



SUBSTITUSI PUPUK ANORGANIK DENGAN PUPUK ORGANIK ASAL UNGGAS YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN BIOCHAR UNTUK PENGEMBANGAN TANAMAN PANGAN PADA LAHAN SUBOPTIMAL

SUBSTITUTION OF ANORGANIC FERTILIZER WITH ORGANIC FERTILIZER OF ORIGIN POLTRY ARE COMBINED WITH BIOCHAR FOR DEVELOPMENT FOOD CROP IN SUBOPTIMAL LAND

Edy Syafril Hayat^{1*}, Sri Andayani¹, Rita Hayati²

¹Universitas Panca Bhakti

²Universitas Tanjungpura

^{1*}edysyafrilhayat@yahoo.co.id ¹sriyani.upb@gmail.com, ²rita.hayati@faperta.untan.ac.id

*Penulis Korespondensi

Abstrak

Budidaya tanaman pangan yang dilaksanakan di Indonesia umumnya identik dengan penggunaan pupuk anorganik dosis tinggi sebagai pemasok utama unsur hara. Terabaikannya penggunaan pupuk organik diperparah oleh munculnya program yang menuntut penggunaan pupuk anorganik dosis tinggi untuk mensuplai nutrisi tanaman varietas unggul. Akibat dari kurangnya penggunaan pupuk organik dalam jangka waktu yang lama, maka kondisi tanah tersebut umumnya mencapai kejenuhan produksi meskipun dosis pupuk terus ditingkatkan atau *levelling off*. Dihadapkan pada keterbatasan kesuburan tanah suboptimal antara lain : rendahnya pH tanah, hara makro, kapasitas tukar kation, dan kejenuhan basa, serta tingginya kadar Al, Fe, Mn, maka alternatif penggunaan pupuk organik yang dikombinasikan dengan amelioran seperti biochar sekam padi merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan kesuburan tanah suboptimal. Penelitian dilaksanakan di polibag dengan menggunakan tanah aluvial yang berasal dari lahan sawah pasang surut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dalam bentuk Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang terdiri dari kombinasi pupuk unggas dengan biochar, dengan menggunakan tanaman jagung sebagai tanaman indikator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi 5 ton/ha pupuk kandang burung puyuh atau pupuk kandang ayam dengan 5 ton/ha biochar sekam padi berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan pH tanah, C-organik tanah, tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman jagung.

Kata kunci : lahan suboptimal; pupuk organik; tanaman jagung

Abstract

Food crop cultivation carried out in Indonesia is generally synonymous with the use of high doses of inorganic fertilizers as the main supplier of nutrients. The neglect of the use of organic fertilizers is exacerbated by the emergence of programs that require the use of high doses of inorganic fertilizers to supply nutrients for superior varieties of plants. As a result of the lack of use of organic fertilizers for a long period of time, the soil condition generally reaches production saturation even though the fertilizer dosage is continuously increased or leveling off. Faced with the limitations of suboptimal soil fertility, among others: low soil pH, macro nutrients, cation exchange capacity, and alkaline saturation, as well as high levels of Al, Fe, Mn, then the alternative use of organic fertilizers combined with ameliorants such as biochar rice husk is one solution. to increase suboptimal soil fertility. The research was carried out in



polybags using alluvial soil from tidal rice fields. The method used in this research is an experimental method in the form of a completely randomized design (CRD). The treatment consisted of a combination of poultry fertilizer with biochar, using maize as an indicator crop. The results showed that the combination treatment of 5 tonnes / ha of quail manure or chicken manure with 5 tonnes / ha of rice husk biochar had a very significant effect on increasing soil pH, soil organic C, plant height and the number of leaves of corn plants.

