analisis ragam kadar P pemotongan kedua berbeda nyata ($P < 0,05$). Pemberian bahan organik pada hasil pemotongan kedua nyata meningkatkan kadar P. Pemberian pupuk SP36 dengan kontrol, diduga akibat

pencucian pada masa tanam pemotongan kedua, ini dapat dilihat dari pemberian kombinasi SP36+arang. Hasil kombinasi SP36+arang menunjukkan hasil yang lebih tinggi bila dibandingkan pemberian SP36 tanpa arang. Arang memiliki pori yang dapat digunakan untuk mempertahankan unsur hara dalam tanah, dan unsur tersebut di keluarkan untuk tanaman secara bertahap (Lehmann, 2007). Hasil tertinggi kadar P terdapat pada pemberian pukan”plus”+arang, lama penerapan bahan organik pada pemotongan kedua berangsur-angsur semakin terlihat. Pupuk organik memberikan pengaruh yang tidak langsung terlihat pada awal-awal pemberian (Moore, 2013).

KESIMPULAN

Perlakuan pemupukan mampu meningkatkan produksi bahan kering dan protein kasar pada pemotongan pertama, namun tidak demikian pada pemotongan kedua. Produksi fosfat dan kadar tidak mengalami peningkatan hasil baik pemotongan pertama dan kedua karena terjadinya inkonsistensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ari N.N.M. 2007. *Pengaruh jenis pupuk kandang dan jarak tanam terhadap pertumbuhan gulma dan hasil jagung manis*. J. Agrotrop, 26 (4): 153-159.
- Bell M.J. and F. Worrall. 2011. *Charcoal addition to soils in NE England: A carbon sink with environmental co-benefits?*. Science of the Total Environment . 409: 1704–1714.
- Chao T., W. Mi-dao and S.I. Youbin. 2010. *Influences of charcoal amendment on adsorption desorption of isoproturon in soils*. Agricultural Sciences in China 9(2): 257-265.
- Cheng C.H., J. Lehmann and M.H. Engelhard. 2008. *Natural oxidation of black carbon In soils: changes in molecular form and surface charge along a climosequence*. Geochim. Cosmochim. Acta 72:1598–1610.
- Hagner M., O. Penttinen, K. Tiilikkala and H. Setälä. 2013. *The effects of biochar, wood vinegar and plants on glyphosate leaching and degradation*. European Journal of Soil Biology 58:1-7.
- Hartatik W. 2011. *Fosfat alam sumber pupuk P yang murah fosfat*. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 33 (1): 10-12.
- Huang M., L. Yang, H. Qin, L. Jiang and Y. Zou. 2013. *Quantifying the effect of biochar amendment on soil quality and crop productivity in Chinese rice paddies*. Field Crops Research 154:172–177.
- Igbadun H. E., A.K.P.R. Tarimo, B.A. Salim and H.F. Mahoo. 2007. *Evaluation of selected crop water production functions for an irrigated maize crop*. agricultural water management 94:1–10.
- Kasno, A. Sudirman, dan M.T. Sutriadi. 2010. *Efektivitas beberapa deposit fosfat alami Indonesia sebagai sumber fosfat terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada Tanah Ultisol*. J. Littri 16 (4): 165-171.
- Kuzyakov Y., I. Subbotina, H. Chen, I. Bogomolova and X. Xu. 2009. *Black carbon decomposition and incorporation into soil microbial biomass estimated by ¹⁴C labeling*. Soil Biology & Biochemistry, 41: 210–219.
- Lehmann J. 2007. *Biochar for mitigating climate change: carbon sequestration in the black*. Forum Geokol 18 (2):15-17.
- Lehmann J. and M. Rondon. 2006. *Bio-Char soil management on highly weathered soils in the humid tropics*. Biological Approaches to Sustainable Soil Systems 1:518-527.
- Lehmann J., D.J. Silva, J.P. Steiner, C. Nehls, T. Zech and B. Glaser. 2003. *Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin, fertilizer, manure and charcoal amendments*. Plant Soil 249:343–357.
- Lehmann J., M.C. Rillig, J. Thies, C.A. Masiello, William C. Hockaday and D. Crowley. 2011. *Biochar effects on soil biota a review*. Soil Biology & Biochemistry 43:1812-1836.
- Lukiwati, D.R. 2007. *Dry matter production and digestibility improvement of Centrosema pubescens and Pueraria phaseoloides with rock phosphate fertilization and VAM inoculation*. J. Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia Vol. 9 (1): 1-5.
- Major J., J. Lehmann, M. Rondon and C. Goodale. 2010. *Fate of soil-applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration*. Global Change Biology 16:1366–1379.
- Nagalakshmi D., R.D. Narasimha and K.M. Kumar. 2004. *Performance of murrah buffaloes feed expander-*

