

HUBUNGAN POROSITAS TANAH DAN AIR TERSEDIA DENGAN BIOMASSA TANAMAN JAGUNG MANIS DAN BROKOLI SETELAH DIBERIKAN KOMBINASI TERAK BAJA DAN BOKASHI SEKAM PADI PADA ANDISOL, LEMBANG

Henly Yulina*¹, Rina Devnita² dan Rachmat Harryanto³

¹Fakultas Pertanian, Universitas Wiralodra, Indramayu

^{2,3}Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

*henlyyulina2089@unwir.ac.id

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengetahui hubungan antara porositas tanah dan air tersedia terhadap biomassa tanaman jagung manis dan brokoli setelah diberikan kombinasi terak baja dan bokashi sekam padi pada Andisol Lembang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama terak baja dan faktor kedua bokashi sekam padi masing-masing 4 taraf : 0%, 2,5%, 5,0%, dan 7,5%, diulang dua kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara porositas tanah dan air tersedia dengan biomassa tanaman jagung manis dan brokoli, namun biomassa kedua tanaman tidak dipengaruhi oleh porositas tanah dan air tersedia tersebut namun dipengaruhi oleh faktor fisika tanah lain, seperti bobot isi dan kemandapan agregat tanah.

Kata kunci : terak baja, bokashi sekam padi, porositas tanah, air tersedia, biomassa tanaman

Abstract

The objective of this research was to find out the relationship between soil porosity and water available on the biomass of sweet corn and broccoli after given combination steel slag and bokashi of husk on Andisol Lembang. This study used a randomized block design factorial with two factors. The first factor was steel slag and the second factor was bokashi of husk. Each of them consisted of 4 levels : 0%, 2.5%, 5.0% and 7.5% with two replication. The result of this research showed there was a relationship between soil porosity and water available on the biomass of sweet corn and broccoli, however, the biomass of two plants is not affected by soil porosity and water available, but is influenced by other soil physical factors, such as bulk density and soil aggregate stability.

Keyword: steel slag, bokashi of the husk, soil porosity, water available, plant biomass

Pendahuluan

Andisol adalah tanah yang berkembang dari bahan induk abu gunungapi (Devnita, 2010) dan mempunyai potensi tinggi untuk pertanian karena

memiliki beberapa sifat fisika dan kimia tanah yang baik, seperti bobot isi tanah rendah, permeabilitas tanah tinggi, kandungan bahan organik tinggi dan kandungan unsur hara yang tinggi, meskipun demikian Andisol memiliki beberapa kendala diantaranya ketersediaan unsur P yang rendah.

Rendahnya ketersediaan P pada Andisol disebabkan oleh fraksi koloidnya yang didominasi oleh mineral ordo kisaran pendek, seperti alofan, imogolit, ferihidrit dan kompleks Al-humus (Hardjowigeno, 2003 dan Tan, 1998). Alofan adalah mineral liat tanah yang sangat reaktif (Sukmawati, 2011) karena mempunyai permukaan spesifik yang luas (Uehara dan Gillman, 1981) dan mempunyai banyak gugus fungsional aktif, seperti Fe dan Al (Bohn *et al.*, 1979) yang bermuatan positif, sehingga dapat mengikat fosfat yang bermuatan negatif. Hal ini yang menyebabkan retensi P pada Andisol sangat tinggi lebih dari 85%.

Silikat dan bahan organik merupakan anion yang memiliki muatan negatif yang tinggi, sehingga dapat melepaskan anion-anion seperti fosfat dari kompleks jerapan (Tan, 1998). Pada penelitian ini silikat terdapat dalam terak baja dan bahan organik dalam bentuk bokashi sekam padi. Pemberian silikat dapat melepaskan ion fosfat dari tapak jerapan dan dapat menurunkan retensi fosfat. Sekam padi merupakan salah satu bahan baku pembuatan bokashi. Sekam padi di Indonesia sangat melimpah keberadaannya, dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 15-20% (Widowati, 2001). Kandungan silikat yang terdapat dalam sekam padi mencapai 16,98% (Gaur and Reed, 1998).

