


Melihat Lebih Dekat Karakter Perakaran Kakao

Fakhrusy Zakariyya¹⁾ dan Teguh Iman Santoso¹⁾

¹⁾Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman 90 Jember 68118

Akar kakao seringkali tidak menjadi perhatian para pekebun, padahal informasi akar sangat penting untuk dapat menjawab permasalahan kakao di lapangan. Organ tumbuhan ini memang tidak terlihat namun berperan penting selama tanaman hidup. Mengetahui karakter perakaran kakao akan memudahkan para pekebun untuk mengimplementasikan budidaya kakao sesuai GAP, baik dari pemilihan bahan tanaman, persiapan lahan, pola tanam, pemupukan, irigasi, dan komponen budidaya lainnya.

eningkatan produksi kakao dapat ditempuh melalui berbagai langkah implementasi *Good Agricultural Practices* (GAP). Implementasi GAP yang dilakukan diantaranya adalah dengan program intensifikasi pemupukan, pemangkasan, dan pengendalian organisme pengganggu tanaman OPT. Implementasi GAP ini tentunya dengan memperhatikan performa tumbuh tanaman kakao baik skala individu pohon ataupun skala lanskap.

Performa tumbuh tanaman kakao meliputi biomasa tajuk (di atas tanah) dan akar (di bawah tanah). Kajian tanaman kakao masih banyak mengulik tentang tajuk atau biomasa di atas tanah, namun ada sisi lain yang tidak banyak dikaji yaitu bagian akar tanaman. Akar adalah salah satu organ penting tanaman kakao yang memiliki fungsi sebagai penopang tubuh tanaman dan medium untuk distribusi air dan nutrisi dari lingkungan luar ke dalam tubuh tanaman. Selain itu, biomasa akar tanaman kakao memberi proporsi yang cukup besar terhadap individu tanaman, yaitu sebesar 19-25% dari total biomasa. Di sisi lain, jaringan ini juga sebagai salah satu

yang berperan dalam interaksi mikroba-tanaman, baik yang menguntungkan maupun yang merugikan sehingga akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kakao. Sebagai contoh adalah mikoriza sebagai mikroba pendukung pertumbuhan, namun terdapat juga patogen yang ada di tanah, misalnya jamur akar dapat menghambat pertumbuhan bahkan menyebabkan kematian tanaman.

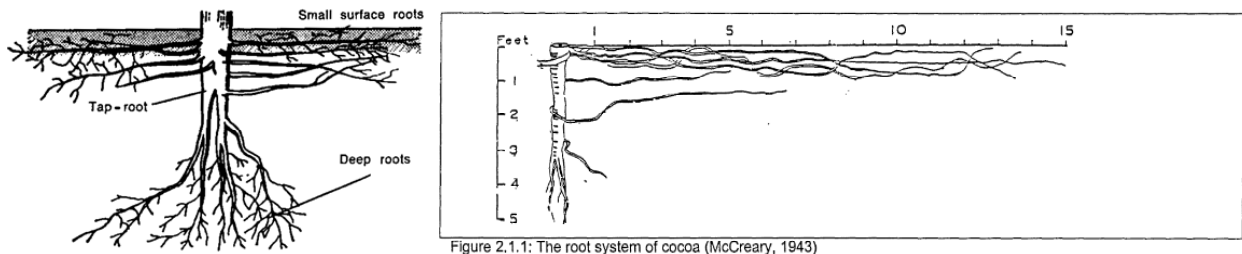
Penelitian akar pada tanaman kakao telah dimulai sejak ratusan tahun lalu dan terus berkembang seiring dengan semakin berkembang pesat pula ilmu pengetahuan serta pemutakhiran peralatan dalam penelitian. Studi mengenai perakaran tanaman kakao dapat dimulai dari mengenal morfologi, distribusi, dan fisiologi perakaran, yang kemudian secara terintegrasi akan digunakan sebagai pertimbangan dalam teknik budidaya. Pentingnya ulasan tentang perakaran ini memberikan gambaran para pekebun kakao dalam penerapan teknik budidaya, khususnya persiapan lahan berupa penentuan pola tanam, jarak tanam, lubang tanam, pemupukan, dan aplikasi irigasi pada kebun.

