

PENGARUH PAKET BIOCHAR *PLUS* DAN *AZOTOBACTER* TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL PADI UNGGUL LOKAL PADA TANAH PODSOLIK MERAH KUNING

Maylani Lucky^{1)*}, Sutarman Gafur^{2/3}, Saeri Sagiman³

¹⁾Mahasiswa Program Magister Agroteknologi

²⁾Dosen Program Magister Ilmu Tanah

³⁾Dosen Program Magister Agroteknologi

Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat

Jl. Prof. Dr. H Jl. Profesor Dokter H. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota
Pontianak, Kalimantan Barat 78124, Indonesia

^{*}Correspondence author: maylani.cs678@gmail.com

Abstrak

Padi (*Oryza sativa* L) merupakan komoditi pangan utama di Indonesia yang kebutuhannya terus meningkat. Upaya peningkatan produksi beras saat ini terganjal oleh berbagai kendala, seperti konversi lahan sawah subur yang masih terus berjalan, penyimpangan iklim, penurunan kualitas sumber daya lahan yang berdampak terhadap penurunan atau pelandaian produktivitas. Salah satu cara untuk meningkatkan produksi padi adalah dengan cara pemanfaatan budidaya padi unggul lokal yang potensial dikembangkan pada lahan kering. Salah satu lahan kering yang digunakan yaitu tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) dicirikan oleh pH tanah rendah ($< 5,0$), C-organik rendah, dan tingkat kesuburan tanah juga rendah. Untuk meningkatkan kesuburan tanah dapat dilakukan melalui pemberian bahan organik seperti biochar *plus* (biochar sekam padi + kompos + pupuk NPK). Penyedia nitrogen secara hayati adalah dengan memanfaatkan *Azotobacter* spitrogen hidup. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa paket biochar *plus* dan bakteri *Azotobacter* sp terhadap pertumbuhan dan hasil padi lokal pada tanah PMK. Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak terberbagi (RPB). Petak utama yaitu penggunaan *Azotobacter* sp (B) B₀ = Tanpa *Azotobacter* sp, dan B₁ = Menggunakan *Azotobacter* sp. Anak petak yaitu penggunaan paket biochar *plus* (A) terdiri dari A₀ = Tanpa Biochar *Plus*, A₁ = Biochar (7,5%) + Kompos 5% + NPK (600kg/ha), A₂ = Biochar (7,5%) + Kompos 5% + NPK (300kg/ha), A₃ = Biochar (7,5%) + Kompos 5%, A₄ = Biochar (7,5%) + NPK (300kg/ha). Terdapat 10 kombinasi perlakuan dalam penelitian ini, setiap perlakuan di ulang 3 kali dan terdapat 3 tanaman sampel sehingga terdapat 90 tanaman sebagai unit percobaan. Hasil penelitian menunjukkan pemberian paket biochar *plus* berpengaruh nyata terhadap semua variabel pengamatan, sedangkan pemberian *Azotobacter* sp berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan produktif. Paket biochar (7,5%) + kompos 5% + pupuk majemuk NPK (300 kg/ha) dianggap lebih efektif karena memberikan hasil yang sama dengan perlakuan yang memberikan hasil tertinggi.

Kata kunci: *Azotobacter*, lahan kering, paket biochar *plus*

THE EFFECT OF BIOCHAR *PLUS* AND *AZOTOBACTER* PACKAGES ON LOCAL SELECTED RICE GROWTH AND YIELD ON RED YELLOW PODSOLIC SOIL

Abstract

Rice (*Oryza sativa* L) is the main food commodity in Indonesia whose needs continue to increase. Efforts to increase rice production are currently hampered by various obstacles, such as the ongoing conversion of suburban paddy fields, climate deviations, the decline in the quality of land resources which has an impact on decreasing or decreasing productivity. One way to increase rice production is by utilizing local superior rice which has the potential to be developed on dry land. Red Yellow Podsollic (RYP) soil is characterized by low soil pH (< 5.0), low C-organic content and low soil fertility rates. Local selected rice is one of the potential rice types to be developed on up-land soil of West Kalimantan. Applying organic material such as biochar *plus* is one way to increase RYP soil fertility. To improve soil nitrogen content could be done by applying local selected *azotobacter*. The study is aimed to study the impact of biochar *plus* packages and the *azotobacter* on local rice growth and yield on RYP soil. The study used a split plot randomized experimental design. The main plot used *azotobacter* sp (B) B₀ = without *azotobacter*, and B₁ = using *azotobacter*. The subplot used biochar *plus* (A) consisted of A₀ = without biochar *plus*, A₁ = Biochar (7.5%) + Compost 5% + NPK (600kg/ha), A₂ = Biochar (7.5%) + Compost 5% + NPK (300kg/ha), A₃ = Biochar (7.5%) + Compost 5%, A₄ = Biochar (7.5%) + NPK (300kg/ha). There were 10 treatment combinations, each repeated 3 times. There were 3 plants in each

replication so there were total 90 experimental units. Results showed that the biochar plus had a significant effects on all the variables observed, while the azotobacter had a significant effects on the number of productive tillers. The biochar package of 7.5% + compost 5% + NPK (300kg/ha) is considered to be more effective because it produced a similar results with that of highest result treatment.

Keywords: *Azotobacter, dry land, biochar plus package*

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L) merupakan komoditi pangan utama yang kebutuhannya terus meningkat, namun masalah ketersediaannya menjadi hal yang sangat urgensi untuk ditanggulangi. kebutuhan beras di Kalimantan barat pada tahun 2020 yaitu sebanyak 529.050 ton sedangkan produksinya pada tahun 2019 adalah 499.011,77 ton dan pada tahun 2020 yaitu 489.873,46 ton yang cenderung mengalami penurunan dari tahun 2019-2020. Untuk itu berbagai upaya pun dilakukan, baik secara ekstensifikasi dengan membuka lahan baru maupun upaya intensifikasi. Dimana intensifikasi bertujuan meningkatkan hasil tiap satuan luas suatu areal melalui penerapan teknologi baru, diantaranya dengan pemberian input hara ketanah dan cara pengelolaan yang tepat (Sumaryanto dkk, 2001).

