

PENGARUH BOBOT ISI TANAH TERHADAP SIFAT FISIK TANAH DAN PERKECAMBAHAN BENIH KACANG TANAH DAN KEDELAI

(EFFECT OF SOIL BULK DENSITY ON SOIL PHYSICAL PROPERTIES AND SEED GERMINATIONS OF PEANUT AND SOYBEAN)

Oteng Haridjaja¹⁾, Yayat Hidayat¹⁾, Lina Siti Maryamah²⁾

ABSTRACT

Soil physical properties can affect to seed germination and plant growth. Soil compaction will degrade soil physical properties which in term will affect to root penetration and development in the soil. The improvements of soil physical properties is required to ensure seed germination and plant growth such treatment to maintain soil bulk density is quite low. The purpose of this research is to study the influence of soil compaction (soil bulk density) to soil physical characteristics and seed germination of peanuts and soybean. This research used Jasinga Podsolik Soil, conducted at Soil Physical Laboratory, Department of Soil Science and Land Resources, Faculty of Agriculture IPB, and Greenhouse of Center of Biological Resources and Biotechnology, Research and Community Services Agency, IPB (March-November 2009). Completed random design was used as experimental design and Duncan's Multiple Range Test (DMRT) was used to identify the effect of treatment. The bulk density results of the research showed that the increasing of soil bulk density (soil compaction) had significantly affect on pF curves, permeability rate, and soil resistance before or after planting. For peanut, soil compaction significantly affect to plant height and root length. Soil compaction did not significantly affect on stem diameter, number of leaves, canopy or root biomass. For soybean, the influence of soil compaction had significantly affect just only on plant height. Stem diameter, number of leaves, root length or root and canopy biomasses were not affected by soil compaction.

Keywords : Peanut, seed germination, soil bulk density, soil bulk density, soybean.

ABSTRAK

Sifat fisik tanah yang kurang baik akan menyebabkan perkembangan benih terganggu, sehingga penentuan bobot isi tanah sebagai indikator kepadatan tanah perlu dilakukan. Tujuan dari penelitian ini, diharapkan dapat melihat pengaruh kepadatan tanah yang dinyatakan dalam perbedaan bobot isi tanah dan mengetahui bobot isi yang paling baik untuk mendukung perkecambahan benih kacang tanah dan kedelai. Pengambilan sampel tanah podsolik Jasinga dilakukan pada bulan Maret 2009. Penentuan sifat fisik tanah dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan FAPERTA, IPB pada Bulan Agustus-Oktober 2009. Penanaman dilaksanakan pada bulan November 2009 di Rumah Kaca Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi, LPPM IPB. Rancangan percobaan yang digunakan :Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang selanjutnya dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 % dan dibuat persamaan regresi. Hasil penelitian menunjukkan: bahwa pada perlakuan tanpa tanaman, peningkatan kepadatan berpengaruh sangat nyata terhadap kurva pF, permeabilitas, dan resistensi, baik sebelum maupun setelah ditanami. Pada kacang tanah, peningkatan kepadatan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan panjang akar. Bobot isi tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang, jumlah daun, dan biomassa baik tajuk ataupun akar. Pada kedelai, pengaruh bobot isi berpengaruh nyata pada tinggi tanaman dan tidak berpengaruh nyata pada diameter batang, jumlah daun, panjang akar ataupun biomassa akar serta tidak berpengaruh nyata terhadap biomassa tajuk.

Kata kunci : Bobot isi, kacang tanah, kecambah, kedelai, sifat fisik.

PENDAHULUAN

Pemadatan tanah adalah penyusunan partikel-partikel padatan di dalam tanah karena ada gaya tekan pada permukaan tanah sehingga ruang pori tanah menjadi sempit (Pamungkas, 2004). Damanik (2007) menuturkan bahwa pemadatan tanah adalah

¹⁾Dep. Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

²⁾Alumnus Dep. Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

penyusutan partikel-partikel padatan di dalam tanah karena gaya tekan pada permukaan tanah sehingga ruang pori tanah menjadi sempit. Pematatan tanah merupakan hal yang tidak diinginkan dalam pertanian karena dapat mengurangi aerasi tanah, mengurangi ketersediaan air bagi tanaman dan menghambat pertumbuhan akar dan perkecambahan tanaman. Tanah yang padat akan mengurangi kapasitas memegang air, mengurangi kandungan udara, memberikan hambatan fisik yang besar pada penerobosan akar sehingga mengendalikan kapasitas kemampuannya memanen air, udara, dan hara (Wilson, 2006)