Sistem Perakaran Kakao

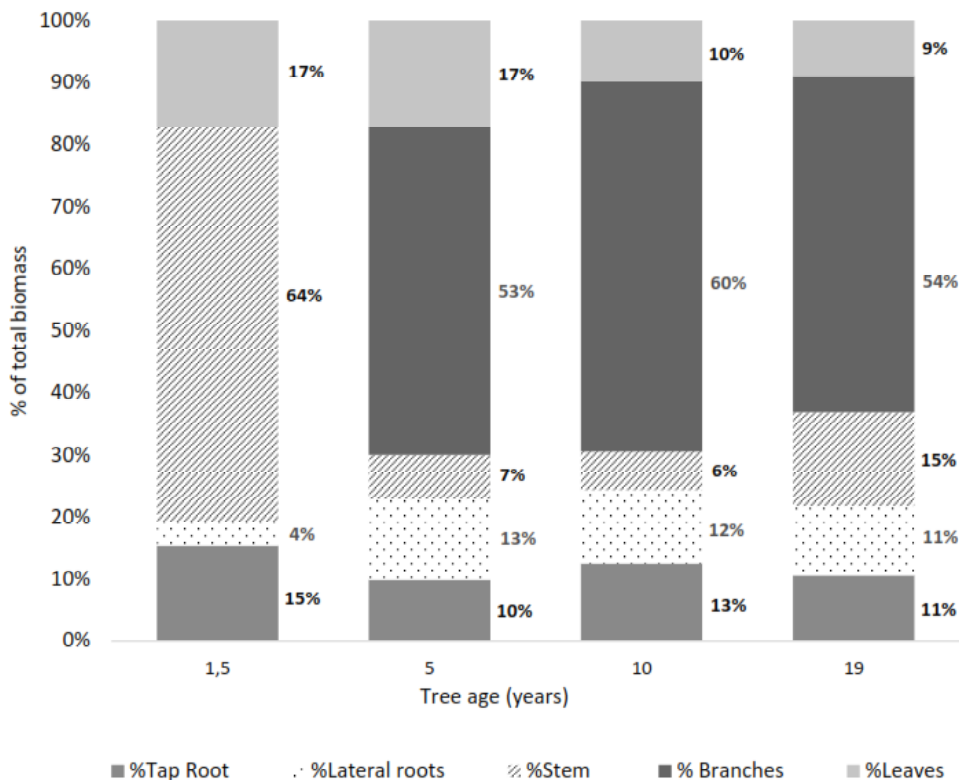
Sistem perakaran kakao sangatlah kompleks susunannya, namun secara umum, akar tanaman kakao dibagi menjadi dua, yakni akar primer dan akar sekunder^{1,2}. Akar primer umumnya berupa akar tunggang (*tap root*) sedangkan akar sekunder umumnya merupakan akar lateral (*lateral* atau sebagian menyebut *lateral feeder root*). Sistem perakaran kakao merupakan sistem perakaran tunggang atau dikenal dengan istilah *radix primaria* dan juga memiliki akar lateral yang berada di permukaan tanah sehingga biasa dikenal istilah akar permukaan atau *surface root feeder*. Zona perakaran kakao umumnya tumbuh vertikal (akar tunggang/*tap root*) dan horizontal

(akar lateral), dimana akar tersebut kedalaman hingga 100–200 cm dan lebar horizontal ke samping hingga 4 m atau selebar tajuk kakao (Gambar 1).

Pertumbuhan akar tanaman memiliki hubungan terhadap pertumbuhan tajuk. Pertumbuhan tajuk dan perakaran harus seimbang dan secara fisiologis dikenal dengan rasio akar/tajuk. Nilai rasio akar tajuk pada tanaman kakao beragam, bergantung dari variabel yang dimasukkan. Rasio akar tajuk kakao berkisar antara 0,19–0,25. Salah satu studi³ menunjukkan bahwa biomassa akar 19%, 23%, 25%, dan 22% pada kakao yang berumur 1,5 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 19 tahun dimana akar lateral yang menunjukkan proporsi yang lebih besar pada umur tanaman diatas 5 tahun.



