

**HUBUNGAN KANDUNGAN BAHAN ORGANIK TANAH
DENGAN BERAT ISI, POROSITAS DAN LAJU INFILTRASI PADA
PERKEBUNAN SALAK DI KECAMATAN PURWOSARI,
KABUPATEN PASURUAN**

**Relationship Between Soil Organic Matter Content and
Bulk Density, Porosity, and Infiltration Rate on Salak Plantation
of Purwosari District, Pasuruan Regency**

Danny Dwi Saputra*, Amir Rakhim Putrantyo, Zaenal Kusuma

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran no.1, Malang 65145

*penulis korespondensi: danny_saputra@ub.ac.id

Abstract

Poor quality of agricultural soil is characterized by low soil organic matter (OM) content, high bulk density, low porosity, and low infiltration. One of efforts to improve soil quality is by adding OM from biomass prunings. Aim of this study was to test the effectiveness of adding OM to the increase of soil organic carbon (SOC) and its relationship with soil bulk density, porosity and infiltration. This study was conducted at Salak (*Salacca zhalacca* Gaertner Voss) plantation owned by a smallholder farmer in Pasuruan District, East Java. Measurements were done at three different treatments of organic material and condition, i.e. at litter stackline (addition of OM), between the Salak plant (without OM addition) and pathway (farmer traffic line) on two age groups of Salak (10 and 20 years) with 3 replications. Soil samples were collected from three soil profile depths, 00-10, 10-20 and 20-30 cm. Parameters measured were soil organic carbon content, bulk density, particle density, porosity and infiltration rate. Results showed that addition of organic matter from Salak biomass effectively increased the SOC content. However, the increase of SOC content only had positive effects on soil bulk density, porosity, and infiltration rate at the 10 years old group of Salak plantation.

Keywords: *bulk density, C-organic, infiltration, salak plantation, soil porosity*

Pendahuluan

Degradasi tanah berdampak pada penurunan kualitas tanah dan diikuti oleh penurunan produktivitas lahan pertanian (Lal, 2015). Kondisi ini dapat terjadi dan dipercepat apabila pengelolaan lahan yang dilakukan tidak sepenuhnya tepat sehingga dapat memicu timbulnya erosi yang berlebihan (Kairis *et al.*, 2013). Rendahnya kualitas tanah dicirikan dengan sedikitnya kandungan bahan organik tanah, tingginya berat isi tanah, rendahnya porositas serta lambatnya laju infiltrasi (Schoenholtz *et al.*, 2000). Upaya untuk

meningkatkan kualitas tanah harus berawal dari peningkatan kandungan bahan organik tanah. Peningkatan kandungan bahan organik tanah akan memicu aktifnya organisme dalam tanah, semakin tinggi aktivitas organisme tanah khususnya yang berperan sebagai (*ecosystem engineer*) mampu memperbaiki porositas dan stabilitas agregat tanah (Cardoso *et al.*, 2013). Kondisi inilah yang kemudian disadari oleh para petani Salak di Kecamatan Purwosari, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Petani salak di wilayah ini berusaha untuk mempertahankan kualitas tanahnya dengan menambahkan bahan

organik yang berasal dari pangkasan biomassa tanah salak. Pangkasan biomassa salak diletakkan di jalur antar pohon salak dan dibiarkan mengalami dekomposisi dipermukaan tanah (tanpa dicampur dengan tanah). Upaya ini telah dilakukan cukup lama oleh petani, namun hasil kajian ilmiah terkait dampak penambahan bahan organik ini terhadap kualitas sifat fisik tanah masih belum pernah dilakukan.

Tujuan penelitian ini adalah: 1) mempelajari efektivitas penambahan bahan organik sisa pangkasan biomassa salak terhadap peningkatan kandungan bahan organik tanah untuk kemudian dibandingkan dengan kondisi tanpa tambahan bahan organik, 2) mempelajari pengaruh penambahan bahan organik terhadap sifat fisik tanah seperti berat isi, berat jenis, porositas dan infiltrasi konstan.

