

Karakterisasi Arsitektur Akar Fase Perkecambahan *Lactuca sativa* L. dan *Brassica juncea* L.

Moch. Faizul Huda^{1*}, Rossanita Truelovin Hadi Putri²

¹Prodi Pendidikan Biologi, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

²Prodi Pendidikan Biologi, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

*Email: mochfaizulhuda@unwaha.ac.id

ABSTRACT

*The root system consists of various types of roots, which differ in origin, anatomy, and function. In general, primary roots are of embryonic origin and are the first roots to emerge during germination, anchoring the new seedling to the soil and supplying the initial nutrients. Different types of roots vary in their contribution to structural function and absorbance, and in terms of the stage of plant growth. This study aims to observe the characterization of root anatomy structure in the early phase of germination through protoxylem and metaxylem in lettuce and mustard greens. The research method used in this study is using the wholemont technique. Based on the results of the study, it was obtained an overview of the anatomical structure of the tracheal tissue, root structure and number of secondary walls in *Lactuca sativa* L preparations D3, D2, D1 and D0 showing protoxylem and metaxylem in the form of dots. Different results were shown on the anatomical structure of the roots of *Brassica juncea* L preparations D3 and D2 showed protoxylem in the form of a spiral and dots; dot-shaped metaxylem. Meanwhile, the D1 and D0 preparations showed protoxylem and metaxylem in the form of dots. Characterization of primary roots can develop into lateral roots, where mining length and growth of the root is called root architecture.*

Keywords: *Protoxylem; Metaxylem; Wholemont; Lactuca sativa* L.; *Brassica juncea* L.

ABSTRAK

*Sistem akar terdiri dari beragam jenis akar, yang berbeda asal, anatomi, dan fungsinya. Secara umum, akar primer berasal dari embrionik dan merupakan akar pertama yang muncul saat perkecambahan, menambatkan bibit baru ke tanah dan memasok nutrisi awal. Jenis akar yang berbeda bervariasi dalam kontribusinya terhadap fungsi struktural dan absorbansi, dan dalam hal tahap pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati karakterisasi struktur anatomi akar pada fase awal perkecambahan melalui protoxilem dan metaxilem tanaman selada dan sawi. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan teknik wholemont. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh gambaran struktur anatomi jaringan trakea, struktur akar dan jumlah dinding sekunder pada *Lactuca sativa* L preparat H3, H2, H1 dan H0 menunjukkan protoxilem dan metaxilem berbentuk noktah. Hasil berbeda ditunjukkan pada struktur anatomi akar *Brassica juncea* L preparat H3 dan H2 menunjukkan protoxilem berbentuk spiral dan noktah; metaxilem berbentuk noktah. Sedangkan pada preparat H1 dan H0 menunjukkan protoxilem dan metaxilem berbentuk noktah. Karakterisasi akar primer dapat berkembang menjadi akar lateral, dimana penambangan panjang dan pertumbuhan dari akar disebut arsitektur akar.*

Kata-kata Kunci: *Protoxilem; Metaxilem; Wholemont; Lactuca sativa* L.; *Brassica juncea* L.

PENDAHULUAN

Akar sangat penting untuk produktivitas tanaman yang memiliki beberapa fungsi, seperti penyerapan air dan nutrisi, membentuk simbiosis dengan mikroorganisme lain di rizosfer, menguatkan tanaman ke tanah, dan bertindak sebagai organ penyimpanan (Khan et al., 2016). Umumnya terdapat dua jenis akar yakni, akar yang terbentuk di embrio, seperti akar primer dan seminal pada jagung (Hochholdinger & Tuberosa, 2009), akar tunggang atau primer pada kacang biasa (Lynch & Brown, 2012); dan kedua akar yang terbentuk pasca-embriionik dari nodus berurutan pada pucuk, biasanya disebut sebagai akar adventif. Ini termasuk akar basal pada kacang, akar nodal pada jagung, akar adventif ubi jalar, kentang, singkong, serta ubi, dan akar lateral (Lynch & Brown, 2012). Akar lateral terbentuk pasca-embriionik dari perisikel

semua tingkatan akar melalui aktivasi siklus sel yang bergantung pada auksin. Siklus sel ini membentuk sel akar lateral untuk memulai fase pembelahan sel (Overvoorde et al., 2010). Pemanjangan, pertumbuhan dari sumbu utama, percabangan akar lateral akan membentuk sistem akar yang ditentukan oleh faktor genetik, fisiologis, dan lingkungan (Lynch & Brown, 2012).

