

**Pengaruh Tinggi Tapak Timbun Terhadap Distribusi Akar
Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Umur 10 Tahun Pada Lahan Mineral**

**Effect of Hoarding Site Height on the Distribution of Oil Palm
Roots (*Elaeis guineensis* Jacq.) 10 Years Old on Mineral Soil**

Nursiani Lubis^{*}, M. Amrul Khoiri, Riko Irawan

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Indonesia

*Email korespondensi: nursiani.lubis@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

One of the reasons for the low productivity of oil palm is the lack of proper technical culture implementation. The implementation of technical culture practices that can be carried out includes stem mounding by creating mound platforms for the oil palm. This study aims to determine the effect of mound bed height on the growth and development of roots in 10-year-old oil palm plants. The research was conducted experimentally using a Non-Factorial Randomized Complete Block Design with 5 levels of mound bed height: 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm, and 40 cm. Each treatment was replicated five times, resulting in 25 experimental units. Each experimental unit consisted of three sample plants, making a total of 75 sample plants. The observed parameters included fresh root weight, dry root weight, the number of primary roots, the length of primary roots, the number of secondary roots, the length of secondary roots, and the number of tertiary roots. The results of the study indicated that the mound bed treatment on 10-year-old oil palm plants in mineral soil, particularly at a height of 40 cm, tended to increase the fresh root weight by 2.45 g, the dry root weight by 0.65 g, the number of tertiary roots by 5.26 strands, the number of primary roots by 2.80 strands, the length of primary roots by 10.0 cm, the number of secondary roots by 2.26 strands, and the length of secondary roots by 2.61 cm.

Keywords: hanging root, oil pal, tread heap

ABSTRAK

Rendahnya produktivitas kelapa sawit disebabkan oleh faktor genetik dan belum menerapkan kultur teknis yang baik yaitu minimnya pengetahuan petani, terbatasnya akses terhadap input produksi, dan perilaku pekebun yang kurang baik maka perlu dilakukan perbaikan kultur teknis kebun, salah satu penerapan kultur teknis dapat dilakukan yaitu penimbunan akar dengan membuat tapak timbun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tinggi tapak timbun terhadap pertumbuhan dan perkembangan akar pada tanaman kelapa sawit umur 10 tahun. Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non Faktorial yaitu tinggi tapak timbun dengan 5 taraf, yaitu tapak timbun tinggi 20 cm, tapak timbun tinggi 25 cm, tapak timbun tinggi 30 cm, tapak timbun tinggi 35 cm, dan tapak timbun tinggi 40 cm. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali, sehingga didapatkan 25 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 3 tanaman sampel sehingga jumlah tanaman sampel yang digunakan keseluruhan yaitu 75 tanaman. Parameter yang diamati adalah berat segar akar, berat kering akar, jumlah akar primer, panjang akar primer, jumlah akar sekunder, panjang akar sekunder, jumlah akar tersier. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tapak timbun terhadap distribusi akar kelapa sawit umur 10 tahun di lahan mineral pada tinggi 40 cm cenderung meningkatkan berat akar segar 2.45 g, berat kering akar 0.65 g, jumlah akar tersier 5.26 helai, dan meningkatkan jumlah akar

primer 2.80 helai, panjang akar primer 10.0 cm, jumlah akar sekunder 2.26 helai, dan panjang akar sekunder 2.61 cm.

Kata kunci: akar adventif, kelapa sawit, tapak timbun

PENDAHULUAN

Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) sangat berperan penting bagi ekonomi Indonesia, tanaman ini memberikan lapangan kerja dan menghasilkan devisa bagi negara. Dibandingkan dengan komoditi penghasil minyak jenis lainnya, perkebunan kelapa sawit memiliki nilai ekonomi yang paling tinggi (Arsyad, 2009).

Luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2019 tercatat 14.677.560 Ha dan di Provinsi Riau memiliki luas areal lahan pekebunan kelapa sawit seluas 2.806.349 Ha tahun 2019. Seiring dengan pertambahan luas areal perkebunan kelapa sawit maka produksi kelapa sawit juga ikut meningkat, produksi kelapa sawit di Riau pada tahun 2019 mencapai 8.864.883 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019). Produksi dan produktivitas kelapa sawit di Riau pada tanaman menghasilkan perkebunan rakyat pola swadaya masih rendah dibandingkan perkebunan swasta. Perkebunan rakyat rata-rata menghasilkan 3,1 Ton/Ha/bulan, dan perkebunan besar swasta menghasilkan 4,7 Ton/Ha/bulan (Sumber data olahan) (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019).

Salah satu rendahnya produktivitas kelapa sawit disebabkan oleh belum diterapkannya kultur teknis yang baik. Penerapan kultur teknis yang dapat dilakukan diantaranya yaitu penimbunan batang kelapa sawit dengan membuat tapak timbun (Akmal *et al.*, 2016). Pembuatan tapak timbun salah satu faktor penting dalam menentukan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Widyastuti *et al.*, 2003). Pembuatan tapak timbun bertujuan untuk mengaktifkan akar adventif dengan diaplikasikan pada piringan kelapa sawit yang mengalami penurunan tanah sehingga akar terbuka.