Gambar 1. Ilustrasi sistem perakaran kakao



Gambar 2. Proporsi pembagian biomassa pada beberapa umur kakao

Ragam Jenis Akar Kakao

Akar Tunggang (*Tap Root*)

Kedalaman sistem perakaran pada awal pertumbuhan ditentukan oleh pertumbuhan akar tunggang. Akar tunggang pada tanaman dewasa memiliki ukuran panjang yang berkisar 1–2 m dengan diameter hingga 10–12 cm. Akar tunggang berkembang sangat cepat sesaat setelah perkecambahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan radikula sebagai calon akar tunggang 0,15 mm per jam, akar tumbuh 1 cm saat berumur 1 minggu setelah kecambah, 16–18 cm setelah 1 bulan dan 25 cm setelah 3 bulan⁴⁾.

Fungsi utama akar tunggang pada perakaran kakao adalah sebagai jangkar untuk menopang tumbuh kakao. Meskipun sebagian peneliti menjelaskan bahwa akar tunggang bukan berfungsi utama sebagai penyerapan air dan unsur hara, namun pertumbuhan perakaran lateral sangat ditentukan oleh pertumbuhan akar tunggang.

Akar tunggang memiliki bentuk silinder dengan diameter 10–20 cm dan mengerucut semakin ke dalam tanah. Pertumbuhan akar berupa panjang dan diameter kakao bertambah seiring dengan umur tanaman kakao (Tabel 1.).

Pertambahan panjang akar memiliki laju pertumbuhan yang berpola eksponensial negatif dengan umur tanam kakao, yang artinya pada umur yang maksimal laju pertumbuhan cenderung melambat (Gambar 3.). Sebagian pohon kakao memiliki akar tunggang yang bercabang 2 atau dikenal dengan "*bifurcated tap root*".

Akar Lateral

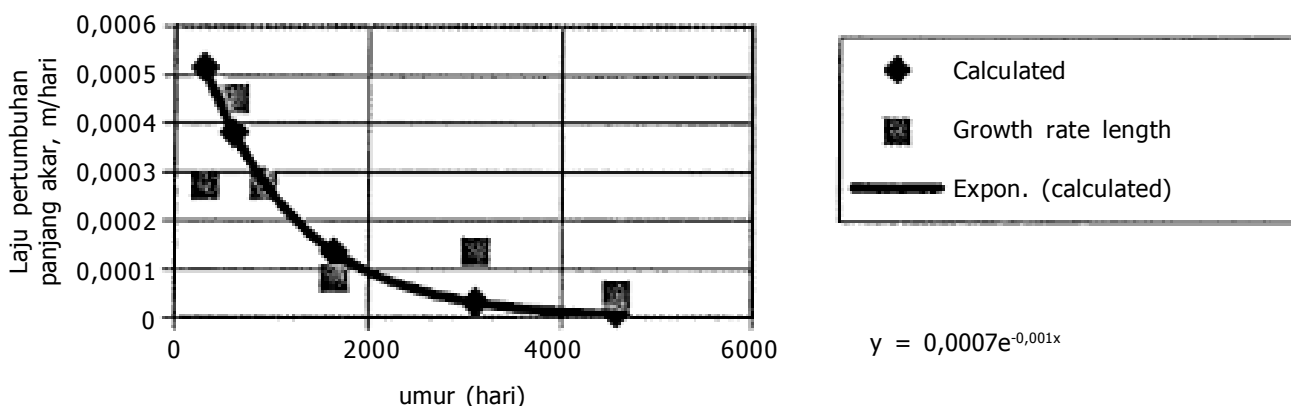
Akar lateral merupakan akar yang tumbuh dari akar primer atau akar tunggang. Akar lateral dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran, yaitu akar lateral kasar (*coarse root*) dan akar lateral halus (*fine root*). Akar lateral kasar (*coarse root*) adalah akar yang telah mengalami penebalan sekunder dan memiliki struktur kayu (biasanya diameter berukuran >2 mm) sedangkan akar lateral halus umumnya berdiameter < 2 mm.

Akar lateral halus atau *fine root* merupakan akar lateral yang berukuran diameter <2 mm yang berfungsi utama sebagai penyerap air dan nutrisi. Akar ini biasanya memiliki percabangan yang banyak dan biasanya berasosiasi dengan mikoriza. *Fine root* berfungsi untuk perluasan akar dalam menyerap air dan nutrisi.

