DISTRIBUSI PERAKARAN KELAPA SAWIT DAN SIFAT FISIK TANAH PADA UKURAN LUBANG TANAM DAN APLIKASI TANDAN KOSONG SAWIT YANG BERBEDA

ROOT DISTRIBUTION OF OIL PALM AND SOIL PHYSICAL PROPERTIES IN DIFFERENT PLANTING HOLE AND EMPTY FRUIT BUNCHES APPLICATION

Iput Pradiko, F. Hidayat, N.H. Darlan, H. Santoso, Winarna, S. Rahutomo, dan Edy S. Sutarta

Abstrak Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi perakaran dan faktor fisik tanah pada ukuran lubang tanam standar (0,6 m x 0,6 m x 0,6 m), sedang (1 m x 1 cm x 0,6 m) dengan aplikasi tandan kosong sawit (TKS) sebanyak 400 kg/lubang tanam dan 740 g urea/lubang tanam, dan besar (2,8 m x 2,8 m x 1 m) dengan aplikasi TKS sebanyak 400 kg/lubang tanam dan 740 g urea/lubang tanam. Penelitian ini merupakan penelitian demonstrasi plot (*demplot*) menggunakan desain penelitian rancangan acak kelompok (RAK) non faktorial dengan tiga perlakuan ukuran lubang tanam yaitu lubang tanam standar, sedang, dan besar dengan tiga kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total akar tanaman kelapa sawit pada lubang tanam standar, sedang, dan besar berturut-turut adalah 28,60 gram/dm^3; 26,69 gram/dm^3; dan 24,47 gram/dm^3. Ukuran lubang tanam tidak berpengaruh nyata terhadap distribusi akar primer, tetapi berpengaruh nyata terhadap distribusi akar sekunder dan tersier. Tanaman kelapa sawit pada lubang tanam besar memiliki distribusi akar sekunder dan tersier yang lebih tinggi (hingga 40%) dibandingkan lubang tanam lainnya. Peningkatan permeabilitas dan porositas serta penurunan *bulk density* tanah cenderung meningkatkan distribusi akar, khususnya akar tersier. Sementara itu, peningkatan kadar air tanah tidak diikuti dengan peningkatan distribusi akar sekunder dan tersier, karena kedua jenis akar tersebut lebih banyak berada di lapisan tanah atas. Pengolahan tanah yang lebih baik, salah satunya melalui pembuatan lubang tanam besar, dapat memperbaiki sifat fisika tanah sehingga dapat meningkatkan perkembangan akar sekunder dan tersier.

Kata kunci : kelapa sawit, distribusi akar, sifat fisika tanah, lubang tanam.

Abstract *This study was conducted to determine the root distribution and to analyze soil physical factors that affect roots development in different size of planting hole; standard (0.6 m x 0.6 m x 0.6 m), medium ((1 x 1 cm x 0.6 m) with 400 kg empty fruit bunches (EFB)/hole and 740 g urea/hole, and big (2.8 mx 2.8 mx 1 m) with 400 kg EFB/hole and 740 g urea/hole. This study employed demonstration plot that used a non factorial-randomized block design (RBD) with three treatments (standard, medium, and big hole) and three replications. The results showed that total distribution of oil palm roots in standard, medium, and big planting hole are respectively 28.60 g /dm^3; 26.69 g/dm^3; and 24.47 g/dm^3. Types of planting hole did not significantly affect primary root, but significantly affected secondary and tertiary root distribution. In big planting hole, oil palm has highest secondary and tertiary roots distribution than the others (up to 70%). Increasing of permeability, porosity, and decreasing of soil bulk density tends to increase root distribution, especially*

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Iput Pradiko (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: iputpradiko@gmail.com

Naskah masuk: 18 Januari 2016; Naskah diterima: 24 Maret 2016

tertiary. Meanwhile, increase on soil water content is not followed by secondary and tertiary distribution, since booth root types more distributed in the upper soil layer. Better soil tillage; through big planting hole, can improve soil properties and optimizing development of secondary and tertiary roots.

Keywords: *oil palm, root distribution, soil physical properties, planting hole.*

PENDAHULUAN

Akar merupakan organ penting bagi tanaman yang berfungsi untuk menegakkan tanaman dan penyerapan unsur hara dari dalam tanah (Xing and Xiu, 2006). Akar juga berfungsi dalam sintesis hormon pertumbuhan seperti sitokinin dan giberelin (Harun, 1998). Tanaman kelapa sawit memiliki akar serabut yang menyebar secara vertikal dan horizontal mengikuti perkembangan umur tanaman (Martoyo, 2001). Menurut Corley dan Tinker (2003), sistem perakaran tanaman kelapa sawit tersusun atas empat macam akar berdasarkan ukuran diamater dan laju pertumbuhannya, yaitu akar primer (Ø 5-10 mm), sekunder (Ø 1-4 mm), tersier (Ø 0,5-1,5 mm), dan kuarter (Ø 0,2-0,5 mm). Disisi lain, beberapa ahli membagi jenis akar kelapa sawit menjadi tiga, dengan menggabungkan akar tersier dan kuarter dalam satu jenis.

Kegiatan kultur teknis yang dilakukan secara intensif pada perkebunan kelapa sawit dapat menyebabkan pemadatan tanah. Pemadatan tanah menyebabkan kerusakan sifat fisik tanah secara bertahap yang menganggu pertumbuhan dan fungsi akar (Yahya *et al,* 2010). Pertumbuhan dan fungsi akar yang terganggu menyebabkan gangguan dalam penyerapan hara dan air (Yahya *et al,* 2010; Sun *et al,* 2011; Jourdan *et al,*. 2000). Penyerapan hara dan air yang tidak optimal dapat meningkatkan kerentanan tanaman terhadap panas, kekeringan, serta serangan hama dan penyakit (Davis, 1998; Duiker, 2004), tidak terkecuali penyakit tular tanah (*soil borne disease*). Salah satu penyakit tular tanah yang sangat merugikan bagi perkebunan kelapa sawit adalah penyakit busuk pangkal batang akibat *Ganoderma boninense* (Semangun, 2000).

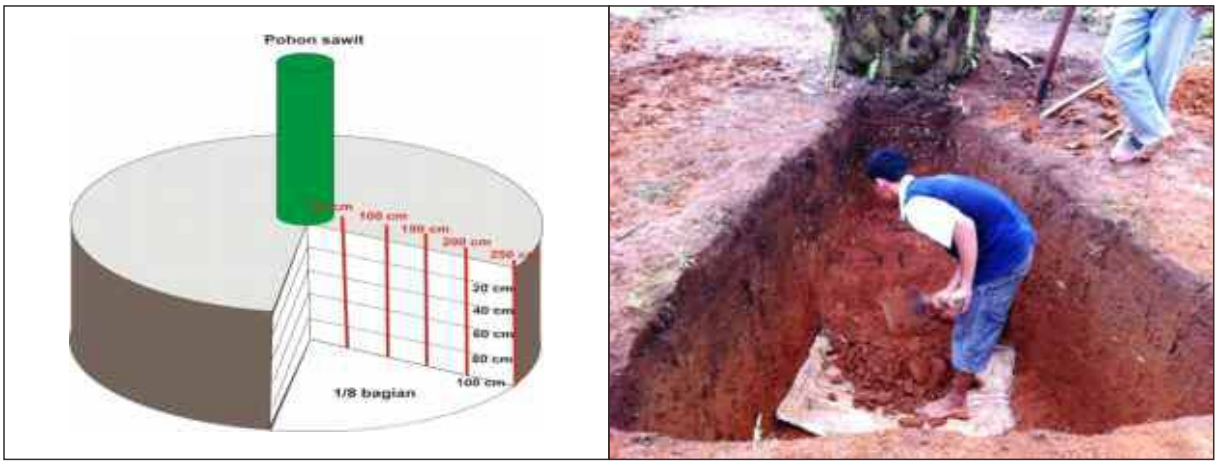
Untuk mengurangi dampak negatif pemadatan tanah, maka perlu dilakukan pengolahan tanah guna memperbaiki sifat fisik tanah. Pengolahan tanah dilakukan untuk menurunkan *bulk density* (kepadatan lindak) dan *resistance penetration* tanah (Hamza and Anderson, 2005) maupun meningkatkan porositas tanah serta laju infiltrasi air dan udara ke dalam tanah (Woodward, 1996). Salah satu teknik pengolahan tanah adalah modifikasi ukuran lubang tanam. Lubang tanam standar yang digunakan pada perkebunan kelapa sawit umumnya berukuran 0,6 x 0,6 x 0,6 m. Modifikasi ukuran lubang tanam telah dilakukan dengan ukuran yang lebih besar yaitu menjadi lubang tanam sedang (1,0 x 1,0 x 0,6 m) dan besar (2,8 x 2,8 x 0,8 m). Modifikasi ukuran lubang tanam ini dilakukan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman kelapa sawit serta meminimalisasi serangan penyakit busuk pangkal batang (Prasetyo *et al*,2008).