Sistem arsitektur akar mengacu pada konfigurasi spasial dari sistem perakaran atau penyebaran eksplisit sumbu akar (Lynch, 1995). Arsitektur akar dan pertumbuhan akar penting untuk eksplorasi tanah untuk air dan nutrisi, karena perolehan sumber daya ini mendorong pertumbuhan tanaman. Ada banyak sekali bentuk akar, mulai dari akar kayu hingga akar rambut, dan banyak dari berbagai fungsinya masih belum diketahui. Sistem akar diketahui bergantung pada penyusunan akar yang terdapat pada akar utama dan akar lateral. Perubahan anatomi akar akan selalu diikuti perubahan sepanjang akar tumbuh (Jackson, 2005). Dalam perkembangan jaringan vaskular tanaman, pola dinding sel yang berbeda terbentuk, menawarkan suatu sifat mekanik yang berbeda dan dioptimalkan untuk tahap pertumbuhan yang berbeda (Jacobs et al., 2020).

Tahap awal perkembangan akar didominasi oleh kemunculan dan pemanjangan radikula menjadi akar primer dan pemanjangan hipokotil (Del Bianco & Kepinski, 2018). Tanaman mampu mengangkut air dan unsur hara dari tanah hingga ke daun, berkat sistem pembuluh yang sangat terspesialisasi yang dikenal sebagai xilem (Brown, 2013). Di dalam silinder vaskular dari akar, xilem terdiri dari trakoid berongga, yang penting untuk transportasi air, dan elemen floem, yang merupakan jaringan penyerap makanan (Jackson, 2005). Pembuluh xilem ini dibentuk oleh sel-sel yang menyimpan dinding sel sekunder yang tebal diikuti dengan kematian sel yang terprogram, meninggalkan tabung berlubang (Turner et al., 2007). Penguat dinding sel berfungsi untuk menahan tekanan yang dihasilkan selama transportasi air dan dapat disimpan dalam pola yang rumit tergantung pada jenis xilem. Dalam protoxilem, dinding sekunder membentuk pita atau spiral, yang memungkinkan pembuluh meregang dengan jaringan sekitarnya, sedangkan metaxilem, terbentuk ketika pertumbuhan jaringan longitudinal berhenti, cenderung lebih kaku, dengan hanya beberapa lubang yang terpisah dengan baik untuk transportasi radial (Jacobs et al., 2020).

Menurut Ma'rifah, H. L., Rohmah, H., & Wulandari, A. (2020), Di dalam xilem, protoxilem adalah elemen yang terbentuk pertama dari xilem utama, sedangkan Metaxilem adalah bagian dari xilem utama yang terbentuk setelah protoxilem. Protoxilem berdiferensiasi dalam bagian tubuh primer yang belum selesai pertumbuhan dan diferensiasinya. Protoxilem dapat mencapai taraf dewasa di antara jaringan-jaringan yang aktif memanjang dan akan mendapat beban tekanan, sehingga sel ini dapat rusak. Metaxilem biasanya dibentuk dalam tubuh primer yang sedang tumbuh namun sebagian besar selnya menjadi dewasa setelah pemanjangan selesai (Hidayat, 1995).

Xilem adalah jaringan rumit yang terdiri atas berbagai tipe sel, sel yang terpenting pada xilem ialah unsur pembuluh yang terdiri atas sel hidup yang fungsi utamanya untuk pengangkutan air serta sebagai penguat. Xilem berkembang dengan defisiensi secara terus menerus dari unsur baru yang dihasilkan oleh prokambium. Pada xilem terdapat beberapa sel, diantaranya terdiri atas trakeid dan trakea (Mulyani, 2006). Trakea disebut pembuluh kayu dan terdiri dari deretan sel yang tersusun memanjang dan bersambungan pada ujung dan pangkalnya. Sel atau elemen trakeal primer menunjukkan bermacam-macam penebalan dinding sekunder (Ami, Abdi & Wulandari, 2019). Dinding sekunder pada sel trakeal yang paling awal dibentuk dapat berbentuk cincin. Sel yang berdiferensiasi setelah itu dapat berpenebalan spiral dan skalariform, kemudian jala, dan akhirnya noktah. Pada suatu bagian tumbuhan, tidak semua penebalan perlu ditemukan dalam xilem primer (Hidayat, 1995). Penelitian ini bertujuan mengetahui morfologi protoxilem pertama pada fase awal perkecambahan dan untuk mengetahui morfologi protoxilem dan metaxilem pada bagian hipokotil atas dan bawah serta akar kecambah.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mikroskop, kamera, pinset, cawan petri, lakban bening, kertas label. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah Biji Selada (*Lactuca sativa* L.) dan Sawi (*Brassica juncea* L.), media agar 1%, larutan etanol 70%, larutan sodium hipoklorit 5%, larutan tween 20 0,05%, akuades, larutan fiksasi FAA, larutan etanol 60%, 40%, 20%, larutan clearing NaOH dan larutan safranin sebagai pewarna.