Tabel 1. Panjang dan diameter (cm) akar tunggang tanaman kakao pada umur yang berbeda

Umur	4 bulan	16 bulan	2 tahun	3 tahun	6 tahun	11 tahun	14 tahun
Panjang (cm)	30	40	51	61	70	95	100
Diameter (cm)	0.85	3.2	3.9	4.9	7.5	10	10.5

Sumber: Himme 1969 dalam Mommer (1999).



Gambar 3. Tren grafik laju pertumbuhan dan umur kakao

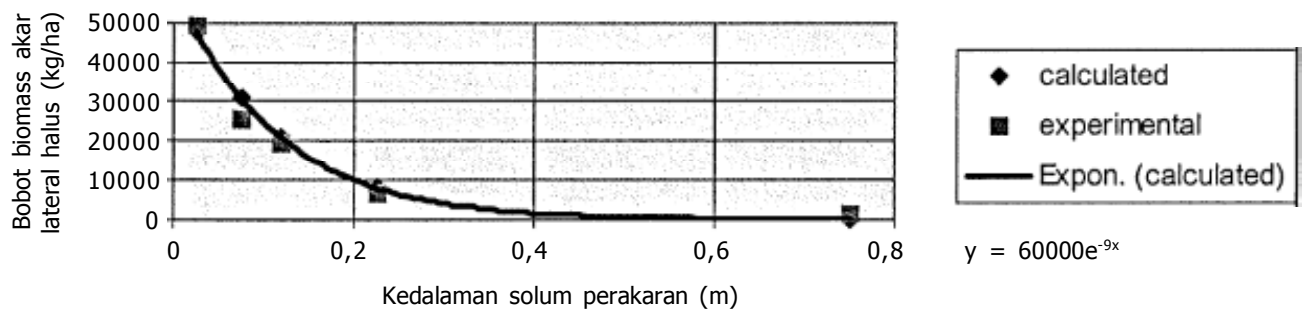
Sebagian besar akar lateral memiliki distribusi horizontal mendatar berkembang dekat permukaan tanah, yaitu pada kedalaman tanah (jeluk) 0–30 cm, 56% akar lateral tumbuh pada jeluk 11–20 cm, 14% pada jeluk 21–30 cm, dan hanya 4% tumbuh pada jeluk di atas 30 cm dari permukaan tanah⁵⁾. *Fineroot* kakao berkembang hingga kedalaman tanah 2 m lebih dari 80% berada di permukaan tanah (0–0,4m kedalaman)⁶⁾. Ujungnya membentuk cabang-cabang kecil yang susunannya tidak beraturan dan kompleks (*Intricate*). Kummerow dkk (1981)⁷⁾ mengumpulkan data akar kakao berumur 11 tahun di Brazil dengan 4 kelas diameter akar lateral pada kedalaman 0–10 cm dan ditemukan bahwa panjang akar lateral mencapai 1361 m/m² dan biomassa seberat 384 g/m² dengan rincian akar lateral halus (berukuran diameter <2 mm) mencapai 1315 m/m² dengan biomassa seberat 76 g/m², sedangkan akar lateral kasar sepanjang 46 m/m² dengan biomassa seberat 308 g/m². Biomasa akar lateral ini akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Secara model matematis, dapat dilihat pada Gambar 4.

