

Uji Efektivitas Biochar Plus Terhadap Pertumbuhan, Hasil, dan Serapan Unsur Hara N dan P pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Strut.)

Rohmania, E.^{1*}, R. Sri Tejowulan^{1*}, Sutriyono¹

¹ Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Indonesia.

Article Info

Received:
September
6, 2021
Revised:
March 10,
2023
Accepted:
March 25,
2023
Published:
March 30,
2023

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan biochar plus dari campuran pupuk phonska dan biochar tempurung kelapa. Untuk melihat efektivitas penggunaan biochar plus pada tanaman jagung manis. Untuk mengetahui efek pemberian biochar plus terhadap pertumbuhan, hasil, dan serapan unsur hara N dan P pada tanaman jagung manis. Untuk mengetahui hubungan (korelasi) antara hasil analisis tanah dengan pertumbuhan dan hasil tanaman. Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Mataram dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Fisika Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram yang dimulai pada bulan November 2020-April 2021. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental, dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan P0 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 0% Phonska, P1 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 0,24 g (20%) Phonska, P2 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 0,48 g (40%) Phonska, P3 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 0,72 g (60%) Phonska, P4 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 0,96 g (80%) Phonska, P5 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 1,20 g (100%) Phonska, P6 : 9,7 kg Tanah + 1,20 g (100%) Phonska. Hasil penelitian menunjukkan Aplikasi biochar plus berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman, berat berangkas basah tanaman, berat berangkas kering akar, dan tidak berpengaruh yaitu non signifikan terhadap jumlah daun, berat berangkas basah akar, dan berat berangkas kering tanaman. Pemberian biochar plus memberikan hasil tinggi tanaman dan berangkas basah tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk phonska saja atau tanpa phonska. Serapan N dan P menunjukkan bahwa perlakuan P6 memiliki nilai tertinggi, yaitu serapan P bagian atas tertinggi dengan nilai 24,35 mg/tan, dan pada akar 0,72 mg/tan, serta nilai serapan N bagian atas tertinggi yaitu 101,35 mg/tan dan pada akar 3,90 mg/tan. Hasil analisis regresi korelasi menunjukkan adanya korelasi positif antara pertumbuhan dan hasil tanaman. Nilai koefisien korelasi tertinggi diperoleh pada korelasi P-terdapat tanah inkubasi dengan N-jaringan tanaman bagian atas ($r=0,97$).

Kata Kunci: Biochar Plus, Jagung manis, Serapan P, Serapan N, Korelasi

Abstract: This study aims to produce biochar plus from a mixture of phonska fertilizer and coconut shell biochar. To see the effectiveness of using biochar plus on sweet corn plants. To determine the effect of giving biochar plus on the growth, yield, and uptake of N and P nutrients in sweet corn plants. To determine the relationship (correlation) between the results of soil analysis with plant growth and yield. The research was carried out at the Greenhouse of the Faculty of Agriculture, University of Mataram and soil analysis was carried out at the Laboratory of Soil Chemistry and Physics, Faculty of Agriculture, University of Mataram, starting in November 2020-April 2021. The research method used was experimental, using a Completely Randomized Design (CRD) with treatment P0 : 9.7 kg Soil + 0.30 kg Biochar + 0% Phonska, P1 : 9.7 kg Soil + 0.30 kg Biochar + 0.24 g (20%) Phonska, P2 : 9.7 kg Soil + 0.30 kg Biochar + 0.48 g (40%) Phonska, P3 : 9.7 kg Soil + 0.30 kg Biochar + 0.72 g (60%) Phonska, P4 : 9.7 kg Soil + 0.30 kg Biochar + 0.96 g (80%) Phonska, P5 : 9.7 kg Soil + 0.30 kg Biochar + 1.20 g (100%) Phonska, P6 : 9.7 kg Soil + 1.20 g (100%) Phonska. The results showed that the application of biochar plus had a significant effect on plant height, weight of dry root trunk, and no significant effect on number of leaves, weight of root wet root, and weight of plant dry root. The application of biochar plus gave higher yields of plants and better wet plant growth compared to treatment with phonska fertilizer alone or without phonska. The N and P uptake indicated that the P6 treatment had the highest value, namely the highest P uptake with a value of 24.35 mg/tan, and at the root of 0.72 mg/tan, and the highest N uptake value was 101.35 mg/tan and at the root of 3.90 mg/tan. The results of the correlation regression analysis showed a positive correlation between plant growth and yield. The highest correlation coefficient value was obtained from the correlation of P-available incubation soil with N-upper plant tissue ($r=0.97$).

Keywords: Biochar Plus, sweet corn, P Uptake, N Uptake, Correlation

Citation: Rohmania, E, Tejowulan, Sutriyono. 2021. Uji Efektivitas Biochar Plus Terhadap Pertumbuhan, Hasil, dan Serapan Unsur Hara N dan P pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Strut.). *Journal of Soil Quality and Management (JSQM)*, 2(1), 36-48.

* Rohmania: emarohmanian22@gmail.com

Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Mataram,
Indonesia

PENDAHULUAN

Jagung manis (*Zea Mays Saccharata Sturt*) atau yang dikenal dengan Sweetcorn banyak di kembangkan di Indonesia. Jagung manis memiliki rasa manis, aroma harum, dan rendah lemak. Selain dikonsumsi secara langsung jagung manis juga dimanfaatkan untuk bahan baku industri gula jagung. Permintaan jagung manis di Indonesia mencapai 8,6 juta ton per tahun atau sekitar 665 ribu ton per bulan. Sementara produktivitas rata-rata tanaman jagung manis varietas unggul di Indonesia baru mencapai 12,97 ton ha⁻¹, sedangkan potensi hasil produksi tanaman jagung manis varietas unggul dapat mencapai 20 ton ha⁻¹ (Syukur dan Rifianto, 2013). Dengan demikian, terbuka peluang lebar untuk lebih meningkatkan produksi jagung manis di Indonesia.

Salah satu faktor yang menentukan produktivitas tanaman jagung manis adalah tingkat kesuburan tanah dan salah satu faktor penentu kesuburan tanah adalah ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Ketersediaan unsur hara di dalam tanah terus berkurang akibat dari pengambilan hasil tanam atau pengurusan hasil panen sehingga tanah perlu dipupuk untuk menggantikan unsur hara yang terangkut dan untuk mempertahankan tingkat produktivitas lahan. Pemupukan tanah dapat dilakukan menggunakan pupuk anorganik dan atau pupuk organik.

Pupuk anorganik merupakan pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik, dan biologis yang dihasilkan melalui industri pembuatan pupuk. Kelebihan dari pupuk anorganik yaitu: (1) mudah didapatkan dalam jumlah banyak, (2) mengandung unsur hara yang tepat jumlah, (3) praktis dalam proses pengangkutan, (4) dapat langsung diaplikasikan, dan (5) mudah larut ke dalam tanah sehingga dapat dengan cepat dimanfaatkan tanaman (Sutedjo, 2002 dan Lingga dan Marsono, 2008). Sebaliknya kekurangan dari pupuk anorganik adalah: (1) dapat mengakibatkan kerusakan pada tanah jika diberikan terus-menerus, (2) terganggunya keseimbangan unsur hara di dalam tanah, (3) mempercepat dekomposisi bahan organik, (4) merusak struktur tanah, dan (5) dapat menurunkan pH tanah (Winarso, 2005).