Setrilisasi dan Penanaman

Penelitian dimulai dengan penanaman biji selada dan biji sawi pada hari ke 0 (H3), biji selada dan sawi disterilisasi dengan larutan etanol 70% selama 1 menit, sodium hipoklorit 5% selama 10 menit dan

tween 20 0,05% selama lima menit, kemudian dicuci sebanyak 3 kali dengan akuades masing-masing 5 menit. Selanjutnya biji selada dan sawi yang sudah disterilkan akan diletakkan di atas medium agar membentuk deret lurus. Cawan petri disimpan di tempat gelap selama semalam dengan posisi tegak dan pada hari selanjutnya dipindahkan di tempat terang tetap dengan posisi tegak. Perlakuan tersebut diulang pada penanaman hari ke 1 (H2), hari ke 2 (H1) dan hari ke 4 (H0).

Pembuatan Preparat

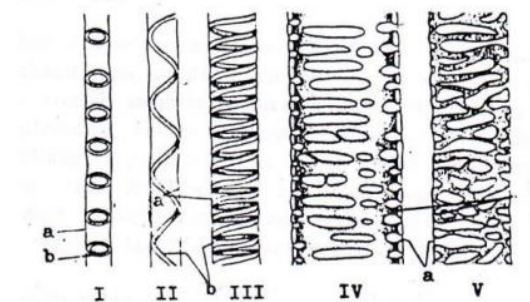
Kecambah selada dan sawi di hari kelima difiksasi dalam larutan FAA selama 1 jam. Kemudian di hidrasi secara berurutan pada larutan etanol 60%, 40% dan 20% masing-masing selama 20 menit. Kecambah yang telah mengalami hidrasi dicuci dengan akuades selama 5 menit, selanjutnya dimasukkan ke dalam larutan NaOH selama sehari semalam. Spesimen diletakkan di atas kaca objek, kemudian ditetesi dengan sedikit larutan pewarna safranin dan ditutup dengan kaca penutup kemudian diamati dengan mikroskop.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan pada karakter arsitektur morfologi akar secara kuantitatif meliputi jumlah berkas protoxilem maupun metaxilem dan kualitatif meliputi jenis penebalannya. Salah satu cara untuk mengidentifikasi penampakan anatomi unsur pengangkut berupa xilem ini adalah dengan pengamatan preparat dengan bantuan mikroskop (Kurniawati et al., 2015). Data yang diperoleh menunjukkan hasil yang variatif antara pertumbuhan H3 sampai pertumbuhan H0. Berdasarkan data tersebut menunjukkan perbedaan morfologi pertumbuhan pada xilem baik protoxilem ataupun metaxilem tanaman selada dan tanaman sawi.

Hasil Penelitian

Hasil pengamatan dari preparat yang dibuat menunjukkan hasil yang berbeda pada masing-masing jenis akar selada dan sawi. Preparat selada memiliki tipe penebalan dinding sekunder, trakea berbentuk noktah. Sedangkan pada preparat sawi didapatkan tipe penebalan dinding sekunder trakea berbentuk noktah dan spiral (renggang dan rapat).



(Sumber: Soerodikoesoemo, 1987)

Gambar 1. Penebalan dinding sekunder pada trakea a. dinding primer, b. Dinding sekunder dengan bentuk penebalan (I) cincin, (II) spiral 1, (III) spiral 2, (IV) jala 1, (V) jala 2.

Masing-masing preparat memiliki bentuk dan morfologi dinding sekunder trakea yang berbeda-beda. Bentuk suatu anatomi tumbuhan dapat dilakukan dengan pemotongan atau pengamatan secara langsung (preparat *wholemont*). Menurut Fahn (1992) bentuk suatu unsur pada irisan melintang menunjukkan bahwa anggota pembuluh semakin maju atau tidak lagi primitif. Hasil pengamatan menunjukkan fungsi dari adanya berbagai tipe penebalan dinding unsur trakea belum memiliki karakterisasi arsitektur akar yang jelas. Ada kemungkinan bahwa pemunculan unsur-unsur dengan penebalan cincin dan spiral secara terpisah pada organ yang sedang mengalami pemanjangan ada hubungannya dengan cepatnya penambahan panjang pada organ.