Faktor–Faktor yang Mempengaruhi Sistem Perakaran

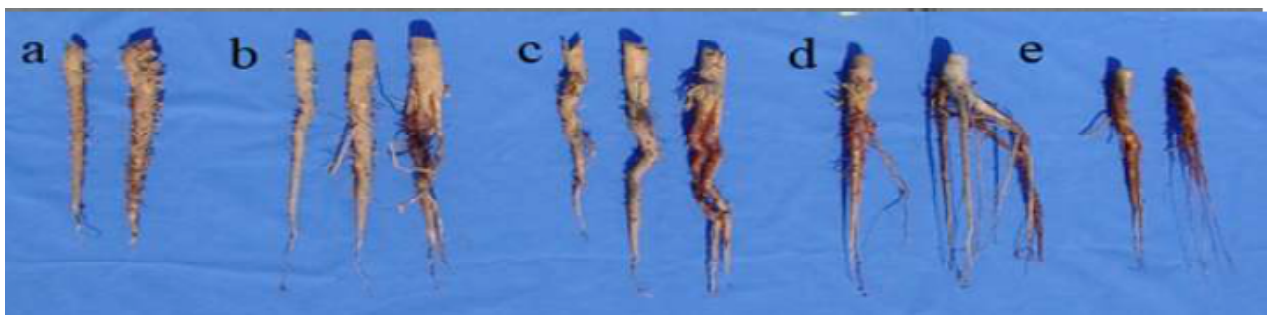
1. Perbanyak Bahan Tanam

Tanaman kakao yang memiliki akar tunggang umumnya berasal dari perbanyakan asal biji dan sambung pucuk sebagai akar seminal yang berkembang dari radikula, namun pada perbanyakan dengan stek ortotropik dan plagiotropik dapat menumbuhkan akar adventif yang kemudian menjadi akar tunggang pengganti yang berasal dari diferensiasi sel kalus. Pada bibit kakao yang berasal dari biji memiliki pertumbuhan akar utama (tunggang) yang cepat dan dibentuk oleh akar lateral yang sedikit.

Perbanyakan asal stek ortotropik dan embriogenesis somatik akan menghasilkan perakaran tunggang yang berasal dari perkembangan akar adventif. Studi perbanyakan klonal asal embriogenesis somatik dan stek ortotropik perbanyakan dari biji, embriogenesis somatik, dan stek ortotropik pada percobaan rumah kaca dapat menginisiasi akar tunggang pada saat tanaman berumur 1 tahun⁸⁾



Gambar 4. Grafik distribusi biomassa akar lateral halus kakao pada kedalaman berbeda



Gambar 5. Sistem perakaran tunggang dari perbanyakan (a) biji, (b) dan (c) embriogenesis somatik, (d) dan (e) stek ortotropik

(Gambar 5). Studi lainnya juga menunjukkan bahwa pada stek plagiotrop dapat tumbuh akar tunggang yang memiliki struktur perakaran yang relatif sama dengan perbanyakan asal biji yang disambung dengan klon unggul pada umur tanaman 6 bulan setelah tanam⁹⁾ (Gambar 6.), meskipun pada awal pertumbuhannya terdapat perbedaan bobot biomassa pada kedua perbanyakan tersebut. Sistem perakaran yang kemudian menyerupai perakaran tunggang dari perbanyakan stek disebut dengan kerangka akar “ortho-geometrik” sebagai akar tunggang pengganti.

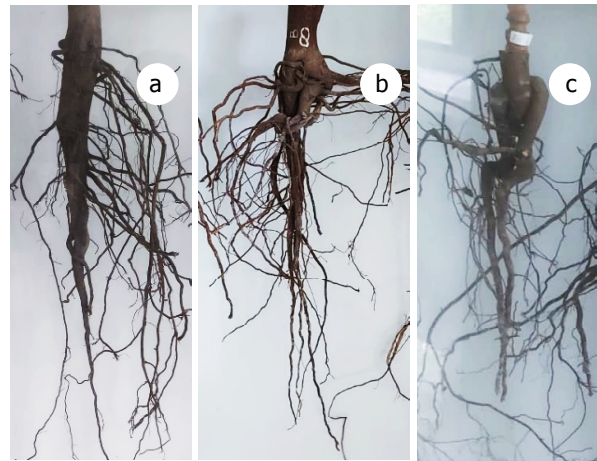


Gambar 6. Sistem perakaran dari (a) sambung pucuk dan (b) stek plagiotrop (PCC)

2. Kondisi Tanah

Kondisi tanah yang gembur, nutrisi optimal, dan air tersedia akan memberikan kondisi akar yang optimal. Beberapa variabel tanah yang menentukan keragaan akar kakao antara lain kedalaman solum

tanah, struktur, tekstur, dan kedalaman air tanah. Tanah yang pejal menyebabkan akar tunggang tidak dapat menembus tanah karena kendala mekanis dan mengakibatkan abnormalitas pada bentuk perakaran. Kondisi abnormalitas dapat ditunjukkan pada bentuk akar tunggang “bangku” dan akar tunggang melingkar (Gambar 7).