Sebaliknya, pupuk organik merupakan pupuk alami yang berasal dari bahan sisa-sisa tanaman dan atau kotoran hewan. Kelebihan pupuk organik yaitu dapat meningkatkan kesuburan tanah dan kualitas tanah baik secara fisik, kimia, dan biologi. Secara fisik penambahan pupuk organik dapat: (1) memperbaiki struktur tanah, (2) meningkatkan kandungan air di dalam tanah, dan (3) memberi warna gelap pada tanah. Secara kimia penambahan bahan organik dapat: (1) meningkatkan Kapasitas Tukar Kation, (2) menyangga pH tanah, dan (3) menyediakan nutrisi bagi tanaman; dan secara biologi penambahan bahan organik dapat: (1) meningkatkan sumber energi dan makanan bagi mikroorganisme, (2) menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen, dan (3) meningkatkan populasi dan aktivitas mikroorganisme yang bermanfaat di dalam tanah (Rosmarkam dan Yuwono, 2002, Chairani, 2006, dan Prihmantoro, 2007).

Meskipun pupuk organik memberikan dampak ekologis yang lebih baik dibandingkan pupuk anorganik namun praktek pemberian pupuk organik belum dapat terlaksana secara optimal disebabkan oleh berbagai kendala, seperti: (1) dibutuhkan dalam jumlah dan volume yang cukup besar, (2) mahalnya biaya transportasi, (3) persepsi pupuk organik sebagai pembawa vektor hama dan penyakit pada tanaman, dan (4) sifatnya yang lambat tersedia (Sutarto, 2009). Dari uraian diatas tampak bahwa penggunaan pupuk anorganik perlu dikurangi dan sebaliknya penggunaan pupuk organik perlu ditingkatkan.

Pupuk organik dapat berupa pupuk kandang, pupuk kompos, dan bahan pembenah tanah lainnya. Salah satu bahan pembenah tanah yang dapat digunakan sebagai sumber bahan organik tanah adalah biochar tempurung kelapa. Biochar tempurung kelapa adalah tempurung kelapa yang diperoleh dari proses pembakaran yang tidak sempurna, sehingga menyisakan bahan organik dan unsur hara yang dapat menyuburkan tanah. Penambahan biochar tempurung kelapa ke dalam tanah dapat meningkatkan: (1) kemampuan tanah dalam mengikat air, (2) ketersediaan unsur hara di dalam tanah, (3) ketahanan tanah terhadap erosi, dan (4) Kapasitas Tukar Kation (Gani, 2009, Wahyuni et al., 2011 dan Jamilah dan Safridar, 2012). Dengan kelebihan yang dimiliki biochar tersebut, maka penambahannya ke dalam tanah diharapkan akan dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dalam pupuk campuran anorganik-organik.

Penggunaan pupuk campuran anorganik-organik sudah banyak dipraktekkan dan terbukti memberikan manfaat positif terhadap perbaikan pertumbuhan dan hasil tanaman serta produktivitas lahan. Namun pemberian pupuk campuran anorganik-organik yang banyak dipraktekkan pada saat ini umumnya masih diberikan secara terpisah atau dilakukan pencampuran pada saat akan diaplikasikan. Dengan cara ini, sebagian besar unsur hara yang terkandung pada pupuk anorganik akan berpotensi hilang baik melalui proses penguapan maupun pencucian/perlindian.

Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk dapat mengurangi kehilangan unsur hara pada pupuk campuran tersebut dan jika memungkinkan dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi penggunaan pupuk anorganik. Untuk maksud itulah, telah dilakukan penelitian pencampuran pupuk anorganik (phonska) dan bahan organik (biochar tempurung kelapa) menjadi biochar plus melalui proses inkubasi. Dengan cara ini diharapkan akan lebih banyak unsur pupuk dari komponen pupuk anorganik yang dapat ditambat di dalam kompleks pertukaran bahan organik (biochar tempurung kelapa); sehingga dalam proses aplikasinya dapat menekan jumlah kehilangan unsur hara. Selain itu penambahan biochar plus ke dalam tanah akan menjadikan pemberian bahan organik menjadi suatu keniscayaan dalam praktek pemupukan kedepan. Dengan maksud itulah dilakukan penelitian berjudul "Uji Efektivitas Biochar Plus Terhadap Pertumbuhan, Hasil, dan Serapan Unsur Hara N dan P pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata Strut.*)", pada Tanah Sawah yang berkembang dari ordo Inceptisol.

METHOD

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Mataram dan analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram dari bulan November 2020-April 2021. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: kantong plastik, ayakan diameter 2,0 mm dan 4,0 mm, polybag, selang plastik, linggis, pisau, cangkul, penggaris, karung, alat tulis menulis dan alat-alat lainnya untuk analisis di Laboratorium. Adapun, bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: sampel tanah, pupuk phonska, biochar tempurung kelapa, jagung manis, dan bahan-bahan kimia yang digunakan dalam analisis di Laboratorium. Penelitian ini telah dilakukan dengan menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri atas 7 perlakuan sebagai berikut: P0 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 0% Phonska, P1 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 0,24 g (20%) Phonska, P2 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 0,48 g (40%) Phonska, P3 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 0,72 g (60%) Phonska, P4 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 0,96 g (80%) Phonska, P5 : 9,7 kg Tanah + 0,30 kg Biochar + 1,20 g (100%) Phonska, P6 : 9,7 kg Tanah + 1,20 g (100%) Phonska. Masing – masing perlakuan diulang 3 kali sehingga secara keseluruhan terdapat 21 pot percobaan.

Pelaksanaan Percobaan

Persiapan Bahan Pembenh Tanah Biochar Plus

Biochar tempurung kelapa yang digunakan pada penelitian ini di peroleh dari tempat pembakaran biochar untuk pabrikan yang ada di Pohgading, Lombok Timur. Adapun proses pembuatan biochar sebagai berikut:

1. Disiapkan bahan baku batok kelapa mentah. Dibersihkan batok kelapa dari sisa-sisa serabut kasar maupun serabut halus.
2. Dimasukkan batok kelapa yang sudah dibersihkan ke dalam tungku pembakaran.
3. Diatur sedemikian rupa titik pembakaran api agar pembakaran merata. Dilakukan pembakaran pada beberapa titik yang dibuat dan ditunggu hingga api nyebar merata. Kemudian ditambahkan batok kelapa secara bertahap hingga tidak ada nyala api yang langsung membakar arang.
4. Ditutup bagian atas tungku dan ditunggu hingga api/baranya naik ke atas yang menandakan bahwa biochar sudah matang secara keseluruhan.
5. Ditutup rapat semua lubang angin yang sekiranya angin bisa masuk kedalam tungku pembakaran
6. Kemudian ditunggu hingga api atau baranya mati hampa, setelah api dan bara mati menandakan bahwa biochar sudah siap masuk ketahap sortir dan ayak, yaitu dipisahkan antara abu dan biochar
7. Biochar siap digunakan.