Di sisi lain bokashi adalah bahan organik yang difermentasikan dengan EM4 atau Effective Microorganism 4 yang mengandung mikroorganisme fotosintetik, *lactobacillus*, ragi dan fungi *aktinomicetes* yang dapat meningkatkan keragaman dan jumlah mikroorganisme tanah, sehingga dapat memperbaiki kesehatan dan kualitas tanah yang selanjutnya dapat memperbaiki pertumbuhan, mutu, jumlah biomassa dan produksi tanaman (Suyono dkk., 2008).

Bahan organik sebagai salah satu bahan pembentuk tanah berperan dalam memperbaiki, mempertahankan ataupun meningkatkan sifat fisika,

kimia, maupun biologi tanah mineral. Hal ini disebabkan bahan organik setelah mengalami pelapukan akan membentuk senyawa bersifat koloid yang sangat reaktif. Sifat koloid inilah yang membuat bahan organik mampu memperbaiki sifat kimia dan fisika tanah.

Bahan organik dapat memperbaiki sifat fisika tanah dengan membentuk dan memantapkan agregat tanah. Tanah dengan agregat yang mantap akan mampu mempertahankan kondisi tanah dari serangan energi luar, seperti energi kinetik curah hujan dan pengolahan tanah (Yulnafatmawita dkk., 2012). Selain itu bahan organik mampu mengikat butir tunggal menjadi agregat dari agregat mikro menjadi agregat meso dan makro yang mempunyai ruang pori antara agregat tersebut. Semakin besar agregat yang terbentuk, ruang pori yang bersebelahan dengan agregat juga semakin besar (Yulnafatmawita dkk., 2010) dan bobot isi tanah semakin rendah, sehingga kapasitas tanah dalam meretensi air pun tinggi. Penambahan bahan organik juga dapat meningkatkan biomassa tanaman, seperti biomassa tanaman jagung manis pada setiap kelas lereng (Yulnafatmawita, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa bahan organik yang ditambahkan mampu memperbaiki kondisi zona perakaran tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik dan produksi biomasnya lebih tinggi.

Tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah jagung manis dan brokoli. Jagung manis dan brokoli merupakan tanaman hortikultura yang bernilai tinggi bagi produsen dan konsumennya. Produsen memiliki potensi untuk mendapatkan pendapatan yang lebih tinggi dari usaha yang dilakukannya karena pada umumnya komoditas sayuran memiliki harga jual dan skala komersialisasi yang lebih tinggi dibandingkan komoditas pangan, sedangkan bagi konsumen, memberikan manfaat yang baik untuk kesehatan karena memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi (Perdana dkk., 2013). Di Jawa Barat, luas area panen jagung manis adalah 138,957 ha dengan produksi 412,020 ton dan hasil rata-rata 29,65 kuintal per ha (Nurawan dkk., 2010) dan kubis sebesar 14,439 ha dengan produksi 317,527 ton dan hasil rata-rata 21,99 ton per ha (Badan Pusat Statistik, 2013). Jagung manis dan brokoli menghasilkan buah dan biji sebagai produk pertaniannya

Unsur hara P merupakan unsur hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan produksi tanaman (Rasyid, 2012) salah satunya untuk merangsang pertumbuhan akar, mempercepat kematangan buah dan biji (Suyono dkk., 2008). Pemberian terak baja dan bokashi sekam padi diharapkan dapat mengurangi retensi P, meningkatkan ketersediaan P tanah dan memperbaiki kondisi

perakaran, sehingga akan meningkatkan biomassa tanaman.