Akar yang terbuka tidak dapat menyerap unsur hara pada tanah (Simagungsong, 2011). Untuk melindungi tanaman dari genangan air saat curah hujan tinggi terjadi di daerah rendah dengan pasang surut atau dekat dengan aliran air sungai, tanah ditutup dengan timbun untuk mencegah aliran air mengambil unsur hara atau pupuk dari tanaman, dan air tidak mengikis tanah sehingga memperkuat akar tanaman (Nurlela *et al.*, 2014).

Tanaman kelapa sawit mempunyai potensi yang tinggi dalam membentuk akar baru, pembentukan akar dapat dirangsang secara fisik maupun lingkungan akar (Hakim *et al.*, 2018). Akar adventif pada tanaman kelapa sawit adalah akar yang keluar dari sekitar pangkal batang. Akar-adventif yang menggantung apabila sudah mencapai tanah akan berubah menjadi akar aktif, akar adventif terdapat pada tanaman kelapa sawit yang telah menghasilkan (Sastrosayono, 2003). Akar adventif dapat stagnasi karena kekeringan dan dapat tumbuh dan berkembang sempurna apabila diberi perlakuan lingkungan dengan pembuatan tapak timbun (Hakim *et al.*, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tapak timbun terhadap pertumbuhan dan perkembangan akar pada tanaman kelapa sawit telah menghasilkan.

METODE

Bahan dan Alat

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanaman kelapa sawit umur 10 tahun yang telah menghasilkan dan tapak timbun dengan jenis tanah mineral. Alat yang digunakan yaitu cangkul, parang, timbangan, penggaris, meteran, dan alat tulis.

Metode Penelitian

Studi eksperimen ini dilakukan

dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non Faktorial, dengan perlakuan tinggi tapak timbun. 25 unit percobaan diperoleh dengan mengulang setiap perlakuan lima kali. Setiap unit percobaan mengandung tiga tanaman sampel, sehingga jumlah total tanaman sampel yang digunakan adalah tujuh puluh lima. Gambar di bawah menunjukkan peristiwa tersebut.

LT1 = Lebar tapak timbun 1 m/tanaman dengan tinggi 20 cm/tanaman



Gambar 1. Tinggi tapak timbun 20 cm

LT2 = Lebar tapak timbun 1 m/tanaman dengan tinggi 25 cm/tanaman



Gambar 2. Tinggi tapak timbun 25 cm

LT3 = Lebar tapak timbun 1 m/tanaman dengan tinggi 30 cm/tanaman



Gambar 3. Tinggi tapak timbun 30 cm

LT4 = Lebar tapak timbun 1 m/tanaman dengan tinggi 35 cm/tanaman



Gambar 4. Tinggi tapak timbun 35 cm

LT5 = Lebar tapak timbun 1 m/tanaman dengan tinggi 40 cm/tanaman



Gambar 5. Tinggi tapak timbun 40 cm

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan tapak timbun dengan cara mengambil tanah dari sumber gawangan mati pada areal tanaman.

Perhitungan jenis akar yang telah diamati dilakukan sesuai dengan jenisnya apakah akar primer, sekunder dan tersier. Jumlah akar dihitung secara manual berdasarkan klasifikasi akar: akar primer

(*primer root*), akar sekunder (*second root*), dan akar tersier (*tertier root*). Kedudukan akar pada sistem perakaran (tingkat percabangan) digunakan sebagai perhitungan jumlah akar.

Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu, bobot segar akar, bobot kering akar, jumlah akar primer, panjang akar primer, panjang akar sekunder dan jumlah akar tersier.

Analisis Data

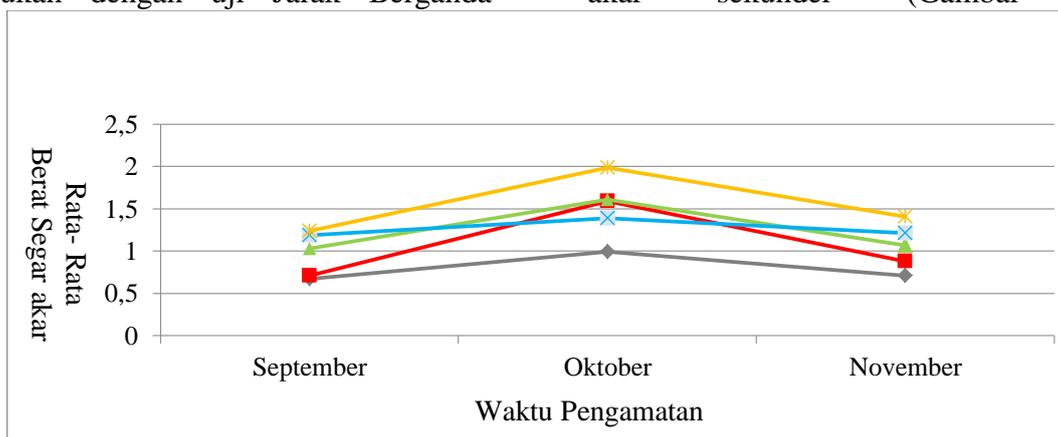
Data yang diperoleh dianalisis dengan software SPSS. Uji lanjut dilakukan dengan uji Jarak Berganda

Duncan (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf nyata 5%.