Dan proses persiapan bahan biochar tempurung kelapa menjadi biochar plus dilakukan melalui prosedur sebagai berikut:

1. Biochar tempurung kelapa yang di peroleh akan ditumbuk dan di ayak lolos mata ayak 2,0 mm; diaduk secara merata untuk memperoleh campuran bahan yang homogen.
2. Sebanyak 300 gram biochar tempurung kelapa dimasukkan ke dalam kantong plastik kedap udara (secara keseluruhan akan disiapkan 21 kantong plastik berisi biochar tempurung kelapa untuk penelitian ini).
3. Ditimbang pupuk phonska sebanyak 0,24 g; 0,48 g; 0,72 g; 0,96 g; dan 1,20 g sesuai dengan dosis perlakuan.
4. Masing-masing dosis pupuk phonska dilarutkan ke dalam 150 mL air dan diaduk hingga larut secara merata.
5. Larutan pupuk phonska dengan dosis perlakuan yang berbeda-beda tersebut selanjutnya dituangkan ke dalam kantong plastik yang telah berisi 300 gram biochar tempurung kelapa. Selanjutnya kedua bahan tersebut dicampur secara merata dengan cara dikocok di dalam kantong plastik dalam kondisi kedap udara.

Campuran biochar tempurung kelapa dan pupuk phonska yang diperoleh selanjutnya diinkubasikan selama 21 hari (dalam kondisi kedap udara) sebelum digunakan.

Persiapan Tanah dan Media Tanam

Tanah yang digunakan dalam percobaan ini adalah tanah sawah. Sampel tanah diambil dari tanah milik seorang petani di Desa Bilebante Kecamatan Pringgarata Kabupaten Lombok Tengah pada kedalaman 0-20 cm (lapisan tanah olah). Sampel tanah yang diambil selanjutnya dikering anginkan, di ayak lolos mata ayak 2,0 mm, dan dicampur secara merata untuk mendapatkan sampel tanah yang homogen. Untuk keperluan media tanam, sebanyak 9,7 kg contoh tanah ditambahkan biochar plus sesuai dengan dosis perlakuan. Tanah dan biochar plus tersebut selanjutnya diaduk secara merata hingga homogen. Media tanam tersebut diinkubasikan selama 15 hari dalam kondisi kadar lengas kelembaban kapasitas lapang dan siap untuk dilakukan penanaman.

Penanaman

Penanaman dilakukan dengan cara membuat lubang tanam pada media tanam dengan kedalaman 2-3 cm dari permukaan tanah. Pada masing-masing polybag ditanam sebanyak 3 benih jagung. Jagung yang ditanam merupakan jagung manis hibrida F1 dengan merek Golden Boy yang dibeli di toko UD. Ilham Pasar Kediri Jln. TGH. Ibrahim. Benih jagung manis yang diperoleh tersebut memiliki daya berkecambah minimal 90%, benih murni minimal 98%, kadar air maksimal 9%, dan berat bersih 250 g.

Pemeliharaan Tanaman

Penyulaman

Setelah tanaman tumbuh dipertahankan 1 pohon yang paling sehat. Terhadap tanaman yang mati atau tumbuh abnormal dilakukan penyulaman. Penyulaman dilakukan menggunakan benih jagung yang sama paling lambat 7 HST (hari setelah tanam) untuk menjamin pertumbuhan yang seragam.

Pengairan

Tanaman jagung manis diairi setiap hari hingga panen. Pengairan dilakukan untuk menjaga kondisi lengas tanah pada kisaran kelembapan kapasitas lapang. Pengairan dilakukan dengan cara disiram menggunakan centong air. Pengairan dilakukan setiap hari pada pagi hari jam 07.00 s/d 09.00 WITA dan pada sore hari jam 16.00 s/d 18.00 WITA tergantung pada kondisi lapangan atau keadaan tanaman.

Penyiangan

Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh pada media tanam secara manual, dilakukan pada umur sedini mungkin dan membuangnya keluar dari media tanam.

Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit tanaman dilakukan menggunakan pestisida nabati dari ekstrak daun sirsak pada kondisi serangan ringan. Pada kondisi serangan berat pengendalian hama dan penyakit dilakukan menggunakan insektisida sintetik sesuai dengan hama dan atau penyakit yang menyerang.

Pemanenan

Panen dilakukan setelah tanaman berumur 63 HST. Jagung manis yang sudah siap panen biasanya ditandai oleh rambut jagung yang telah mengering dan berwarna coklat kehitaman, ujung tongkol sudah terisi penuh serta biji sudah padat dan berwarna kuning mengkilat. Pemanenan dilakukan dengan cara memotong batang jagung manis 1,0 cm diatas permukaan tanah menggunakan sabit.

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan terdiri atas variabel tanah, biochar tempurung kelapa dan tanaman. Termasuk dalam variabel tanah diantaranya yaitu: N-total, N tersedia, P tersedia, dan C-organik (Tabel 3.1). Termasuk dalam parameter biochar tempurung kelapa diantaranya yaitu: pH, KTK, dan BV (Tabel 3.1). Adapun variabel tanaman diantaranya yaitu: tinggi tanaman, jumlah daun, dan berangkas kering (Tabel 1).

Variabel Tanah dan Bahan Organik

Tabel 1. Variabel Tanah dan Bahan Organik

No	Variabel	Tanah			Biochar Tempurung Kelapa
		Awal	Sebelum Tanam (inkubasi)	Panen (akhir)	
1	pH	✓	✓	✓	✓
2	C-Organik	✓	✓	✓	✓
3	P total	✓			
4	N total	✓			
5	C/N	✓			
6	N tersedia	✓	✓	✓	
7	P tersedia	✓	✓	✓	
8	KTK	✓			✓
9	Tekstur	✓			
10	BV	✓			✓

Keterangan : □ Dilakukan Analisis

Variabel Tanaman

Tabel 2 Variabel Tanaman

No	Variabel	Metode
1	Tinggi Tanaman	Tinggi tanaman diukur dengan meteran mulai dari batang yang ada dipermukaan tanah sampai dengan daun tertinggi. Pengukuran dilakukan dari minggu pertama.
2	Jumlah Anakan	Jumlah daun diamati seminggu sekali dengan cara menghitung daun tiap rumpun.
3	Berat Berangkas	Berat Berangkas Basah Tanaman dilakukan dengan menimbang bagian atas

No	Variabel	Metode
	Basah	tanaman dan bagian akar tanaman
4	Berat Berangkas Kering	Penimbangan bobot kering bagian atas tanaman dan bagian akar tanaman dilakukan setelah tanaman dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 65°C sampai beratnya menjadi konstan
5	Serapan P Tanaman	Serapan P (fosfor) dihitung dengan mengalikan kadar P jaringan dengan berat berangkas kering.
6	Serapan N Tanaman	Serapan N (nitrogen) dihitung dengan mengalikan kadar n jaringan dengan Berat Berangkas Kering

Analisis Data

Data yang di peroleh dari hasil pengamatan ini dianalisis dengan menggunakan Anova (*Analysis of Variance*) pada taraf 5%. Jika terdapat perbedaan yang nyata maka akan dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%. Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara analisis tanah dengan pertumbuhan dan hasil tanaman maka dilakukan analisis regresi korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang uji efektivitas biochar plus terhadap pertumbuhan, hasil, dan serapan unsur hara N dan P tanaman jagung manis (*Zea Mays Saccharata* Strut.) telah dilakukan di Rumah Kaca dan di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Data yang diperoleh dianalisis dan didiskusikan dalam pokok - pokok bahasan sebagai berikut.

