PERANAN XILEM DAN FLOEM DALAM PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN

Rachma Kusumaningrum
Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Email : rachmakusuma95@gmail.com

Abstrak. Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan merupakan suatu proses yang berlangsung secara bersinambungan. Dalam proses pertumbuhan dihasilkan sel-sel, jaringan-jaringan, dan organ-organ, yang memberi struktur dan bentuk organisme dewasa. Floem dan xilem bersama-sama membentuk suatu sistem pembuluh yang kontinue sepanjang tumbuhan. Pada tumbuhan muda jaringan pembuluh biasanya dihubungkan dengan berbagai variasi tipe sel lainnya dalam ikatan pembuluh. Baik floem maupun xilem adalah jaringan yang kompleks. Floem berperan dalam mentranspor larutan-larutan organik (hasil fotosintesis) pada tumbuhan, sedangkan xilem berperan membawa air dan ion-ion terlarut dalam tumbuhan. Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk memberikan informasi peranan xilem dan floem dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Beberapa penelitian yang dikaji dalam artikel ini adalah pengaruh cekaman kekeringan terhadap respon anatomi dan fisiologi akar tanaman kedelai, anatomi daun dan ranting *Citrus nobilis* L. *var. microcarpa* yang terserang *citrus vein phloem degeneration* (CVPD). Metode penelitian bersifat eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap. Berdasarkan hasil dari kedua penelitian menunjukkan bahwa perlakuan cekaman kekeringan dengan simulasi PEG menyebabkan terjadinya perubahan tebal korteks, diameter stele dan diameter xilem. Sedangkan sel floem jeruk siam yang bergejala CVPD mengalami perubahan bentuk sel, yaitu bentuk sel menjadi tidak beraturan sampai rusak dan sel xilem jeruk siam pada helaian daun, tangkai daun dan ranting tidak mengalami perubahan anatomi.

Kata kunci: anatomi, xilem, floem

PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan merupakan dua aktifitas kehidupan yang tidak dapat dipisahkan, karena prosesnya berjalan bersamaan. Pertumbuhan diartikan sebagai suatu proses pertambahan ukuran atau volume serta jumlah sel secara irreversible, atau tidak dapat kembali ke bentuk semula. Perkembangan adalah peristiwa perubahan biologis menuju kedewasaan tidak dapat dinyatakan dengan ukuran tetapi dengan perubahan bentuk tubuh (metamorfosis) dan tingkat kedewasaan. Pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. yang semuanya saling berkaitan erat satu sama lain. Beberapa faktor ada yang dapat dikontrol oleh manusia dan ada pula yang sedikit bahkan ada yang tidak dapat dikontrol sama sekali. Sebagai contoh yaitu faktor cahaya, temperatur dan udara, hanya sedikit saja yang dapat dikontrol oleh manusia. Sedangkan faktor unsur hara dapat ditingkatkan kesediannya dalam tanah dengan jalan memperbaiki kondisi tanah sedemikian rupa atau dengan pemupukan.

Di dalam batang terdapat jaringan pengangkut yang terdiri dari xilem dan floem. Kedua jaringan ini disebut jaringan kompleks karena terdiri dari berbagai jaringan yang berbeda struktur dan fungsinya. Fungsi utama xilem adalah mengangkut air serta zat-zat yang terlarut di dalamnya. Floem berfungsi mengangkut zat makanan hasil fotosintesis.

Cekaman lingkungan merupakan tantangan utama dalam memproduksi tanaman secara berkelanjutan. Salah satunya adalah cekaman kekeringan yang dapat membatasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman memberikan respon secara anatomi dan fisiologi, ketika menghadapi kondisi tercekam sebagai usaha untuk menerima,

menghindari dan menetralisir pengaruh dari cekaman. Respon anatomi dan fisiologi tanaman dalam menghadapi cekaman kekeringan berbeda-beda tergantung pada genotipe tanaman (Rosawanti dkk, 2015).

KAJIAN PUSTAKA

a. Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman

Pertumbuhan sesungguhnya adalah suatu konsep yang universal dalam bidang biologi dan merupakan hasil dari integrasi berbagai reaksi biokimia, peristiwa biofisik dan proses fisiologis yang berinteraksi dalam tubuh tanaman bersama dengan faktor luar. Titik awalnya adalah sel tunggal, yaitu zigot yang tumbuh dan berkembang menjadi organisme multisel. Selama pertumbuhan tidak saja terjadi perubahan bentuk, tetapi juga perubahan aktivitas fisiologi, susunan biokimia serta struktur dalamnya yang disebut diferensiasi. Pertumbuhan serta diferensiasi sel menjadi jaringan, organ, dan organisme disebut perkembangan atau morfogenesis, karena melalui perkembangan tumbuhan berubah bentuk dari zigot menjadi pohon (Hasnunidah, 2011: 85).