Pengaruh pemberian terak baja dan bokashi sekam padi terhadap sifat kimia tanah telah banyak diteliti dan memberikan pengaruh yang baik terhadap sifat kimia tanah tersebut, namun pengaruhnya terhadap sifat fisika tanah belum banyak diteliti. Diharapkan pemberian terak baja dan bokashi sekam padi dapat meningkatkan ketersediaan air dan bobot isi tanah pada tanaman jagung manis dan brokoli.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) Lembang, dari September sampai February 2014. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah terak baja dan faktor kedua adalah bokashi sekam padi, masing-masing terdiri dari empat taraf, yaitu 0%, 2,5%, 5,0% dan 7,5% yang diulang sebanyak dua kali. Total kombinasi perlakuan adalah $4 \times 4 \times 2 = 32$ pot percobaan \times 2 tanaman = 64 pot percobaan. Terak baja diperoleh dari PT. Krakatau Steel dan Bokashi sekam padi telah dibuat di Pedca Unpad. Kombinasi perlakuan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Terak Baja dan Bokashi Sekam Padi.

Terak Baja (T)	Bokashi Sekam Padi (B)			
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
t ₀	t ₀ b ₀	t ₀ b ₁	t ₀ b ₂	t ₀ b ₃
t ₁	t ₁ b ₀	t ₁ b ₁	t ₁ b ₂	t ₁ b ₃
t ₂	t ₂ b ₀	t ₂ b ₁	t ₂ b ₂	t ₂ b ₃
t ₃	t ₃ b ₀	t ₃ b ₁	t ₃ b ₂	t ₃ b ₃

Hubungan antara masing-masing perlakuan selanjutnya di analisis menggunakan model regresi linier sederhana menurut Gasperz :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon$$

$$\hat{Y} = a + bX$$

dimana :

\hat{Y} = peubah tak bebas (biomassa tanaman)

X = peubah bebas (bobot isi, kemantapan agregat, total porositas dan air tersedia)

a = koefisien intercept

b = koefisien regresi

Berdasarkan model linier di atas, maka disusun analisis regresi linier sederhana yang dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Analisis Regresi Linier Sederhana

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F hitung	F _{0,05}
R (b/a)	1	JK R	KT R	KT R/KTG	
Galat (ε)	n-2	JKG	KTG	-	
Total	n-1				

Sumber : Gasperz (1991).

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari beberapa titik di Balitsa dengan kedalaman 0-20 cm. Tanah kemudian dicampurkan dengan perlakuan dan dimasukkan kedalam 64 polybag (dengan ukuran 60x 60 cm). Inkubasi dilakukan selama 4 minggu. Selama inkubasi berlangsung, secara berkala (1 minggu 2 kali) akan dilakukan penimbangan berat tanah untuk mengetahui apakah terjadi penurunan berat tanah. Jika terjadi penurunan berat tanah selama inkubasi maka dilakukan pemberian air hingga mencapai berat tanah awal apasitas lapang).

Penanaman benih jagung manis dengan cara ditugal atau digarit. Jagung manis mencapai fase generatif akhir sekitar 80-100 hst (Zuraida, 2010) dengan jarak tanam 75 cm x 25 cm. Pupuk yang digunakan adalah 300 kg ha⁻¹ Urea, 150 kg ha⁻¹ SP-36 dan 50 kg ha⁻¹ KCl (Zuraida, 2010). Fase pertumbuhan vegetatif akhir berkisar antara 45-52 hari (Subekti dkk., 2007), ditandai oleh adanya cabang terakhir dari bunga jantan sebelum kemunculan bunga betina (silk/ rambut tongkol).

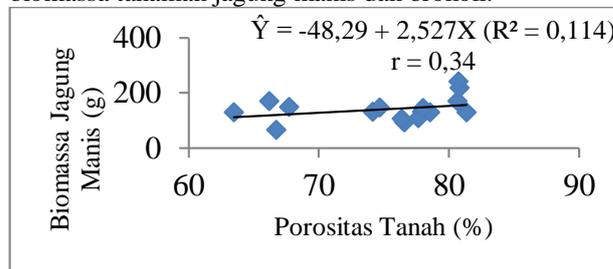
Brokoli dapat dipanen pada umur 72 hari setelah tanam (Wasonowati, 2009) Pupuk yang digunakan adalah 200 kg ha⁻¹ Urea, 250 kg ha⁻¹ SP-36 dan 200 kg ha⁻¹ KCl dengan jarak tanam 60 cm x 40 cm. Pada saat bunga sudah padat dan kompak dengan cara memotong pangkal batangnya dengan menyisakan 6-7 helai daun sebagai pembungkus bunga. Produksinya berkisar antara 15-30 ton ha⁻¹ kualitas pasar (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, 2013).