Analisis Tanah Awal, Biochar Tempurung Kelapa, Tanah Inkubasi, dan Tanah Akhir

Analisis tanah awal, biochar tempurung kelapa, tanah inkubasi, dan tanah akhir telah dilakukan untuk mengetahui sifat tanah dan biochar tempurung kelapa. Analisis awal dilakukan sebelum tanah diberikan biochar plus; analisis biochar tempurung kelapa dilakukan sebelum biochar tempurung kelapa diinkubasikan dengan pupuk phonska; analisis tanah inkubasi dilakukan setelah tanah ditambahkan biochar plus dan telah diinkubasikan selama 15 hari; dan analisis tanah akhir dilakukan terhadap tanah setelah tanaman dipanen. Hasil analisis tanah awal, biochar tempurung kelapa, tanah inkubasi, dan tanah akhir disajikan pada Tabel 4.1.

Data pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa tanah awal yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tekstur lempung, BV tanah ringan (0,93 g/cm³), C/N rasio normal (10:1), pH agak masam (6,03), N-total (0,22%), P-tersedia (15 ppm), KTK (19 Cmol/kg), dan C-organik (2,23%) sedang, serta N-tersedia sangat tinggi (70 ppm). Tanah yang digunakan memiliki tekstur lempung dengan kandungan liat 24%, debu 27%, dan pasir 49%. Menurut Sudjana *et al.* (1991) tanah dengan tekstur lempung tergolong tanah yang cukup baik untuk budidaya tanaman jagung. Nilai BV tanah 0,93 g/cm³ dan pH tanah 6,03 menunjukkan bahwa tanah tersebut termasuk kategori tanah sawah normal. Menurut Rachman (1987) tanah-tanah sawah di Indonesia umumnya memiliki nilai BV antara 0,8-1,3 g/cm³ dengan kisaran nilai pH antara 5,6-7,0.

Tabel 3. Hasil Analisis Tanah Awal, Biochar Tempurung Kelapa, Tanah Inkubasi, dan Tanah Akhir

Parameter Analisis	Jenis Analisis			
	Tanah Awal	Biochar Tempurung Kelapa	Tanah Inkubasi	Tanah Akhir
Tekstur				
Pasir (%)	48,89	-	-	-
Debu (%)	26,67	-	-	-
Liat (%)	24,44	-	-	-
BV Tanah (g/cm ³)	0,93	0,50	-	-
pH H ₂ O	6,03	10,30	6,48	6,12
N-total (%)	0,22	-	-	-
N-tersedia (ppm)	69,73	-	81,93	71,93
P-tersedia (ppm)	15,60	-	72,08	60,71
KTK (Cmol/kg)	19,05	11,71	-	-
C-organik (%)	2,23	32,95	2,88	2,77
C/N	10	-	-	-

Nilai N-total, P-tersedia, dan KTK dengan nilai sedang cukup sesuai dengan kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah ini. Pendapat ini selaras dengan laporan Atmojo (2003), Ma'shum (2005), dan Hardjowigeno (2010) yang menyatakan bahwa tinggi rendahnya kandungan bahan organik di dalam tanah

menentukan tingkat kandungan N- total, KTK, dan P-tersedia di dalam tanah. Nilai N-tersedia yang tinggi pada tanah sawah yang digunakan menunjukkan bahwa tanah sawah tersebut cukup terkelola dengan baik yang didukung oleh nilai C-organik, KTK, P-tersedia, N-total sedang, serta BV dan C/N rasio normal (10:1).

Dengan kriteria sebagaimana diuraikan tersebut, tanah yang digunakan dalam penelitian ini termasuk tanah yang berkesuburan sedang. Walaupun demikian untuk keberlanjutan pemanfaatan lahan maka tanah tersebut perlu terus dipelihara dan ditingkatkan kesuburan dan kualitasnya. Penambahan biochar tempurung kelapa ke dalam tanah sangat direkomendasikan oleh para ahli, karena aplikasi biochar ke dalam tanah dapat meningkatkan pH tanah, KTK, C-organik, N-total, dan dapat mereduksi aktivitas senyawa Fe dan Al yang dapat berdampak positif terhadap meningkatnya P-tersedia tanah (Randon *et al.*, 2007).

Hasil analisis biochar tempurung kelapa menunjukkan kandungan BV yang ringan (0,50gram/cm³), pH sangat tinggi (10,30), C-organik yang sangat tinggi (33%), dan KTK sedang (11,71 Cmol/kg). Penambahan material biochar ini ke dalam tanah diyakini akan dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti BV, BJ, dan porositas tanah dan perbaikan terhadap sifat kimia tanah seperti pH, kandungan C-organik tanah, dan KTK tanah. Dengan kriteria biochar tempurung kelapa tersebut, maka penginkubasian pupuk phonska ke dalam biochar tempurung kelapa tersebut (menjadi biochar plus) diharapkan akan dapat: (1) mendorong terjadinya perbaikan terhadap sifat fisik dan kimia tanah, dan (2) akan dapat meningkatkan aktivitas reaksi biogeokimia mikroorganisme tanah yang bermanfaat dalam penyediaan unsur hara tanaman. Pendapat ini selaras dengan pernyataan Glaser *et al.* (2002) dan Chan *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa penggunaan biochar atau arang dapat meningkatkan produktivitas tanah melalui perbaikan sifat fisika, kimia, dan biologi tanah.

Hasil analisis tanah inkubasi menunjukkan adanya peningkatan nilai pH tanah (6,48), C-organik (2,88%), P tersedia (72,08 ppm), dan N tersedia tanah (81,93 ppm) dibandingkan hasil analisis tanah awal. Data tersebut menunjukkan adanya perbaikan tingkat kesuburan dan kualitas tanah dengan penambahan biochar plus ke dalam tanah. Hasil tersebut diperkuat oleh data hasil analisis tanah akhir yang menunjukkan adanya peningkatan nilai pH tanah (6,12), C-organik (2,77%), P tersedia (60,71 ppm) dan N tersedia (71,93 ppm) dibandingkan dengan nilai hasil analisis tanah awal. Meningkatnya nilai pH tanah inkubasi dan tanah akhir menunjukkan adanya pelepasan atau dilusi kation basa dari tempurung kelapa. Menurut Nurida *et al.* (2005) pelepasan basa dari arang tempurung kelapa dapat berlangsung cukup lama, karena tempurung kelapa yang ditambahkan ke dalam tanah tidak mudah mengalami pelapukan cepat. Meningkatnya C-organik dari 2,23% menjadi 2,77% menunjukkan bahwa pemberian biochar meningkatkan kandungan C-organik tanah. Hal ini selaras dengan pendapat Sukartono *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa pemberian biochar dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah, memperbaiki retensi air dan agregat tanah, serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah.