Bahan dan Metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Perkebunan Salak yang terletak di Kecamatan Purwosari, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Pengambilan contoh tanah dan analisis laboratorium dilaksanakan pada bulan September 2015 hingga Juli 2016 di Laboratorium Fisika dan Kimia Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

Pelaksanaan penelitian dan analisa statistik

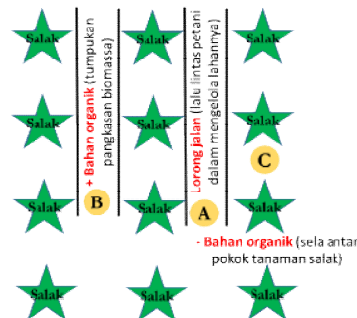
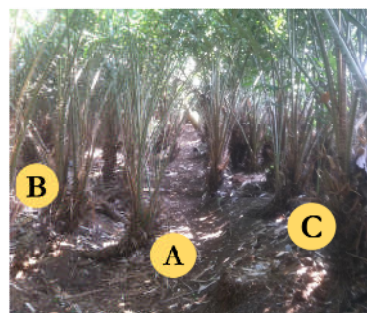
Untuk menguji hipotesis yang diajukan, pengukuran variabel-variabel penelitian dilakukan pada bagian lahan yang mendapatkan perlakuan penambahan bahan organik (+

bahan organik) kemudian dibandingkan dengan bagian lahan yang tidak mendapatkan tambahan bahan organik yaitu bagian sela antar tanaman (- bahan organik) dan bagian lahan yang dijadikan jalan/ lalu lintas petani dalam mengelola lahannya (lorong jalan). Pengukuran masing-masing variabel penelitian diulang sebanyak 3 kali (3 ulangan) pada 2 kelompok umur tanaman salak yang berbeda yaitu salak umur 10 tahun dan 20 tahun (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan penelitian

No	Perlakuan Penelitian	Kode
1.	Salak 10 tahun + BO	10 BO
2.	Salak 10 tahun sela	10 Sela
3.	Salak 10 tahun lorong jalan	10 LJ
4.	Salak 20 tahun + BO	20 BO
5.	Salak 20 tahun sela	20 Sela
6.	Salak 20 tahun lorong jalan	20 LJ

Pengambilan contoh tanah untuk analisa laboratorium dilakukan pada 3 kedalaman tanah yaitu 00-10, 10-20 dan 20-30 cm. Variabel penelitian yang diamati pada penelitian ini beserta metode analisisnya adalah: a) tekstur tanah dengan metode pipet, b) C-organik tanah (Walkley and Black), c) berat isi tanah (gravimetri), d) berat jenis tanah (piknometer), e) porositas tanah (perhitungan matematis menggunakan data berat isi dan berat jenis, 1-BI/BJ) dan f) laju infiltrasi konstan (pengukuran dilapangan menggunakan metode ring tunggal, perhitungan infiltrasi konstan menggunakan persamaan Horton dimana $I = I_c = (I_o - I_c) e^{-kt}$). Gambar skematik titik pengukuran variabel penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengambilan contoh tanah dan pengukuran variabel penelitian dilakukan pada 3 titik yang berbeda perlakuan akan tetapi pada lahan yang sama dan diulang sebanyak 3 kali

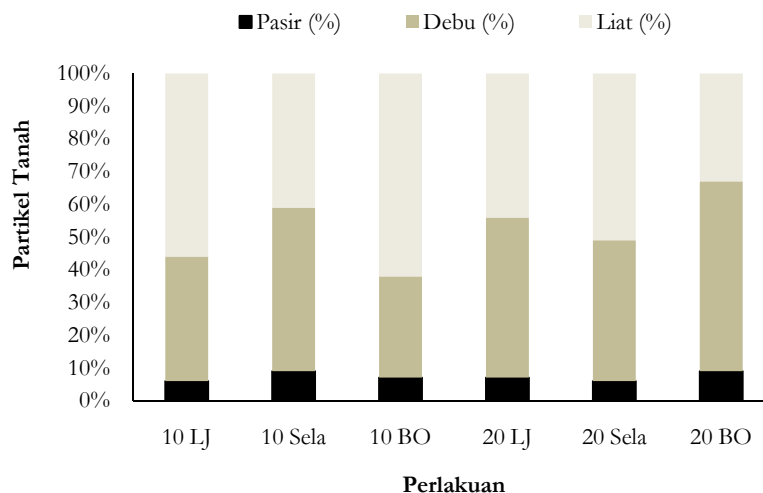
Untuk melihat signifikansi pengaruh perlakuan terhadap variabel pengamatan dilakukan uji keragaman (ANOVA) dengan taraf 5%. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan menggunakan GENSTAT 18th edition. Untuk mengetahui hubungan keeratan dan pengaruh antar variabel pengamatan dilakukan uji korelasi dan regresi menggunakan MS Excel 2013.