Sampel tanah di ambil pada setiap perlakuan dengan menggunakan ring sampel untuk analisis porositas tanah dan air tersedia. Penentuan total porositas tanah dengan metode Gravimetrik dan air tersedia dengan metode *Pressure Plate Apparatus*. Kegiatan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Konservasi dan Fisika Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran dan Laboratorium Fisika Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Hasil dan Pembahasan

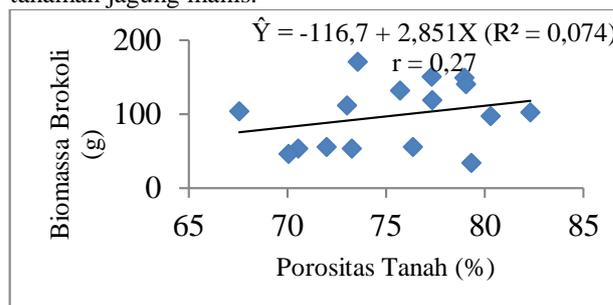
Hubungan Porositas Tanah dengan Biomassa Tanaman Jagung Manis dan Brokoli Setelah Panen

Aerasi tanah yang baik disertai dengan meningkatnya infiltrasi akan menunjang pertumbuhan akar, sehingga pertumbuhan dan biomassa tanaman juga akan baik. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 dimana terdapat hubungan antara porositas tanah dengan biomassa tanaman jagung manis dan brokoli.



Gambar 1. Hubungan Porositas Tanah dengan Biomassa Tanaman Jagung Manis Setelah Panen.

Data pada Gambar 1 menunjukkan bahwa porositas tanah (X) mempunyai hubungan dengan biomassa tanaman jagung manis (Y), semakin tinggi jumlah porositas tanah maka biomassa tanaman jagung manis semakin besar (r= 0,34). Berdasarkan persamaan regresi linier $\hat{Y} = - 48,29 + 2,527X$ ($R^2 = 0,114$), biomassa tanaman jagung manis dipengaruhi oleh porositas tanah sebesar 34%. Faktor-faktor lain memberikan pengaruh sebesar 66% terhadap biomassa tanaman jagung manis.



Gambar 2. Hubungan Porositas Tanah dengan Biomassa Tanaman Brokoli Setelah Panen.

Data pada Gambar 2 menunjukkan bahwa porositas tanah (X) mempunyai hubungan dengan biomassa tanaman brokoli (Y), semakin tinggi jumlah porositas tanah maka biomassa tanaman brokoli semakin

Berdasarkan data pada gambar hubungan porositas tanah dengan biomassa kedua tanaman di atas, maka disusun persamaan regresi ketiga tanaman yang dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah in

Tabel 3. Daftar Persamaan Regresi Hubungan Biomassa Tanaman JagungvManis dan Brokoli dengan Porositas Tanah.

Tanaman	Persamaan Regresi	R ²	r
Jagung Manis	$\hat{Y} = - 48,29 + 2,527X$	0,114	0,34
Brokoli	$\hat{Y} = - 116,7 + 2,851X$	0,074	0,27

Keterangan : *) berbeda nyata

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa biomassa tanaman jagung manis dan brokoli tidak dipengaruhi oleh porositas tanah. Pada penelitian ini jagung manis dan brokoli mempunyai akar yang lebih panjang, sehingga diperlukan kekuatan penetrasi akar yang lebih besar untuk menembus tanah. Ukuran agregat tanah yang dibentuk oleh akar jagung manis dan brokoli pun lebih kecil karena akar jagung manis dan brokoli yang lebih panjang, partikel-partikel tanah yang dapat diikat pun lebih banyak.