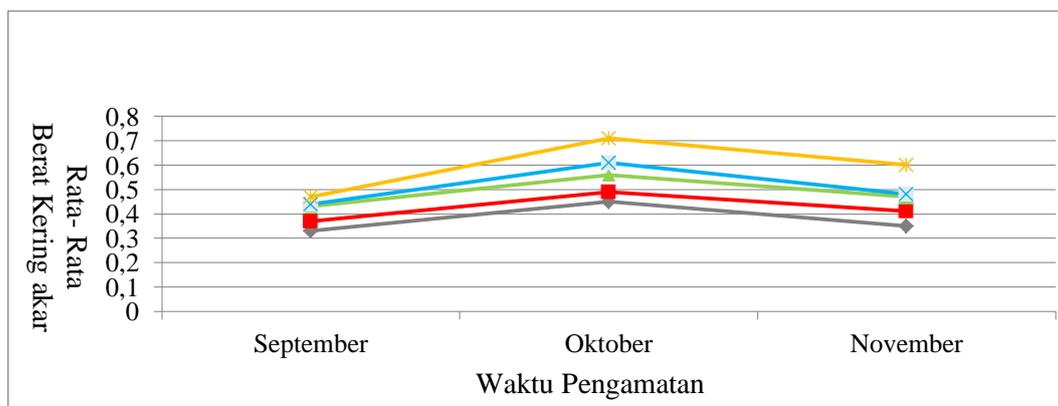
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

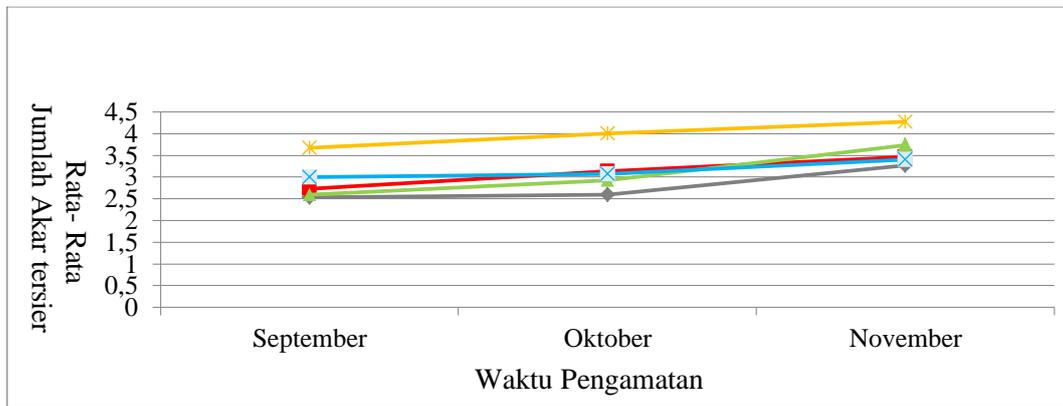
Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian tapak timbun berpengaruh tidak nyata terhadap bobot segar akar (Gambar 6), berat kering akar (Gambar 7) dan jumlah akar tersier (Gambar 8), namun berpengaruh nyata terhadap jumlah akar primer (Gambar 9), panjang akar primer (Gambar 10), jumlah akar sekunder (Gambar 11) dan panjang akar sekunder (Gambar 12).



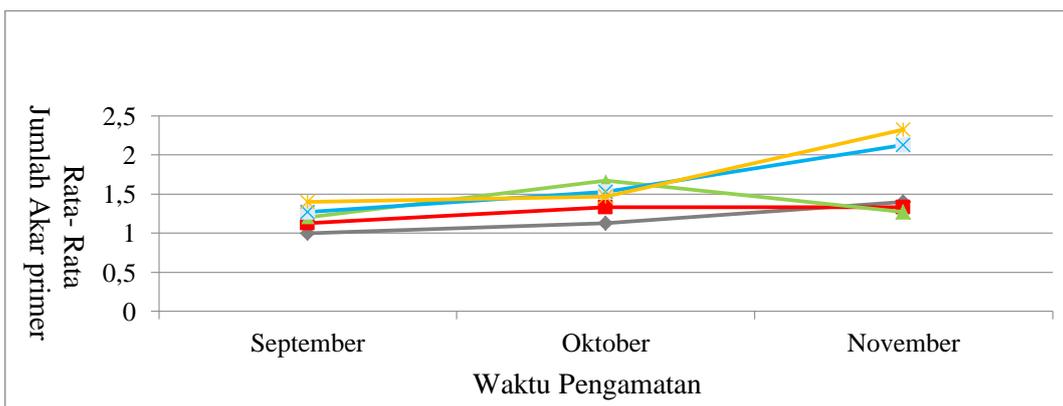
Keterangan : ■ Tinggi tapak timbun 20cm, ■ Tinggi tapak timbun 25cm, ■ Tinggi tapak timbun 30cm, ■ Tinggi tapak timbun 35cm, ■ Tinggi tapak timbun 40cm
Gambar 6. Grafik berat segar akar