Keywords : *suboptimal land; organic fertilizer; corn plant*

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki lahan suboptimal seluas 157,2 juta hektar (ha). Secara biofisik dan dengan sentuhan inovasi teknologi pertanian, sekitar 58 % dari lahan suboptimal tersebut potensial untuk lahan pertanian [1]. Lahan suboptimal secara alamiah mempunyai produktivitas rendah, sehingga pendekatan yang sudah biasa dilakukan pada lahan optimal tidak bisa diterapkan pada lahan suboptimal. Lahan suboptimal terdiri dari dua tipologi yaitu lahan suboptimal basah dan lahan suboptimal kering. Permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan budidaya tanaman di lahan suboptimal basah adalah tingginya kemasaman tanah, fluktuasi rejim air, beragamnya kondisi fisiko-kimia tanahnya, adanya zat beracun, intrusi air garam, dan rendahnya kesuburan alami tanahnya. Rendahnya kesuburan dan kesehatan tanah diperparah oleh penggunaan pupuk kimia terus menerus yang berakibat tanah cepat kering, retak-retak bila kurang air, lengket bila diolah, lapisan olah dangkal dan produksi sulit meningkat bahkan cenderung menurun [2]. Terjadinya pelandaian produktivitas padi sejak tahun 1985 serta peningkatan harga pupuk anorganik akibat dihapusnya subsidi pupuk, menjadikan momentum penting untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik [3]. Selama ini usaha-usaha yang telah dilakukan untuk mengatasi kendala tersebut adalah dengan pengolahan tanah minimum, tanpa olah tanah, pemupukan, pengapuran/ameliorasi, introduksi padi varietas spesifik lokasi, pengaturan air (tata air mikro) dan perbaikan teknik budidaya [4]. Dari hasil penelitian pendahuluan yang telah Tim peneliti lakukan yaitu aplikasi kompos tandan kosong kelapa sawit sebanyak 5 ton/ha yang dikombinasikan dengan biomassa krinyu sebanyak 10 ton/ha pada tanah sulfat masam dapat meningkatkan pH dari 5,26 menjadi 6,22 [5]. Penelitian selanjutnya pada tanah suboptimal basah dengan penggunaan arang sekam padi dan pupuk hayati juga menunjukkan pengaruh signifikan pada peningkatan pH tanah [6]. Penggunaan biochar sebagai bahan pembenah tanah telah dilakukan beberapa peneliti, diantaranya pengaruh biochar pada tanaman, sebagian ditentukan oleh kualitas spesifik biochar [7;8], juga sangat dipengaruhi oleh sumber bahan baku biochar dan kondisi pirolisis [9;10;11]. Dari aplikasi biochar jangka pendek menunjukkan berpengaruh terhadap kualitas tanah [12]. Untuk itu perlu inovasi teknologi dalam penggunaan pupuk organik yang berasal dari limbah unggas sebagai bahan pengaya biochar diyakini mampu meningkatkan pasokan hara utama makro (NPK), namun dihadapkan pada pada tanah supbotimal yang bereaksi masam maka pupuk organik tersebut perlu diperkaya dengan biochar sekam padi untuk meningkatkan pH tanah. Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk mendapatkan teknologi substitusi pupuk anorganik dengan memanfaatkan sumber daya alam yang banyak tersedia secara lokal seperti pupuk kandang unggas (ayam dan burung puyuh) yang dikombinasikan dengan biochar sekam padi yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan pH tanah pada lahan suboptimal basah yang umumnya bereaksi masam sampai sangat masam



2. DASAR TEORI DAN METODOLOGI/PERANCANGAN

2.1 Karakteristik lahan suboptimal basah.

Luas lahan suboptimal di Indonesia 157,2 ha, yang sesuai untuk pertanian mencapai 91,9 juta hektar (ha), dari luasan tersebut terdapat sekitar 21,5 juta ha (23,5 %) merupakan lahan suboptimal basah [13]. Lahan suboptimal basah meliputi lahan rawa pasang surut, rawa lebak, dan gambut. Lahan rawa pasang surut adalah lahan rawa yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut, terletak dekat pantai, sebagian besar berupa tanah mineral dan sebagian lagi berupa gambut [14]. Lahan rawa pasang surut dicirikan oleh kondisi akuik (jenuh air) dan mempunyai bahan sulfidik (besi sulfida) yang lebih dikenal dengan pirit, umumnya bereaksi masam ekstrim ($\text{pH} < 4$) sehingga sering disebut sulfat masam [15]. Lahan rawa lebak adalah lahan rawa yang tidak terpengaruh oleh pasang surut, tetapi dipengaruhi oleh sungai yang sangat dominan, yaitu berupa banjir besar yang secara periodik menggenangi wilayah selama musim hujan [15]. Lahan gambut terbentuk karena adanya penambahan bahan organik segar lebih cepat dari perombakannya. Sifat kimia gambut yang menonjol dan berkaitan dengan pertanian meliputi kemasaman tanah, cadangan karbon, ketersediaan hara, KTK, kadar abu, asam organik dan pirit [16,17]. Ketersediaan unsur makro pada tanah gambut sangat variatif. Unsur-unsur basa dalam gambut di suatu tempat ditemukan dalam kategori rendah, tetapi di tempat lain berkategori tinggi, sedangkan N dan P berkategori sedang sampai sangat tinggi, tetapi tidak segera tersedia bagi tanaman [14,15,18].