Pada perkembangan tidak hanya perubahan kuantitatif, tetapi juga menyangkut perubahan kualitatif di antara sel, jaringan dan organ yang disebut diferensiasi. Diferensiasi menyangkut perubahan aktivitas fisiologi, susunan biokimia serta struktur dalamnya. Contoh perkembangan pada tumbuhan diantaranya, yaitu terbentuknya daun dan terbentuknya bunga sebagai alat reproduksi (Hasnunidah, 2011: 90-92).

b. Xilem

Xilem merupakan suatu jaringan pengangkut yang kompleks terdiri dari berbagai macam bentuk sel. Pada umumnya sel-sel penyusun xilem telah mati dengan dinding yang sangat tebal tersusun dari zat lignin sehingga xilem berfungsi juga sebagai jaringan penguat. Xilem terdiri dari trakeid dan unsur pembuluh. Trakeid ditemukan di dalam xilem hampir semua tumbuhan vaskuler. Selain trakeid, sebagian besar angiosperma, serta segelintir gimnosperma dan tumbuhan vaskuler tidak berbiji, memiliki unsur-unsur pembuluh (Campbell, 2008: 323).

Trakeid adalah sel-sel yang panjang dan tipis dengan ujung meruncing. Air bergerak dari sel ke sel terutama melalui ceruk, sehingga air tidak perlu menyeberangi dinding sekunder yang tebal. Dinding sekunder trakeid diperkeras oleh lignin, yang mencegah sel-sel runtuh akibat tegangan transport air dan juga memberi dukungan. Unsur-unsur pembuluh umumnya lebih lebar, lebih pendek, berdinding tipis, dan kurang meruncing dibandingkan trakeid. Unsur-unsur pembuluh tersusun dengan ujung-ujung yang bersentuhan, membentuk pipa mikro panjang yang disebut pembuluh. Dinding ujung dari unsur pembuluh memiliki lempeng berlubang-lubang yang mengalirkan air secara bebas melalui pembuluh (Campbell, 2008: 323). Struktur trakeid dan unsur pembuluh dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Menurut Nugroho dkk (2012: 95), unsur-unsur xilem terdiri dari unsur trakeal, serat xilem, dan parenkim xilem.

1) Unsur Trakeal

Unsur trakeal merupakan unsur yang bertugas dalam pengangkutan air besera zat terlarut di dalamnya, dengan sel-sel yang memanjang, tidak mengandung protoplas (bersifat mati), dinding sel berlignin, mempunyai macam-macam noktah. Unsur trakeal terdiri dari dua macam sel yaitu trakea dan trakeida.

2) Serat xilem

Serat xilem merupakan sel panjang dengan dinding sekunder yang biasanya berlignin. Ada dua macam serat pada tumbuhan, yakni serat trakeid dan serat libriform. Serat libriform mempunyai ukuran lebih panjang dan dinding selnya lebih tebal dibanding serat trakeid. Dijumpai adanya noktah sederhana pada serat libroform, sedangkan serat trakeid memiliki noktah terlindung.

3) Parenkim xilem

Parenkim xilem biasanya tersusun dari sel-sel yang masih hidup. Dijumpai pada xilem primer maupun xilem sekunder. Pada xilem sekunder dijumpai dua macam parenkim, yaitu parenkim katu dan parenkim jari-jari empulur.

c. Floem

Menurut Nugroho dkk (2012: 97), floem merupakan jaringan pengangkut yang berfungsi mengangkut dan mendistribusikan zat-zat makanan hasil fotosintesis dari daun ke bagian tumbuhan yang lain. Floem tersusun dari berbagai macam bentuk sel-sel yang bersifat hidup dan mati. Unsur-unsur floem meliputi unsur tapis, sel pengiring, sel albumin (pada gimnosperma), serat-serat floem, dan parenkim floem.

1) Unsur-unsur tapis

Ciri khas dari unsur tapis adalah adanya daerah tapis di dindingnya dan inti hilang dari protoplas. Daerah tapis diartikan sebagai daerah noktah yang termodifikasi dan tampak sebagai daerah cekung di dinding yang berpori-pori. Pori-pori tersebut dilalui oleh plasmodesmata yang menghubungan dua unsur tapis yang berdampingan. Sel-sel tapis merupakan sel panjang yang ujungnya meruncing di bidang tangensial dan membulat di bidang radial. Dindng lateral banyak mengandung daerah tapis yang berpori. Pada komponen bulu tapis, dinding ujungnya saling berdekatan dengan dinding ujung sel di bawahnya atau di atas sehingga membentuk deretan sel-sel memanjang yang disebut pembuluh tapis (Nugroho dkk, 2012: 97).