Perkembangan perkecambahan benih sangat dipengaruhi keadaan tanah sebagai tempat tumbuhnya. Dalamnya penetrasi akar berkorelasi kuat dengan tingkat kepadatan tanah. Makin tinggi tingkat kepadatan tanah makin sulit tingkat penetrasi akar. Makin tinggi tingkat kepadatan tanah maka makin berkurang persentase pori makro dan resistensi terhadap penetrasi akar makin meningkat. Penembusan tanah oleh akar dan batang kecambah dipengaruhi oleh sifat penetrabilitas tanah (Ningsih, 2007). Batang anak kecambah harus mendesak tanah yang menghimpitnya sehingga lapisan tanah teratas patah. Tenaga kecambah yang diperlukan untuk itu tergantung dari tebal dan keteguhan lapisan tanah.

Salah satu faktor produksi tanaman yang tergolong sangat penting adalah sifat fisik tanah. Meskipun suatu jenis tanah mempunyai sifat kimia yang baik, tanpa disertai dengan sifat fisik yang baik maka produksi tanaman tidak akan mencapai maksimal. Hal ini dikarenakan oleh tidak dapat diserapnya unsur-unsur hara yang terdapat dalam tanah secara maksimal dan secara normal. Selain itu jika sifat fisik tanah kurang baik maka perkembangan akar tanaman akan terganggu karena sulitnya akar tersebut menebus tanah atau berkembang dalam tanah sehingga akan kesulitan pula dalam mengambil unsur-unsur hara yang berada di sekitar tanaman. Berhubung dengan hal tersebut maka perbaikan sifat fisik tanah mutlak dilakukan termasuk penentuan bobot isi tanah yang paling optimum untuk perkembangan perkecambahan. Hardjowigeno (2002) menyatakan bahwa bobot isi menunjukkan perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah termasuk volume pori-pori tanah. Bobot isi merupakan petunjuk kepadatan tanah. Semakin padat suatu tanah maka semakin tinggi bobot isinya yang berarti tanah semakin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman. Untuk itu diperlukan penelitian tentang hubungan antara

kepadatan tanah yang dinyatakan dalam bobot isi dengan pertumbuhan kecambah tanaman.

Dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui dan melihat kepadatan tanah yang dinyatakan dalam perbedaan bobot isi tanah yang paling efektif untuk perkecambahan benih kedelai dan kacang tanah.

Semakin padat suatu tanah maka akan semakin sulit pertumbuhan benih dan proses perkecambahan pada tanah tersebut. Pertumbuhan benih akan lebih terhambat pada tanah yang lebih padat.

BAHAN DAN METODE

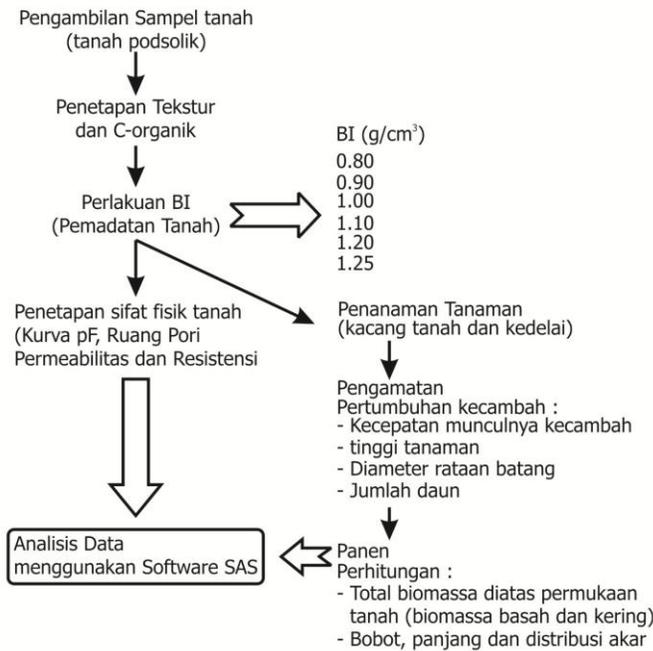
Pengambilan sampel tanah podsolik dilakukan pada minggu ke-3 bulan Maret 2009 di daerah Jasinga. Penentuan sifat fisik tanah dilakukan di Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada Agustus-Oktober 2009. Penanaman dilaksanakan pada bulan November 2009 di Rumah Kaca Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi, Lembaga Penelitian Pengabdian Kepada Masyarakat, Institut Pertanian Bogor.