Pemberian bahan amelioran atau bahan pembenah tanah dan pupuk merupakan faktor penting untuk memperbaiki kondisi tanah dan meningkatkan produktivitas lahan. Bahan pembenah tanah tersebut dapat berupa kapur (kalsit dan dolomit) maupun abu (abu sekam padi dan abu serbuk kayu gergajian). Takaran bahan amelioran secara tepat tergantung kepada kondisi lahan terutama pH tanah [19]. Produksi padi di lahan pasang surut hingga saat ini masih tergolong rendah. Rata-rata produksi padi baru mencapai 2,5 ton/ha, padahal potensi hasil dapat mencapai 4,0-5,0 ton/ha [20]. Rendahnya produktivitas tersebut disebabkan kendala diantaranya kesuburan tanah rendah, pH rendah, adanya zat beracun Fe dan Al, serta fluktuasi air yang tergantung pada pasang surut air sungai. Selain itu pertumbuhan tanaman padi di lahan pasang surut terganggu jika tidak dipupuk dengan salah satu dari ketiga unsur yaitu N,P,K [21].

2.2 Pupuk Organik Asal Unggas

Pupuk organik asal unggas memiliki kadar hara esensial makro utama yang lebih tinggi dibandingkan pupuk organik (pupuk kandang) asal sapi, kuda dan domba, dimana pupuk organik asal unggas (ayam) mengandung 1,70 % N; 1,90% P_2O_5 dan 1,50 % K_2O [22]. Selain pupuk kandang ayam, pupuk organik unggas lainnya yang berpotensi untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman adalah pupuk organik asal burung puyuh. Pupuk organik feses puyuh memiliki kandungan N_2 0,061-3,91%, P_2O_5 sebesar 0,209-1,37% dan K_2O sebesar 3,13% [23]. Pemberian berbagai jenis pupuk organik secara tunggal dengan jenis feses puyuh menghasilkan produksi kacang hijau per tanaman 41,91 g, dan produksi per plot sebanyak 0,89 kg/plot atau setara dengan 5.562,50 kg/ha atau 5,56 ton/ha [24].

2.3 Amelioran Biochar Sekam Padi

Sekam padi adalah kulit yang membungkus butiran beras, dimana kulit padi akan terpisah dan menjadi limbah. Sekam padi sebagai limbah pertanian merupakan bahan berserat



mengandung selulosa, lignin dan hemiselulosa. [25], mengatakan bahwa sekam padi mengandung 0,32 %N, 0,07 %P, 0,12% K, 0,27% Ca, dan 0,16 % Mg. Dari kandungan ini memungkinkan sekam padi untuk digunakan sebagai penyumbang unsur hara dalam tanah. Dari hasil penelitiannya diperoleh hasil bahwa pemberian arang sekam padi meningkatkan pH dari 3,75 menjadi 4,40, meningkatkan bahan organik tanah dari 0,78 % menjadi 4,49 %, meningkatkan K dari 0,19 cmol/kg menjadi 0,44 cmol/kg , meningkatkan Ca dari 0,34 cmol/kg menjadi 0,44 cmol/kg, serta dapat menurunkan Al-dd dari 331% menjadi 2,96 % pada tanah Sulfaquent, serta memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman padi dengan nilai 86,17 cm dibandingkan dengan kontrol 75,17 cm. Pemberian biochar sekam padi dapat meningkatkan hasil padi sampai 20-30% [26], serta pemberian arang sekam padi 3 kg/m² dapat meningkatkan pH menjadi 5,5 serta meningkatkan hasil gabah dan jerami sebesar 30 % dan 40 % [27].