Akar memerlukan rongga untuk dapat tumbuh dengan baik. Pada penelitian ini tanaman ditanam pada polibag dimana terjadi keterbatasan ruang, sehingga sebagian besar rongga terisi oleh partikel tanah. Pertumbuhan akar dalam tanah dilakukan dengan cara, akar masuk ke dalam pori tanah yang sama atau lebih besar daripada diameter akar. Selain itu tahanan mekanik tanah secara langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan akar. Pada kondisi ini penetrasi akar harus lebih besar daripada tahanan mekanik tanah untuk menggeser partikel atau agregat tanah (Greacen, 1981) bahkan menembus agregat tanah.

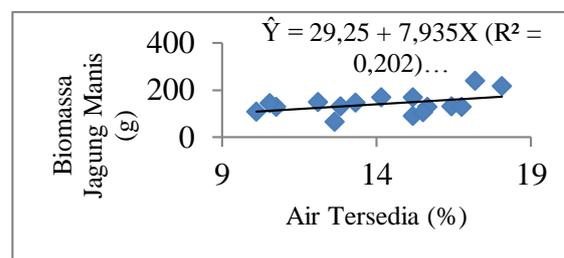
Pada penelitian ini jagung manis dan brokoli mempunyai akar yang lebih panjang, sehingga diperlukan kekuatan penetrasi akar yang lebih besar untuk menembus tanah. Ukuran agregat tanah yang dibentuk oleh akar jagung manis dan brokoli pun lebih kecil karena akar jagung manis dan brokoli yang lebih panjang, partikel-partikel tanah yang dapat diikat lebih banyak, sehingga biomassa tanaman jagung manis dan brokoli yang sebagian besar tidak dipengaruhi oleh porositas tanah.

Hubungan Air Tersedia dengan Biomassa Tanaman Jagung Manis dan Brokoli Setelah Panen

Semakin banyak pori air tersedia, maka semakin banyak air yang akan tersedia untuk tanaman, sehingga akan meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas

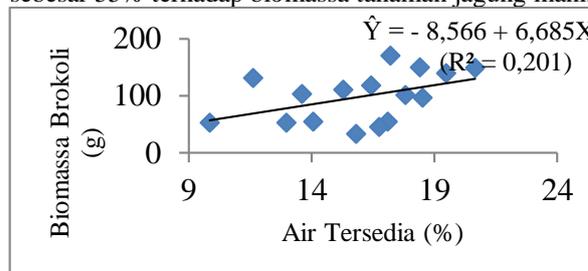
besar (r= 0,27). Berdasarkan persamaan regresi linier $\hat{Y} = - 116,7 + 2,851X$ (R² = 0,074), biomassa tanaman brokoli dipengaruhi oleh porositas tanah sebesar 27%. Faktor-faktor lain memberikan pengaruh sebesar 73% terhadap biomassa tanaman brokoli.

tanaman. Gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara air tersedia dengan biomassa tanaman jagung manis dan brokoli.



Gambar 3. Hubungan Air Tersedia dengan Biomassa Tanaman Jagung Manis Setelah Panen.

Data pada Gambar 3 menunjukkan bahwa air tersedia (X) mempunyai hubungan dengan biomassa tanaman jagung manis (Y), semakin banyak air yang tersedia bagi tanaman maka biomassa tanaman jagung manis semakin besar (r= 0,45). Berdasarkan persamaan regresi linier $\hat{Y} = 29,25 + 7,935X$ (R² = 0,202), biomassa tanaman jagung manis dipengaruhi oleh air tersedia sebesar 45%. Faktor-faktor lain memberikan pengaruh sebesar 55% terhadap biomassa tanaman jagung manis.