Hasil dan Pembahasan

Perbandingan partikel pasir, debu dan liat (tekstur tanah)

Perbandingan proporsi partikel pasir, debu dan liat pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 2. Secara umum tekestur tanah pada lokasi penelitian masuk pada kelas tekstur lempung berdebu dengan rata-rata kandungan pasir 7%, debu 45% dan liat 48%. Secara

umum proporsi pasir dilokasi penelitian memiliki range yang sempit yaitu berkisar antara 6-9%, sedangkan untuk proporsi debu memiliki range yang lebih besar yaitu berkisar antara 38-58% dan liat antara 33%-62%. Variasi tekstur tanah juga dijumpai pada umur tanaman salak yang berbeda. Pada umur salak 10 tahun, proporsi partikel liat mencapai rata-rata 53% sedangkan pada umur salak 20 tahun rata-rata hanya mencapai 43%. Adanya variasi tekstur ini berpotensi akan memberikan informasi atau data yang bias kaitannya dengan efek perlakuan pemberian mulsa terhadap kandungan bahan organik, porositas dan laju infiltrasi tanah. Partikel liat merupakan fraksi tanah yang dengan ukuran terkecil sehingga memiliki porositas total yang tinggi namun didominasi oleh pori mikro atau pori kapiler sehingga laju infiltrasi rendah (Haghnazari *et al.*, 2015).



Gambar 2. Perbandingan proporsi pasir, debu dan liat dilokasi penelitian

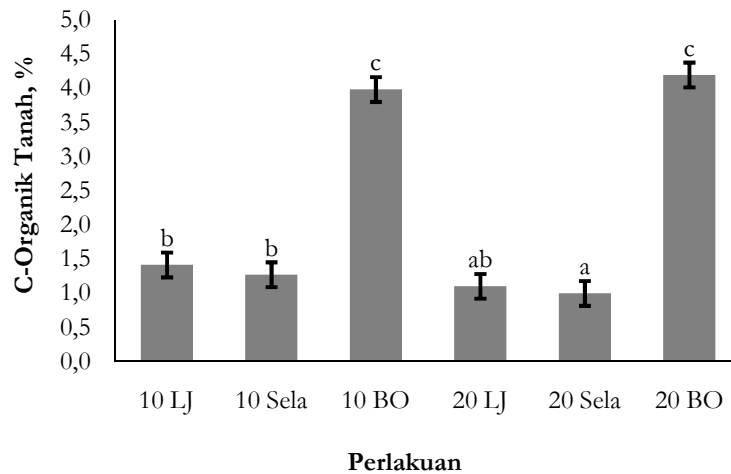
Kandungan bahan organik tanah

Aplikasi pangkasan biomassa tanaman dalam lahan-lahan pertanian diharapkan mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang dicerminkan dengan semakin tingginya konsentrasi carbon organik (C-organik) dalam tanah. Penambahan bahan organik hasil pangkasan biomassa tanaman salak memberikan dampak yang signifikan terhadap konsentrasi C-organik dalam tanah ($p < 0.05$).