Pertumbuhan dan perkembangan perakaran tanaman kelapa sawit dapat diketahui melalui tingkat distribusinya di dalam tanah. Penelitian mengenai distribusi dan sistem perakaran pada tanaman kelapa sawit telah banyak dilakukan antara lain mengenai arsitektur dan gravitropisme akar (Jourdan *et al,*. 2000); sebaran akar (Nazari dan Sota, 2012; Marwanto *et al,* 2012); respon sistem perakaran terhadap mekanisasi (Yahya *et al,* 2010); dan teknik sampling akar (Harun, 1998). Namun demikian, penelitian yang membahas mengenai distribusi perakaran pada ukuran lubang tanam yang berbeda belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi perakaran dan faktor fisika tanah yang mempengaruhi distribusi perakaran tanaman kelapa sawit pada lubang tanam standar, sedang, dan besar.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Mei 2014 di Kebun Aek Pancur, Kecamatan Tanjung Morawa, Kabupaten Deli Serdang dengan jenis tanah *Typic Hapludults*. Penelitian ini dilakukan pada petak tanaman kelapa sawit yang diberi perlakuan ukuran lubang, aplikasi tandan kosong sawit (TKS) dengan penambahan urea sejak awal tanam (tahun 2006). Adapun analisis parameter fisika tanah dan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah PPKS (Pusat Penelitian Kelapa Sawit).



Gambar 1. (a) Skema cara pengambilan sampel tanah dan akar (b) Pengambilan sampel tanah dan akar di lapangan

Figure 1. (a) Scheme of soils and roots sampling technique (b) Sampling of soils and roots in the field

Petak Pengambilan Sampel Tanah dan Akar

Penelitian ini dilakukan pada petak tanaman kelapa sawit yang telah diberi perlakuan lubang tanam besar dan aplikasi tandan kosong sawit (TKS) serta urea sejak tahun 2006 yang disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) non faktorial. Petak pengambilan sampel tanah tersebut dibedakan atas ukuran lubang tanam yang berbeda, yaitu sebagai berikut :

a. Lubang tanam standar (*standard hole*) berukuran 0,6 m x 0,6 m x 0,6 m dengan pohon sampel nomor 4/5, 7/5 dan 13/5 (No. Petak/No. Pohon).

b. Lubang tanam sedang (*medium hole*) berukuran 1,0 m x 1,0 m x 0,6 m ditambah 400 kg TKS dan 740 g urea/lubang tanam dengan pohon sampel nomor 5/5, 8/14 dan 14/5.

c. Lubang tanam besar (*big hole*) berukuran 2,8 m x 2,8 m x 0,8 m ditambah 400 kg TKS dan 740 g urea/lubang tanam dengan pohon sampel nomor 3/5, 9/5 dan 15/5.

Kriteria pohon sampel yang dipilih adalah pohon yang sehat dan memiliki pertumbuhan yang homogen. Pengambilan sampel tanah dan akar pada setiap pohon dilakukan pada jarak 50, 100, 150, 200, dan 250 cm dari pohon sawit dengan interval kedalaman 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, dan 80-100 cm dengan metode potong kue atau dikenal juga dengan *Voronoï Trench* (Jourdan and Rey, 1997), skema sederhananya ditampilkan pada Gambar 1.

Sampel akar kemudian dicuci dan dipilah menjadi tiga kelompok yaitu akar primer (Ø>5 mm), (ii) akar sekunder (Ø 2,5-5 mm), dan (iii) akar tersier + kuarter (Ø <2,5 mm) (Marwanto *et al.,* 2012; Yahya *et al,* 2010). Akar kuarter tidak dipisahkan dengan akar tersier karena ukurannya yang sangat kecil. Akar yang telah dicuci dan dipilah-pilah sesuai ukurannya kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C hingga beratnya konstan. Setelah itu, distribusi perakaran dihitung dengan persamaan :

$$\text{distribusi perakaran (biomassa)} = \frac{\text{berat kering akar (gram)}}{\text{volume tanah } (dm^3)}$$

Pengambilan sampel tanah untuk analisis sifat fisika tanah dilakukan dengan metode *undisturb* (tidak terganggu) menggunakan ring sampel dengan ukuran Ø-ring 5 cm dan tinggi ring 5 cm pada setiap lapisan pengambilan sampel akar. Sifat fisika tanah yang diukur adalah pF 2,54 (kapasitas lapang) dan 4,2 (titik layu permanen); permeabilitas tanah, *bulk density*, dan porositas tanah. Kadar air pada pF 2,54 dan 4,2 digunakan untuk mengetahui kadar air tersedia. Metode analisis sifat fisika tanah menggunakan metode yang dikembangkan oleh Kurnia *et al*. (2006).

Analisis Data Statistik

Data distribusi akar yang telah diperoleh dari masing-masing perlakuan lubang tanam disajikan dalam bentuk *bar chart* (diagram batang) per kedalaman menggunakan MS. Excel 2013. Pemeriksaan homogenitas, normalitas, serta transformasi data (untuk menormalkan data) dilakukan menggunakan SPSS 16. Sementara itu, analisis statistik untuk mengetahui pengaruh lubang tanam terhadap distribusi perakaran dilakukan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan taraf nyata (α) 5% menggunakan Software SPSS 16. Selanjutnya digunakan uji lanjut Tukey untuk mengetahui beda nilai tengah hasil pengamatan antara setiap perlakuan apabila terdapat beda nyata pada α = 5%. Dalam uji ANOVA, jumlah akar di kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm radius 0-50 cm pada lubang tanam standar dan sedang tidak disertakan karena terdapat cekungan bekas perlakuan lubang tanam besar sehingga tidak ada akar pada radius tersebut.