2) Sel pengiring

Sel pengiring berhubungan erat dengan pembuluh tapis. Sel-sel pengiring biasanya merupakan untaian atau deretan yang menyerupai sel parenkim dengan sel-sel yang bersifat hidup. Sel pengiring diduga berperan dalam keluar masuknya zat-zat makanan melalui pembuluh tapis (Nugroho dkk, 2012: 98).

3) Sel albumin

Sel albumin merupakan sel-sel jari-jari empulur dan sel-sel parenkim buluh tapis yang mengadung banyak zat putih telur dan terletak dekat dengan sel-sel tapis pada tumbuhan Gymnospermae. Diduga sel-sel albumin mempunyai fungsi serupa dengan sel pengiring (Nugroho dkk, 2012: 98).

4) Serat-serat floem

Letak serat-serat floem pada berkas floem bervariasi. Pada floem primer, serat terdapat di bagian jaringan sebelah luar yang awalnya berkelompok membentuk suatu klaster atau masa kemudian dalam perkembangannya akan menjadi homogeny, sedangkan pada floem sekunder letak serat mengikuti berbagai pola. Serat dewasa dapat bersifat hidupa maupun mati. Serat hidup dapat juga berfungsi sebagai tempat penyimanan cadangan makanan (Nugroho dkk, 2012: 98).

5) Parenkim floem

Parenkim floem merupakan jaringan parenkim biasa yang terletak di bagian buluh tapis, merupakan sel hidup yang berfungsi sebagai tempat penyimpan zat-zat tepung, lemak, dan zat-zat organik lainnya (Nugroho dkk, 2012: 98). Berikut ini adalah gambar struktur unsur-unsur floem.

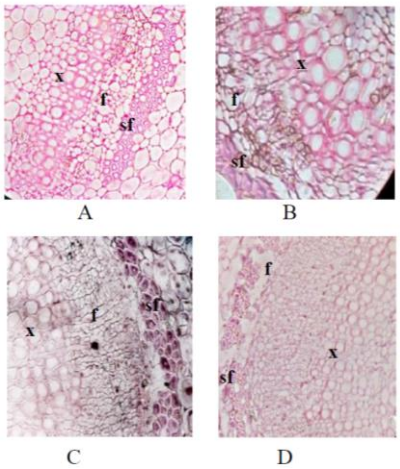
PEMBAHASAN

Salah satu struktur yang membedakan antara tumbuhan tingkat tinggi dan rendah (lumut dan alga) adalah keberadaan jaringan pengangkut (vaskuler) yang bertugas untuk mengangkut air dan garam mineral ke organ fotosintetik dan mendistribusikan makanan ke seluruh tubuh tumbuhan. Pada lumut belum dijumpai adanya jaringan pengangkut sehingga air masuk secara imbibisi dan didistribusikan secara difusi. Jaringan yang bertugas mengangkut air dan garam mineral diperankan oleh xilem, sedangkan jaringan yang bertugas mendistribusikan hasil fotosintesis adalah floem (Nugroho, 2017: 23).

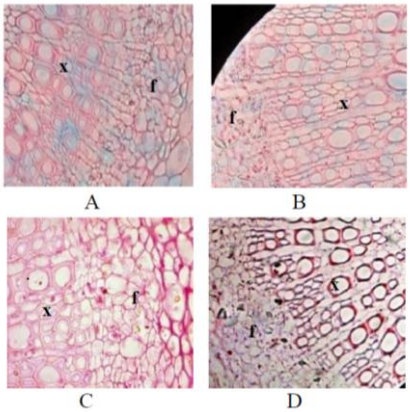
A. Anatomi Daun Dan Ranting *Citrus nobilis* L. *var. microcarpa* yang Terserang *citrus vein phloem degeneration* (CVPD)

Berdasarkan data BPS (2012), produksi buah Jeruk Siam di Kabupaten Sambas mengalami penurunan. Salah satu penyebab menurunnya produksi buah jeruk adalah serangan penyakit pada tanaman jeruk. Menurut Hoy dan Nguyen, (1998) *dalam* Taufik