Luas lahan kering yang digunakan untuk budidaya padi lokal sebesar 271.303 ha dan pada tahun 2020 lahan kering yang digunakan untuk budidaya padi lokal sebesar 513.718 ha. Peningkatan luas lahan kering yang digunakan untuk budidaya padi mempengaruhi tingginya produksi padi. Di Kalimantan Barat produksi padi lokal pada tahun 2015 yaitu sebesar 155.281 ton dimana terjadi kenaikan pada tahun 2020 yaitu sebesar 778,169 ton. (BPS Kalimantan Barat, 2020).

Tingginya minat petani menanam padi lokal disebabkan karena varietas padi lokal sudah adaptif dengan kondisi biofisik lahan, termasuk terhadap perubahan iklim. Meningkatnya hasil padi unggul lokal disebabkan oleh adanya penambahan bahan organik yang dapat meningkatkan sifat fisik dan biologis pada lahan kering. Biochar dapat menyediakan habitat bagi mikroba tanah, memperbaiki sifat fisik tanah dan umumnya biochar yang diaplikasikan dapat tinggal dalam tanah selama ratusan tahun. Dalam jangka panjang biochar tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen dan dapat menahan dan menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman. Ketersediaan unsur N dalam tanah merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan padi. Salah satu penyedia nitrogen secara hayati adalah dengan memanfaatkan bakteri *Azotobacter* sp (Ekawati dan Syekhiani, 2005). Bakteri tersebut hidup bebas pada daerah perakaran dan jaringan tanaman. Bakteri *Azotobacter* sp sering disebut

bakteri *diazotrof* yang mampu menggunakan N udara sebagai sumber N untuk pertumbuhannya. Peranan bakteri dalam memfiksasi nitrogen udara besar pengaruhnya terhadap nilai ekonomi tanah pertanian (Ristiati *et al.*, 2008).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh beberapa paket biochar plus dan *Azotobacter* sp dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil padi lokal pada tanah PMK dan menentukan paket kombinasi biochar plus dan *Azotobacter* sp yang memberikan respon terbaik pada pertumbuhan dan hasil padi lokal pada tanah PMK.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak, selama \pm 6 bulan mulai dari 6 Mei 2019 sampai 27 Desember 2019. Tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) diambil dari Mungguk Jering, Kecamatan Sungai Ambawang, Kabupaten Kubu Raya (LS 0.035768, BT 109.395188). Benih padi lokal *Akong* yang digunakan berasal dari Kabupaten Kubu Raya. Benih padi direndam air selama kurang lebih 8 jam kemudian ditiriskan diatas koran. Penanaman dilakukan 4-10 butir benih per polibag dengan tujuan sebagai benih cadangan ketika benih tidak tumbuh. Penyiraman dilakukan 2 kali yaitu pagi dan sore. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan frekuensi penyemprotan 2 minggu sekali menggunakan fungisida Topsin dan insektisida Curacron. Biochar sekam padi dibuat dengan cara membakar sekam padi sehingga menjadi arang sekam, kemudian disiram menggunakan air supaya arang sekam tidak menjadi abu. Bakteri *Azotobacter* sp yang digunakan merupakan koleksi FMIPA, Universitas Tanjungpura. Bakteri diinokulasi dalam media LG broth steril. Pupuk kompos terdiri dari 50% pupuk kandang sapi dan 50% tandang kosong kelapa sawit. Tandan kosong kelapa sawit dicacah menjadi kecil dan dicampurkan dengan pupuk kandang sapi kemudian diinkubasi selama 5 minggu sampai kompos terdekomposisi. Jenis pupuk yang digunakan adalah NPK majemuk dengan komposisi kandungan N:P:K = 24%:6%:15%, dan polibag yang digunakan berukuran 40x50cm masing-masing diisi 10 kg tanah/polibag.

Penelitian ini menggunakan rancangan petak berbagi. Petak utama perlakuan bakteri

Azotobacter sp (B) yang terdiri dari: B₀ = Tanpa *Azotobacter* sp, dan B₁ = *Azotobacter* sp. Anak petak yaitu penggunaan paket biochar *plus* (A) terdiri dari: A₀ = Tanpa Biochar *Plus*, A₁ = Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (600 kg/ha), A₂ = Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha), A₃ = Biochar (7,5%) + Kompos 5%, dan A₄ = Biochar (7,5%) + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha). Ada 10 kombinasi perlakuan. Setiap perlakuan di ulang 3 kali dan terdapat 3 tanaman sampel sehingga terdapat total 90 tanaman sebagai unit percobaan.

Variabel pengamatan penelitian ini meliputi: Tinggi tanaman (cm) yang pengukurannya dilakukan 2 minggu sekali sampai fase vegetatif maksimum, persentase jumlah anakan maksimum (anakan) yang dihitung setiap 2 minggu sekali sampai fase vegetatif maksimum, berat kering tanaman (g/rumpun), berat kering akar (g/rumpun) dan serapan N tanaman (g/tanaman) diukur pada fase

vegetatif maksimum (tanaman destruktif), dan jumlah anakan produktif (anakan) dihitung pada akhir penelitian dengan menghitung jumlah anakan yang mengeluarkan malai. Panjang malai (cm), jumlah biji permalai, berat gabah kering giling (g/rumpun), berat 1.000 butir gabah (g/rumpun) dugaan produksi padi per hektar (ton/ha) dan berat jerami (g/rumpun) di ukur pada akhir penelitian. Pengamatan pH tanah, kandungan N,P,K dan C Organik dilakukan pada saat 2 minggu setelah inkubasi dan pada akhir penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Sifat-Sifat Tanah Setelah 2 Minggu Masa Inkubasi

Hasil analisis sidik ragam manunjukkan bahwa pemberian paket biochar *plus* berpengaruh nyata terhadap sifat-sifat tanah pH, C organik, N, P dan K setelah inkubasi (Tabel 1), sedangkan interaksi dan pemberian *Azotobacter* sp memberikan pengaruh tidak nyata.