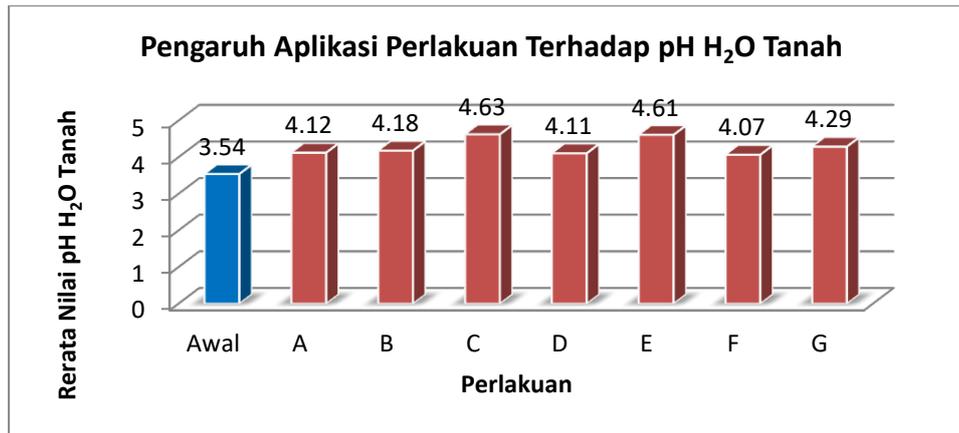
2.4. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dalam bentuk Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang akan diaplikasikan terdiri dari 7 kombinasi perlakuan pupuk kandang ayam atau pupuk kandang burung puyuh dengan biochar sekam padi. Setiap perlakuan akan diulang empat kali sehingga akan dihasilkan 28 satuan percobaan. Penelitian dilakukan Juli- Desember 2020 di Desa Sungai Rengas, Kecamatan Sungai Raya dengan menggunakan jenis tanah suboptimal basah yaitu tanah alluvial tipologi lahan pasang surut dari Desa Sungai Rengas, Kecamatan Sungai Kakap. Tanaman indikatornya adalah tanaman jagung hibrida varietas Pertiwi 3. Variabel yang akan diukur dalam penelitian ini adalah pH tanah, kadar C-organik tanah, tinggi tanaman, dan jumlah daun tanaman jagung. Untuk mengetahui pengaruh dari kombinasi perlakuan terhadap variabel pengamatan maka dilakukan analisis keragaman (anova) dengan menggunakan uji F pada taraf kepercayaan 5 % dan 1 %, dan apabila dari uji F ini terdapat perbedaan yang nyata/sangat nyata, akan dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5 %.

3. PEMBAHASAN

3.1 pH Tanah

Pengambilan sampel tanah alluvial untuk variabel kemasaman tanah khususnya pH H₂O dilakukan 48 hari setelah aplikasi perlakuan. Hasil analisis pH tanah awal (sebelum aplikasi perlakuan) adalah 3,54 dan setelah 48 hari perlakuan terjadi peningkatan pH tanah. Untuk itu telah dilakukan analisis keragaman terhadap pH tanah setelah perlakuan, hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa aplikasi pupuk unggas (ayam atau burung puyuh) yang dikombinasikan dengan biochar sekam padi berpengaruh sangat nyata terhadap pH H₂O tanah alluvial. Gambar 1 menunjukkan bahwa pemberian kombinasi 5 ton/ha pupuk kandang burung puyuh dengan 5 ton/ha biochar sekam padi dan pengurangan pupuk anorganik 75 % dari dosis anjuran dapat meningkatkan pH tanah dari 3,54 menjadi 4,63. Perlakuan ini mampu meningkatkan pH tanah tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya dan berbeda nyata dengan perlakuan A, D dan F.