Namun demikian, kandungan C-organik tanah tidak berbeda nyata antar kedalaman tanah dengan nilai rata-rata 2,16%. Kandungan C-organik tanah pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 3. Kandungan C-organik tanah pada 2 kelompok umur tanaman salak (umur 10 dan 20 tahun) memiliki pola yang sama, namun pada umur tanaman 20 tahun kandungan C-organik rata-rata lebih rendah (2,1%) dibandingkan pada umur 10

tahun (2,2%). Aplikasi bahan organik hasil pangkasan biomassa salak terbukti mampu meningkatkan kandungan C-organik 3 kali lipat (rata-rata 4%) dibandingkan tanpa aplikasi bahan organik (rata-rata 1,2%). Sedangkan pada perlakuan Sela dan Lorong jalan, kandungan C-organik tanah tidak berbeda nyata (rata-rata 1,3% pada umur 10 tahun dan

1% pada umur 20 tahun). Kaitannya dengan sifat fisik tanah, bahan organik tanah berfungsi untuk meningkatkan stabilitas struktur dan meningkatkan porositas tanah sehingga pada akhirnya mampu mempercepat masuknya air kedalam profil tanah (Craswell and Lefroy, 2001).



Gambar 3. Sebaran kandungan C-organik tanah pada berbagai perlakuan, pemberian mulsa mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah dari kisaran 1,2% menjadi 4%

Berat isi dan berat jenis tanah

Herdiansyah (2011) menyatakan bahwa pemberian bahan organik kedalam tanah dapat meningkatkan jumlah ruang pori tanah dan membentuk struktur tanah yang remah sehingga akan menurunkan berat isi tanah. Namun demikian, pada penelitian ini adanya pemberian bahan organik dan variasi pengelolaan lahan tidak mampu memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0.05$) terhadap berat isi tanah (Gambar 4).

Berat isi tanah rata-rata pada lokasi penelitian adalah $1,24 \text{ g cm}^{-3}$, angka ini telah sedikit melampaui nilai kritis untuk tanah pertanian yang sehat yaitu kurang dari $1,2 \text{ g cm}^{-3}$ untuk tanah-tanah berliat (Brouwer and Jenkins, 2015). Nilai berat isi tanah lebih besar dari $1,2 \text{ g cm}^{-3}$ artinya tanah telah mengalami proses pemadatan. Nampaknya upaya peningkatan kandungan bahan organik tanah melalui pengaplikasian pangkasan biomassa salak belum mampu untuk mengurangi berat isi tanah. Meskipun apabila dilihat lebih detail, perlakuan penambahan bahan organik

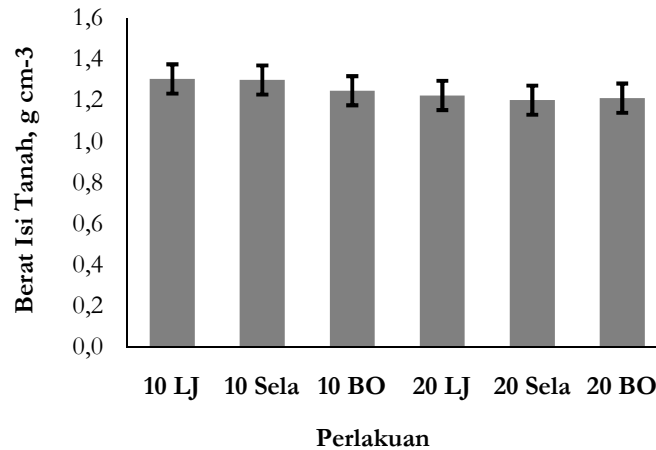
cenderung menurunkan berat isi tanah, baik pada kelompok umur salak 10 tahun maupun 20 tahun. Rata-rata berat isi tanah pada kelompok umur salak 10 tahun adalah $1,28 \text{ g cm}^{-3}$, sedangkan pada umur 20 tahun adalah $1,21 \text{ g cm}^{-3}$.

Apabila dilihat dari rata-rata berat isi tanah pada kedalaman 00-10, 10-20 dan 20-30 cm, berat isi tanah pada kedalaman 10-20 cm memiliki nilai yang lebih tinggi ($1,34 \text{ g cm}^{-3}$) dibandingkan dengan kedalaman 20-30 cm ($1,24 \text{ g cm}^{-3}$) dan 00-10 cm ($1,17 \text{ g cm}^{-3}$). Selain itu, yang menarik adalah tingginya intensitas gangguan tanah yang terjadi pada perlakuan 'lorong jalan' tidak menimbulkan pemadatan tanah yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan bahan organik dan sela. Namun demikian, diperlukan upaya alternatif lain yang mudah dan murah untuk dilakukan oleh petani misalnya pengolahan tanah (pencangkulan) untuk menjaga berat isi tanah tidak menjadi semakin tinggi.