Tabel 1. Nilai pH, C Organik, N, P dan K tanah setelah inkubasi pada paket biochar *plus*

Perlakuan	Rerata hasil analisis tanah				
	PH	C Org (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol (+)kg ⁻¹)
Tanpa Biochar <i>Plus</i>	4,52 ab	0,64	0,09 b	8,78 b	0,05 c
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + NPK (600 kg/ha)	4,57 ab	1,40	0,29 a	36,83 a	2,03 a
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + NPK (300 kg/ha)	4,98 a	1,07	0,39 a	44,73 a	1,49 ab
Biochar (7,5%) + Kompos 5%	4,64 ab	1,17	0,39 a	39,07 a	1,39 ab
Biochar (7,5%) + NPK (300 kg/ha)	4,08 b	0,90	0,37 a	18,24 ab	0,85 bc
KK %	5,49	33,29	16,48	31,89	32,15

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ α = 5%.

Biochar mempunyai sifat basa yang dapat meningkatkan pH tanah dan berkontribusi dalam menstabilkan ketersediaan logam berat dalam tanah. penggunaan biochar merupakan bahan alternatif untuk perbaikan kesuburan tanah sekaligus untuk perbaikan lingkungan yang murah, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Biochar dapat memperbaiki sifat kimia, fisik, dan biologi tanah dan penggunaan biochar dapat mengurangi kehilangan Nitrogen.

Sifat-Sifat Tanah pada Akhir Penelitian

Hasil analisis sidik ragam perlakuan paket biochar *plus* dan bakteri *Azotobacter* sp manunjukkan bahwa pemberian paket biochar *plus* yang pengaruh nyata terhadap sifat-sifat tanah pH, C organik, N, P dan K akhir penelitian (Tabel 2), sedangkan interaksi dan pemberian bakteri *Azotobacter* sp memberikan pengaruh tidak nyata.

Pemberian paket biochar *plus* pada tanah PMK saat setelah inkubasi belum menampakkan kenaikan pH dan berdasarkan kriteria masih kategori masam (4,08-4,98). Biochar mempunyai sifat basa yang dapat meningkatkan pH tanah dan berkontribusi dalam menstabilkan ketersediaan logam berat dalam tanah. Pada perlakuan kontrol pH tanah akhir penelitian sebesar 3,84. Nilai pH tersebut sesuai dengan pendapat (Sukbisa, 2006) menyatakan bahwa tanah sulfat masam memiliki pH 3,5 - 4,3. Kemudian setelah perlakuan pemberian biochar *plus* terjadi kenaikan pH berkisar dari 4,12 - 4,81. Kenaikan pH tanah ini bersamaan dengan proses reduksi dan ditentukan oleh pH tanah awal, jenis dan kadar komponen tanah yang teroksidasi serta macam dan kandungan bahan organik.

Tabel 2. Nilai pH, C Organik, N, P dan K tanah akhir pada pemberian paket biochar *plus*

Perlakuan	Rerata hasil analisis tanah					
	pH	C Organik (%)	N Total (%)	P205 (ppm)	K (cmol (+)kg ⁻¹)	C/N
Tanpa Biochar <i>Plus</i>	3.84 b	0.86 b	0.07 b	5.53 c	0.19 b	11.54
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (600 kg/ha)	4.56 a	1.66 a	0.12 a	44.86 a	0.45 a	13.59
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha)	4.60 a	1.68 a	0.14 a	34.89 a	0.42 a	12.52
Biochar (7,5%) + Kompos 5%	4,81 a	1.34 ab	0.11 ab	22.94 b	0.38 ab	12.02
Biochar (7,5%) + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha)	4.12 b	1.24 ab	0.10 ab	16.47 b	0.28 ab	11.51
KK %	4,86	28.72	22.16	24.19	31.00	14.56

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ $\alpha = 5\%$

N total pada tanah mengalami peningkatan dengan pemberian paket biochar *plus* dibanding tanpa pemberian paket biochar *plus*. Menurut Steiner (2007), penggunaan biochar merupakan bahan alternatif untuk perbaikan kesuburan tanah sekaligus untuk perbaikan lingkungan yang murah, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Biochar dapat memperbaiki sifat kimia, fisik, dan biologi tanah dan dapat mengurangi kehilangan Nitrogen. Biochar *plus* dapat meningkatkan konsentrasi N total di tanah karena dapat mengurangi pencucian dan mampu menyerap unsur hara dalam tanah.

Tingginya kandungan posfor disumbangkan oleh bahan organik yang bersumber dari paket biochar *plus*. Berdasarkan hasil penelitian Tamtomo *et al.* (2015) biochar yang diberikan kedalam tanah selain dapat menyumbangkan unsur hara dan memberikan dampak positif terhadap peningkatan produksi padi juga dapat meningkatkan kandungan unsur N, P dan K. Selain itu juga dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang mampu memperbaiki sifat fisik tanah.

Unsur Kalium dalam tanah meningkat dengan adanya penambahan paket biochar *plus*. Dengan adanya pupuk kompos pada paket biochar *plus* dapat meningkatkan kandungan unsur kalium dalam tanah. Hal ini terkait dengan peran dari pupuk kompos sebagai salah satu bahan organik yang dapat memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan daya serap tanah terhadap air, sehingga mampu menahan unsur hara terlarut. Dampaknya perakaran tanaman dapat tumbuh baik.