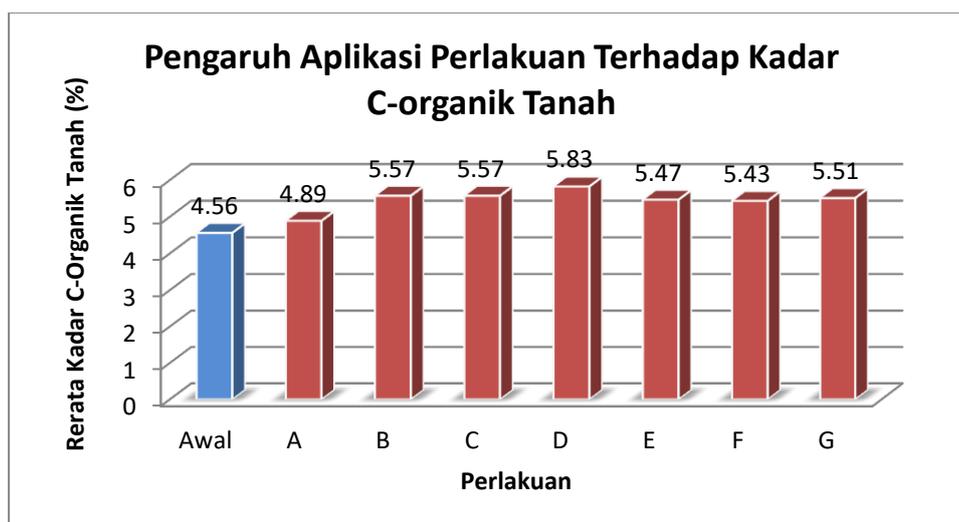


Gambar 1. Peningkatan pH tanah pada 48 hari setelah inkubasi perlakuan

3.2 C-Organik

Pengambilan sampel tanah alluvial untuk variabel C-organik tanah dilakukan 48 hari setelah aplikasi perlakuan. Hasil analisis C-organik tanah awal (sebelum aplikasi perlakuan) adalah 4,56 % dan setelah 48 hari perlakuan terjadi peningkatan C-organik. Untuk itu telah dilakukan analisis keragaman terhadap C-organik tanah setelah perlakuan, hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa aplikasi pupuk unggas (ayam atau burung puyuh) yang dikombinasikan dengan biochar sekam padi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar C-organik tanah alluvial.

Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian kombinasi 5 ton/ha pupuk kandang burung ayam dengan 5 ton/ha biochar sekam padi dan pengurangan pupuk anorganik 50 % dari dosis anjuran dapat meningkatkan C-Organik tanah dari 4,56 % menjadi 5,83 %, perlakuan ini mampu meningkatkan C-organik tanah tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya dan berbeda nyata dengan perlakuan A.

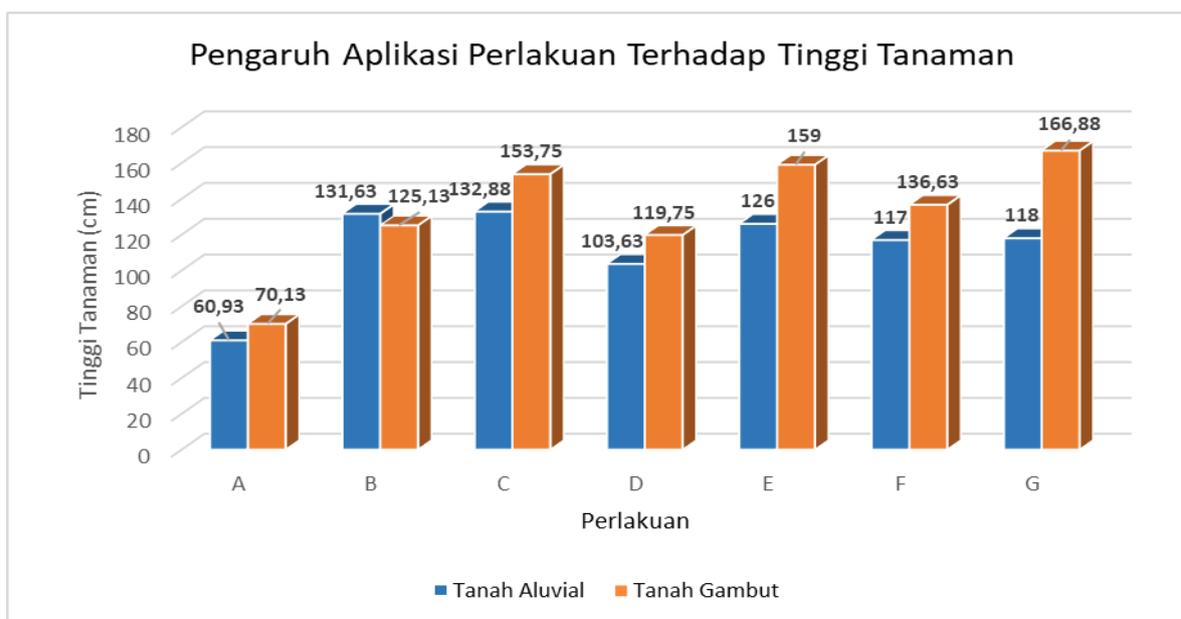


Gambar 2. Peningkatan C-organik tanah pada 48 hari setelah inkubasi perlakuan

3.3. Tinggi Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kombinasi 5 ton/ha pupuk kandang burung puyuh dengan 5 ton/ha biochar sekam padi dan pengurangan pupuk anorganik 75 %