Gambar 4. Hubungan Air Tersedia dengan Biomassa Tanaman Brokoli Setelah Panen.

Data pada Gambar 4 menunjukkan bahwa air tersedia (X) mempunyai hubungan dengan biomassa tanaman brokoli (Y), semakin banyak air yang tersedia

bagi tanaman maka biomassa tanaman brokoli semakin besar ($r = 0,45$). Berdasarkan persamaan regresi linier $\hat{Y} = -8,566 + 6,685X$ ($R^2 = 0,201$), biomassa tanaman brokoli dipengaruhi oleh air tersedia sebesar 45%. Faktor-faktor lain memberikan pengaruh sebesar 55% terhadap biomassa tanaman brokoli.

Tabel 4. Daftar Persamaan Regresi Hubungan Biomassa Tanaman Jagung Manis dan Brokoli dengan Air Tersedia.

Tanaman	Persamaan Regresi	R ²	r
Jagung Manis	$\hat{Y} = 29,25 + 7,935X$	0,202	0,45 ^(m)
Brokoli	$\hat{Y} = - 8,566 + 6,685X$	0,201	0,45 ^(m)

Keterangan : ^(m) tidak berbeda nyata

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa biomassa kedua tanaman tidak dipengaruhi oleh air tersedia karena nilai koefisien korelasi (r) yang sama antara jagung manis (0,45) dan brokoli (0,45).

Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan sifat fisika tanah dengan pemberian terak baja dan bokashi sekam padi belum mampu memenuhi ketersediaan air tanah untuk pertumbuhan tanaman jagung manis dan brokoli, padahal pada penelitian ini tanah memiliki sifat-sifat fisika yang baik sebagai media pertumbuhan tanaman, seperti bobot isi tanah rendah, kemantapan agregat tanah yang stabil dan porositas tanah yang banyak.

Salah satu perbaikan sifat fisika tanah lain yang dapat menghasilkan biomassa tanaman yang baik adalah dengan pengolahan tanah. Pengolahan tanah mempunyai banyak manfaat untuk memperbaiki sifat fisik tanah diantaranya dapat melonggarkan tanah bagian bawah dari kedalaman normal pengolahan tanah (Chaudhary *et al.*, 1995), meningkatkan kedalaman akar (Chaudhary *et al.*, 1995), meningkatkan kecepatan infiltrasi (Mukhtar *et al.*, 1985), meningkatkan ketersediaan air untuk tanaman sepanjang kedalaman akar tumbuh dan meningkatkan penyimpanan air (Trowse, 1983).

Keterbatasan ruang pada polibag menyebabkan pertumbuhan akar kurang optimal, meskipun media tanam termasuk gembur (bobot isi rendah). Penggunaan polibag dapat menyebabkan tanah di bagian lebih dalam dapat mengalami pemadatan. Pada tanah-tanah yang padat kontak antara akar dan tanah lebih besar, tetapi pertumbuhan akar terhambat oleh ketahanan tanah yang besar tersebut, kemampuan akar untuk berkembang dalam tanah menjadi terbatas, sehingga tanaman kekurangan air atau hara (Pasioura, 1991; Bengough and Mullins, 1990). Pemberian air yang cukup diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, melalui akar setiap tanaman mengabsorpsi air secukupnya dari tanah untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Ketersediaan air tanah bagi tanaman tergantung dari jenis tanah dan kemampuan tanaman itu sendiri untuk memanfaatkan air yang ada.

Berdasarkan data pada gambar hubungan air tersedia dengan biomassa ketiga tanaman di atas, maka disusun persamaan regresi ketiga tanaman yang dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini :

Pada penelitian ini pemberian air dilakukan setiap 2 hari sekali selama fase vegetatif, setelah mencapai fase generatif awal pemberian air dilakukan setiap hari tergantung dari turunnya hujan. Pemberian air ini seharusnya disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman. Kebutuhan air setiap jenis tanaman berbeda, baik total maupun untuk setiap fase pertumbuhannya. Menurut Agus, dkk (2002) jagung manis memerlukan kebutuhan air sebesar 56 mm untuk fase awal, 167 mm fase vegetatif, 115 mm fase pembungaan, 250 fase pematangan dan 62 mm fase pemasakan, sehingga total kebutuhan air 650 mm/musim. Jumlah air yang diberikan untuk tanaman melebihi kebutuhan air tanamannya. Hal ini dapat dilihat dari total curah hujan bulan Februari – April (waktu pertumbuhan tanaman), yaitu 852,5 mm.