- pelleted cotton straw based diets*. Anim. Nutri. Feed Tech 10: 1-8.
- Okawa M. and Y. Okimori. 2010. *Pioneering works in biochar research*. J. of Soil Research 48: 489–500.
- Pabbage M.S. 2005. *Hubungan antara faktor Fisik dan kimia biji sorgum dengan pertumbuhan populasi serangga hama gudang*. Prosiding Seminar Nasional Jagung, Makasar, 29-30 September :575-580.
- Samanhudi. 2010. *Pengujian cepat ketahanan tanaman sorgum manis terhadap cekaman kekeringan*. J. Agrosains 12 (1): 9-13.
- Setyowati M., Hadiatmi, dan Sutoro. 2005. *Evaluasi pertumbuhan dan hasil plasma nutfah sorgum (Sorghum vulgare (L.) Moench.) dari tanaman induk dan ratoon*. Buletin Plasma Nutfah 11 (2): 41-49.
- Shanti R. 2009. *Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan pengolahan lahan terhadap hasil kacang tanah (Arachis hypogaea L)*. J. Agrifor, 3: 40-47.
- Si Y., M. Wang, C. Tian, J. Zhou and D. Zhou. 2011. *Effect of charcoal amendment on adsorption, leaching and degradation of isoproturon in soils*. Journal of Contaminant Hydrology 123:75–81.
- Soelaeman Y. 2007. *Efisiensi pupuk kandang dalam meningkatkan ketersediaan fosfat, pertumbuhan dan hasil padi dan jagung pada lahan kering dan masam*. J. Tanah. Trop., 13 (1): 41-47.
- Soeranto H., Sihono dan Parno. 1996. *Perbaikan genetik sorgum melalui program pemuliaan tanaman*. Makalah dalam Fokus Grup Diskusi “Prospek Sorgum untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Energi”.
- Menristek Batan. Serpong, 5 September. Hlm: 15-31.
- Steel R.G.D. dan J.H. Torrie. 1990. *Principles and procedures of statistic*. Edisi Bahasa Indonesia. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Steiner C., B. Glaser, W.G. Teixeira, J. Lehmann, W.E.H. Blum and W. Zech. 2008. *Nitrogen retention and plant uptake on a highly weathered central Amazonian Ferralsol amended with compost and charcoal*. J. Plant Nutr. Soil. 171: 893–899.
- Tong H., M. Hu, F.B. Li, C.S. Liu and M.J. Chen. 2014. *Biochar enhances the microbial and chemical transformation of pentachlorophenol in paddy soil*. Soil Biology & Biochemistry 70:142-150
- Tuherkih E. dan A. Darian. 2009. *Pemupukan P-alam terhadap tanaman jagung pada inceptisols*. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Inovasi Sumberdaya Lahan. Bogor, 24-25 November 2009 Hlm. 277-287.
- Vaccari F.P., S. Baronti, E. Lugato, L. Genesio, S. Castaldi, F. Fornasier and F. Miglietta. 2011. *Biochar as a strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat*. J. Agronomy Europe 34: 231–238.
- Wahida. 2012. *Aplikasi pemberian pupuk kandang ayam terhadap tiga varietas sorgum*. J. Agricola II (1) :70-81.
- Xu G., J.N. Sun, H.B. Shao and S. X. Chang. 2014. *Biochar had effects on phosphorus sorption and desorption in three soils with differing acidity*. J. Ecological Engineering 62:54–60.
- Yao Y., B. Gao, M. Zhang, M. Inyang and A.R. Zimmerman. 2012. *Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil*. Chemosphere 89:1467–1471.