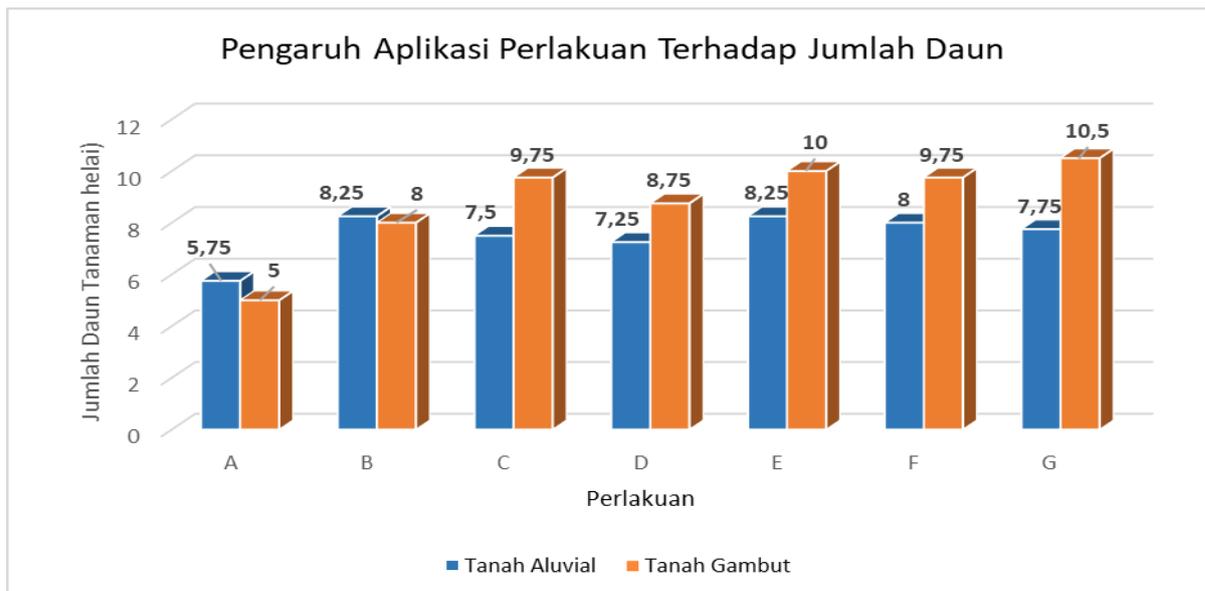
dari dosis anjuran dapat menghasil pertumbuhan tinggi tanaman yang tertinggi yaitu 132,88 cm pada tanah alluvial, sedangkan pada tanah gambut perlakuan pupuk anorganik 25 % dari dosis anjuran dengan aplikasi kombinasi 5 ton/ha pupuk kandang burung puyuh dan 5 ton/ha biochar sekam padi menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman tertinggi yaitu 166,88 cm. Dari dua jenis tanah yang digunakan menunjukkan pola yang sama yaitu aplikasi kombinasi 5 ton/ha pupuk kandang burung puyuh dan 5 ton/ha biochar sekam padi menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman tertinggi, lebih unggul dibandingkan pupuk kandang ayam.



Gambar 3. Perbandingan tinggi tanaman jagung di tanah Aluvial dan Gambut pada umur tanaman 36 hari.