Pemberian paket biochar *plus* memberikan peningkatan Corganik tanah, dibanding tanpa pemberian biochar *plus*. Utami dan Handayani (2003) menjelaskan bahwa

dengan pemberian bahan organik dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah yang pada gilirannya dapat mempengaruhi sifat tanah menjadi lebih baik secara fisik, kimia dan biologi. Karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme tanah, sehingga keberadaan C-organik dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme sehingga meningkatkan proses dekomposisi tanah dan juga reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme, misalnya pelarutan P, dan fiksasi N.

Jumlah Anakan

Berdasarkan data hasil pengamatan yang diperoleh selama penelitian, pemberian paket biochar *plus* berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan pada umur 4, 6, 8, dan 10 MST. Pemberian bakteri *Azotobacter* dan interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh nyata pada variabel jumlah anakan tanaman padi unggul lokal. Umur 2 MST jumlah anakan belum terbentuk. Pada minggu ke 4, 6, 8, dan 10 MST pemberian paket biochar *plus* memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah anakan tanaman padi unggul lokal.

Pemberian biochar 7,5% + kompos 5% + pupuk majemuk NPK 600kg/ha menghasilkan rata-rata jumlah anakan umur 6, 8, dan 10 MST tertinggi dan terbaik, karena mampu meningkatkan jumlah anakan sebesar 14,56 pada umur 4 MST, 35,55 pada umur 6 MST, dan sebesar 36,05 pada umur 8 MST dan sebesar 36,88 pada umur 10 MST, dibanding tanpa paket biochar *plus*. Tetapi yang efektif dan efisien adalah pemberian biochar 7,5% + kompos 5%, karena sudah cukup mampu dalam meningkatkan jumlah anakan dibanding tanpa biochar *plus*. Hal ini menunjukkan bahwa, pemberian biochar 7,5% + kompos 5% diduga sudah dapat menyediakan dan membantu menyediakan unsur

hara yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya. Perbedaan jumlah anakan terjadi karena tanaman padi telah dapat memanfaatkan penggunaan bahan organik yang diberikan berupa biochar sekam. Salah satu peran dari biochar selain bisa memperbaiki sifat kimia dari tanah ternyata mampu mengefektifkan pemanfaatan pemupukan, dengan cara mengikat

hara pada saat terjadi kelebihan hara dan melepaskan hara pada saat tanaman membutuhkan. Menurut Endrizal dan Bobihoe (2004), N berperan dalam pertumbuhan vegetatif dan merangsang jumlah anakan padi. Jumlah anakan yang banyak akan mendukung pembentukan anakan produktif karena fotosintat yang dihasilkan juga tinggi.

Tabel 3. Rerata jumlah anakan tanaman padi pada pemberian paket biochar *plus* umur 2,4,6,8, dan 10 minggu setelah tanam (MST)

Perlakuan	Jumlah Anakan (anakan)			
	4 MST	6 MST	8 MST	10MST
Tanpa Biochar <i>Plus</i>	9,94 c	10.05 d	10,56 d	10,72 d
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (600 kg/ha)	14,56 a	35.55 a	36,05 a	36,88 a
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha)	14,83 a	26.61 b	27,22 b	28,33 b
Biochar (7,5%) + Kompos 5%	13,17 ab	18.55 c	19,44 c	19,88 c
Biochar (7,5%) + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha)	10,5bc	23.11 bc	23,44bc	24,05bc
KK %	13.10	11.36	11.10	11.01

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ $\alpha = 5\%$

Tinggi Tanaman

Data hasil pengamatan yang diperoleh selama penelitian, pemberian paket biochar *plus* berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur

2, 4, 6, 8 dan 10 MST, pemberian bakteri *Azotobacter* dan interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh nyata pada variabel tinggi tanaman padi unggul lokal (Tabel 4).

Tabel 4. Rerata tinggi tanaman padi pada pemberian paket biochar *plus* umur 2, 4, 6, 8, dan 10 minggu setelah tanam (MST)

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)				
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST
Tanpa Biochar <i>Plus</i>	15,41 b	29,67 c	43,2 c	62,95 c	70,22 c
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (600 kg/ha)	22,36 a	49,37 a	76,47 a	97,74 a	107,41 a
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha)	24,5 a	38,77 b	77,30 a	98,68 a	106,66 a
Biochar (7,5%) + Kompos 5%	21,77 a	47,10 a	70,50 ab	97,75 a	105,57 a
Biochar (7,5%) + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha)	18,94ab	38,62 b	64,32 b	80,31 b	88,42 b
KK%	16.34	10.47	6.98	6.24	5.18

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ $\alpha = 5\%$.

Pemberian biochar (7,5%) + kompos 5% + pupuk majemuk NPK (600 kg/ha) menghasilkan rata-rata tinggi tanaman umur 4 MST, 6 MST, 8 MST dan 10 MST tertinggi dan terbaik, karena mampu meningkatkan tinggi tanaman sebesar 49,37 cm pada 4 MST, 76,47 cm pada 6 MST, 97,74 cm pada 8 MST dan 107,41 cm pada 10 MST. Tetapi yang efektif dan efisien adalah pemberian biochar (7,5%) + kompos 5%, karena sudah cukup mampu dalam

meningkatkan tinggi tanaman sebesar 47,10 cm pada 4 MST, 70,50 cm pada 6 MST, 97,75 cm pada 8 MST dan 105,57 cm pada 10 MST, dibanding tanpa biochar *plus*.