Alat-alat yang digunakan ada dua macam yaitu yang dipakai di lapangan dan yang dipakai di laboratorium. Alat-alat yang dipakai di lapangan untuk pengambilan contoh tanah terganggu, diantaranya adalah ring sampel, cangkul, tali rafia, karung, dan spidol; sedangkan alat-alat yang dipakai di laboratorium diantaranya alat pemadat tanah, cawan timbang, oven, timbangan, piring berpori, *Pressure Plate Apparatus*, gelas piala, pengaduk batang gelas, gelas ukur, pipet, ayakan, gelas ukur, tabung sedimentasi, termometer, permeameter, pnetrometer, alat tulis dan kertas label.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah (sampel tanah yang di pakai adalah tanah podsolik Jasinga), benih kedelai, benih kacang tanah, H_2O_2 30%, HCl, Na-Hexametafospat.

Penelitian dilakukan dengan 6 perlakuan yaitu sampel tanah yang digunakan sebagai media tanam dibuat agar mempunyai bobot isi 0,80; 0,90; 1,00; 1,10; 1,20; dan 1,25 g/cm^3 . Masing - masing perlakuan ditanami benih kedelai dan kacang tanah di rumah kaca. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dengan penempatan setiap perlakuan secara acak. Dari penelitian ini jumlah total perlakuan yang harus diamati adalah 6 x 3 ulangan kacang tanah untuk dan 6 x 3 ulangan untuk kedelai.

Secara singkat tahapan penelitian dapat terlihat dalam gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian (tolong gambar diperbesar)

Proses pengumpulan data secara singkat dapat dilihat dalam tabel 1.

Tabel 1. Parameter yang diamati dan metode yang digunakan

No	Parameter yang diamati	Metode yang digunakan
1	Telstur	Pipet
2	Kadar air	Gravimetrik
3	Kurva pF	Gravimetrik
4	Ruang pori total	Perhitungan
5	Permeabilitas tanah	Permeameter
6	Resistensi tanah	Pneterometer
7	C – organik	Waikley dan Black
8	pH	

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang selanjutnya dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 % dan pengujian dalam bentuk persamaan regresi untuk uji sidik ragam yang nyata seperti yang dinyatakan oleh Mattjik (2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Penelitian

Penanaman dilakukan dalam ring sampel yang telah disesuaikan kepadatannya. Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah tersebut mempunyai tekstur liat dengan kandungan 11% pasir, 19% debu dan 70% liat. Tanah tersebut tergolong tanah masam dengan pH 4 dan kandungan C-organik yang relatif sedang yaitu sebesar 2,3% kadar air sebesar 52% dengan kepadatan 0,97 g/cm³.

Secara umum kondisi tanaman selama penelitian tergolong baik meskipun ada beberapa hama dan penyakit yang menyerang tanaman. Penyakit tanaman yang menyerang selama penelitian adalah layu fusarium sedangkan hama yang menyerang adalah semut. Selama penelitian, pengamatan dilakukan setiap hari selama 14 hari atau selama fase vegetatif awal yaitu sekitar pukul 09.00, sedangkan penyiraman tanaman dilakukan 3 kali sehari yaitu sekitar pukul 09.00, 13.00 dan 16.00. Hal ini dilakukan untuk menjaga kondisi air tanah agar tetap pada keadaan kapasitas lapang. Pemanenan dilakukan setelah 14 hari tanam atau pada saat akhir masa vegetatif awal.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Sifat-Sifat Tanah dan Pertumbuhan Perkecambahan Tanaman

Pengaruh perlakuan terhadap sifat-sifat tanah dan pertumbuhan perkecambahan tanaman secara terperinci dapat dilihat dalam tabel 2 dan tabel 3 menyajikan persamaan regresi dengan koefisien determinasinya.

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa kepadatan tanah memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar air pada pF 1,00; 2,00; 2,54; 4,20; ruang pori total (RPT); pori drainase sangat cepat; pori air tersedia; permeabilitas; dan nilai resistensi tanah baik sebelum ditanami tanaman maupun setelah di tanami tanaman, akan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap pori drainase cepat, pori drainase lambat, dan total pori drainase.