Selain itu, dilakukan juga Uji Korelasi Pearson (r) dan regresi linear antara nilai sifat fisika tanah dan distribusi perakaran yang dikelompokkan per kedalaman. Uji r dan regresi linear dilakukan menggunakan SPSS 16. Nilai r yang semakin mendekati 1 atau -1 menunjukkan bahwa tingkat korelasi antara sifat fisika tanah dan distribusi akar semakin erat. Nilai r positif (+) menunjukkan korelasi positif, sedangkan nilai r negatif (-) menunjukkan korelasi negatif/berlawanan. Sementara itu, analisis regresi linear akan menghasilkan koefisien determinan (R^2) dan persamaan regresi linear. Nilai R^2 yang semakin mendekati 1 menunjukkan bahwa variabel bebas (sifat fisika tanah) sangat mempengaruhi variabel terikat (distribusi akar).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisika Tanah

Hasil analisis sifat fisika tanah meliputi permeabilitas, *bulk density,* porositas, kadar air pF 2,54 dan 4,2 ditampilkan pada Gambar 2. Khusus untuk lubang tanam besar, analisis sifat fisika tanah di kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm pada radius 0-50 cm tidak dilakukan karena sampel tanah tidak bisa diambil. Hal ini karena kedalaman cekungan bekas lubang tanam besar yang mencapai 40 cm.

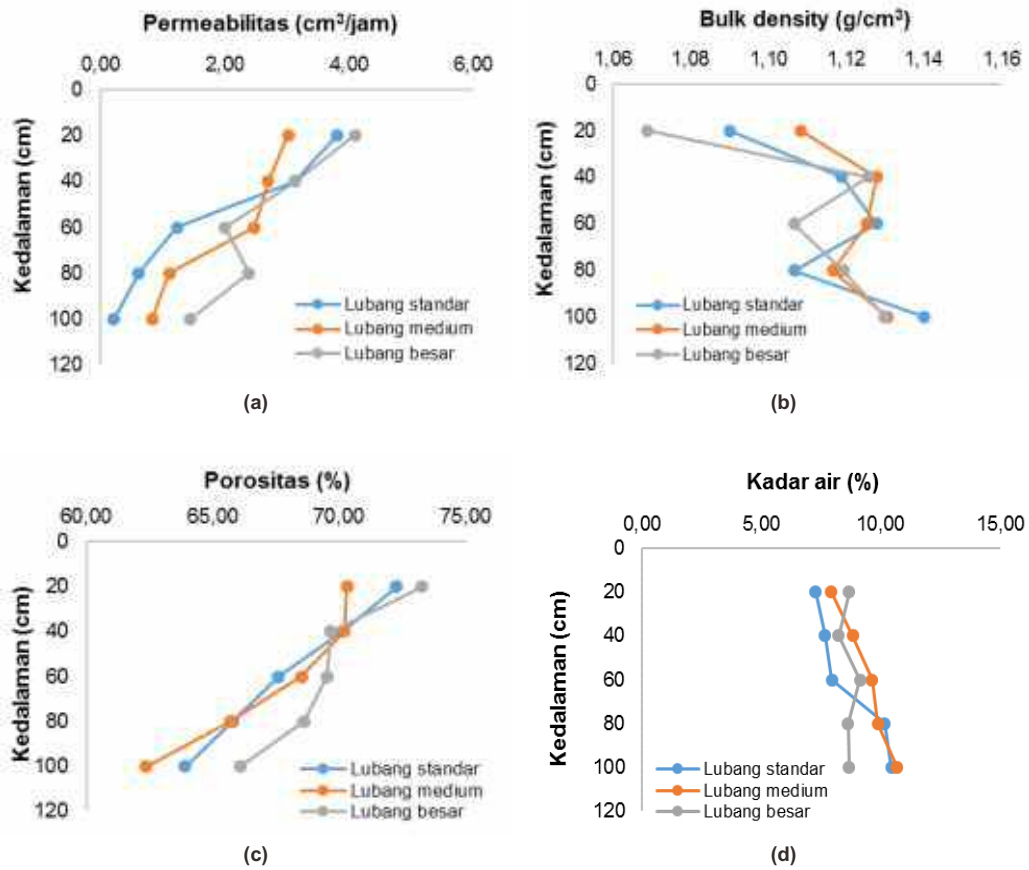
Secara umum, hasil analisis menunjukkan bahwa permeabilitas dan porositas tanah pada semua lubang tanam semakin menurun seiring bertambahnya kedalaman (Gambar 2.a, 2.b, dan 2.d), sedangkan nilai *bulk density* memiliki nilai yang cenderung tetap (Gambar 2.c). Nilai porositas tersebut sesuai dengan penelitian Yahya *et al. (*2010) dan Martinez *et al. (*2008) yang menyatakan bahwa semakin padat tanah maka semakin rendah nilai *particle density* dan porositas tanah.

Sementara itu, kadar air tersedia cenderung meningkat seiring bertambahnya kedalaman tanah (Gambar 2.d). Hasil analisis tersebut sesuai dengan hasil observasi pada bekas galian *Voronoï Trench* menunjukkan bahwa semakin dalam lapisan tanah, struktur tanah memiliki kandungan liat yang lebih banyak sehingga strukturnya lebih padat serta kondisi tanah yang relatif lebih basah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Arunachalam *et al. (*2004) yang menyatakan bahwa kadar air semakin meningkat seiring peningkatan kedalaman tanah.

Distribusi Perakaran

Distribusi perakaran tanaman kelapa sawit yang ditanam menggunakan lubang tanam standar ditampilkan pada Gambar 3.a. Distribusi perakaran yang paling tinggi berada pada radius 0-50 cm dari pangkal pohon dengan *trend* penurunan tingkat distribusi (gram/dm^3) seiring bertambahnya jarak/radius. Selain itu, dapat dilihat juga bahwa distribusi akar primer dapat berkembang sampai kedalaman 100 cm dan sangat dominan pada kedalaman 20-40 cm dengan tingkat distribusi rata-rata yang sebesar 1,77 g/dm^3. Hal ini sesuai dengan penelitian Ng *et al* (2003) yang menyatakan bahwa akar primer kelapa sawit dapat mencapai kedalaman lebih dari 90 cm. Disisi lain, distribusi perakaran sekunder dan tersier lebih dominan pada lapisan permukaan (kedalaman 0-20 cm), dengan distribusi rata-rata berturut-turut adalah 0,11 g/dm^3 dan 0,33 g/dm^3.

Gambar 3.b menunjukkan distribusi perakaran tanaman kelapa sawit pada lubang tanam sedang. Distribusi total perakaran tertinggi berada pada radius 0-50 cm. Selain itu, pada radius tersebut, total distribusi perakarannya lebih tinggi dibandingkan tanaman pada lubang tanam standar. Distribusi akar