Goodwin dan Smith Kersten dalam Fahn (1992), melakukan suatu pengamatan bahwa jika pemanjangan batang dihilangi maka produksi pembuluh cincin dan spiral berkurang atau terhenti dan pembuluh bernoktah berkembang. Beberapa anggapan mendukung bahwa meluasnya pemanjangan suatu organ menentukan pola dinding unsur trakea yang menjadi dewasa dalam organ.

Tabel 1. Pengamatan Selada (*Lactuca sativa* L.)

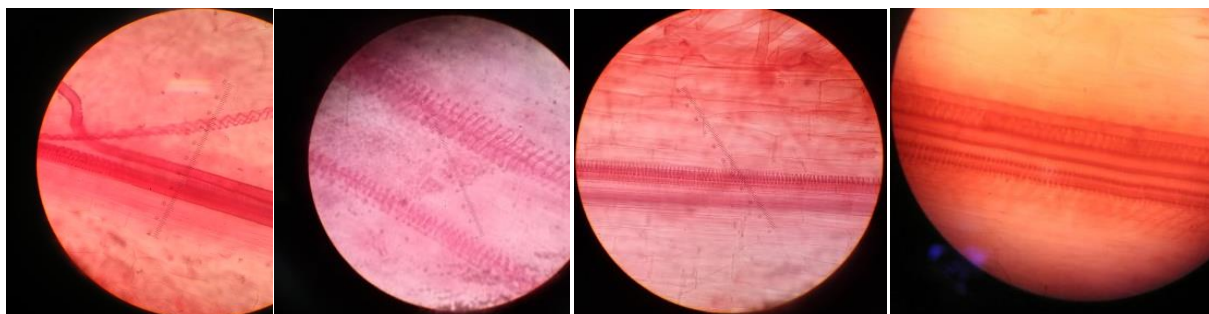
		Jumlah				Jenis			
		Protoxilem		Metaxilem		Protoxilem		Metaxilem	
		U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2
H3	Atas	3	2	3	2	Noktah	Noktah		
	Bawah	2	2	2	2				
	Akar	1	1	1	1				
H2	Atas	2	1	1	1	Noktah	Noktah		
	Bawah	1	1	1	1				
	Akar	1	1	-	-				
H1	Atas	2	2	1	-	Noktah	Noktah		
	Bawah	2	1	-	-				
	Akar	1	1	-	-				
H0	Atas	1	1	-	-	Noktah	Noktah		
	Bawah	-	-	-	-				
	Akar	-	-	-	-				

Tabel 2. Pengamatan Sawi (*Brassica juncea* L.)

		Jumlah				Jenis			
		Protoxilem		Metaxilem		Protoxilem		Metaxilem	
		U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2
H3	Atas	2	3	2	3	Spiral, Noktah	Noktah		
	Bawah	2	2	2	2				
	Akar	1	1	1	1				
H2	Atas	2	2	2	2	Spiral, Noktah	Spiral		
	Bawah	2	2	2	1				
	Akar	1	1	-	-				
H1	Atas	2	1	1	1	Noktah	Noktah		
	Bawah	2	1	-	-				
	Akar	1	1	-	-				
H0	Atas	-	-	-	-	-	-		
	Bawah	-	-	-	-				
	Akar	-	-	-	-				

Hasil pengamatan morfologi akar dari tanaman selada dan sawi dengan parameter yang diamati memperlihatkan adanya kesamaan dan perbedaan dari masing-masing preparat, baik dalam sisi kuantitas akar maupun kualitas akar tanaman. Bentuk dinding sel sekunder pada tiap sampel pengamatannya sangat bervariasi antara satu dengan yang lainnya yaitu bentuk yang tidak beraturan (Gambar 2).

(a) (b) (c) (d)



Gambar 2. Preparat *wholemont* pada tanaman selada dan sawi (a) spiral (b) noktah (c) noktah (d) spiral dan noktah perbesaran mikroskop 4000x