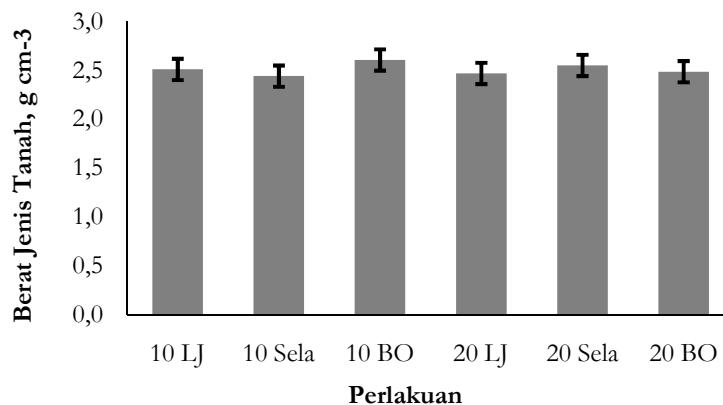
Sementara itu, berat jenis tanah diseluruh titik pengamatan berkisar antara 2,4 hingga 2,6

g cm⁻³ dan secara statistik tidak berbeda nyata ($p < 0.05$). Demikian pula berat jenis tanah pada berbagai kedalaman, rata-rata berat jenis tanah

pada kedalaman 00-30 cm adalah 2,5 g cm⁻³. Sebaran berat jenis tanah pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 5.



Gambar 4. Sebaran nilai berat isi tanah pada berbagai perlakuan, penambahan bahan organik belum mampu memberikan dampak yang signifikan terhadap penurunan berat isi tanah

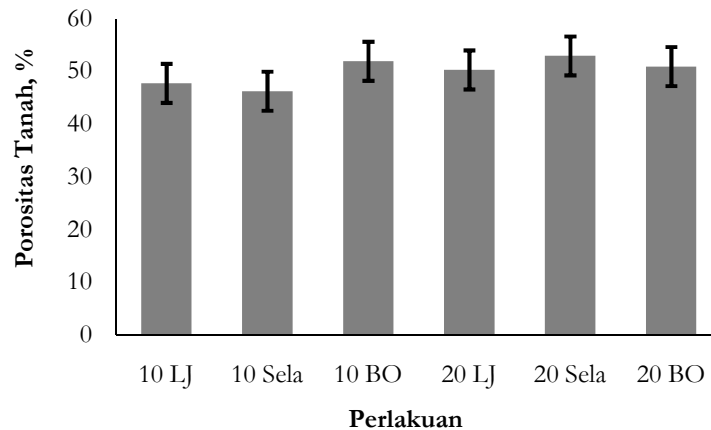


Gambar 5. Sebaran berat jenis tanah pada berbagai perlakuan, berat jenis tanah seragam baik pada perlakuan jalan, tanpa mulsa maupun aplikasi mulsa

Pori total tanah

Dalam penelitian ini, nilai porositas merupakan hasil perhitungan matematika menggunakan parameter berat isi dan berat jenis tanah. Hasil analisis keragaman ($p < 0.05$) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan percobaan, antar kedalaman tanah maupun interaksi keduanya. Porositas tanah dilokasi penelitian disajikan pada Gambar 6. Perlakuan pemberian bahan organik sisa pangkasan biomassa tanaman salak belum

mampu memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan porositas tanah baik pada kelompok umur 10 tahun maupun 20 tahun. Kisaran porositas tanah adalah 46% hingga 53% dengan nilai rata-rata 50%, angka ini merupakan nilai normal untuk porositas tanah pada tanah-tanah mineral. Namun demikian, kaitannya dengan laju infiltrasi nilai porositas 50% belum menjamin bahwa laju infiltrasi akan cepat karena tergantung dari distribusi ukuran pori di dalamnya.