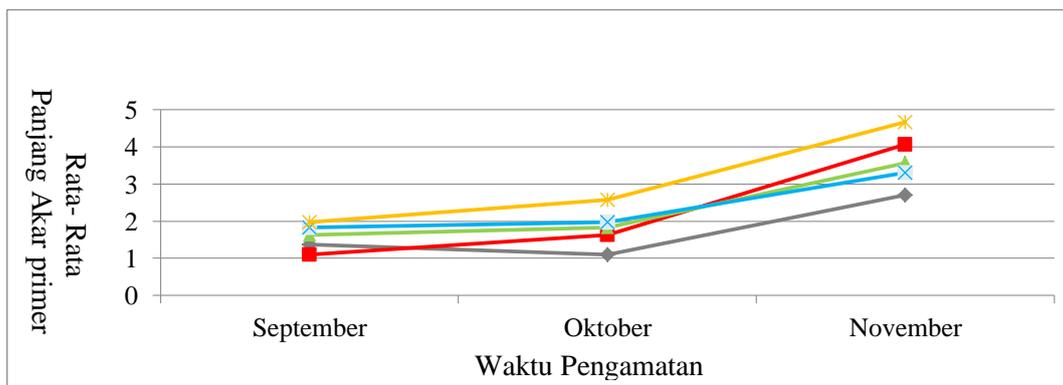
Keterangan : ■ Tinggi tapak timbun 20cm, ■ Tinggi tapak timbun 25cm, ■ Tinggi tapak timbun 30cm, ■ Tinggi tapak timbun 35cm, ■ Tinggi tapak timbun 40cm
Gambar 7. Grafik berat kering akar



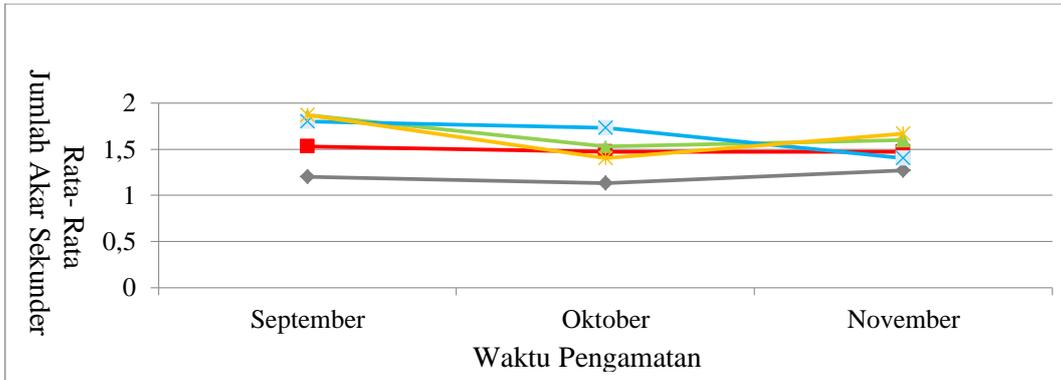
Keterangan : ■ Tinggi tapak timbun 20cm, ■ Tinggi tapak timbun 25cm, ■ Tinggi tapak timbun 30cm, ■ Tinggi tapak timbun 35cm, ■ Tinggi tapak timbun 40cm
 Gambar 8. Grafik jumlah akar tersier



Keterangan : ■ Tinggi tapak timbun 20cm, ■ Tinggi tapak timbun 25cm, ■ Tinggi tapak timbun 30cm, ■ Tinggi tapak timbun 35cm, ■ Tinggi tapak timbun 40cm
 Gambar 9. Grafik jumlah akar primer