Data pada Tabel 4.1 juga menunjukkan bahwa penambahan biochar plus meningkatkan P tersedia tanah dari 15,6 ppm (sedang) menjadi 60,71 (sangat tinggi). Hasil ini mungkin disebabkan oleh terjadinya pelepasan asam-asam organik dari hasil pelapukan bahan organik yang mampu mengikat kation logam seperti Fe dan Al sehingga menyebabkan terbebasnya unsur P terfiksasi dari kompleks jerapan kedua unsur logam tersebut (Barker dan Pilbeam, 2007). Peningkatan nilai N tersedia dari 69,73 ppm menjadi 71,93 ppm menunjukkan adanya sumbangan N dari hasil mineralisasi bahan organik dan dari efisiensi penggunaan nitrogen. Menurut Surianingsun (2012) keberadaan muatan positif pada biochar tempurung kelapa dapat mengabsorpsi hara bermuatan negative seperti Nitrat NO₃⁻ dalam bentuk C-N yang bersifat dapat dipertukarkan sehingga hara ini terhindar dari proses pencucian.

Hasil Analisis Keragaman dari Semua Perlakuan

Hasil sidik ragam dari semua perlakuan terhadap parameter yang di amati dapat dilihat dalam Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. Rangkuman Hasil Analisis Keragaman Semua Parameter

No	Parameter	Keterangan
1.	Tinggi Tanaman (cm)	S
2.	Jumlah Daun (cm)	Ns
3.	Berat Berangkasan Basah Tanaman (gram)	S
4.	Berat Berangkasan Kering Tanaman (gram)	Ns
5.	Berat Berangkasan Basah Akar (gram)	Ns
6.	Berat Berangkasan Kering Akar (gram)	S

Keterangan: s : signifikan ; ns : nonsignifikan

Berdasarkan rangkuman hasil analisis keragaman di atas diketahui bahwa pemberian biochar plus berpengaruh pada parameter tinggi tanaman, berat berangkasan basah tanaman, dan berat berangkasan kering akar dan tidak berpengaruh pada parameter jumlah daun, berat berangkasan kering tanaman, dan berat berangkasan basah akar.

Efek Pemberian Biochar Plus terhadap Pertumbuhan Tanaman

Efek pemberian biochar plus terhadap pertumbuhan tanaman diukur melalui indikator pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun per minggu, dan dianalisis menggunakan regresi laju pertumbuhan tanaman per minggu. Hasil analisis pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun disajikan pada Tabel 4.3.

Data pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa hasil analisis sidik ragam pemberian biochar plus secara statistik berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman, namun tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun. Pada variabel tinggi tanaman, P0 berbeda dengan semua perlakuan, sedangkan P1 berbeda dengan P3, P4, P5, dan P6. Data tersebut menunjukkan bahwa penambahan biochar plus meningkatkan tinggi tanaman. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P4; walaupun tidak ada perbedaan antara perlakuan P4 dengan P2, P3, P5, dan P6. Hal ini selaras dengan temuan Rostaliana *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa biochar atau arang tempurung kelapa dapat meningkatkan tinggi tanaman jagung

Tabel 5. Hasil Uji Lanjut (BNJ5%) Terhadap Laju Pertumbuhan Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun
P0	17.523c	0.844a
P1	22.359b	0.956a
P2	26.063ab	0.922a
P3	29.650a	1.061a
P4	29.920a	1.011a
P5	28.490a	1.000a
P6	28.917a	1.050a
BNJ 5%	4,480	0.32

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada BNJ taraf 5%

.Walaupun penambahan biochar plus tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman jagung manis, namun data menunjukkan adanya kecenderungan dihasilkannya jumlah daun lebih banyak pada perlakuan dengan penambahan biochar plus (Tabel 5).

Efek Pemberian Biochar Plus terhadap Berat Berangkas Tanaman

Berat berangkas basah adalah berat tanaman pada saat tanaman dipanen. Sedangkan berat berangkas kering adalah berat tanaman setelah seluruh air yang terkandung di dalamnya hilang. Hasil Uji Lanjut (BNJ 5%) Berat Berangkas Basah (BBB) Tanaman, BBB akar, Berat Berangkas Kering (BBK) tanaman dan BBK akar disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Lanjut (BNJ 5%) pada Parameter BBB Tanaman dan Akar, BBK Tanaman dan Akar (gram)

Perlakuan	BBB Akar (g/tanaman)	BBB Tanaman (g/tanaman)	BBK Akar (g/tanaman)	BBK Tanaman (g/tanaman)
P0	12.33a	220.67b	3.00b	67.00a
P1	15.33a	256.67ab	3.33b	63.33a
P2	16.33a	269.33ab	4.00ab	73.33a
P3	19.33a	272.33ab	4.33ab	75.33a
P4	20.67a	287.00a	4.67ab	88.00a
P5	18.00a	242.00ab	4.00ab	70.00a
P6	20.33a	283.33a	5.67a	93.67a
BNJ 5%	8.75	53.67	2.2	41.12

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada BNJ taraf 5%

Data pada Tabel 6. menunjukkan bahwa pemberian biochar plus secara statistik berpengaruh terhadap BBB tanaman dan BBK akar, namun tidak berpengaruh nyata terhadap BBK tanaman dan BBB akar. Pada variabel BBB tanaman, P0 berbeda dengan P4 dan P6. Data tersebut menunjukkan bahwa penambahan biochar plus meningkatkan berat berangkas basah tanaman jagung manis. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 dengan dosis penambahan biochar tempurung kelapa dengan phonska 80% (0,96 gram/pot); walaupun tidak ada perbedaan antara perlakuan P4 dengan P1, P2, P3, P5, dan P6.

Penambahan biochar plus diyakini dapat menahan nutrisi di dalam tanah, dengan begitu unsur hara mudah diserap oleh tanaman yang kemudian disebarkan ke seluruh bagian tanaman sehingga bobot segar tanaman lebih tinggi. Hal ini didukung oleh Dermawan (1983) yang menyatakan bahwa ketersediaan unsur hara yang cukup akan mempengaruhi proses metabolisme pada tanaman, sehingga akan meningkatkan hasil fotosintesis dan menambah berat segar tanaman.

Hasil BNJ 5% BBK akar menunjukkan bahwa pemberian biochar plus secara statistik berpengaruh secara nyata. Pada tabel 4.4 terlihat bahwa perlakuan P6 menunjukkan berat tertinggi, yaitu 5,67 gram/tanaman, diikuti P4 (4,67 g/tanaman), P3 (4,33 g/tanaman), P5 dan P2 (4,0 g/tanaman), P1 (3,33 g/tanaman), dan terendah P0 (3,0 g/tanaman); walaupun demikian perlakuan P6 (tanpa biochar plus) tidak berbeda dengan perlakuan P2, P3, P4, dan P5. Lingga (2005) mengemukakan bahwa jika unsur hara yang dibutuhkan tanaman tersedia dalam jumlah

yang cukup, maka hasil metabolisme seperti sintesis biomassa akan meningkat, akibatnya berat berangkas kering tanaman semakin bertambah. Tidak berbedanya berat berangkas kering tanaman pada perlakuan tanpa dan dengan penambahan biochar plus sejalan dengan hasil penelitian Surianingsun (2012) yang menunjukkan bahwa pemberian biochar tempurung kelapa belum memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

Serapan N dan P pada Tanaman Jagung Manis

Hasil analisis serapan N dan P pada tanaman jagung manis diperoleh dengan cara mengkalikan nilai N atau P jaringan tanaman dengan berat berangkas keringnya. Data hasil perhitungan serapan N dan P tanaman disajikan pada Tabel 4.5.