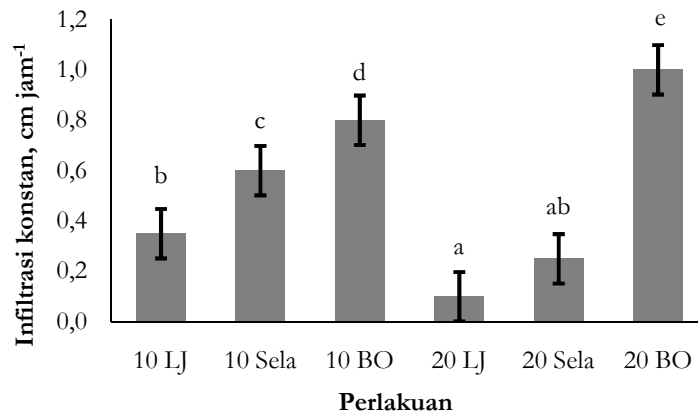


Gambar 6. Sebaran nilai porositas dari hasil perhitungan menggunakan data berat isi dan berat jenis

Laju infiltrasi konstan

Nilai kecepatan infiltrasi konstan (*steady state infiltration*) didekati dengan menggunakan model persamaan infiltrasi Horton (Beven, 2004). Hasil perhitungan laju infiltrasi disajikan pada Gambar 7. Laju infiltrasi konstan secara statistik ($p < 0.05$) berbeda nyata antar perlakuan. Pada kelompok umur tanaman 10 tahun, laju infiltrasi pada perlakuan pemberian

bahan organik 2 kali lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan 'lorong jalan', sedangkan pada kelompok umur 20 tahun mencapai 10 kali lipatnya. Tingginya tingkat gangguan manusia pada perlakuan 'lorong jalan' berdampak pada menurunnya laju infiltrasi konstan bila dibandingkan dengan perlakuan 'tanpa mulsa' hingga sebesar 50%.



Gambar 7. Laju infiltrasi konstan pada berbagai perlakuan penelitian, adanya gangguan dari aktivitas manusia seperti pada perlakuan 'lorong jalan' mampu menurunkan laju infiltrasi akibat terjadinya pemadatan permukaan tanah