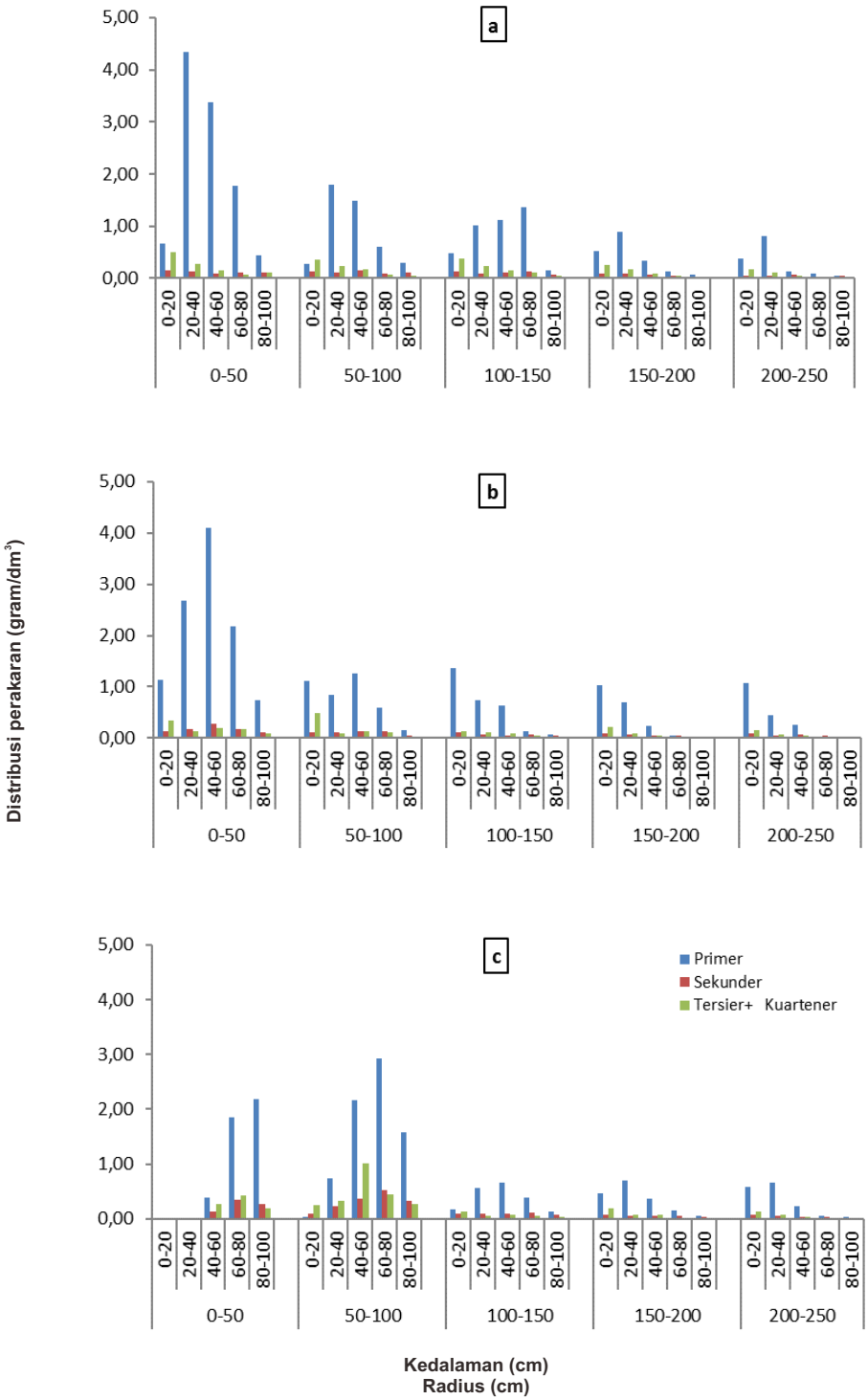
Gambar 2. Sifat fisika tanah pada lubang tanam standar, sedang dan besar yang meliputi (a) permeabilitas (b) *bulk density* (c) porositas (d) kadar air tersedia

Figure 2. Soil physical properties in standard, medium and big planting hole; (a) permeability (b) bulk density (c) porosity (d) available water capacity

primer pada semua radius sangat dominan pada kedalaman 40-60 cm dengan nilai rata-rata distribusi sebesar 1,30 g/dm^3. Disisi lain, distribusi akar sekunder dan tersier lebih dominan pada kedalaman 0-20 cm, dengan nilai distribusi berturut-turut 0,11 g/dm^3 dan 0,26 g/dm^3.

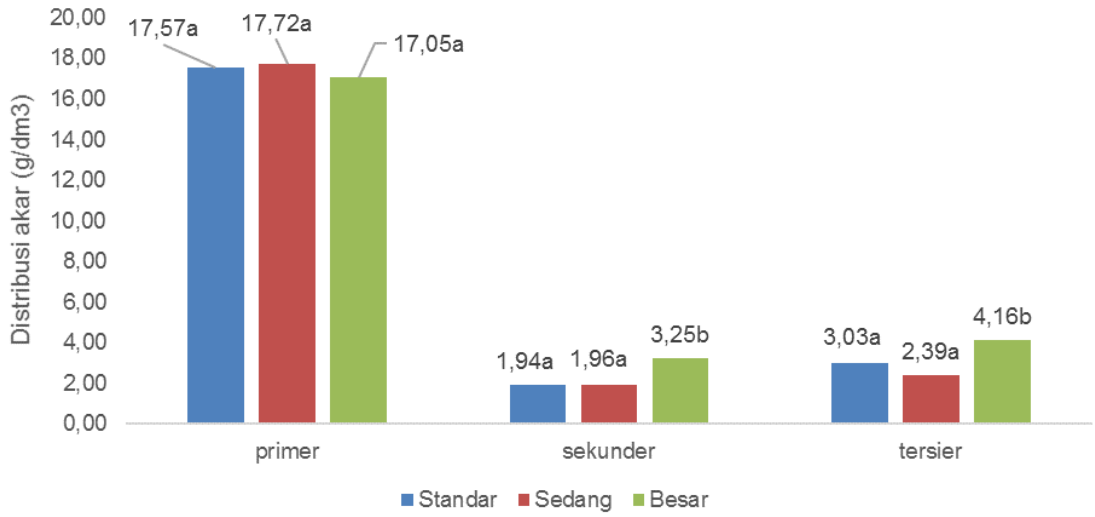
Berbeda dengan distribusi perakaran pada dua lubang tanam sebelumnya, tanaman pada lubang tanam besar memiliki tingkat distribusi perakaran tertinggi pada radius 50-100 cm dari pangkal pohon. Sementara itu, akar primer dan sekunder sangat dominan pada kedalaman 60-80 dan 80-100 cm. Hal ini ditandai dengan distribusi akar primer dan sekunder rata-rata sebesar 1,08 g/dm^3 dan 0,21 g/dm^3. Distribusi rata-rata akar tersier terdapat pada kedalaman 40-60 cm yaitu sebesar 0,29 g/dm^3 (Gambar 3.c).

Rata-rata total biomassa kering akar tanaman kelapa sawit pada lubang standar, sedang, dan besar berturut-turut adalah 28,60 g/dm^3; 26,69 g/dm^3; dan 24,47 g/dm^3. Distribusi total akar primer tanaman pada lubang tanam standar, sedang, dan besar berturut-turut adalah 78,90%; 80,70%; dan 69,72% dari total akar. Distribusi total akar sekunder pada lubang tanam standar, sedang, dan besar berturut-turut 7,79%; 8,53% dan 13,27%. Sementara itu, distribusi akar tersier pada lubang tanam standar, sedang, dan besar berturut-turut 13,31%, 10,77%, dan 17,01% dari total akar.



Gambar 3. Distribusi perakaran tanaman kelapa sawit pada lubang tanam (a) standar, (b) sedang, dan (c) besar

Figure 3. Root distribution of oil palm in (a) standar, (b) medium, and (c) big planting hole



Gambar 4. Total distribusi akar primer, sekunder, dan tersier pada lubang tanam standar, sedang, dan besar. Keterangan : huruf yang berbeda pada distribusi akar yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada $\alpha = 0{,}05$.

Figure 4. Total distribution of primary, secondary, dan tertiary root in standard, medium, and big planting hole. Note : different letter on the same root type distribution shows significant differences at $\alpha = 0.05$.