Gambar 7. Kondisi akar kakao (a) Normal; (b) Akar bangku; dan (c) Akar melingkar

Upaya untuk menghindari kondisi abnormalitas akar dalam berkembang dapat dimulai dari manajemen pembibitan, yaitu menyediakan media dan polibag yang memungkinkan untuk akar berkembang normal. Media yang baik adalah media yang gembur dengan porositas air yang optimal. Umumnya menggunakan media pasir, pupuk kandang, dan tanah dengan ukuran polibag yang optimal. Apabila hendak dipindahtanamkan ke lapangan, perlu dilihat ujung akar, apabila terdapat akar yang menunjukkan gejala abnormal dan berumur relatif muda, maka ujung akar dapat dipotong secara proporsional.

Persiapan lahan juga memiliki andil terhadap pembentukan akar yang abnormal. Salah satu yang perlu dipertimbangkan adalah pembuatan lubang tanam (Gambar 8). Kondisi tanah yang belum diketahui secara pasti struktur dan teksturnya, sebaiknya dilakukan pembuatan lubang tanam dengan dimensi 60 cm x 60 cm x 60 cm (p x l x t) atau 50 cm x 50 cm x 50 cm (p x l x t). Namun, kondisi tanah yang baik, struktur, dan tekstur sangat baik, dapat dipertimbangkan pembuatan lubang tanam yang proporsional untuk menghemat tenaga kerja. Mekanisasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat bor tanah seperti Laborta. Pembuatan lubang tanam umumnya digunakan bersamaan dengan tahun penanaman penangung.



Gambar 8. Lubang tanam menjadi salah satu komponen penting dalam persiapan lahan

3. Manajemen Pemupukan

Pemupukan menjadi titik kritis dalam perakaran karena fungsi perakaran adalah untuk menyerap nutrisi dan air yang ada di dalam tanah. Pemupukan dalam budidaya kakao saat ini dikenal dengan prinsip 5 T, yaitu Tepat Jenis, Tepat Dosis, Tepat Waktu, Tepat Cara, dan Tepat Sasaran. Aplikasi pupuk tepat jenis artinya dapat menggunakan jenis tertentu secara berimbang. Aplikasi tepat dosis juga perlu memperhatikan umur tanaman dan jenis tanah. Aplikasi tepat waktu diharapkan dapat memperhatikan kondisi lengas tanah. Aplikasi tepat cara dan tepat sasaran dapat dilakukan dengan menggunakan sistem “kecroh” untuk pupuk anorganik dan sistem rorak serta biopori untuk pupuk organik (Gambar 9.).

Aplikasi pupuk organik dapat dilakukan pada lubang-lubang rorak. Hasil kajian menunjukkan bahwa aplikasi rorak dapat meningkatkan bobot kering dan bobot basah akar tanaman kakao dewasa⁹. Aplikasi ini berkaitan dengan pemotongan

akar lateral baik yang sudah mati dan kemudian meregenerasikannya kembali. Akar lateral ujung umumnya masih bersifat meristematis sehingga mudah dalam meregenerasi jaringan yang telah terpotong sehingga lebih aktif dalam menyerap unsur hara dan air. Pemotongan akar lateral yang meristematis secara berimbang juga membantu tanaman untuk mengatur keseimbangan produksi hormon yang ada di tubuhnya.



Gambar 9. Persiapan pemupukan anorganik dengan sistem “kecroh” (a) dan aplikasi rorak untuk pupuk organik pada kebun kakao (b)

4. Sistem dan Pola Pertanaman

Sistem perakaran kakao dapat menjadi pertimbangan menentukan pola pertanamannya, khususnya apabila ditanam berdampingan dengan tanaman lain baik dalam sistem tumpang sari ataupun sistem agroforestri. Jarak tanam kakao agar perakaran tidak saling tumpang tindih dan minimal terjadi kompetisi unsur hara dapat digunakan jarak tanam 3 m x 3 m atau 4 m x 2,5 m. Jika menggunakan populasi yang lebih rapat maka perlu dipertimbangkan dengan penggunaan *double row*