Pembahasan

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini memperlihatkan struktur anatomi jaringan trakea, bentuk dan jumlah dinding sekunder. Hal tersebut didapatkan pada tanaman selada preparat H3, H2, H1 dan H0 untuk protoxilem dan metaxilem berbentuk noktah (Tabel 1). Menurut Hidayat (1995) pada jenis noktah ini penutupan dinding primer oleh dinding sekunder terjadi secara maksimum. Hampir seluruh permukaan tertutup. Pengecualiannya hanyalah daerah kecil berupa noktah seperti pada serat dan sklereida. Kemudian pada tanaman sawi preparat H3 dan H2 untuk protoxilem berbentuk Spiral dan Noktah, sedangkan metaxilem berbentuk Noktah. Preparat H1 dan H0 untuk protoxilem dan metaxilem berbentuk noktah (Tabel 2). Hidayat (1995) mendeskripsikan bahwa pola penebalan jenis spiral memiliki hal serupa dengan perubahan jenis cincin namun pada dinding sekunder berupa satu atau dua spiral. Pada sel muda, penebalan spiral merapat sekali, namun sewaktu sel memanjang akibat pertumbuhan sel sekelingnya, spiral juga merenggang menjadi kurang rapat. Pada akhirnya sel tersebut lambat laun akan sobek oleh peluasan sel-sel didekatnya. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan perolehan hasil terhadap preparat akar selada dan sawi relatif sama karena tahapannya dominan tidak mengalami suatu perbedaan.

SIMPULAN

Simpulan dari penelitian ini menunjukkan hasil analisa perbandingan bentuk jaringan trakea pada preparat *wholemont*, hasil tersebut menunjukkan karakterisasi arsitektur akar tanaman selada dan sawi memiliki bentuk yang berbeda. Hasil yang diperoleh pada tanaman selada, dinding sekunder trakea berbentuk noktah, sedangkan pada tanaman sawi, dinding sekunder trakea berbentuk noktah dan spiral.

DAFTAR PUSTAKA

- Ami, M. S., Abdi, R. I., & Wulandari, A. (2019). Media Pembelajaran 3 Dimensi Materi Polinasi dan Fertilisasi Tumbuhan Berbiji. *JoEMS (Journal of Education and Management Studies)*, 2(1), 1-6.
- Brown, H. R. (2013). The Theory of the Rise of Sap in Trees: Some Historical and Conceptual Remarks. *Physics in Perspective*, 15(3), 320–358. <https://doi.org/10.1007/s00016-013-0117-1>
- Del Bianco, M., & Kepinski, S. (2018). Building a Future with Root Architecture. *Journal of Experimental Botany*, 69(22), 5319–5323. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery390>
- Fahn, A. P. Ir. A. S. Ir. R. M. T. K. dkk. (1992). *Anatomi Tumbuhan* (Sudiarto, Ed.; Edisi Ketiga). Gajah Mada University Pres.
- Hidayat, Estiti. B. (1995). *Anatomi Tumbuhan Berbiji* (1st ed., Vol. 1). Penerbit ITB.
- Hochholdinger, F., & Tuberosa, R. (2009). Genetic and Genomic Dissection of Maize Root Development and Architecture. In *Current Opinion in Plant Biology* (Vol. 12, Issue 2, pp. 172–177). <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2008.12.002>
- Jackson, L. E. (2005). *Root Architecture and Growth*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-12-348530-4/00164-8>
- Jacobs, B., Molenaar, J., & Deinum, E. E. (2020). Robust Banded Protoxylem Pattern Formation through Microtubule-based Directional ROP Diffusion Restriction. *Journal of Theoretical Biology*, 502. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2020.110351>
- Khan, M. A., Gemenet, D. C., & Villordon, A. (2016). Root System Architecture and Abiotic Stress Tolerance: Current Knowledge in Root and Tuber Crops. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 7, pp. 1–13). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01584>
- Kurniawati, F., Zaenab, S., & Wahyuni, S. (2015). Analisis Perbandingan Bentuk Jaringan Pembuluh Trakea Pada Preparat Maserasi Berbagai genus Piper Sebagai Sumber Belajar Biologi. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/jpbi.v1i2.3326>
- Lynch, J. (1995). Root Architecture and Plant Productivity'. In *Plant Physiol* (Vol. 1). www.plantphysiol.org
- Lynch, J. P., & Brown, K. M. (2012). New Roots for Agriculture: Exploiting The Root Phenome. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367, 1598–1604. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0243>
- Ma'rifah, H. L., Rohmah, H., & Wulandari, A. (2020). Penerapan Model Cooperative Learning dengan Media Kartu Bergambar terhadap Hasil Belajar Materi Jaringan Hewan Siswa Kelas XI MIA 2 MAN 10 Jombang. *Eduscope*, 6(1), 73-77.
- Mulyani, S. (2006). *Anatomi tumbuhan*. Kanisius.

- Overvoorde, P., Fukaki, H., & Beeckman, T. (2010). Auxin Control of Root Development. In *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* (Vol. 2, Issue 6). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a001537>
- Turner, S., Gallois, P., & Brown, D. (2007). Tracheary Element Differentiation. In *Annual Review of Plant Biology* (Vol. 58, pp. 407–433). <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105236>