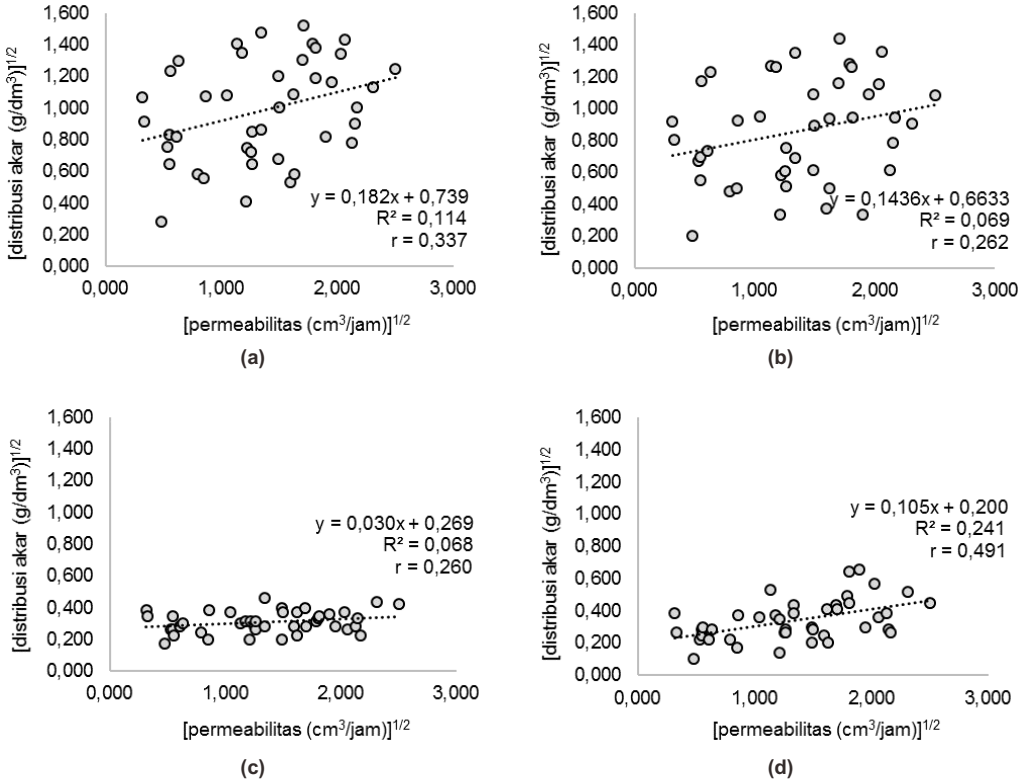
Berdasarkan hasil uji ANOVA, diketahui bahwa tidak ada perbedaan nyata antara total distribusi akar tanaman kelapa sawit di lubang standar, sedang, dan besar. Begitu halnya dengan distribusi akar primer. Namun demikian, distribusi akar sekunder dan tersier antara ketiga lubang tanam menunjukkan perbedaan yang nyata. Apabila ditinjau lebih detail, diketahui bahwa tanaman pada lubang tanam sedang memiliki distribusi akar primer yang lebih tinggi dibandingkan jenis lubang tanam lain. Sementara itu, lubang besar memiliki distribusi akar sekunder dan tersier yang lebih tinggi dibandingkan jenis lubang tanam lainnya (Gambar 4).

Pengolahan tanah yang baik akan mampu memperbaiki sifat fisika tanah. Kondisi fisika tanah yang baik akan memberikan daya dukung yang optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan akar. Pada penelitian ini, pembuatan lubang tanam besar serta penambahan tandan kosong menyebabkan tanah menjadi lebih gembur dan kaya akan bahan organik sehingga dapat memaksimalkan pertumbuhan akar khususnya akar tersier. Hal ini dapat dilihat dari distribusi akar tersier yang sangat tinggi pada radius 0-100 cm (bekas lubang tanam besar) sebagai pengaruh dari penambahan bahan organik dan pengolahan tanah.

Kondisi tersebut sejalan dengan pernyataan Lehmann (2003) yang menyatakan bahwa distribusi akar dipengaruhi oleh kondisi fisika tanah akibat pengolahan tanah, manajemen pohon dan sistem tanam. Berdasarkan kondisi tersebut, pembuatan lubang tanam besar dapat menguntungkan tanaman karena dapat merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar tersier. Menurut Pahan (2000), Nazari dan Sota (2012), Mawanto *et al* (2012), akar primer dan sekunder berfungsi untuk menegakkan pohon. Sementara itu, menurut Pahan (2000) dan Yahya *et al* (2010), akar tersier dan kuarter merupakan akar yang berfungsi untuk menyerap hara dan air sehingga sangat berperan dalam peningkatan efisiensi pemupukan.

Hubungan Sifat Fisika Tanah dan Distribusi Akar

Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson dan regresi linear antara sifat fisika tanah dan distribusi akar pada ketiga ukuran lubang tanam, secara umum dapat diketahui bahwa permeabilitas memiliki korelasi positif



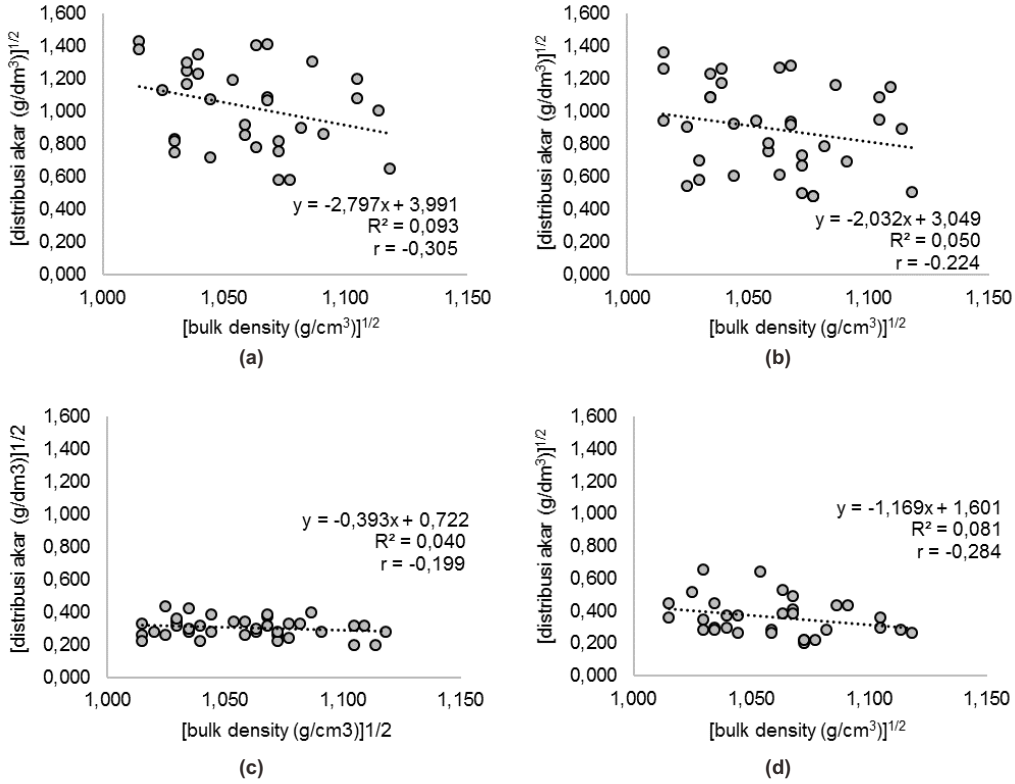
Gambar 5. Korelasi dan regresi linear antara permeabilitas tanah dengan distribusi (a) akar total (b) akar primer (c) akar sekunder (d) akar tersier.

Figure 5. Correlation and linear regression between soil permeability and distribution of (a) total root (b) primary root (c) secondary root (d) tertiary root.

dengan distribusi akar (Gambar 5). Permeabilitas dan distribusi akar tersier memiliki koefisien korelasi dan determinasi yang paling tinggi dibandingkan akar primer dan sekunder, yaitu 0,491 dan 0,241 atau 24,1%. Namun demikian, secara umum permeabilitas hanya dapat menjelaskan 6,8% sampai 24,1% variasi dalam distribusi perakaran.