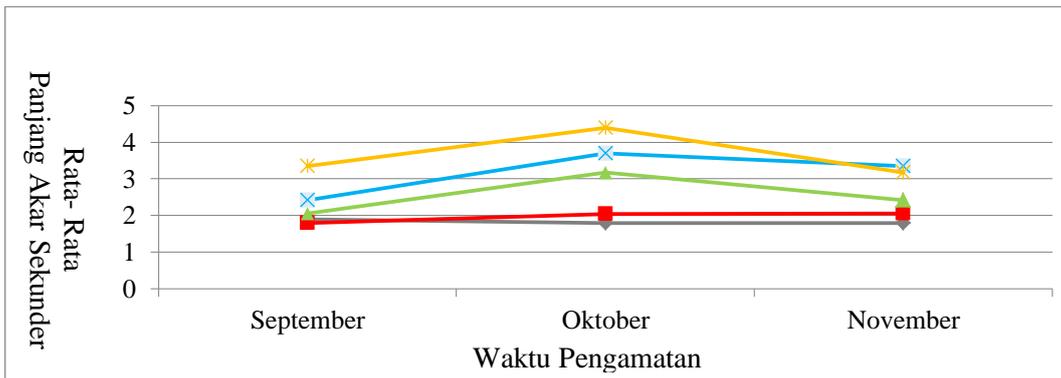


Keterangan : ■ Tinggi tapak timbun 20cm, ■ Tinggi tapak timbun 25cm, ■ Tinggi tapak timbun 30cm, ■ Tinggi tapak timbun 35cm, ■ Tinggi tapak timbun 40cm
 Gambar 10. Grafik panjang akar primer



Keterangan : ■ Tinggi tapak timbun 20cm, ■ Tinggi tapak timbun 25cm, ■ Tinggi tapak timbun 30cm, ■ Tinggi tapak timbun 35cm, ■ Tinggi tapak timbun 40cm

Gambar 11. Grafik jumlah akar sekunder



Keterangan : ■ Tinggi tapak timbun 20cm, ■ Tinggi tapak timbun 25cm, ■ Tinggi tapak timbun 30cm, ■ Tinggi tapak timbun 35cm, ■ Tinggi tapak timbun 40cm

Gambar 12. Grafik panjang akar sekunder

PEMBAHASAN

Berat segar akar (g)

Berat segar akar menunjukkan kandungan air dan nutrisi pada jaringan akar yang diserap oleh tanaman. Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa alur grafik naik turun dan mengalami peningkatan dibulan oktober, hal ini disebabkan karena akar telah mengalami perkembangan dengan ditandai meningkatnya berat segar akar. Berat segar akar berhubungan dengan curah hujan karena air dibutuhkan oleh tanaman sebagai transportasi fotosintat fase vegetatif menyebabkan terjadinya pembelahan dan pertumbuhan sel. Ini sesuai dengan penelitian Aida (2015), yang menemukan bahwa akar-akar lateral mengalami

perkembangan ketika tumbuh dengan kuat di lingkungan yang kaya akan unsur hara; selain itu, akar mampu merespon terhadap distribusi air dan unsur hara. Penimbangan berat segar akar ini memiliki tujuan untuk mengetahui serapan air dan nutrisi yang terkandung.

Berat kering akar (g)

Tanaman harus memiliki jumlah air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan mereka. Tanaman menderita akibat kekurangan atau kelebihan air. Tanaman membutuhkan air. Air tidak hanya berfungsi sebagai bahan baku untuk fotosintesis, tetapi juga berfungsi sebagai pelarut dan menjaga

turgor tanaman (Leopold dan Kriedemann, 2003).

Gambar 7 menunjukkan grafik yang menunjukkan kenaikan dan penurunan berat kering akar. Grafik ini sesuai dengan hasil pada berat segar akar karena fotosintat meningkat pada fase vegetatif, yang memungkinkan pembelahan dan pertumbuhan sel (Hardjadi dan Yahya, 1996). Fotosintat akan dialokasikan sebagian untuk disimpan di dalam organ tanaman dan sebagian lagi akan diubah untuk mensintesis senyawa organik terlarut. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengurangi potensial osmotik sel, atau osmoregulasi, sehingga tanaman dapat bertahan hidup (Gardner *et al.*, 1991).

Penimbunan berat kering yang lebih besar pada tanaman menunjukkan bahwa tanaman tersebut memiliki laju pertumbuhan yang tinggi. Asimilasi fotosintat yang menyebar dari akar ke seluruh tanaman menyebabkan berat kering tanaman (Salisbury dan Ross, 1997). Pertambahan protoplasma karena pertumbuhan ukuran dan jumlah sel menyebabkan berat kering tanaman (Heddy, 2001). Fotosintesis akan berjalan lebih aktif dengan peningkatan klorofil, yang akan menghasilkan lebih banyak asimilat, yang pada gilirannya akan meningkatkan berat kering tanaman (Nyakpa *et al.*, 1988).

Satu bagian tanaman tumbuh bersamaan dengan bagian lainnya. Dengan kata lain, perkembangan akar tanaman lebih baik daripada perkembangan tajuknya. Faktor penting dalam pertumbuhan tanaman adalah rasio tajuk akar, yang menunjukkan kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara dan proses metabolisme. Hasil berat kering tajuk akar menunjukkan bahwa akar menyerap air dan unsur hara ke tajuk tanaman (Handayani *et al.*, 2014).