Hasil uji korelasi kepadatan tanah terhadap kurva pF menunjukkan bahwa kepadatan tanah mempunyai korelasi yang nyata terhadap kurva pF 1,00; 2,00; 2,54; ruang pori total (RPT); dan resistensi tanah baik sebelum di tanam maupun setelah di tanam (tabel 3). Pada pF 4,20; pori air tersedia; dan permeabilitas kepadatan tanah berkorelasi nyata, akan tetapi hubungannya tidak

erat atau tidak begitu saling mempengaruhi karena titik-titik yang menyebar ($R^2 < 0,7$).

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap sifat-sifat tanah dan pertumbuhan perkecambahan tanaman

No	Sifat fisik	Kacang tanah	Kedelai
		Parameter yang diamati	
1	pF 1,00**	Kecepatan munculnya kecambah ^{tn}	Kecepatan munculnya kecambah ^{tn}
2	pF 2,00**	Tinggi tanaman *	Tinggi tanaman *
3	pF 2,54**	Diameter batang ^{tn}	Diameter batang ^{tn}
4	pF 4,20**	Jumlah daun ^{tn}	Jumlah daun ^{tn}
5	Ruang pori total (RPT)**	Panjang akar**	Panjang akar ^{tn}
6	Pori drainase sangat cepat**	Biomassa akar basah ^{tn}	Biomassa akar basah ^{tn}
7	Pori drainase cepat ^{tn}	Biomassa akar kering ^{tn}	Biomassa akar kering ^{tn}
8	Pori drainase lambat ^{tn}	Biomassa tajuk basah ^{tn}	Biomassa tajuk basah ^{tn}
9	Total pori drainase ^{tn}	Biomassa tajuk kering ^{tn}	Biomassa tajuk kering ^{tn}
10	Pori air tersedia**		
11	Permeabilitas **		
12	Resistensi sebelum ditanami**		
13	Resistensi setelah ditanami kacang tanah**		
14	Resistensi setelah ditanami kedelai**		

Keterangan : ** sangat nyata; * nyata; tn tidak nyata

Tabel 3. Persamaan linear dan koefisien determinasi pada sifat fisik tanah

No	Sifat fisik tanah	Persamaan regresi	Koefisien determinasi (R^2)
1	pF 1,00**	$y = 52,02x + 20,04$	0,75
2	pF 2,00**	$y = 45,79x + 11,86$	0,81
3	pF 2,54**	$y = 56,09x - 5,55$	0,99
4	pF 4,20**	$y = 12,16x + 36,7$	0,05
5	Ruang pori total (RPT)**	$y = -40,32x + 102,38$	0,99
6	Pori drainase sangat cepat**	$y = -92,34x + 82,33$	0,90
7	Pori air tersedia**	$y = 4,36x - 1,03$	0,33
8	Permeabilitas **	$y = -12,69\ln(x) + 1,82$	0,63
9	Resistensi sebelum ditanami**	$y = 8,38x - 6,39$	0,88
10	Resistensi setelah ditanami kacang tanah**	$y = 12,43x - 10,31$	0,77
11	Resistensi setelah ditanami kedelai**	$y = 9,64x - 7,22$	0,76

Keterangan : ** sangat nyata; * nyata; tn tidak nyata

Kadar air pada pF 1,00; 2,00; 2,54; dan 4,20 semakin meningkat dengan bertambahnya kepadatan. Hal ini disebabkan karena pada kondisi

tanah yang padat air tidak dapat bergerak dalam tanah, sehingga menyebabkan kadar air yang terukur tinggi pada tanah yang mempunyai kepadatan tinggi (Mualim, 2009). Walaupun demikian air tersebut tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman karena padatnya tanah yang menyebabkan air diikat kuat oleh pori mikro dan matriks tanah.

Menurut Damanik (2007), makin tinggi tingkat kepadatan tanah maka makin berkurang persentase pori makro dan resistensi terhadap penetrasi akar akan makin meningkat. Walaupun hasil analisis pori drainase cepat dan pori drainase lambat tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata dari pemadatan tanah, tetapi secara keseluruhan pemadatan tanah akan mengurangi porositas sehingga akan menambah tekanan hisap matriks tanah dan akan menyebabkan pengurangan ketersediaan air tanah bagi tanaman.