2 m x 2 m x 4 m atau 2 m x 2 m x 5 m untuk mengantisipasi satu sisi perakaran yang berpotensi saling tumpang tindih. Namun, studi ini masih perlu dikaji lebih jauh terhadap pertumbuhan kakao dewasa.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pola agroforestri dapat meningkatkan biomassa pada akar lateral halus, namun pada tanaman dewasa akan menyebabkan persaingan nutrisi antar tanaman. Oleh karena itu, pemilihan tanaman yang kompatibel terhadap perakaran kakao dalam konteks persaingan nutrisi dan air sangat perlu diperhatikan. Pemilihan pohon penayang yang berasal dari golongan legum sangat disarankan untuk tanaman kakao. Kakao yang ditanam dengan jarak 18 m x 18 m¹⁰ pada sistem agroforestri menunjukkan distribusi akar lateral yang kedalaman 0–25 cm dan tidak mengganggu perakaran lateral kakao. Jika dengan gamal (*Gliricidia* sp.) perakaran kakao akan cenderung tersebar pada permukaan¹¹).

Penutup

Perkembangan akar menentukan bagaimana pohon kakao tumbuh dan berkembang. Kajian mengenai perakaran sangat penting untuk diketahui pekebun dalam mengimplementasikan budidaya kakao sesuai GAP. Perakaran kakao yang baik dapat dilihat dari perkembangan perakaran tunggang kakao dengan akar lateral yang eksploratif dan berimbang. Manajemen budidaya sesuai GAP lainnya antara lain, pemilihan asal bahan tanam, pembuatan lubang tanam, manajemen persiapan pemupukan, dan sistem tanam baik monokultur dan agroforestri memberikan andil dalam menentukan pola perkembangan akar.

Sumber Pustaka

¹Mommer, L. (1999). The Water Relations in Cacao (*Theobroma cacao* L.): Modelling Root Growth

and Evapotranspiration. Thesis. Department of Theoretical Production Ecology, Wageningen Agricultural University, Belanda.

- ²Prihastanti, E.; S. Tjitrosemito; D. Sopandi & I. Qoyim (2015). Pertumbuhan *fineroot* kakao (*Theobroma cacao*) pada cekaman kekeringan selama 13 bulan di kawasan agroforestri dengan pohon pelindung utama gamal (*Gliricidia sepium*). *In: Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1, 1683–1688.
- ³Calvo-Romero, F. (2018). Biomass and nutrient distribution in cacao trees (*Theobroma cacao*): A case study in Ivory Coast. MSc Thesis. Wageningen University.
- ⁴Himme, van M. (1959). Etude du systeme racinaire du cacaoyer. *Bulletin agricole du congo beige et du ruande-urundi*, 1541–1600.
- ⁵Zuidema, P.A.; P.A. Leffelaar; W. Gerritsma; L. Mommer; & N.P.R. Anten (2005). A physiological production model for cocoa (*Theobroma cacao*): Model presentation, validation and application. *Agricultural System*, 84, 195–225.
- ⁶Schwendenmann, L.; E. Veldkamp; G. Moser; H. Dirk; M. Kohler; Y. Cloughs & S. Oliver (2016). Effects of an experimental drought on the functioning of cacao Agroforestry system, Sulawesi, Indonesia. *Global Change Biologu*, 16, 1515–1530.
- ⁷Kummerow J.; A. Kummerow & P.T. Alvim (1981). Root biomass in mature cacao (*Theobroma cacao* L.) plantation. *Agrotropica*, 11(1), 77–85.
- ⁸Miller, C.R. (2009). An Integrated In Vitro And Greenhouse Orthotropic Clonal Propagation System for *Theobroma cacao* L. Disertasi. The Pennsylvania State University, USA.
- ⁹Maghûroh, C.N. & E.T.S. Putra (2020). Morphological characters of root and yield of three cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in the field with dead-end trench. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, 5(2), 58–65. DOI: doi.org/10.22146/ipas.51284.
- ¹⁰Nygren P.; H.A. Leblanc; M. Lu & CA. Gómez-Luciano (2013). Distribution of coarse and fine roots of *Theobroma cacao* and shade tree *Inga edulis* in a cocoa plantation. *Ann. For Sci.*, 70(3), 229–239. DOI: 10.1007/s13595-012-0250-z.
- ¹¹Rajab, Y.A.; D Hölischer; C Leuschner; H Barus; A. Tjoa & D. Hertel (2018). Effects of shade tree cover and diversity on root system structure and dynamics in cacao agroforests: The role of root competition and space partitioning. *Plant and Soil*, 422(1-2), 349–369. DOI: 10.1007/s11104-017-3456-x.