Tinggi tanaman pada tanaman padi dapat digunakan sebagai salah satu parameter pertumbuhan tetapi pertumbuhan tanaman yang tinggi belum menjamin hasil yang diperoleh lebih besar. Peningkatan tinggi tanaman tersebut dipengaruhi oleh unsur hara N di dalam tanah

yang meningkat setelah aplikasi biochar, didukung hasil analisis tanah setelah inkubasi kandungan N dalam tanah berkisar 0,29-0,39 dibandingkan tanpa pemberian biochar *plus*. Biochar memiliki kapasitas menahan air yang tinggi, sehingga dapat menjaga unsur hara N agar tidak mudah tercuci dan menjadikannya lebih tersedia untuk tanaman. Sedangkan pemupukan NPK dapat menambahkan serapan unsur hara terutama unsur N yang dibutuhkan pada fase awal pertumbuhan. Keberadaan paket biochar *plus* dalam tanah sangat efektif karena dapat meningkatkan ketersediaan hara dan memperbaiki sifat tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman, dapat dilihat pada hasil analisis tanah Tabel 1 menunjukkan bahwa pada

perlakuan paket biochar *plus* meningkatkan kandungan hara dalam tanah dibandingkan tanpa pemberian paket biochar *plus*. Menurut Maisura dkk (2020), Berdasarkan karakteristiknya, varietas suatu tanaman yang memiliki batang yang lebih tinggi ataupun batang yang lebih pendek dapat diakibatkan oleh beberapa faktor seperti faktor iklim ataupun faktor lainnya.

Berat Kering Jerami dan Berat Kering Akar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan paket biochar *plus* berpengaruh nyata terhadap parameter berat kering daun dan berat kering akar (Tabel 5).

Tabel 5. Rerata Berat Kering Jerami dan Berat Kering Akar Tanaman Padi Pada Pemberian Paket Biochar *Plus*

Perlakuan	Berat Kering Jerami (g/rumpun)	Berat Kering Akar (g/rumpun)
Tanpa Biochar <i>Plus</i>	9,6 b	10,85 c
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (600 kg/ha)	85,06 a	58,34 a
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha)	66,88 a	38,34 ab
Biochar (7,5%) + Kompos 5%	63,16 a	37,68 b
Biochar (7,5%) + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha)	31,47 b	26,72 bc
KK%	32,45	33,35

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ $\alpha = 5\%$.

Pemberian biochar (7,5%) + kompos 5% + pupuk majemuk NPK (600 kg/ha) menghasilkan rata-rata berat kering jerami tertinggi, karena mampu meningkatkan berat kering jerami sebesar 85,06 g, namun pada pemberian biochar (7,5%) + kompos 5% memberikan hasil yang tidak berbeda nyata yaitu sebesar 63,16 g, sehingga sudah lebih efektif dan efisien dibanding pemberian biochar (7,5%) + kompos 5% + pupuk majemuk NPK (600 kg/ha). Peningkatan bobot kering jerami disebabkan oleh kandungan beberapa hara yang dimiliki oleh biochar seperti nitrogen C-organik, P, Ca, Mg, K dan Na yang menjadi penyuplai hara bagi tanaman. Hasil analisis tanah Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian paket biochar *plus* mempunyai nilai kandungan hara lebih tinggi dibanding tanpa pemberian paket biochar *plus*. Ketersediaan hara yang cukup di dalam tanah akan dimanfaatkan oleh tanaman melalui serapan akar tanaman. Keadaan tersebut mendorong proses metabolisme yang terjadi pada tubuh tanaman akan semakin meningkat, termasuk fotosintesis, mengakibatkan laju fotosintesis semakin tinggi dan semakin banyak fotosintat yang terbentuk. Semakin banyak fotosintat yang

dihasilkan maka berat kering tanaman akan semakin tinggi juga.

Pada berat kering akar pemberian biochar (7,5%) + kompos 5% + pupuk majemuk NPK (600 kg/ha) menghasilkan rata-rata berat kering tanaman tertinggi yaitu sebesar 58,34 g, namun pada pemberian biochar (7,5%) + kompos 5% + pupuk majemuk NPK (300 kg/ha) sudah lebih efektif dan efisien karena memberikan hasil yang tidak berbeda nyata yaitu sebesar 38,34 g. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak bahan organik yang diberikan kedalam tanah maka pertumbuhan tanaman akan semakin optimal.

Serapan N

Kandungan N yang terdapat pada kompos dan NPK majemuk pada paket biochar *plus* sudah dapat meningkatkan serapan pada tanaman padi (lihat Tabel 6).

Serapan N pada tanaman yang makin besar maka hasil yang diperoleh akan optimal. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa penambahan paket biochar *plus* dalam tanah mampu meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Dengan tersedianya hara didalam tanah, akar tanaman mampu meningkatkan serapan hara. Menurut Sukartono (2012), setelah

aplikasi biochar ketersediaan hara N, P, dan Ca meningkat. Biochar dapat berfungsi sebagai pembenah tanah, meningkatkan pertumbuhan

tanaman dengan memasok sejumlah nutrisi yang berguna serta meningkatkan sifat fisik dan biologi tanah (Glauser *et. al.*, 2002).

Tabel 6. Rerata, Serapan N, Jumlah Anakan Produktif, Berat 1000 biji, Berat Kering Giling, dan Berat Jerami Tanaman Padi Pada Pemberian Paket Biochar *Plus*

Perlakuan	Serapan N (g/tanaman)	Jumlah Anakan Produktif (anakan)	Panjang Malai (cm)	Jumlah Biji/Malai (biji)	Berat 1000 Biji (g/rumpun)	Produksi (ton/ha)
Tanpa Biochar <i>Plus</i>	0,25 d	7 d	13,64 c	112,74 c	19,56 a	0,75 d
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (600 kg/ha)	2,05 a	21,75 a	18,28 ab	172,59a	20,11 a	2,47 a
Biochar (7,5%) + Kompos 5% + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha)	1,30 bc	18,75 ab	19,67 a	179,91a	20,20 a	2,22 a
Biochar (7,5%) + Kompos 5%	1,42 ab	16,16 bc	18,62 ab	170,21ab	19,93 a	1,70 b
Biochar (7,5%) + Pupuk Majemuk NPK (300 kg/ha)	0,66 cd	14,08 c	15,68 bc	137,78 bc	19,86 a	1,27 c
KK%	9,78	13,56	12,92	12,64	3,63	11,59

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ $\alpha = 5\%$.