Nilai resistensi tanah akan semakin meningkat dengan bertambahnya kepadatan. Hasil pengamatan menunjukkan adanya perubahan nilai resistensi tanah pada saat sebelum ditanami dan setelah ditanami. Hal ini diduga berkaitan dengan perakaran dari tanaman tersebut. Ketika akar tanaman tumbuh pada lapisan gembur dan kemudian tertahan oleh lapisan padat maka akar akan membelok horizontal dan mungkin tumbuh dalam lapisan tersebut dengan ukuran yang pendek atau berkembang tidak sempurna (Simanjuntak, 2005). Karena perkembangan secara horizontal ini menyebabkan lapisan atas tanah menjadi lebih gembur sehingga menurunkan nilai resistensi tanah pada tanaman kacang tanah.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kepadatan tanah berpengaruh nyata hanya pada tinggi tanaman (saat 14 hst) dan panjang akar saja, sedangkan terhadap kecepatan munculnya kecambah, diameter batang, jumlah daun, biomassa akar (basah dan kering), dan biomassa tajuk (basah dan kering), kepadatan tanah tidak memberikan pengaruh yang nyata (tabel 2 dan tabel lampiran 2).

Terhambatnya tinggi tanaman diduga karena akar kacang tanah tidak dapat berkembang secara maksimum akibat dari padatnya tanah, sehingga akar tidak mampu mengambil air dan oksigen secara maksimum. Sebagai efeknya pertumbuhan pun terhambat. Pernyataan tersebut dipertegas oleh pernyataan Mualim (2009) yang menyatakan bahwa jika akar terganggu maka akan menyebabkan bagian tajuk terganggu dan pertumbuhan pun akan terhambat.

Secara statistik kepadatan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, tetapi berdasarkan pengamatan di rumah kaca terlihat perbedaan yang

sangat mencolok antara kacang tanah yang ditanam pada masing - masing perlakuan. Hal ini dapat dilihat dari tanaman kacang tanah yang tidak tumbuh daunnya sama sekali ataupun yang perkembangan daunnya terlambat. Damanik (2007) menyatakan bahwa, pemadatan tanah memberikan hambatan mekanik bagi pertumbuhan tanaman sehingga dapat mengurangi perkecambahan, mencegah sistem perakaran yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman (baik perkembangan tinggi maupun daun) dan akibatnya dapat mengurangi hasil.

Berpengaruhnya kepadatan tanah terhadap panjang akar dikarenakan panjang akar berhubungan dengan daya tembus akar terhadap tanah, sehingga jika tanah padat akar akan sulit untuk menembus tanah tersebut akibatnya akar menjadi pendek. Perkembangan akar sangat dipengaruhi oleh keadaan tanah sebagai tempat tumbuhnya. Dalamnya penetrasi akar berkorelasi kuat dengan tingkat kepadatan tanah. Makin tinggi tingkat kepadatan tanah makin sulit tingkat penetrasi akar baik secara vertikal maupun horizontal. Makin tinggi tingkat kepadatan tanah maka makin berkurang persentase pori makro dan resistensi tanah terhadap penetrasi akar makin meningkat. Penembusan tanah oleh akar dan batang kecambah dipengaruhi oleh sifat penetrabilitas akar terhadap tanah. Batang kecambah harus mendesak tanah yang menghimpitnya sehingga lapisan tanah teratas patah. Tenaga kecambah yang diperlukan untuk itu tergantung dari tebal dan keteguhan lapisan tanah. Menurut Satyagraha (2005), akar tanaman yang terhambat dalam pertumbuhannya akan menjadi lebih pendek dan lebih besar diameternya.

Uji sidik ragam menunjukkan bahwa kepadatan tanah tidak berpengaruh nyata terhadap kecepatan munculnya kecambah tanaman kedelai, diameter batang, jumlah daun, panjang akar, biomassa akar (basah dan kering), dan biomassa tajuk (basah dan kering). Kepadatan tanah hanya berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (tabel 2 dan tabel lampiran 2).

Pada tanaman kedelai dengan tipe tumbuh determinate, fase vegetatif awal merupakan fase dimana tinggi tanaman akan terus meningkat dan berhenti pada saat tanaman mulai berbunga (Fikriati, 2009). Tingkat kepadatan tanah akan berkorelasi negatif dengan pertumbuhan tanaman. Tanah yang terpadatkan akan mengganggu penetrasi akar tanaman sehingga pertumbuhan tanaman akan terhambat. Pada tanah yang terlalu padat pertukaran udara menjadi lambat, kandungan oksigen dalam tanah cukup rendah dan permeabilitas

terhambat sehingga air akan tergenang dan menghambat pertumbuhan tanaman. Sebagai efeknya tanaman menjadi kerdil dan kurus yang selanjutnya akan mengakibatkan kematian karena tanaman tidak dapat mengambil unsur hara dan air secara maksimal

Diameter batang pada kedelai tidak berbeda antar perlakuan. Hal ini disebabkan karena varietas kedelai yang digunakan adalah varietas dengan tipe tumbuh determinate, sehingga tanaman kedelai hanya bertambah tinggi, sedangkan diameter batang tumbuh relatif seragam. Pernyataan ini dipertegas oleh Fikriati (2009) yang menyatakan bahwa pertumbuhan tinggi pada varietas dengan tipe tumbuh determinate akan sangat cepat dan berhenti pada saat tanaman mulai berbunga, sedangkan diameter batang biasanya memiliki ketebalan yang relatif seragam.