Hasil analisis serapan N pada tanaman bagian atas menunjukkan *trend* atau kecenderungan yang sama dengan serapan N pada bagian akar tanaman. Sebagaimana terlihat pada Tabel 4.5, nilai serapan N bagian atas tanaman dan serapan N bagian akar tertinggi diperoleh pada perlakuan P6 (101,35 dan 3,90 mg/tanaman), diikuti P4 (93,95 dan 3,13 mg/tanaman), P3 (79,99 dan 2,87 mg/tanaman), P5 (73,18 dan 2,66 mg/tanaman), P2 (68,20 dan 2,40 mg/tanaman), P1 (57,46 dan 1,98 mg/tanaman), dan terendah P0 (40,04 dan 1,64 mg/tanaman). Serapan N yang memadai penting untuk mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman seperti daun, batang, dan akar (Kasno, 2009).

Tabel 7. Hasil Serapan N dan P pada Tanaman Jagung Manis

Perlakuan	Serapan N (mg/tanaman)	Serapan P (mg/tanaman)
	rata-rata	
P0 (tanaman)	40.04	12.98
P1 (tanaman)	57.46	12.30
P2 (tanaman)	68.20	15.01
P3 (tanaman)	79.99	16.73
P4 (tanaman)	93.95	20.02
P5 (tanaman)	73.18	15.78
P6 (tanaman)	101.35	24.35
P0 (akar)	1.64	0.30
P1 (akar)	1.98	0.36
P2 (akar)	2.40	0.44
P3 (akar)	2.87	0.50
P4 (akar)	3.13	0.59
P5 (akar)	2.66	0.50
P6 (akar)	3.90	0.72

Sementara itu, pada hasil analisis serapan P jaringan tanaman tampak bahwa P6 menghasilkan nilai tertinggi, yaitu 24,35 mg/tan, diikuti perlakuan P4 (20,02 mg/tanaman), P3 (16,73 mg/tanaman), P5 (15,01 mg/tanaman), P2 (15,01 mg/tanaman), P0 (12,98 mg/tanaman), dan P1 (12,30 mg/tanaman). Superioritas P6 juga ditunjukkan pada hasil analisis serapan P pada bagian akar tanaman. P6 memiliki nilai serapan P tertinggi yaitu 0,72 mg/tanaman, diikuti oleh P4 (0,59 mg/tanaman), P5 dan P3 (0,50 mg/tanaman), P2 (0,44mg/tanaman), P1 (0,36 mg/tanaman), dan terendah P0 (0,30 mg/tanaman). Terpenuhinya unsur hara P penting untuk menjaga agar proses metabolic seperti fotosintesis, transportasi dari akar ke daun, dan translokasi asimilat dari daun keseluruh jaringan tanaman dapat berjalan dengan optimal (Affandi, 2002).

Menurut Munawar (2011) berat berangkas kering tanaman merupakan cerminan dari kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara yang tersedia. Semakin tinggi nilai berat berangkas kering tanaman menunjukkan semakin banyak unsur hara yang diserap oleh tanaman. Semakin tinggi hara yang terserap atau semakin tinggi serapan unsur hara, maka akan semakin optimal laju pertumbuhan tanaman.

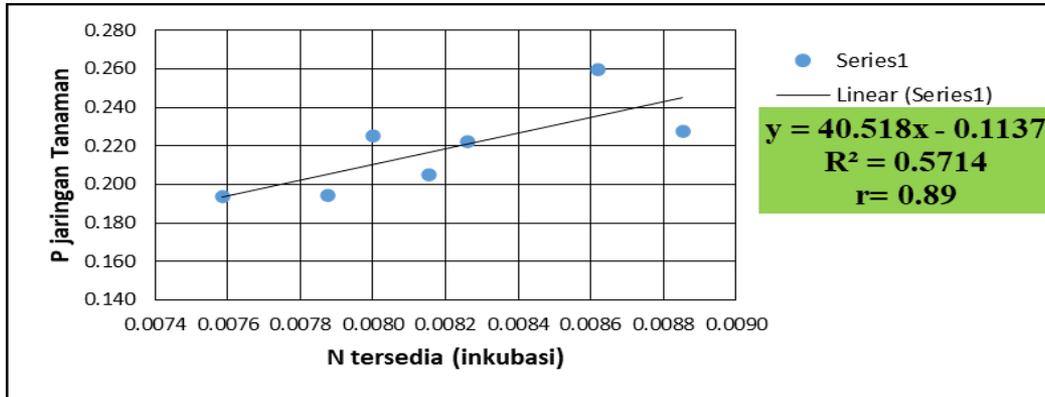
Korelasi Antara Hasil Analisis Tanah Dengan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara hasil analisis tanah dengan pertumbuhan dan hasil tanaman, maka dilakukan analisis regresi korelasi. Hasil perhitungan analisis regresi korelasi secara lengkap disajikan pada Tabel 8.

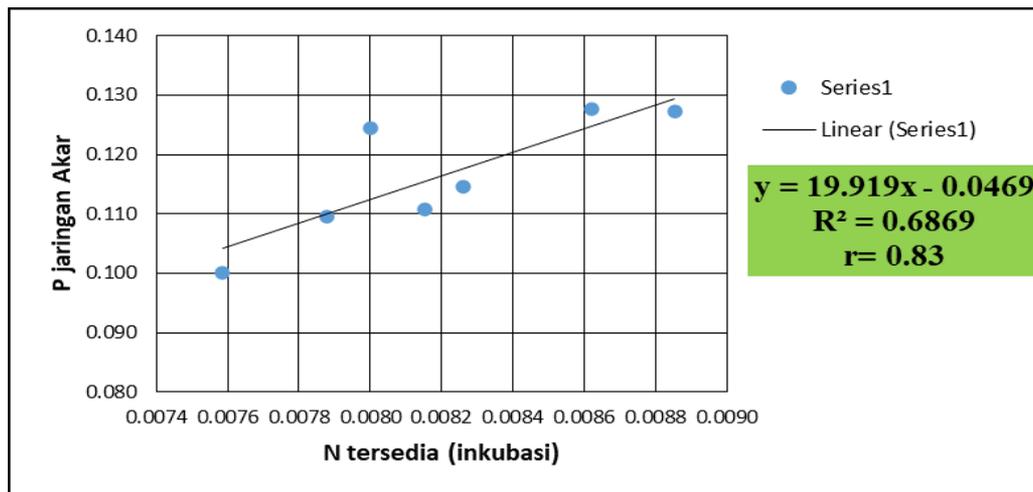
Tabel 8. Hasil Analisis Tanah Dengan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Korelasi	Persamaan	R ²	r
N- tersedia tanah inkubasi dengan P- jaringan tanaman bagian atas	Y= 40,518x – 0,1137	0,57	0,89
N- tersedia tanah inkubasi dengan P- jaringan tanaman bagian akar	Y= 19,919x – 0,0469	0,69	0,83
P- tersedia tanah inkubasi dengan N- jaringan tanaman bagian atas	Y= 0,0183x + 0,3599	0,95	0,97
P- tersedia tanah inkubasi dengan N- jaringan tanaman bagian akar	Y= 0,005x + 0,2694	0,78	0,88