Meskipun tidak secara signifikan mempengaruhi distribusi perakaran, namun terdapat *trend* peningkatan distribusi akar jika permeabilitas tanah meningkat. Permeabilitas tanah merupakan sifat fisika tanah yang akan mempengaruhi laju infiltrasi air ke dalam tanah. Permeabilitas mengontrol pembagian air yang masuk ke dalam tanah secara vertikal dan horizontal, sehingga mempengaruhi laju limpasan permukaan/*run-off* dan tekanan air pada pori-pori tanah bagian bawah (Archer *et al*., 2013; Greenwood and Buttle, 2014). Permeabilitas dipengaruhi oleh struktur dan stabilitas agregat tanah (Boxell and Drohan, 2009), stabilitas agregat yang tinggi akan meningkatkan porositas dan permeabilitas tanah (Bronick and Lal, 2005). Menurut Andreu *et al. (*2001), degradasi tanah dapat menurunkan porositas, kapasitas infiltrasi, meningkatkan erosi dan dapat mengganggu pertumbuhan akar. Salah satu cara untuk mencegah degradasi tanah adalah perbaikan struktur tanah melalui pengolahan tanah.

Secara umum, sistem perakaran tanaman dipengaruhi oleh kondisi *bulk density* tanah (Assaeed *et al.,* 1990). Pada penelitian ini, hasil analisis korelasi dan regresi linear antara *bulk density dan* distribusi akar menunjukkan korelasi negatif (Gambar 6). Artinya



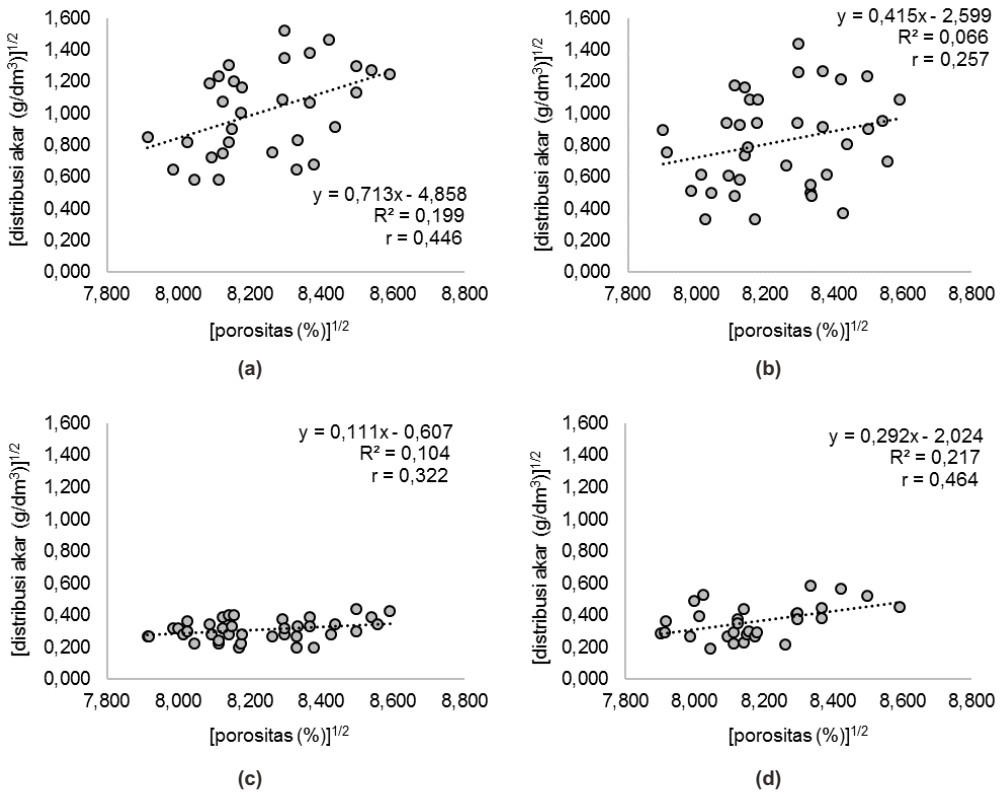
Gambar 6. Korelasi dan regresi linear antara *bulk density* tanah dengan distribusi (a) akar total (b) akar primer (c) akar sekunder (d) akar tersier.

Figure 6. Correlation and linear regression between soil bulk density and distribution of (a) total root (b) primary root (c) secondary root (d) tertiary root.

peningkatan *bulk density* dapat menyebabkan penurunan distribusi perakaran tanaman. Koefisien korelasi dan determinasi *bulk density* terhadap distribusi akar total, maupun akar primer, sekunder, dan tersier berturut-turut adalah -0,305; -0,224; -0,199; -0,284 dan 0,093; 0,050; 0,040; 0,081. Hal ini mengindikasikan bahwa *bulk density* tidak secara signifikan mempengaruhi penurunan distribusi perakaran.

Meskipun pada penelitian ini *bulk density* tidak signifikan mempengaruhi penurunan distribusi akar, kondisi tersebut sesuai dengan Barley (1963) dan Goss (1977) yang menyatakan bahwa penurunan laju pemanjangan akar terjadi pada tanah yang memiliki *bulk density* tinggi. Nazari dan Sota (2012) dan Yahya *et al. (*2010) juga menyatakan bahwa distribusi perakaran akan lebih tinggi pada lapisan tanah yang memiliki nilai *bulk density* yang lebih rendah. Selain itu, Materechera *et al* (1991) dan Mosena and Dillenburg (2004) juga menyatakan bahwa nilai *bulk density* yang tinggi berkorelasi dengan akar yang lebih tebal dan pendek. Namun demikian, penelitian lain yang dilakukan oleh Goodman and Ennos (1999) menyatakan bahwa perbedaan *bulk density* hanya memberikan pengaruh yang kecil terhadap sistem perakaran tanaman bunga matahari dan jagung.

Hasil analisis korelasi dan regresi linear antara porositas *dan* distribusi akar menunjukkan korelasi positif (Gambar 7). Koefisien korelasi dan determinasi paling tinggi dimiliki oleh hubungan antara porositas dan distribusi akar tersier dengan nilai koefisien korelasi 0,464 dan koefisien determinasinya hanya