(2010). Produktivitas yang rendah antara lain disebabkan oleh adanya serangan penyakit CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*) yang disebabkan oleh patogen *Liberibacter asiaticus* yang ditularkan oleh serangga vektor kutu loncat (*Diaphorina citri*) Serangan penyakit CPVD pernah terjadi di Sambas, Kalimantan Barat pada tahun 1985, yang mengakibatkan terjadinya kematian tanaman (Nurhadi *et al.*,1989 *dalam* Zubaidah, 2010). Berikut ini adalah hasil penelitian yang telah dilakukan Susanti dkk (2014) antara lain yaitu:
Sel floem berbentuk segi enam (heksagonal) serta sel xilem berbentuk cincin pada jaringan tanpa gejala (Gambar 3.A). Perubahan anatomi hanya terjadi pada jaringan floem, bentuk sel floem menjadi tidak beraturan sampai nekrosis (Gambar 3 (B, C, D)).

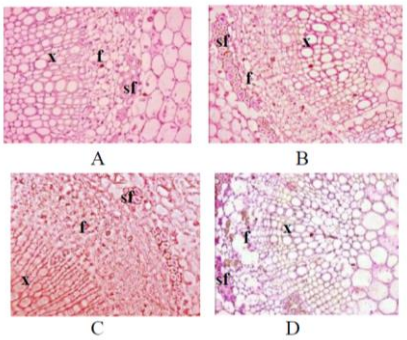


Gambar 3. Sayatan melintang jaringan pembuluh jeruk siam tanpa gejala (kontrol) dan bergejala penyakit CVPD. Kontrol (A), ringan (B), sedang (C) dan berat (D). Keterangan: floem (f), serat floem (sf) dan xilem (x). Perbesaran 400x.
Sel floem tangkai daun jeruk siam tanpa gejala berbentuk segi enam (heksagonal) dan sel xilem berbentuk cincin (Gambar 4.A). Sel floem pada semua gejala menjadi tidak beraturan dan sel xilem tidak mengalami perubahan (Gambar 4 (B, C, D).



Gambar 4. Jaringan pembuluh dari sayatan melintang tangkai daun jeruk siam tanpa gejala (kontrol) dan bergejala CVPD. Kontrol (A), ringan (B), sedang (C) dan berat (D) keterangan floem (f) dan xilem (x). Perbesaran 400x.
Sel floem ranting jeruk siam tanpa gejala berbentuk segi enam (heksagonal) dan sel xilem berbentuk cincin. Bentuk sel floem bergejala ringan menjadi heksagonal memanjang,

bergejala sedang berbentuk pipih dan bergejala berat menjadi nekrosis. Sel xilem pada semua gejala tidak mengalami perubahan (Gambar 5 (B, C, D)).



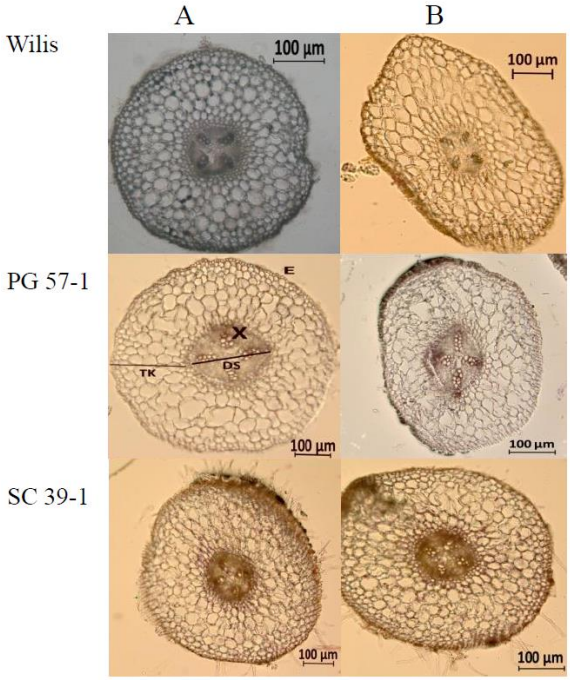
Gambar 5. Jaringan pembuluh dari sayatan melintang ranting jeruk siam tanpa gejala (kontrol) dan bergejala CVPD. Kontrol (A), ringan (B), sedang (C) dan berat (D). Keterangan: xilem (x), floem (f) dan serat floem (sf). Perbesaran 400x.