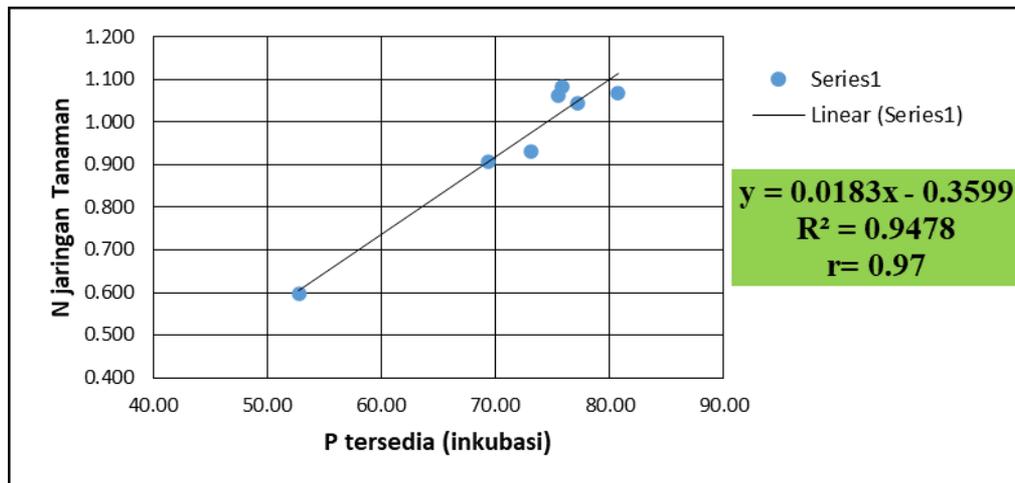
Hasil analisis regresi korelasi pada Tabel 8 menunjukkan bahwa hasil analisis tanah berkorelasi positif dengan pertumbuhan dan hasil tanaman. Nilai koefisien korelasi positif ini menunjukkan adanya hubungan yang searah antar dua variabel tersebut (Sarwono, 2006). Sebaran nilai hasil analisis tanah dengan pertumbuhan dan hasil tanaman disajikan pada gambar 1, 2, 3 dan 4.



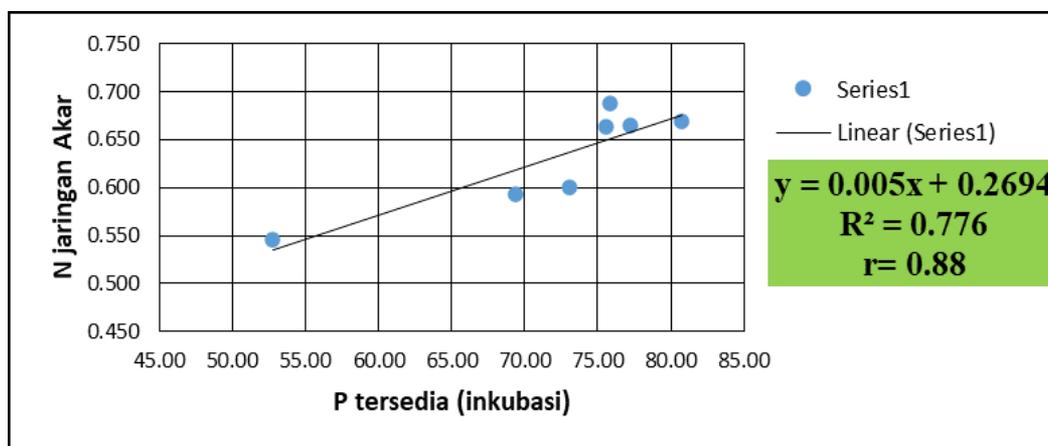
Gambar 1. Hubungan antara N- tersedia tanah inkubasi dengan P- jaringan tanaman bagian atas



Gambar 2. Hubungan antara N- tersedia tanah inkubasi dengan P- jaringan tanaman bagian akar



Gambar 3. Hubungan antara P- tersedia tanah inkubasi dengan N- jaringan tanaman bagian atas



Gambar 3. Hubungan antara P- tersedia tanah inkubasi dengan N- jaringan tanaman bagian akar

Pada Gambar 1, 2, 3 dan 4 menunjukkan korelasi yang positif antara ketersediaan unsur hara N dan P tanah inkubasi dengan N dan P jaringan pada tanaman. Adanya interaksi positif ini mempertegas bahwa ketersediaan N di dalam tanah sangat mempengaruhi serapan tanaman terhadap P ataupun sebaliknya dimana ketersediaan P di dalam tanah akan mempengaruhi serapan tanaman terhadap N. Nitrogen berperan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar sehingga tanaman mampu menyerap P lebih efektif dan selain itu N juga merupakan penyusun utama enzim fosfatase yang terlibat dalam proses mineralisasi P di tanah (Wang *et al*, 2007 dan Horner, 2008).

Bentuk interaksi yang positif ini menunjukkan bahwa hara N dan P memiliki fungsi atau peran yang berbeda bagi tanaman. Hara N berfungsi sebagai penyusun protein, klorofil, asam amino, dan banyak senyawa organik lainnya, sedangkan P adalah penyusun fosfolipid nucleoprotein, gula fosfat dan khususnya pada transport dan penyimpanan energi yang mana fungsi dan peranan sebagian besar dari bahan/senyawa tersebut saling mendukung dan melengkapi (Gardner *et al*, 1991, Havlin *et al*, 2005, dan Barker and Pilbeam, 2007).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi biochar plus secara statistik berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat berangkas basah tanaman, berat berangkas kering akar, dan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, berat berangkas basah akar, dan berat berangkas kering tanaman.
2. Pemberian biochar plus memberikan hasil tinggi tanaman dan berangkas basah tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk phonska saja atau tanpa phonska.
3. Serapan N dan P menunjukkan bahwa perlakuan P6 memiliki nilai tertinggi, yaitu serapan P bagian atas tertinggi dengan nilai 24,35 mg/tan, dan pada akar 0,72 mg/tan, serta nilai serapan N bagian atas tertinggi yaitu 101,35 mg/tan dan pada akar 3,90 mg/tan.
4. Hasil analisis regresi korelasi menunjukkan adanya korelasi positif antara pertumbuhan dan hasil tanaman. Nilai koefisien korelasi tertinggi diperoleh pada korelasi P-tersedia tanah inkubasi dengan N-jaringan tanaman bagian atas ($r = 0,97$).