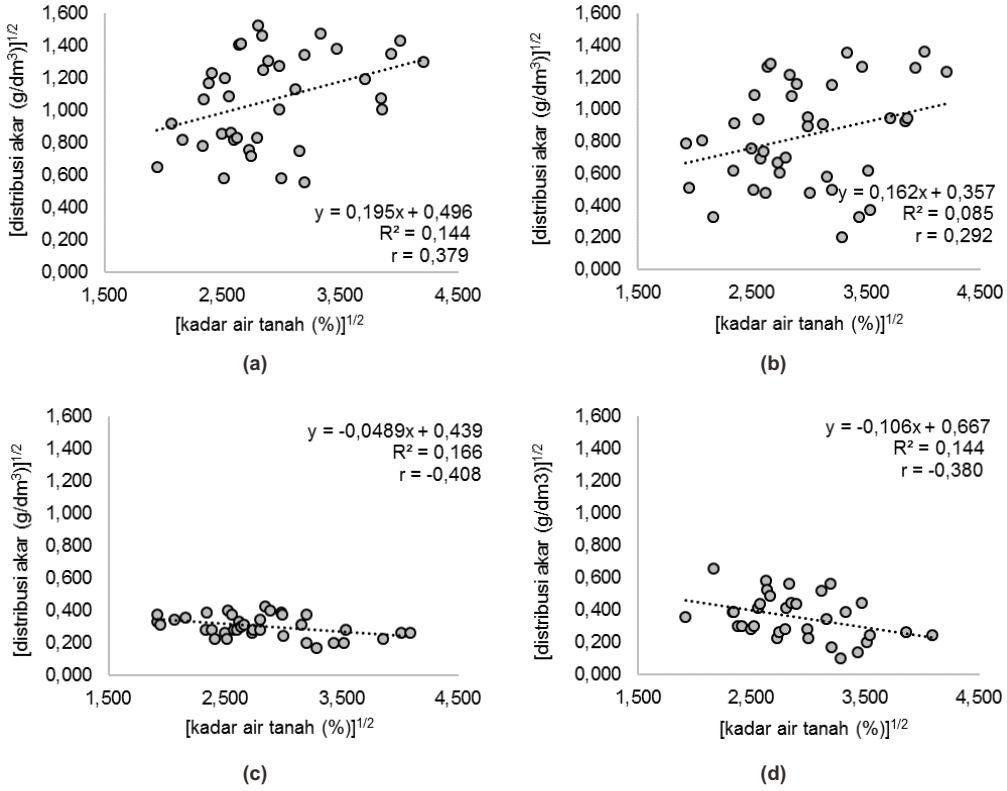
Gambar 7. Korelasi dan regresi linear antara porositas tanah dengan distribusi (a) akar total (b) akar primer (c) akar sekunder (d) akar tersier.

Figure 7. Correlation and linear regression between soil porosity and distribution of (a) total root (b) primary root (c) secondary root (d) tertiary root.

0,217 (porositas menjelaskan 21,7% variasi pada distribusi akar tersier). Kondisi tersebut sesuai dengan penelitian Martinez *et al*. (2008) dan Baquero *et al*. (2012) yang menjelaskan bahwa penurunan porositas menyebabkan penurunan distribusi perakaran pada tanaman gandum dan tebu, begitu juga sebaliknya. Kondisi tersebut juga sesuai dengan pernyataan Osman (2013) dan Duiker (2004) yang menyatakan bahwa semakin dalam kedalaman tanah maka distribusi akar tanaman akan semakin rendah seiring penurunan nilai porositas tanah.

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa kadar air tersedia mempunyai korelasi positif dengan distribusi akar total dan akar primer, tetapi berkorelasi negatif dengan distribusi akar sekunder dan tersier (Gambar 8). Nilai r dan R^2 korelasi kadar air tersedia terhadap akar total, akar primer, sekunder dan tersier berturut-turut adalah 0,379; 0,292; -0,408; -0,380 dan 0,144; 0,085; 0,166; 0,144.

Normalnya, perakaran tanaman akan berkembang untuk mencari air di lapisan tanah yang lebih dalam yang mengandung lebih banyak air (Schenk and Jackson, 2002; Lehmann, 2003). Namun, pada penelitian ini, distribusi akar sekunder dan tersier justru terkonsentrasi di permukaan tanah dibandingkan lapisan yang lebih dalam yang mengandung air yang lebih tinggi, sehingga korelasinya dengan kadar air justru bernilai negatif / berlawanan. Hal tersebut terjadi karena lapisan tanah bagian bawah di lokasi penelitian merupakan lapisan tanah liat yang lebih padat (*bulk density* lebih tinggi dan porositas lebih rendah) dibandingkan lapisan di dekat



Gambar 8. Korelasi dan regresi linear antara kadar air tersedia dengan distribusi (a) akar total (b) akar primer (c) akar sekunder (d) akar tersier.

Figure 8. Correlation and linear regression between available water capacity and distribution of (a) total root (b) primary root (c) secondary root (d) tertiary root.

permukaan tanah. Oleh karena itu, perkembangan dan distribusi perakaran tanaman (khususnya akar tersier) lebih banyak di permukaan tanah.

Terkait dengan kondisi tersebut, Schenk and Jackson (2002) menyatakan bahwa kondisi tersebut bisa terjadi karena akar tanaman lebih dipengaruhi oleh curah hujan tahunan dibandingkan evapotranspirasi potensial. Implikasi dari kondisi tersebut adalah distribusi perakaran tanaman yang lebih terkonsentrasi di lapisan tanah atas dibandingkan lapisan yang lebih dalam. Sebagai akibat dari distribusinya yang dekat dengan permukaan tanah, Haniff *et al. (*2014) menyatakan bahwa perakaran tanaman kelapa sawit sangat rentan terhadap kekeringan panjang. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan tanah dan penambahan tandan kosong untuk meningkatkan kapasitas tanah (khususnya lapisan atas) dalam menahan air (Freidrich, 2011).

Berdasarkan uraian-uraian di atas, dapat diketahui bahwa pada penelitian ini tidak ada sifat fisika tanah yang dominan dan sangat signifikan mempengaruhi distribusi perakaran tanaman kelapa sawit. Kondisi tersebut memperkuat fakta bahwa pengaruh sifat fisika tanah terhadap distribusi perakaran merupakan suatu fungsi yang sangat kompleks (Gregory, 2006), yang pada suatu kasus dapat saling berdiri sendiri sedangkan pada kasus lainnya saling berkombinasi dalam mempengaruhi distribusi perakaran tanaman (Bengough *et al*, 2006). Namun demikian, dapat diperoleh informasi bahwa pengolahan tanah yang lebih baik dan penambahan bahan organik (tandan

kosong), salah satunya melalui pembuatan lubang tanam besar, dapat memperbaiki sifat fisika (meningkatkan permeabilitas, porositas, kadar air tanah, dan menurunkan *bulk density*) tanah sehingga dapat meningkatkan perkembangan akar sekunder dan tersier tanaman kelapa sawit.

KESIMPULAN

Ukuran lubang tanam tidak secara nyata mempengaruhi distribusi akar primer, namun berpengaruh nyata terhadap distribusi akar sekunder dan tersier; yang sangat berperan dalam penyerapan air dan hara. Pada lubang tanam sedang, distribusi akar primer lebih tinggi dibandingkan lubang tanam standar dan besar (hingga 3,89% lebih banyak). Sementara itu, distribusi akar sekunder dan tersier pada lubang tanam besar lebih tinggi (hingga 40%) dibandingkan ukuran lubang tanam lainnya.

Pada penelitian ini, peningkatan permeabilitas dan porositas serta penurunan *bulk density* tanah cenderung meningkatkan distribusi akar, khususnya akar tersier. Sementara itu, peningkatan kadar air tanah tidak diikuti dengan peningkatan distribusi akar sekunder dan tersier. Hal ini karena akar sekunder dan tersier lebih dipengaruhi oleh curah hujan tahunan dibandingkan evapotranspirasi potensial, sehingga kedua jenis akar tersebut lebih banyak berkembang di lapisan tanah atas dibandingkan lapisan tanah bagian bawah yang lebih lembab. Pengolahan tanah yang lebih baik dan penambahan bahan organik (tandan kosong), salah satunya melalui pembuatan lubang tanam besar dapat memperbaiki sifat fisika tanah sehingga meningkatkan perkembangan akar sekunder dan tersier.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada teknisi Kelti. Ilmu Tanah dan Agronomi Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) yang telah banyak membantu dalam proses pengambilan sampel dan analisis data sifat fisika tanah. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Joeni Setijo Rahajoe yang telah banyak membantu dalam revisi tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arunachalam S.K., Christoph Hinz, Graham Aylmore. 2004. Soil physical properties affecting root growth in rehabilitated gold mine tailings. *Paper on SuperSoil 2004 : 3rd Australian New Zealand Soils Conferences, 5-9 December 2004.* Australia : University of Sydney.