Jumlah akar tersier (helai)

Dalam lapisan tiga puluh hingga tiga puluh sentimeter, distribusi akar tersier lebih dominan dibandingkan dengan lapisan dua puluh hingga tiga puluh sentimeter. Jumlah akar sekunder dan tersier yang lebih besar di

lapisan tanah bagian atas dibandingkan dengan akar primer diduga terkait dengan fungsi masing-masing jenis akar. Hara yang dihasilkan dari mineralisasi bahan organik atau pemupukan lebih banyak terakumulasi pada lapisan tanah atas, atau tanah tinggi, dan akar sekunder dan tersier bertanggung jawab lebih besar untuk penyerapan hara (Marwanto *et al.*, 2012). Karena akar ini memainkan peran penting dalam mengeksplorasi serapan hara, akar sekunder dan tersier ditemukan lebih padat dan rapat pada tanah tinggi. Kandungan hara yang lebih tinggi pada tanah tinggi membantu akar tersier dan kuarter menjadi lebih rapat pada lapisan subtanah (Marwanto *et al.*, 2012). Pada gambar di atas, ada peningkatan setiap bulannya sebagai hasil dari perkembangan akar yang didukung oleh lingkungan sekitar, terutama kelembaban tanah, yang mencegah akar stagnasi. Kerapatan akar relatif sebanding pada kedalaman tanah 0–30 cm di area piringan dan gawangan mati atau rumpukan pelepah (terletak lebih dari 4,5 m dari batang tanaman, di mana mineralisasi terjadi selama proses dekomposisi pelepah). Fakta ini mendukung gagasan bahwa kecukupan hara membantu pertumbuhan akar tanaman kelapa sawit (Kheong *et al.*, 2010).

Jumlah akar primer (helai)

Tanaman kelapa sawit memiliki akar primer yang dapat tumbuh secara vertikal hingga kedalaman 200 cm. Karena peran mereka dalam mendukung pertumbuhan tanaman dan penyerapan air, akar primer biasanya ditemukan pada kedalaman tanah yang lebih dari 20 cm (Jourdan *et al.*, 2000). Akar primer tanaman kelapa sawit dapat tumbuh secara vertikal hingga kedalaman 200 cm (Intara *et al.*, 2018). Dilihat dari grafik di atas jumlah akar primer terus meningkat dikarenakan akar yang beri perlakuan tapak timbun makin lama persebaran akar makin banyak. Distribusi akar horizontal didasarkan pada jarak 1m dari pangkal pohon secara horizontal. Akar primer, sekunder, dan tersier biasanya tersebar paling banyak pada jarak 0-1 meter

dari pangkal pohon, dan semakin jauh jarak dengan pohon maka pola kerapatan akar menurun (Pradiko *et al.*, 2016).

Pola kerapatan akar yang menurun seiring jarak dari pangkal batang menunjukkan bahwa akar kelapa sawit dapat menyesuaikan diri dengan penyerapan air dan distribusi unsur hara secara lateral (Marwanto *et al.*, 2012).

Panjang akar primer (cm)

Pada proses fotosintesis, akar membantu pertumbuhan tanaman selain berfungsi sebagai penopang. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa variasi tinggi tapak timbun dan lebar tapak timbun benar-benar memengaruhi panjang akar primer kelapa sawit.

Pada gambar diatas terjadi peningkatan yang signifikan dikarenakan Sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan akar. Semakin baik sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, semakin baik akar dapat tumbuh dan berkembang. akar yang tadinya terbuka atau terpapar cahaya matahari tertutupi dengan pemberian tapak timbun sehingga kelembaban akar terjaga.

Curah hujan berperan penting bagi penyerapan air dari dalam tanah oleh akar akan semakin baik, sehingga tanaman tumbuh sehat dan akar mudah berkembang (Widhiastuti, 2004). Curah hujan pada bulan ke kedua yaitu 328.9(mm) mengalami peningkatan signifikan dari pada bulan pertama yaitu 132.5(mm), pada bulan ketiga mengalami penurunan curah hujan yaitu 265.5(mm) dan bulan keempat 179.2(mm).

Karena korelasi antara curah hujan dan kelembaban tanah pada radius 100 cm, dapat disimpulkan bahwa bidang tanah yang berada pada jarak 150 hingga 200 cm dari pangkal tanaman kelapa sawit lebih dipengaruhi oleh hujan. Sebaliknya, dampak curah hujan pada kelembaban tanah pada radius 50 dan 100 cm batang berbeda dengan dampak curah hujan pada radius 150 dan 200 cm batang. Hal ini disebabkan oleh kanopi tanaman kelapa sawit. Kanopi mencegah air hujan jatuh langsung ke tanah, tetapi

membiarkan air mengalir melalui ketiak daun dan batang tanaman. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa tanaman kelapa sawit mengintersepsi hujan melalui bagian ketiak daun di seluruh batang, daun, dan cabang (Tarigan *et al.*, 2018).