Interval pemberian air sangat berpengaruh terhadap kelembaban tanah, baik untuk setiap jenis tanaman maupun fase pertumbuhannya. Hasil penelitian Kurnia, dkk (2002) menunjukkan bahwa apabila air diberikan setiap hari, kelembaban tanahnya masih di atas 30% volume, sehingga pemberian air tersebut tidak efisien. Pemberian air dengan interval 2-4 hari masih memungkinkan tanaman tumbuh dengan baik, karena kelembaban tanah masih cukup tinggi (19,50 - 24,80% volume).

Kesimpulan

Terdapat hubungan antara porositas tanah dan air tersedia dengan biomassa tanaman jagung manis dan brokoli, namun biomassa kedua tanaman tidak dipengaruhi oleh porositas tanah dan air tersedia tersebut namun dipengaruhi oleh faktor fisika tanah lain, seperti bobot isi dan kemantapan agregat tanah. Hal ini dapat disebabkan karena keterbatasan ruang pada polibag menyebabkan pertumbuhan akar kurang optimal, meskipun media tanam termasuk gembur (bobot isi rendah). Penggunaan polibag dapat menyebabkan tanah di bagian lebih dalam dapat mengalami pemadatan, sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi terhambat begitupun dengan hasil akhir biomassa tanamannya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Rina Devnita, Ir., M. S., M. Sc dan kepada Dr. Rachmat Harryanto, Ir., M.S selaku pembimbing saya, sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini. Saya mengucapkan terima kasih juga kepada Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) , Lembang karena telah mengizinkan lahannya digunakan untuk penelitian.