Tidak berpengaruhnya kepadatan tanah terhadap akar kedelai karena kedelai tidak menuntut struktur tanah yang khusus sebagai suatu persyaratan tumbuh. Bahkan pada kondisi lahan yang kurang subur dan agak asam pun kedelai dapat tumbuh dengan baik, asal tidak tergenang air yang akan menyebabkan busuknya akar (www.wikipedia.org, 2010). Kedelai dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah, asal drainase dan aerasi tanah cukup baik.

KESIMPULAN

Pada perlakuan tanpa tanaman peningkatan kepadatan tanah berpengaruh sangat nyata terhadap kurva pF (pF 1,00; 2,00; 2,56; dan 4,20), ruang pori total (RPT), pori drainase sangat cepat dan pori air tersedia, permabilitas, dan resistensi tanah baik sebelum ditanami maupun setelah ditanami, akan tetapi kenaikan kepadatan tanah tidak berpengaruh nyata terhadap pori drainase cepat dan pori drainase lambat.

Pada tanaman kacang tanah, peningkatan kepadatan tanah berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan panjang akar. Kepadatan tanah tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang, jumlah daun, dan biomassa baik biomassa tajuk (basah dan kering) ataupun biomassa akar (basah dan kering).

Pada tanaman kedelai pengaruh kepadatan tanah terlihat berpengaruh nyata pada tinggi tanaman. Kepadatan tanah tidak berpengaruh nyata pada diameter batang, jumlah daun, panjang akar ataupun biomassa akar baik basah maupun kering dan kepadatan tanahpun tidak memberikan pengaruh

yang nyata terhadap biomassa tajuk (basah maupun kering).

Untuk lebih mengetahui pengaruh kepadatan tanah terhadap pertumbuhan tanaman sebaiknya penelitian ini dilanjutkan dalam skala lapang dan dalam satu musim tanam, selain itu untuk menghindari serangan bakteri asal tanah sebaiknya tanah yang digunakan untuk media tanam terlebih dahulu ditambahkan bahan organik. Khusus untuk pF 4,20 dan pori air tersedia, masih perlu dilakukan penelitian lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Damanik, P. 2007. Perubahan kepadatan tanah dan produksi tanaman kacang tanah akibat intensitas lintasan traktor dan dosis bokasi. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Fikriati, M. 2010. Uji daya hasil lanjutan kedelai toleran naungan di bawah tegakan karet rakyat di Kabupaten Sorolangun, Jambi. Departemen Agronomi dan Hortikulura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Hardjowigeno, S. 2002. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Presindo.
- Mattjik, A. A., Made Sumertajaya. 2002. Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab Jilid I. Bogor: IPB PRESS
- Mualim, L. 2007. Tanggapan morfologi, fisiologi, dan anatomi akar serta tajuk tanaman terhadap pemadatan tanah. Sekolah Pascasarjan. Institut Pertanian Bogor.
- Ningsih, W. 2007. Evaluasi senyawa fenolik pada biji, kecambah dan tempe kacang tunggak. Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Pamungkas, M.Y. 2004. Pengaruh tingkat kepadatan tanah terhadap pertumbuhan tanaman dan karakteristik umbi lobak. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Satyagraha, H. 2005. Optimasi proses pengolahan dan karakterisasi produk serta penentuan umur simpan beras ubi kayu yang disubsidi dengan kecambah kedelai. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Simanjuntak, R.H. 2005. Pengaruh pemberian BO, kapur, dan belerang terhadap produksi biomasa, kadar serapan belerang pada tanaman jagung (*Zae mays*) di tanah podsolik, Jasinga. Skripsi. Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Wilson, E. 2006. Kepadatan tanah akibat penyaradan oleh *forwarder* dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan semai. Skripsi. Departemen Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor
- www.wikipedia.com. 2010. Syarat tumbuh tanaman kedelai. Akses tanggal 20 Januari 2010.