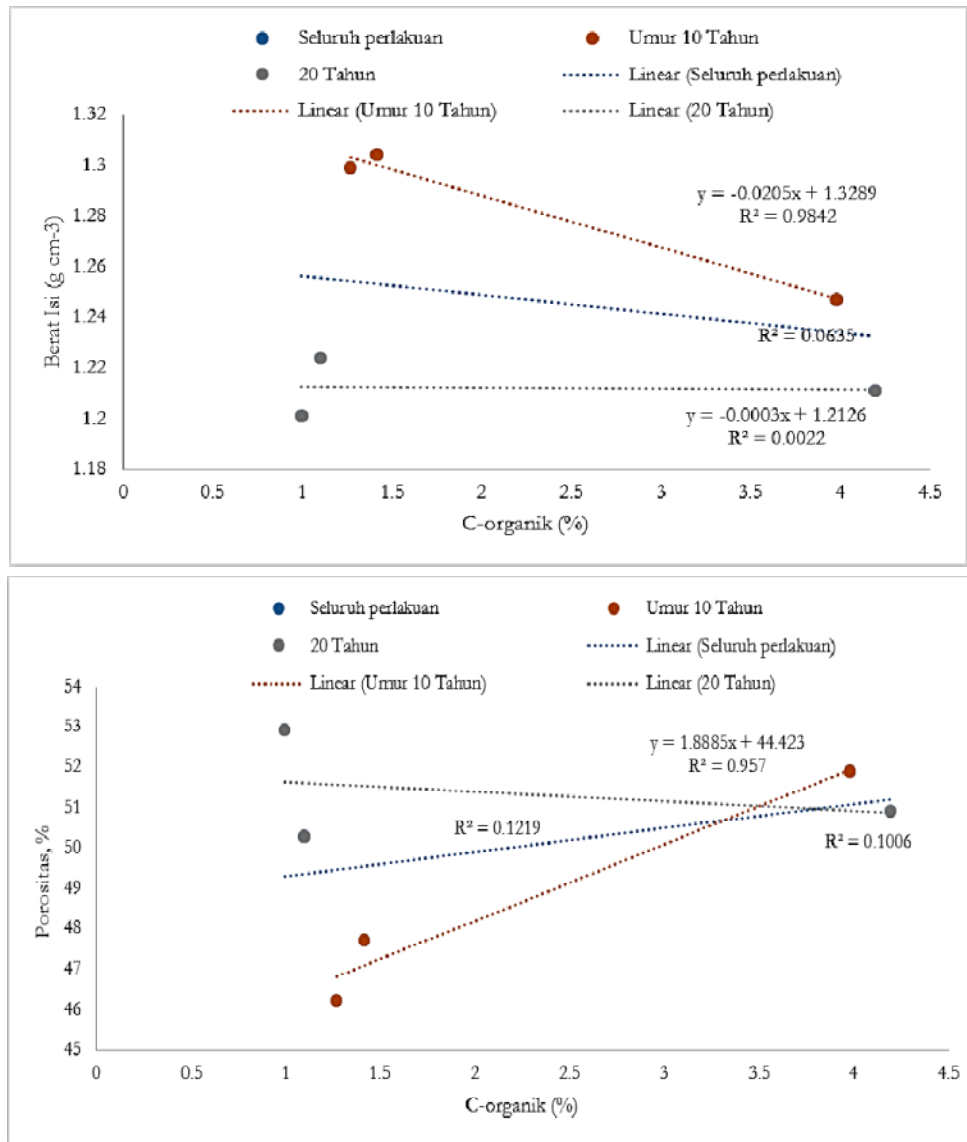
Hubungan antar parameter pengamatan

Aplikasi biomassa tanaman dapat meningkatkan kandungan C-organik dalam tanah yang pada akhirnya dapat menurunkan berat isi tanah disertai dengan peningkatan

porositas tanah (Celik *et al.*, 2010). Namun demikian, pada penelitian ini peningkatan kandungan C-organik dalam tanah secara umum tidak berhubungan dengan penurunan berat isi dan porositas tanah. Akan tetapi

apabila analisis regresi dilakukan dengan memisahkan data berdasarkan kelompok umurnya, adanya peningkatan kandungan C-organik berhubungan erat dengan rendahnya

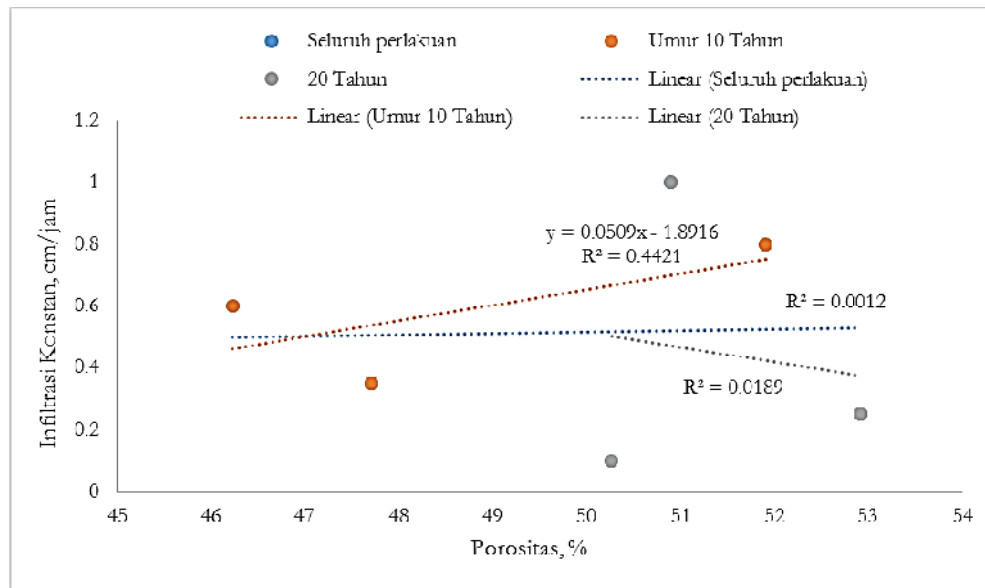
berat isi dan peningkatan porositas tanah terutama pada kelompok umur 10 tahun (Gambar 8).