Jumlah Akar Sekunder (helai)

Setiap jarak dan kedalaman terdapat akar sekunder dengan kepadatan yang berbeda di karenakan akar sekunder percabangan dari akar primer atau bisa disebut juga akar sekunder juga tumbuh dari akar primer oleh karena itu pada bulan keempat akar sekunder berkurang dikarenakan akar yang berkembang menjadi akar primer.

Gambar grafik diatas menunjukkan pengurangan jumlah akar sekunder dari bulan pertama sampai dengan bulan terakhir dikarenakan akar sekunder telah berkembang menjadi akar primer.

Setiap jarak dan kedalaman terdapat akar sekunder dengan kepadatan yang berbeda di karenakan akar sekunder percabangan dari akar primer atau bisa disebut juga akar sekunder juga tumbuh dari akar primer oleh karena itu pada bulan keempat akar sekunder berkurang dikarenakan akar yang berkembang menjadi akar primer.

Pola kerapatan akar yang menurun seiring jarak dari pangkal batang menunjukkan bahwa akar kelapa sawit dapat menyesuaikan diri dengan penyerapan air dan distribusi unsur hara secara lateral (Marwanto *et al.*, 2012). Pada semua tingkat tinggi tapak timbun, hasil distribusi akar primer dan sekunder meningkat. Sifat fisik tanah juga memengaruhi panjang dan luas akar (Alexander dan Thomas, 2012). Untuk mengubah kelapa sawit yang sebenarnya, tapak timbun dapat memberikan perubahan pada perkembangan biomassa akar sekunder dan tersier di kedalaman 0–20 cm dan jarak 100 cm. Perbaikan ini disebabkan oleh unsur hara dan air yang tersedia, aktivitas flora dan fauna di tanah, dan aerasi yang lebih baik dari tanah dan akar yang tidak terpapar sinar matahari.

Panjang Akar Sekunder (cm)

Sebaran akar tanaman akan sangat dipengaruhi oleh kelembaban tanah. Kelembaban tanah memengaruhi pertumbuhan akar secara langsung. Hal ini disebabkan oleh hubungan erat antara kelembaban tanah dan aerasi tanah serta sifat hidrotropisme akar yang berkembang ke arah air tanah (Nazari, 2015). Selain itu, kelembaban tanah bertanggung jawab atas pemindahan bahan hara dari lapisan atas atau permukaan ke lapisan dalam tanah (Karamina *et al.*, 2017). Karena efisiensi ekstraksi kelembaban tanah meningkat seiring dengan jarak bidang tanah dengan pangkal pohon, sebaran akar pada wilayah tersebut berkurang seiring dengan penurunan kadar air tanah (kondisi tidak lembab). (Nodichao *et al.*, 2011).

Pada gambar diatas menunjukkan grafik yang berfluktuasi disebabkan oleh faktor lingkungan yaitu kelembaban, akar yang terjaga kelembabannya dari kekeringan maka akar tersebut dapat berkembang dengan baik dan terhindar stagnasi.

Karena kelembaban tanah sangat terkait dengan aerasi tanah dan sifat hidrotropisme akar yang tumbuh ke arah air tanah, sebaran akar tanaman sangat dipengaruhi oleh kelembaban tanah (Nazari, 2015). Selain itu, bahan hara berpindah dari lapisan atas atau permukaan ke lapisan dalam tanah karena kelembaban tanah (Karamina *et al.*, 2017). Karena jarak bidang tanah dengan pangkal pohon meningkat seiring dengan efisiensi ekstraksi kelembaban tanah, sebaran akar di daerah tersebut menjadi lebih sedikit dan kadar air tanah menjadi lebih rendah. (Nodichao *et al.*, 2011).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan tapak timbun terhadap distribusi akar kelapa sawit umur 10 tahun di lahan mineral pada tinggi 40 cm cenderung meningkatkan berat akar segar 2.45 g, berat kering akar 0.65 g, jumlah akar tersier 5.26 helai, dan meningkatkan jumlah akar primer

2.80 helai, panjang akar primer 10.0 cm, jumlah akar sekunder 2.26 helai, dan panjang akar sekunder 2.61 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, L and Thomas L. R. 2012. Plant Root Research: The past, the present and the future. *Journal. Annals of Botany* 110: 271-280, 2012
- Akmal, M.A, R. Amalia, dan R. Nurkhoir. 2016. Program sawit untuk rakyat (prowitra) sebagai upaya peningkatan produktivita pemberdayaan, keberlanjutan, dan kesejahteraan pekebun kelapa sawit rakyat. Litbang Pertanian
- Arsyad, Pengantar Perencanaan Pembangunan Ekonomi Daerah (Edisi kedua: Yogyakarta: BPFE, 2009)
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2019. *Statistika Perkebunan Indonesia*. Sekretariat Direktorat. Jakarta.
- Gardner, F.P, R.B. Pearce dan R.I. Mitchell. 1991. *Fisiologi tanaman budidaya*. UI press. Jakarta.
- Handayani Sutri, Al Ikhsan Amri, & M. Amrul Khoiri. 2014. Pertumbuhan tanaman kelapa sawit (*elaeis guineensis* jacq.) pada media campuran gambut dengan effluent di pembibitan utama. *Jom Faperta* Vol 1.
- Hakim, M, Syaphon, A, Taufik, D, Maruli P, dan Atep, J. 2018. *Good Agriculture Practice Kelapa Sawit*.
- Hardjadi, S dan Yahya S. 1996. *Fisiologi stres lingkungan*. PAU Bioteknologi IPB. Bogor
- Heddy, S. 2001. *Hormon tumbuhan*. Rajawali Press. Jakarta.
- Intara, YI, AD Nusantara, Supanjani, Z Caniago, and R Ekawita. 2018. Oil palm roots architecture in response to soil humidity. *International journal of oil palm*. 1(2): 79- 89.
- Jourdan, C, N Michaux-Ferriere, and G Perbal. 2000. Root system architecture and gravitropism in