Daftar Pustaka

- Agus, F., E. Surmaini dan N. Sutrisno. 2002. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering : Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Kubis, 2009-2013. Online; <http://www.bps.go.id/>. (Diakses tanggal 25 Juni 2014).
- Bohn, H. L., B. L. Mc. Neal and G. A. O'Connor. 1979. Soil Chemistry. John Wiley and Sons, New York.
- Chaudhary, M. R., Gajri, Prihar and Khera. 1995. Effect of Deep Tillage on Soil Physical Properties and Maize Yields on Coarse Textured Soils. Soil Tillage. 6 : 31-44.
- Devnita, R. 2010. Genesis dan Karakteristik Tanah Abu Gunungapi. Unpad Press, Bandung.
- Gaur, A. C. 1990. Phosphate Solubilizing Microorganisms as Biofertilizer. Omega Scientific Publisher, New Delhi.
- Greacen, E. L. (1981). Physical Properties and Water Relations. Red-Brown Earths of Australia. J. M. Oades, D. G. Lewis and K. Norrish (Eds.). Waite Agricultural Research Institute, University of Adelaide and CSIRO Division of Soils. Adelaide, South Australia. 83-96.
- Kurnia, U., M. S. Djunaedi dan G. Irianto. 2002. Irigasi Hemat Air pada Lahan Kering di Daerah Perbukitan Kritis Imogiri, D. I. Yogyakarta. Makalah Seminar Nasional Sumberdaya Lahan, Cisarua-Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Rasyid, B. 2012. Aplikasi Kompos Kombinasi Zeolit dan Fosfat Alam untuk Peningkatan Kualitas Tanah Ultisol dan Produktivitas Tanaman Jagung. Jurnal Agrisistem. 8 (1). ISSN: 1858-4330.
- Sukmawati. 2011. Jerapan P pada Andisol yang Berkembang dari Tuff Vulkan Beberapa Gunung Api di Jawa Tengah dengan Pemberian Asam Humat dan Asam Silikat. Media Litbang Sulteng IV (1) : 30 – 36. ISSN: 1979 – 5971.
- Gaspersz, V. 1991. Metode Perancangan Percobaan. CV. Armico, Bandung.
- Harjowigeno, S. 2003. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Mukhtar, S., Baker, Horton and Erbach. 1985. Soil Water Infiltration as Affected by the Use of the Paraplow. Trans. ASAE. 28 :1811-1816.
- Nurawan, A., M. Djaeni, I. Nurhati dan Y. Surdjanto. 2010. Keragaan Teknologi Budidaya Jagung Manis dalam Mendukung Sistem Usahatani Terpadu di Kabupaten Majalengka dan Sukabumi. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat, Bogor.
- Passioura, J. B. 1991. Soil Structure and Plant Growth. Australian Journal of Soil Research. 29 (6): 717 – 728.
- Perdana, T., J. Sauman dan E. Wulandari. 2013. Penerapan IPTEK untuk Meningkatkan Daya Saing Petani Sayuran dalam Memenuhi Permintaan Pasar Ekspor. Artikel Forum Tahunan LIPI 2013.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Hortikultura. 2013. Budidaya Tanaman Kubis. Online; <http://hortikultura.litbang.deptan.go.id/>. (Diakses tanggal 14 Juli 2013).
- Subekti, N. A., Syafruddin, R. Efendi dan S. Sunarti. 2007. Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Sulawesi.
- Suyono, A. D., T. Kurniatin, S. Mariam, M. Damayanti, T. Syammusa, A. Yuniarti, E. Trinurani dan Y. Machfud. 2008. Pupuk dan Pemupukan. Unpad Press, Bandung.
- Tan, K. H. 1998. Principles of Soil Chemistry. Marcel Decker Inc., New York.
- Trouse. A. C. 1983. Observations on Under the Row Subsoiling after Conventional Tillage. Soil Tillage Res. 3 : 67-81.
- Uehara, G and G. Gillman. 1982. The Mineralogy, Chemistry and Physics of Tropical Soil with Variable Charge Clays. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Wasonowati, C. 2009. Kajian Saat Pemberian Pupuk Dasar Nitrogen dan Umur Bibit pada Tanaman Brokoli (*Brassica oleraceae* var. Italica Planck). Agrovigor. 2 (1).
- Widowati, S. 2001. Pemanfaatan Hasil Samping Penggilingan Padi dalam Menunjang Sistem Agroindustri di Pedesaan. Buletin Agro Bio. 4 (1):33-38.
- Yulnafatmawita. 2006. Hubungan antara Status C-organik Tanah dan Stabilitas Agregat Ultisol Limau Manis Akibat Perubahan Penggunaan Lahan. Prosiding Seminar BKS Barat di Jambi 26-28 April.
- Yulnafatmawita, A., Saidi, Gusnidar, Adrinal dan Suyoko. 2010. Peranan Bahan Hijauan Tanaman

dalam Peningkatan Bahan Organik dan Stabilitas Agregat Tanah Ultisol Limau Manis yang ditanami Jagung (*Zea mays*). J. Solum. 7 (1) : 37-48.

Yulnafatmawita, A., R. A. Naldo dan A. Rasyidin. 2012. Analisis Sifat Fisika Ultisol Tiga Tahun Setelah Pemberian Bahan Organik Segar di Daerah Tropis Basah Sambar. J. Solum. 9 (2): 91-97. ISSN: 1824-7994.

Zuraida, R. 2010. Usaha Tani Padi dan Jagung Manis pada Lahan Tadah Hujan untuk Mendukung Ketahanan Pangan di Kalimantan Selatan (Kasus di Kec. Landasan Ulin Kotamadya Banjarbaru). Prosiding Pekan Serealia Nasional. ISBN : 978-979-8940-29-3.