3.4. Jumlah Daun

Gambar 4 menunjukkan bahwa perlakuan B (pupuk anorganik 75 % dari dosis anjuran + kombinasi 5 ton/ha pupuk kandang ayam dengan 5 ton/ha biochar sekam padi) dan E (pupuk anorganik 50 % dari dosis anjuran + kombinasi 5 ton/ha pupuk kandang burung puyuh dengan 5 ton/ha biochar sekam padi) menghasilkan jumlah daun tanaman jagung tertinggi pada tanah aluvial yaitu 8,25 helai. Dari segi efisiensi penggunaan pupuk anorganik perlakuan E ini lebih efisien, mengingat penggunaan pupuk anorganiknya hanya 50 % dari dosis anjuran, sedangkan perlakuan B penggunaan pupuk organiknya 75%. Pada tanah gambut perlakuan G (pupuk anorganik 25 % dari dosis anjuran + kombinasi 5 ton/ha pupuk kandang burung puyuh dengan 5 ton/ha biochar sekam padi) menghasilkan jumlah daun tertinggi yaitu 10,5 helai. Dilihat dari jumlah daun tanaman jagung pada padan aluvial dan gambut terlihat pola yang sama bahwa kombinasi 5 ton/ha pupuk kandang burung puyuh dengan 5 ton/ha biochar sekam padi menghasilkan jumlah daun tertinggi.



Gambar 4. Perbandingan jumlah daun tanaman jagung di tanah Aluvial dan Gambut pada umur tanaman 36 hari

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa aplikasi 5 ton/ha pupuk kandang ayam atau 5 ton/ha pupuk kandang burung puyuh yang dikombinasikan dengan 5 ton biochar sekam padi berpotensi untuk mengurangi pemakaian pupuk anorganik sebanyak 25%-50% dari dosis anjuran, dapat meningkatkan kesuburan tanah (terutama pH tanah dan kadar C-organik tanah), dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman jagung).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryono 2013., Strategi Kebijakan Kementerian Pertanian dalam Optimalisasi Lahan Suboptimal Mendukung Ketahanan Pangan Nasional, Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal, Palembang.
- [2] Kurniawan, R., I. Anas, R., Widyastuti, A. Sutandi, 2017., Substitusi Pupuk Kimia Pada Budidaya Padi SRI Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Organisme Tanah, J.II. Tan. Lingk, 19(1) April 2017 : 46-50
- [3] Setyorini, D., L.R. Widowati dan S. Rochayati. 2004. Teknologi Pengelolaan Hara Lahan Sawah Intensifikasi. Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- [4] Masulili, A, 2015., Pengelolaan lahan Sulfat Masam untuk Pengembangan Pertanian, Jurnal Agrosain Vol 12, nomor 2.
- [5] Hayat, E.S dan S. Andayani, 2014., Pengelolaan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Aplikasi Biomassa Chromolaena odorata terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi serta Sifat Tanah Sulfaquent, Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah, Volume 17, No. 2, Desember 2014, PTLR BATAN, 44-51.