Gambar 8. Pada kelompok umur salak 10 tahun, peningkatan C-organik tanah melalui penambahan pangkasan biomassa salak memberikan dampak positif terhadap nilai berat isi dan porositas tanah

Banyaknya ruang pori dalam tanah (porositas) menentukan cepat atau lambatnya air dapat meresap kedalam tanah. Tanah dengan nilai porositas tinggi akan meningkatkan laju infiltrasi tanah (Sklenicka *et al.*, 2002). Pada penelitian ini, pengaruh tingginya porositas tanah dengan laju infiltrasi konstan tidak terlihat apabila analisa regresi dilakukan secara

bersamaan (tanpa melihat adanya variasi kelompok umur). Namun demikian apabila analisa dilakukan per kelompok umur, terdapat hubungan yang erat antara peningkatan porositas tanah dengan laju infiltrasi konstan khususnya pada umur salak 10 tahun (Gambar 9).



Gambar 9. Pada kelompok umur salak 10 tahun, semakin tinggi porositas tanah berdampak pada semakin meningkatnya laju infiltrasi konstan

Kesimpulan

Aplikasi penambahan bahan organik melalui pangkasan biomassa salak mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah, namun masih belum mampu untuk memberikan dampak yang signifikan terhadap penurunan berat isi, berat jenis dan peningkatan porositas tanah. Peningkatan kandungan C-organik tanah berpengaruh positif terhadap berat isi, porositas dan laju infiltrasi konstan tanah, namun ini hanya berlaku pada kelompok umur salak 10 tahun. Pada kelompok umur 20 tahun penambahan bahan organik saja belum cukup, perlu adanya upaya lain seperti pengolahan tanah (pencangkulan) untuk memperbaiki kualitas sifat fisik tanah.

Daftar Pustaka

- Beven, K. 2004. Robert E. Horton's perceptual model of infiltration processes. *Hydrological Processes* 18: 3447-3460; doi: 10.1002/hyp.5740
- Brouwer, D. and Jenkins, A. 2015. Managing for Healthy Soil: AgGuide – A Practical Handbook. NSW Agriculture, Tocal - New South Wales
- Cardoso, E.J.B.N., Vasconcellos, R.L.F., Bini, D., Miyauchi, M.Y.H., dos Santos, C.A., Alves, P.R.L., de Paula, A.M., Nakatani, A.S., Pereira, J.M. and Nogueira, M.A. 2013. Soil Health: looking for suitable indicator. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health?. *Scientia Agricola* 70: 274-298.
- Celik, I., Gunal, H., Budak, M. and Akpinar, C. 2010. Effects of long-term organic and mineral fertilizer on bulk density and penetration resistance in semi-arid Mediterranean soil conditions. *Geoderma* 160: 236-243.
- Craswell, E.T. and Lefroy, R.D.B. 2001. The role and function of organic matter in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61: 7-18.
- Haghnazari, F., Shahgholi, H. and Feizi, M. 2015. Factor affecting the infiltration of agricultural soil: review. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* 6 (5): 21-35.
- Kairis, O., Karavitis, C., Kounalaki, A., Salvati, L., and Kosmas, C. 2013. The Effect of land management practices on soil erosion and land desertification in an olive grove. *Soil Use and Management* 29: 597-606; doi: 10.1111/sum/12074
- Lal, R. 2015. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability* 7: 5875-5895; doi: 10.3390/su7055875
- Schoenholtz, S.H., Vam Miegroet, H. and Burger, J.A. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management* 138: 335-356.
- Sklenicka, P., Lhota, T. and Cecetka, J. 2002. Soil porosity along a gradient from forest edge to field. *Die Bodenkultur* 53 (4): 191-197.