Assaeed AM, McGowan M, Hebblethwaite PD, Brereton JC. 1990. Effect of soil compaction on growth, yield and light interception of selected crops. *Annals of Applied Biology* 117: 653–666.

Baquero J.E., Ricardo R., Cristiane de Conti M., Joao T.F., Maria de Fatima G. 2012. Soil physical properties and sugarcane root growth in a red oxisol. *R. Bras. Ci. Solo* 36 : 63-70.

Bengough A.G., M. Fraser Bransby, Joachim Hans, Stephen J. McKenna, Tim J. Roberts and Tracy A. Valentine. 2006. Root responses to soil physical conditions; growth dynamics from field to cell. *Journal of Experimental Botany* 57 (2) : 437–447.

Corley R.H.V. and P.B. Tinker. 2003.*The Oil Palm*. Oxfrod : Blackwell Publishing Publishing Company.

Davis, J.G., 1998. Compaction has critical consequences for crops. Agron. News, 18, 1-11. (http://www.extsoilcrop.colostate.edu/Newsletters/documents/1998_nov.pdf, diakses 2 April 2015).

Duiker, S.W., 2004. Effects of soil compaction. College of Agricultural Sciences. (http://pubs.cas.psu.edu/freepubs/pdfs/uc188.pdf, diakses 2 April 2015).

Freidrich, T. 2011. Conservation Agriculture for Climate Change Adaptation in East Asia and the Pacific. FAO-WB Expert Group Meeting, Rome.

Gregory Peter. 2006. *Plant Roots : Growth, activity and interaction with soils.* India : Blackwell Publishing.

Hamza, M.A., Anderson, W.K., 2005. Soil compaction in cropping systems. A reviewof the nature, causes and possible solutions. *Soil Till. Res.*(82) : 121–145.

Harun M. Haniff. 1998. Techniques for sampling oil palm roots. I. Motorised root sampler. *Journal of Oil Palm Research* 10(1) : 92-95.

Jourdan C. and H. Rey. 1997. Modeling and simulation of the architecture and development of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) root system. II. Estimation of root parameters using Racines postprocessor. *Plant and Soil* 190 : 235-246.

Jourdan Christophe, Nicole Michaux-Ferrieá Re, and Geâ Rald Perbal. 2000. Root System Architecture and Gravitropism in the Oil Palm. *Annals of Botany* 85 : 861-868.

Kurnia U, Agus F, Adimihardja A, Dariah A. 2006. Sifat fisik tanah dan metode analisisnya. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor. 282p.

Lehmann J. 2003. Subsoil root activity in tree-based cropping systems. *Plant and Soil* 255: 319–331.

Martinez E, Juan-Pablo Fuentes, Paola Silva, Susana Valle, Edmundo Acevedo. 2008. Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranian environment of Chile. *Soil & Tillage Research* 99 : 232-244.

Martoyo, K. 2001. Perananan Beberapa Sifat Fisik Tanah Ultisol Pada Penyebaran Akar Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit* 9 (3): 103 – 110.

Marwanto Setiari, Supiandi Sabiham, Untung Sudadi, Fahmuddin Agus. 2012. Distribusi unsur hara dan perakaran pada pola pemupukan kelapa sawit di dalam piringan di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan lahan Terdegradasi*. Bogor : 29-30 Juni 2012.

Nazari Yudhi A., Ibrahim Sota. 2012. Deteksi sebaran akar kelapa sawit dengan metode geolistrik resistivitas. *Agroscientiae* 19 (2) : 112-115.

Ng, S.K., Helmunt von Uexkull and H. Rolf, 2003. *Botanical Aspects of the Oil Palm Relevant to Crop Management*. In: Oil Palm; Management for Large and Sustainable Yields, Thomas Fairhurst and Rolf Hardter (Eds.). Basel : Potash and Phosphate Institute (PPI), Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Potash Institute (IPI) : 14-15.

Osman K.T. 2013. Forest Soils. Springer International Publishing. 217 p.

Prasetyo A.E., A. Susanto, C. Utomo. 2008. Metode penghindaran penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit (*Ganoderma boninense*) dengan sistem lubang tanam besar.*Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 16 (2) : 77-86.

Schenk H.J., Jackson, R.B. 2002. Rooting depths, lateral root spreads and below-ground/above-ground allometries of plants ini water-limited ecosystems. *Journal of Ecology* 90 : 480-494.

Semangun H. 2000. Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Sun Cheng-xu, Hong-xing Cao, Hong-bo Shao, Xin-tao Lei and Yong Xiao. 2011. Growth and physiological responses to water and nutrient stress in oil palm. *African Journal of Biotechnology* 10(51) : 10465-10471.

Woodward C.L. 1996. Soil compaction and topsoil removal effects on soil properties and seedling growth in Amazonian Ecuador. *Forest Ecology and Management* (82) : 197-209.

Xing, S.H. and Xiu LS. 2006. Root function in nutrient uptake and soil water effect on $NO3^-$-N and $NH4^+$-N migration. *Agricultural Sciences in China* 5(5) : 377-383.

Yahya Z., Aminuddin Husin, Jamal Talib, Jamarei Othman, Osumanu Haruna Ahmed and Mohamadu Boyie Jalloh. 2010. Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Roots Response to Mechanization in Bernam Series Soil. *American Journal of Applied Sciences* 7 (3): 343-348.

Archer NAL, Bonell M, Coles N, MacDonald AM, Anton CA, Stevenson R. 2013. Soil characteristics and landcover relationships on soil hydraulic conductivity at hillslope scale: a view towards local flood management. *Journal of Hydrology* 497: 208–222.

Greenwood WJ, Buttle JM. 2014. Effects of reforestation on near surface saturated hydraulic conductivity in a managed forest

landscape, southern Ontario, Canada. *Ecohydrology* 7: 45–55.

Boxell J, Drohan PJ. 2009. Surface soil physical and hydrological characteristics in Bromus tectorum L. (cheatgrass) versus Artemisia tridentata Nutt. (big sagebrush) habitat. Geoderma 149(3–4): 305–311.

Bronick CJ, Lal R. 2005. Soil structure and management: a review. Geoderma 124: 3–22.

Andreu V, Imeson AC, Rubio JL. 2001. Temporal changes in soil aggregates and water erosion after a wildfire in a Mediterranean pine forest. Catena 44: 69–84.

Pahan I. 2000. Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta.

Barley K.P. 1962. The effect of mechanical stress on the growth of roots. *Journals of Experimental Botany* 13: 95-110.

Goss M.J. 1977. Effects of mechanical impedance on root growth in barley (*Hordeum vulgare* L.). I. Effects on the elongation and branching of seminal root axes. *Journals of Experimental Botany* 31: 577-588.

Kurnia U, F. Agus, A. Adimiharja, Ai Dariah. 2006. Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.

Mosena, M. and L.R. Dillenburg, 2004. Early growth of Brazilian pine (Araucaria angustifolia) in response to soil compaction and drought. *Plant Soil*, 258: 293-306. DOI: 10.1023/B:PLSO.0000016559.47135.21.

Materechera SA, Dexter AR, Alston AM. 1991. Penetration of very strong soils by seedling roots of different plant species. *Plant and Soil* 135: 31–41.

Goodman A.M. and A.R. Ennos. 1999. The effect of soil bulk density on the morphology and anchorage mechanics of the root systems of sunflower and maize. *Annals of Botany* 83 : 293-302.

Haniff M.H., Zuraidah Y., Roslan M.M.N. 2014. Oil palm root study at a northern region in Peninsula Malaysia. *International Journal of Agriculture Innovations and Research, Volume 3, Issue 3, ISSN (Online) 2319-1473.*