- [6] Andayani, S., E.S., Hayat dan R. Hayati. 2019. Pengembangan Pupuk Hayati Unggul yang dan Produksi Tanaman Padi di Lahan Suboptimal Basah. Laporan Tahunan Penelitian Terapan Diintegrasikan dengan Abu Sekam Padi Asal Pabrik Penggilingan Padi Sebagai Sumber Unsur Hara Si, P, K, Ca, dan Mg untuk Meningkatkan Pertumbuhan.
- [7] Haeefe, M., Konboon, Y., Wongboon, W., Amarante, S., Maarifat, A., Pfeiffer, M., Knoblauch, C., 2011. Effect and fate of biochar from rice residues in rice-based systems. *Field Crops Res.* 121, 430-440.
- [8] Rogovska, N., Laird, D., Cruse, R.M., Trabue, S., Heaton, E., 2012. Germination tests for assessing biochar quality. *J. Environ. Qual.* 41, 1014-1022.
- [9] Singh, B.P., Cowie, A., 2010. The mean turnover time of biochar in soil varies depending on biomass source and pyrolysis temperature. In : 19th World Congress of Soil Science : Soil Solutions for a changing World, Brisbane, Australia.
- [10] Xu, G., Lv, Y., Sun, J., Shao, H., Wei, I., 2012. Recent advances in biochar applications in agricultural soils : benefits and environmental implications. *Clean-Soil Air Water* 40, 1093-1098.
- [11] Biederman, I.A., Harpole, W.S., 2013. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling : a meta-analysis. *Global Change Biol. Bioenergy* 5, 202-214.
- [12] Huang, M., L. Yang, H. Qin, L. Jiang, Y. Zou. Quantifying the effect of biochar amendment on soil quality and crop productivity in Chinese rice paddies. *Field Crops Research* 154, 172-177.
- [13] Lakitan, B, dan N. Gofar, 2013. Kebijakan Inovasi Teknologi untuk Pengelolaan Lahan Suboptimal Berkelanjutan. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal, Palembang 20-21 September 2013.
- [14] Mulyani, A dan M. Sarwani. 2013. Karakteristik dan Potensi Lahan Sub Optimal untuk Pengembangan Pertanian di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Lahan Sub Optimal "Intensifikasi Pengelolaan Lahan Sub Optimal dalam Rangka Mendukung Kemandirian Pangan Nasional", Palembang 20-21 September 2013. ISBN 979-587-501-9.
- [15] Subagyo, H. 2006. Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- [16] Szajdak, L., T. Brandyk dan J. Szatyłowicz. 2007. Chemical Properties of different Peat-Marsh Soils From The Biebrza River Valley. *Agronomy Research*.
- [17] Fahmi, A., B. Radjagukguk dan B.H. Purwanto. 2014. Interaction of peat Soil and Sulphidic material Substratum : Role of Peat Layer and Groundwater Level Fluctuations on Phosphorus concentration. *J. Tanah Trop.*
- [18] Wiratmoko, D. Winarna, S. Rahutomo dan H. Santoso. 2008. Karakteristik Gambut Topogen dan Ombrogen di Kabupaten Labuhan Batu Sumatera Utara untuk Budidaya Tanaman Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*.
- [19] Nazemi, D., A. Hairani, dan Nurita, 2012., Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Rawa Pasang Surut Melalui Pengelolaan Lahan dan Komoditas, *Agrivior* 5, 52-58.
- [20] Sabran M, R. Ramli, R. Massinai, dan MA Firmansyah, 2003, Alternatif Kebijakan Peningkatan Produksi Beras di Kalimantan Tengah. Prosiding Hasil-hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian, Balitbangtan, PSE, Bogor
- [21] Masganti dan Fauziati, 2001, Pemupukan N,P dan K pada Tanaman Padi di Lahan Bergambut Bukaan Baru. Pengelolaan Tanaman Pangan Lahan Rawa, Puslitbangtan, Bogor.
- [22] Hardjowigeno, S. 2010, Ilmu Tanah, Akademika Pressindo, Jakarta.



- [23] Agustin, S.R., Pinandoyo, V.E., Herawati. 2017. Pengaruh Waktu Fermentasi Limbah Bahan Organik (Kotoran Burung Puyuh Roti Afkir dan Ampas Tahu) sebagai Pupuk untuk Pertumbuhan Kandungan Lemak *Daphnia* sp. E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan, Volume VI No 1 2017.
- [24] Setiawan, M.A., E.Efendi, R.Mawarni.2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik dan NPK terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). BERNAS Agricultural Research Journal-Volume 14 No 3, 133-144.
- [25] Masulili, A, W.H. Utomo, Syechfani MS, 2010. Rice Husk Biochar for Rice Based Cropping System in Acid Soil 1. The Characteristics of Rice Husk Biochar and Its Influence on the Properties of Acid Sulfate Soils and Rice Growth in West Kalimantan, Indonesia. Journal of Agricultural Science. Vol 2, No.1. March 2010.
- [26] Zhang, A. , Rongjun Bian, Genxing Pan, Liqiang Cui, Qaiser Hussain, Lianqing Li, Jinwei Zheng, Jufeng Zheng, Xuhui Zhang, Xiaojun Han, Xinyan Yu., 2012, Effect of biochar amendment on soil quality, crop yield and reenhouse gas emission in a Chinese rice paddy : A field of 2 consecutive rice growing cycles. Field Crops Research 127 (2012).
- [27] Sokchea, H., Khieu Borin, TR Preston, 2013. Effect of Biochar from Rice Husk (combusted in a downdraft gasifier or a paddy rice dryer) on Production of Rice Fertilized with Biodegester Effluent or Urea, Livestrock Research for Rural Developmen 25 (1) 2013.
- [28] Wibowo W.A., B. Hariyono, dan Z. Kusuma, 2016. Pengaruh Biochar, Abu Ketel dan Pupuk Kandang Terhadap Pencucuan Nitrogen Tanah Berpasir Asembagus Situbondo, Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol 3 No 1 : 269-278