Jumlah Anakan Produktif

Tabel 6 menunjukkan hasil analisis sidik ragam bahwa pengaruh pemberian biochar *plus* berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan produktif. Pada pemberian biochar 7,5% + kompos 5% + pupuk majemuk NPK 300kg/ha sudah lebih efektif dan efisien karena memberikan hasil yang tidak berbeda nyata yaitu sebesar 38,34g. Jumlah anakan produktif ditentukan oleh jumlah anakan yang tumbuh sebelum mencapai fase primordial, namun kemungkinan ada peluang bahwa anakan yang membentuk malai terakhir bisa saja tidak akan menghasilkan malai yang bulir-bulirnya terisi penuh semuanya, sehingga berpeluang menghasilkan gabah hampa.

Azotobacter merupakan kelompok genus bakteri kemoorganotrofik yang berada dalam tanah, umumnya yang pH tanah netral, namun pertumbuhannya dapat tetap berlangsung pada pH 4,8-8,5 (Ambarsari, 2015). *Azotobacter* sp sebagai sumber potensial bagi ketersediaan unsur hara dalam tanah dengan memfiksasi nitrogen bebas dari udara. Nitrogen tersebut akan mengalami proses mineralisasi dalam tanah setelah bakteri mengalami kematian, sehingga dapat memberikan ketersediaan N bagi tanaman. Hal ini diduga pada saat penelitian pH tanah berkisar 3,82 sampai 4,84 sehingga bakteri tidak bekerja dengan baik pada jumlah anakan produktif. Reproduksi lebih membutuhkan hara P tanaman, jumlah anakan produktif merupakan fase perkembangan pada tahap reproduksi. Pada tahap ini tanaman lebih banyak memerlukan unsur hara P dibanding unsur hara N, sebab

unsur hara P selain berperan dalam meningkatkan jumlah anakan, juga untuk meningkatkan jumlah anakan produktif serta kualitas hasil (Abdulrachman, 2012).

Panjang Malai dan Jumlah Biji Per Malai

Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan paket biochar *plus* memberikan pengaruh nyata terhadap panjang malai dan jumlah biji per malai tanaman padi. Pemberian biochar 7,5% + kompos 5% + pupuk majemuk NPK 300kg/ha menghasilkan rata-rata panjang malai tertinggi, karena mampu meningkatkan panjang malai sebesar 19,67 cm, namun pada pemberian biochar 7,5% + kompos 5% sudah lebih efektif dan efisien karena memberikan hasil yang tidak berbeda nyata yaitu sebesar 18,62 cm. Malai merupakan tempat melekatnya gabah, jumlah gabah/malai tergantung pada panjang malai. Semakin panjang malai maka jumlah gabah yang dihasilkan akan makin banyak setiap malainya. Menurut Kaya (2013), unsur makro yaitu N, P, dan K merupakan unsur hara yang sangat penting dibutuhkan oleh tanaman, dimana interaksi ketiga unsur ini akan dapat menunjang pertumbuhan dan hasil padi yang lebih baik. Fairhurst *et al.*, 2007 menyatakan bahwa nitrogen dapat meningkatkan jumlah gabah per malai dan jumlah gabah isi per malai.

Berat 1.000 Biji

Tabel 6 memperlihatkan bahwa perlakuan paket biochar *plus* memberikan pengaruh tidak nyata terhadap berat 1000 biji buah padi. Simangunsong (2013) menerangkan bahwa berat

1.000 butir gabah bernas ditentukan oleh ukuran butir, namun ukuran butir itu sendiri sudah ditentukan selama malai keluar. Dalam mengisi butir sesuai dengan ukuran butir yang telah ditentukan dan bobot 1.000 butir gabah juga menggambarkan kualitas dan ukuran biji tergantung pada hasil asimilat yang bisa disimpan. Interaksi antara paket biochar *plus* dan bakteri *Azotobacter* sp berpengaruh tidak nyata terhadap berat 1.000 biji. Hal ini diduga disebabkan bentuk dan ukuran biji ditentukan oleh faktor genetic sehingga berat 1.000 butir yang dihasilkan hampir sama. Menurut Masdar (2007) tinggi rendahnya berat biji tergantung dari banyak atau tidaknya bahan kering yang terkandung dalam biji. Bahan kering dalam biji diperoleh dari hasil fotosintesis yang selanjutnya dapat digunakan untuk pengisian biji.

Dugaan Produksi per Hektar

Parameter dugaan produksi padi per hektar menunjukkan bahwa pemberian biochar 7,5% + kompos 5% + pupuk majemuk NPK 300kg/ha, telah memberikan hasil yang tinggi yaitu 2,22 ton/ha. Perkiraan produksi padi unggul

lokal di Kalimantan Barat yaitu 2,71 ton/ha, hal ini menunjukkan penggunaan paket biochar *plus* dapat mendekati produksi padi per hektar. Penambahan bahan organik didalam tanah mampu meningkatkan perkembangan mikroorganisme didalam tanah. Hal ini terkait dengan peran dari pupuk kompos sebagai salah satu bahan organik yang dapat memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan daya serap tanah terhadap air, sehingga perakaran tanaman dapat tumbuh baik. Kandungan unsur hara dalam pupuk kompos tidak terlalu tinggi, tetapi mempunyai keistimewaan lain yaitu dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti permeabilitas tanah, porositas tanah, struktur tanah, daya menahan air. Selain itu, pupuk kompos dapat membantu penyerapan hara dari pupuk kimia yang ditambahkan, sehingga ketersediaan hara bagi pertumbuhan tanaman lebih optimal. Menurut Laode (2021), panjang malai, total gabah per malai, bobot gabah isi dan bobot gabah per rumpun merupakan kriteria yang dapat digunakan untuk mengetahui peningkatan produksi baik padi ladang.