- the oil palm. *Annals of Botany*. 85: 861- 868.
- Karamina H, W. Fikrinda, A.T. Murti. 2017. Kompleksitas pengaruh temperature dan kelembaban tanah terhadap nilai pH tanah di perkebunan jambu varietas kristal (Psidium guajaval.) Bumi aji, Kota Batu. *Jurnal Kultivasi*. 16 (3): 430 - 434.
- Kheong, LV, ZA Rahman, MH Musa, and A Hussein. 2010. Empty fruit bunch application and palm root proliferation. *Journal of Oil Palm Research*. 22: 750-757.
- Komariah, A., A. Baihaki, R. Setiamihardja, dan S. Djakasutami. 2004. Hubungan antara aktivitas nitrat reduktase, kadar N total dan karakter penting lainnya dengan toleransi tanaman kedelai terhadap cekaman. *Zuriat*, 15 (2): 163 – 169
- Leopold AC dan Kriedemann, P.E. 2003. *Tumbeseran dan Perkembangan Tanaman*. Terjemahan Edisi ke 2. University Pertanian Malaysia. Serdang, Selangor.
- Marwanto, S, Supiandi, S, Untung, S, Fahmuiddin, A. 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, Y.A., Fakhurrazie, N. Aidawati, dan Gunawan. 2015. Deteksi Perakaran Kelapa Sawit pada Lubang Biopori Modifikasi dengan Metode Geolistrik Resitivitas. *J Ziraa'ah*. 40 (1): 31-39.
- Nurlela, Ir. Armaini, M. Si, & Gulat ME .M. 2014. Implementasi pemupukan kelapa sawit (*elaeis guineensis jacq*) pola masyarakat pada lahan pasang surut di desa bangko kanan dan bangko kiri kecamatan bangko pusako kabupaten rokan hilir. *JOM FAPERTA* vol.1 no.1
- Nodichao, L., J. Chopart, O. Roupsard, M. Vauclin, S. Aké, dan C. Jourdan. 2011. Genotypic Variability Of Oil Palm Root System Distribution In The Field. Consequences For Water Uptake. *Plant Soil*. 341: 505-520.
- Nyakpa, M.Y, A.M Lubis, M.A Pulung, A.G. Amrah, A. Munawar, G.B Hong N. Hakim. 1988. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Lampung
- Pradiko, I, F Hidayat, NH Darlan, H Santoso, Winarna, S Rahutomo, dan ES Sutarta. 2016. Distribusi perakaran kelapa sawit dan sifat fisik tanah pada ukuran lubang tanam dan aplikasi tandan kosong sawit yang berbeda. *J. Pen. Kelapa Sawit*. 24(1): 23-38.
- Salisbury, F.B dan Ross, C.W.1997. *Fisiologi tumbuhan*. Terjemahan Dian Rukmana dan Sumaryono. ITB. Bandung.
- Sastrosayono, S. 2003. Budidaya Kelapa Sawit. Agromedia pustaka. Jakarta. 230 hal.
- Simangunsong, Z. 2011. Konservasi tanah dan air pada perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis jacq.*) Pt sari lembah subur, pelalawan, Riau. IPB
- Tarigan, S., K. Wiegand, Sunarti, dan B. Slamet. 2018. Minimum Forest Cover Required For Sustainable Water Flow Regulation of A Watershed: A Case study in Jambi Province, Indonesia. *J Hydrology and Earth System Sciences*. 22: 581-594.
- Widyastuti H., E. Guharja, N. Sukarno, L.K. Darusman, D. H. Goenadi, dan S. Smith. 2003. Arsitektur akar bibit kelapa sawit yang diinokulasi beberapa cendawan mikoriza arbuskula. *Menara Perkebunan*, 71(1): 28 – 43.
- Widyastuti, S. M, 2004, Kesehatan Hutan : Suatu Pendekatan dalam Perlindungan Hutan (Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar

dalam Ilmu Perlindungan Hutan pada
Fakultas Kehutanan Universitas
Gadjah Mada), Universitas Gadjah
Mada, Yogyakarta.