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah membantu sehingga penyusunan Jurnal ini dapat penulis selesaikan. Khususnya penulis khaturkan banyak terimakasih yang tak terhingga kepada Bapak Ir. R. Sri Tejowulan, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing utama, dan Bapak Ir. R. Sutriyono, MP. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam kesempurnaan Jurnal ini.

Selanjutnya penulis sampaikan terimakasih yang terdalam kepada kedua orang tua, serta segenap keluarga atas do'a, harapan dan segala pengorbanannya yang tak terbilang selama ini. Penulis juga sampaikan terimakasih kepada teman-teman seperjuangan yang telah berpartisipasi dan membantu dalam pembuatan Jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R. dan Usman M. T. 2002. Fisiologi Hewan Air. Unri Press. Pekanbaru.
- Al-Amin N.S. 2008. *Pengaruh Kascing Dan Pupuk Anorganik Terhadap Efisiensi Serapan P Dan Hasil Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Sturt) Pada Alfisols Jumantono*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Atmojo, S. W. 2003. Peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah dan upaya pengelolaannya. Sebelas Maret University Press. Surakarta.
- Barker AV., Pilbeam DJ. 2007. Hand Book of PlantNutrition. CRC Press. NewYork.
- Bhaskoro, A.W., K. Novalia, dan Syekhfani. 2015. Efisiensi pemupukan nitrogen tanaman sawi pada inceptisol melalui aplikasi zeolit alam. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2 (2): 219-226.
- Chairani. 2006. Pengaruh fosfor dan pupuk kandang kotoran sapi terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*) pada lahan sawah tadah hujan di Kabupaten Langkat Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Pertanian* 25(1):8-17.
- Darmawan, J. 1983. *Dasar-dasar Ilmu Fisiologi Tanaman*. PT Sundaru Utama. Semarang.
- Dwijosapoetra, D. 1986. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. Gramedia. Jakarta.
- Ermadani. 2004. *Korelasi Uji Fosfor Tanah Ultisol Untuk Tanaman Jagung (Zea mays L.) [Soil Test Correlation of Phosphorous for Ultisol Planted With Corn (Zea mays L.)]*. *Jurnal Agronomi* 8(1): 47-52. ISSN 1410-1939.
- Gani, A. 2009. Pemanfaatan Arang Hayati (Biochar) Untuk Perbaikan Lahan Pertanian. Bahan Seminar di Puslitbangtan Bogor. Tanggal 18 Agustus 2020.
- Gardner FP, RB Pearce and RL Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya – (Physiology of Crop Plants)*. UI-Press. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. dan L. Rayes. 2005. *Tanah Sawah, Karakteristik, kondisi, dan permasalahan Tanah Sawah di Indonesia*. Bayumedia Malang. Jawa Timur.
- Havlin JL, JD Beaton, SL Tisdale and WL Neslon. 2005. *Soil Fertility and Fertilizer*. An introduction to nutrient management. Seventh Edition. Pearson Education Inc. upper Saddle River, New Jersey.
- Horner ER. 2008. The effect of nitrogen application timing on plant available phosphorus. *Thesis*. Graduate School of The Ohio State University. USA.
- Irwan, A.W., A. Wahyudin dan Farida. 2005. Pengaruh Dosis Kascing dan Bioaktivator Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Yang Dibudidayakan Secara Organik. *Jurnal Kultivasi* 2005, Vol. 4(2): 136 – 140. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Jamilah dan N. Safridar. 2012. Pengaruh dosis urea, arang aktif dan zeolite terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.). *J. Agrista*. 16 (3): 153-162.
- Kasno. A. 2009. Respon Tanaman Jagung terhadap Pemupukan Fosfor pada Typic Dystrudepts. Balai Penelitian Tanah, Puslitbang Tanah dan Agroklimat. ISSN 0852-257X.
- Lingga, P., dan Marsono. 2005. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lingga, P., dan Marsono. 2008. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ma'shum M. 2005. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Mataram University Press. Mataram.
- Munawar A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. IPB Press. Bogor.
- Nurida, N. L., Rahman; dan Sutono. 2005. Potensi Pembenh Tanah Biochar Dalam Pemulihan Sifat Tanah Terdegradasi dan Peningkatan Hasil Jagung. *Buana sains* 12;1: 69-74.
- Prihantoro, H. 2007. *Memupuk Tanaman Sayur*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rachman, L. M., Latifa, N. dan Nurida, N. L. 2015. Efek Sistem Pengolahan Tanah Terhadap Bahan Organik Tanah, Sifat Fisik Tanah, Dan Produksi Jagung Pada Tanah Podsolik Merah Kuning Di Kabupaten Lampung Timur. Palembang. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2015.1-9hal.
- Rizal, S. 2017. Pengaruh nutrisi yang diberikan terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) yang ditanam secara hidroponik. *Jurnal Sainmatika*. 14 (1): 38-44.
- Roesmarkam, A., dan N. W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Rostaliana, Pevi and Priyono, Prawito and Edhi, Turmudi. 2013. Pemanfaatan Biochar Untuk Perbaikan Kualitas Tanah Dengan Indikator Tanaman Jagung Hibrida Dan Padi Gogo Pada Sistem Lahan Tebang Bakar. Master thesis, fakultas pertanian unib. <http://repository.unib.ac.id/id/eprint/1377> diakses pada tanggal 11 September 2020
- Sarwono, J. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sudjana, B. 2014. Pengaruh Biochar dan NPK Majemuk Terhadap Biomass dan Serapan Nitrogen Di Daun Tanaman Jagung (*Zea mays*) Pada Tanah Typic Dystrudepts. Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang. Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan* Juni 2014 Vol. 3 No.1 ISSN 2302-6308.
- Sukartono. 2011. Pemanfaatan Biochar Sebagai Bahan Amendemen Tanah Untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Air Dan Nitrogen Tanaman Jagung (*Zea Mays*) Di Lahan Kering Lombok

- Utara. Laporan Hasil Penelitian Disertasi Doktor Tahun Anggaran 2011 <http://karyailmiah.fp.ub.ac.id/fp/wpcontent/uploads/2012/11/sukartono>. Pdf diunduh pada tanggal 16 Maret 2021.
- Surianingsun. 2012. Kajian Biochar Tempurung Kelapa Dalam Meningkatkan Hasil Dan Efisiensi Penggunaan Pupuk Nitrogen Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L) Serta Perbaikan Sifat Tanah Berpasir Kabupaten Lombok Utara. Tesis 2012.
- Sutarto, Alimoeso. 2009. *Pengembangan Industri Pupuk Organik*. Seminar Nasional Departemen Pertanian (DEPTAN). Jakarta.
- Sutedjo, M. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Syukur, M., dan A. Rifianto., 2013. *Jagung Manis*. Penebar Swadaya. Jakarta. 124 hlm.
- Wahyuni, S., Harsanti, dan Ardiwinata. 2011. *Aplikasi Urea Berlapis Arang Aktif pada Lahan Padi*. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian.
- Wang YP, BZ Houlton and CB Field. 2007. A model of biogeochemical cycles of carbon, nitrogen, and phosphorus including symbiotic nitrogen fixation and phosphatase production. *Global Biogeochemical Cycles* 21, 1018-1029.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media. Yogyakarta.