Berat Kering Giling

Tabel 7. Rerata interaksi berat kering giling tanaman padi pada pemberian paket biochar *plus* dan bakteri *Azotobacter* sp

	Perlakuan	Berat Kering Giling (g/rumpun)
Tanpa <i>Azotobacter</i>	Tanpa Biochar <i>Plus</i>	4,54 c
	Biochar 7,5% + Kompos 5% + NPK 600kg/ha	16,06 ab
	Biochar 7,5% + Kompos 5% + NPK 300kg/ha	10,19abc
	Biochar 7,5% + Kompos 5%	11,32abc
	Biochar 7,5% + NPK 300kg/ha	8,75 bc
Menggunakan <i>Azotobacter</i>	Tanpa Biochar <i>Plus</i>	4,85 c
	Biochar 7,5% + Kompos 5% + NPK 600kg/ha	14,86 ab
	Biochar 7,5% + Kompos 5% + NPK 300kg/ha	17,56 a
	Biochar 7,5% + Kompos 5%	9,94 bc
	Biochar 7,5% + NPK 300kg/ha	7,14 c
BNJ		7,55

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji BNJ $\alpha = 5\%$.

Tabel 7 menunjukkan bahwa terjadi interaksi pada variabel berat kering giling tanaman padi pada pemberian paket biochar *plus* dan bakteri *Azotobacter* sp. Unsur hara yang ada dalam tanaman berperan dalam proses metabolisme tanaman untuk memproduksi bobot basah yang tergantung pada laju fotosintesis. Hal ini juga didukung oleh pendapat Syarif (2015) yang menyatakan bahwa tersedianya unsur hara yang cukup pada saat pertumbuhan, maka proses fotosintesis akan lebih aktif. tinggi rendahnya bobot kering gabah tanaman ditentukan dari banyak sedikitnya bahan kering yang terdapat

dalam tanaman. Bahan kering ini umumnya terdiri dari karbohidrat, protein dan lemak. Besarnya bobot kering gabah per tanaman ini mencerminkan status hara yang diserap tanaman. Dengan ini dapat dilihat status hara yang diserap tanaman sama atau komposisi haranya tidak jauh berbeda sehingga memberikan pengaruh yang sama terhadap berat kering giling. Bobot kering gabah merupakan komposisi hara dari jaringan tanaman tanpa mengikutsertakan kandungan airnya. Sesuai dengan pendapat Widowati (2004) bahwa berat kering mencerminkan standar nutrisi tanaman, karena berat kering tergantung dari

hasil fotosintesis. Bobot gabah suatu biji penting karena erat hubungannya dengan besarnya hasil. Tinggi rendahnya bobot kering ini tergantung dari banyak atau sedikitnya bahan kering yang terdapat dalam biji.

Pada Tabel 6 diketahui bahwa pemberian paket biochar *plus* dan aplikasi bakteri *Azotobacter* sp secara bersama-sama memperlihatkan interaksinya terhadap parameter pengamatan berat kering giling. Hal ini disebabkan karena paket biochar *plus* dan bakteri *azotobacter* sp yang digunakan merupakan bakteri non-simbiosis yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Azotobacter* sp. merupakan bakteri penambat nitrogen non simbiotik, bakteri penambat nitrogen yang diaplikasikan bersama biochar *plus* memiliki kemampuan dalam meningkatkan maupun memperbaiki kandungan unsur nitrogen dalam tanah. Selain itu juga mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh yang dapat memacu pertumbuhan tanaman (Indriani, 2011). Unsur nitrogen berguna untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, merangsang pertumbuhan vegetatif dan berfungsi untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman (Subowo dkk., 2010)

KESIMPULAN

Paket biochar *plus* dapat meningkatkan kesuburan tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman padi unggul lokal pada tanah PMK. Pada interaksi paket biochar *plus* dan bakteri *Azotobacter* memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat kering giling. Paket biochar 7,5% + kompos 5% + pupuk majemuk NPK 300kg/ha dianggap lebih efektif karena memberikan hasil yang relatif sama dengan perlakuan yang memberikan hasil tertinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Badan Riset Inovasi Nasional Republik Indonesia yang telah mendanai program penelitian tesis Magister Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrachman, S., H. Sembiring, dan Suyamto. 2012. Pemupukan Tanaman Padi. Subang-Jawa Barat. http://bbpadi.litbang.deptan.go.id/index.php/in/be_rita/info-aktual/511-pemupukan-tanaman-padi.
- Ambarsari, H. Dkk, 2015 Pengaruh Penambahan Inokulum *Azotobacter* sp. Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sorghum Bicolor Untuk Aplikasi Fitoremediasi. Institut Teknologi Bandung
- Badan Pusat Statistik, 2017. *Kalbar Dalam Angka*. 246-250 hal.
- Bustami, Sufardi dan Bakhtiar. 2012. Serapan hara dan efisiensi pemupukan fosfat serta pertumbuhan padi varietas lokal. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*. 1 (2): 159- 170.
- Cepy dan W. Wayan. 2011. Pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L.) di media vertisol dan entisol pada berbagai teknik pengaturan air dan jenis pupuk.
- Ekawati, I., Syekhfani. 2005. Dekomposisi tajuk padi oleh biakan campuran bakteri selulolisis dan *azotobacter* spitrogen. *J. Pembangunan Pedesaan* 5:120-128.
- Endrizal dan Bobihoe, J. 2004. Efisiensi Penggunaan Pupuk Nitrogen dengan Penggunaan Pupuk Organik pada Tanaman Padi Sawah. *Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 7 (2): 118-124. 1-9.
- Fairhurst, T., C. Witt, R. Buresh, and A. Doberman, 2007. *Padi : Panduan Praktis Pengelolaan Hara*. Diterjemahkan oleh A. Widjono. IIRI. Jakarta.
- Fitri, L. 2015. Pengaruh Variasi Dosis Biochar Dari Limbah Tandan Kelapa Sawit Terhadap Perubahan Sifat Fisika-Kimia Tanah Ultisol Dengan Parameter BD, WHC, pH, KTK dan Al-dd. *Fakultas Teknik*. Banjarbaru.
- Glaser, B., J. Lehmann, and W. Zech. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A review. *Biol. Fertil. Soils* 35:219-230.
- Indriani, Y, H. (2011). *Membuat Kompos Secara Kilat*. Edisi I. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kaya E. 2013. Pengaruh Kompos Jerami Dan Pupuk Npk Terhadap N-Tersedia Tanah, Serapan-N, Pertumbuhan, Dan Hasil Padi Sawah (*Oryza Sativa* L). *Fakultas Pertanian*. Universitas Pattimura. Hal. 43-50
- Laode Afa, Suaib, Ilan Uge, Arsy Aysyah Anas dan Maisura, 2021. Korelasi Antara Hasil Dan Komponen Hasil Beberapa Kultivar Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) Lokal Sulawesi Tenggara Pada Dua Sistem Budidaya. *Agrium*, Maret 2021, Vol. 18, No.1.
- Maisura, Jamidi, dan Asmaul husna (2020). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) Varietas Ipb 3s Pada Beberapa Sistem Jajar Legowo. *Jurnal Ilmu Pertanian:Agrium*, Maret 17(1)

- Masdar. 2007. Interaksi jarak tanam dan jumlah bibit per titik tanaman pada sistem intensifikasi padi terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman. *Jurnal Akta Agrosia*, Edisi Khusus (1): 92- 98.
- Ristiati, N. P., Muliadharja, S., Frieda, N. 2008. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiosis dari Dalam Tanah. *J Penelit Pengem Sains Humaniora*. 2: 68-80.
- Rochayati S. dan A. Dariah. 2012. Perkembangan Lahan Kering masam: Peluang, Tantangan dan Strategi serta Teknologi Pengelolaan *dalam* Prospek Pertanian Lahan Kering dalam mendukung Ketahanan Pangan. Editor Dariah *et al.* hal 187-206. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Simangunsong, M. 2013. Analisis Produktivitas beberapa tipe padi. skripsi. Institut Bogor. Bogor. Subroto H.G. 2002. Evaluasi lanjutan enam genotipe padi gogo asal Kalimantan Timur terhadap cekaman aluminium. skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Steiner C. 2007. Soil charcoal amendments maintain soil fertility and establish carbon sink-research and prospects. *Soil Ecology ResDev*. 6 hal.
- Subowo. 2011. *Biologi Sel* Edisi 6. Jakarta
- Suhartatik. 2009. *Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukabumi. Subang
- Sukartono dan W.H. Utomo. 2012. Peranan biochar sebagai pembenah tanah pada pertanaman jagung di tanah lempung berpasir (sandy loam) semiarid tropis Lombok Utara. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kelaman: Buana Sains*. Tribhuana Press. Hal: 91-98
- Sumaryanto, S. Friyatno, dan B. Irawan. 2001. Konversi Lahan Sawah Kepenggunaan Non Pertanian dan Dampak Negatifnya. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Multifungsi Lahan Sawah. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Hal. 1-18.
- Syarif, RA, Muhajir, M, Ahmad, AR & Malik, A. 2015. Identifikasi Golongan Senyawa Antioksidan Dengan Menggunakan Metode Peredaman Radikal DPPH Ekstrak Etanol Daun *Cordia myxa* L., *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, pp. 83-89.
- Syekhfani, 2009. Hubungan Hara Tanah Air Dan Tanaman. Edisi Ke-2. Malang. Hal. 21 – 28.
- Tamtomo, S. Rahayu dan A. Suyanto. 2015. Pengaruh Aplikasi Kompos Jerami Dan Biochar Sekam Padi Terhadap Produksi Dan Kadar Pati Ubi Jalar. *Jurnal Agrosains*. ISSN: 1693-5225
- Utama, M.Z.H. 2015. *Budidaya Padi pada Lahan Marjinal*. Yogyakarta.
- Utami, S. N. H. dan Handayani. 2003. Sifat kimia pada entisol sistim pertanian organik. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 10 (2): 63-69.
- Vici. I.P. 2017. Pemberian Beberapa Jenis Biochar untuk Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agroteknologi*. 5(4). Hal 824-828.
- Welly Herman Dan Elara Resigia, 2018. “Pemanfaatan Biochar Sekam Dan Kompos Jerami Padi Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Padi (*Oryza Sativa*) Pada Tanah Ordo Ultisol” *Jurnal Ilmiah Pertanian* Volume 15,
- Widowati. L. R., Sri Widati, U. Jaenudin, dan W. Hartatik. 2004. Pengaruh Kompos Pupuk Organik yang Diperkaya dengan Bahan Mineral dan Pupuk hayati Terhadap Sifat-sifat Tanah, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis. Balai Penelitian Tanah. TA. 2004.
- Zhao, Jianku. 2016. “Effects of Biochar Amendment on Soil Thermal Properties in the North China Plain.” *Soil Science Society of America Journal* 80(5): 1157–66.