Sel floem jeruk siam yang bergejala CVPD mengalami perubahan bentuk sel, yaitu bentuk sel menjadi tidak beraturan sampai nekrosis (Gambar 3, 4, dan 5). Gejala khas tanaman yang terserang penyakit CVPD adalah degenerasi floem (nekrosis). Berdasarkan penelitian Folimonova (2010), perubahan anatomi pertama yang terjadi setelah invasi patogen pada jeruk manis yang terserang CVPD yaitu pembengkakan lamela tengah antara dinding sel di sekitar jaringan tapis. Pembengkakan tersebut menyebabkan pembuluh tapis tertekan, selanjutnya menyebabkan floem menjadi rusak (nekrosis). Bakteri *Liberibacter* hidup di dalam sel floem tanaman jeruk dan menimbulkan gejala kerusakan pada sel floem (Susanti dkk, 2014).

Sel xilem jeruk siam pada helaian daun, tangkai daun dan ranting tidak mengalami perubahan anatomi, di duga disebabkan oleh ketebalan dinding sel dan patogen hidup di dalam sel floem sehingga tidak menyebabkan perubahan anatomi pada sel xilem. Sel xilem merupakan sel yang berbentuk cincin dan berdinding tebal (Susanti dkk, 2014).

B. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Respon Anatomi Dan Fisiologi Akar Tanaman Kedelai

Cekaman kekeringan dapat menyebabkan terjadinya embolisme pada xilem. Embolisme adalah peristiwa terbentuknya gelembung-gelembung gas berupa uap air dan kemudian menjadi gelembung udara yang terperangkap dalam xilem. Hal ini akan membatasi aliran air yang melewatinya sehingga dapat menurunkan kapasitas tanaman untuk mengangkut air menuju kanopi. Embolisme terjadi saat tegangan air xilem naik pada saat terjadi transpirasi yang tinggi atau kondisi tanah yang kering. Embolisme dapat menghambat aliran air dalam kolom yang dapat menyebabkan kematian tajuk, cabang bahkan seluruh tanaman (Rosawanti dkk, 2015).



Gambar 1. Keragaan anatomi akar kedelai pada PEG 0% (A) dan PEG 20% (B); TK = tebal korteks; DS = diameter stele; X = xilem; E = epidermis.

Penurunan diameter pendek dan diameter panjang xilem pada PG 57-1 masing-masing sebesar 49.08% dan 49.84% Hal ini merupakan mekanisme toleransi genotipe tersebut untuk menjaga fungsi xilem pada kondisi kekeringan. Penurunan diameter xilem akar sebagai respon terhadap kekeringan merupakan mekanisme untuk menghindari pengaruh embolisme pada xilem sebagaimana terjadi pada padi, kacang buncis, kopi dan anggur. Respon anatomi akar dalam menghadapi cekaman kekeringan berbeda-beda pada masing-masing genotipe. Perubahan anatomis akar tanaman kedelai dan kacang buncis terutama xilem, dapat dijadikan sebagai variabel yang penting untuk menduga toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan (Rosawanti dkk, 2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Jaringan yang bertugas mengangkut air dan garam mineral diperankan oleh xilem, sedangkan jaringan yang bertugas mendistribusikan hasil fotosintesis adalah floem. Sel floem jeruk siam yang bergejala CVPD mengalami perubahan bentuk sel, yaitu bentuk sel menjadi tidak beraturan sampai rusak dan sel xilem jeruk siam pada helaian daun, tangkai daun dan ranting tidak mengalami perubahan anatomi. Perlakuan cekaman kekeringan dengan simulasi PEG pada kedelai menyebabkan terjadinya perubahan diameter xilem. Dalam kondisi cekaman kekeringan, PG 57-1 dan Wilis mengurangi tebal diameter xilem untuk mengurangi pengaruh cekaman kekeringan. Sebaliknya pada genotipe SC 39-1 terjadi peningkatan tebal diameter xilem. Peroksida lipid pada genotipe SC 39-1 lebih besar dibandingkan dengan Wilis dan PG 57-1. Genotipe Wilis dan PG 57-1 toleran terhadap kekeringan sedangkan SC 39-1 tidak toleran terhadap kekeringan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2015. Fungsi Xilem dan Floem. Diakses tanggal 14 November 2017. http://www.ebiologi.com/2015/11/fungsi-xilem-dan-floem-gambar.html

Anonim. 2017. Phloem. Diakses tanggal 14 November 2017. https://www.picquery.com/c/phloem_vAIlicmW3G850Ev5X9BD8UanhbNaqdZW0CotzeHb0Es/

Campbell, Jane B. Reece & Lawrence G. Mitchell. 2008. *Biologi Jilid 2 Edisi Ke-8*. Jakarta: Erlangga.

Hasnunidah, Neni. 2011. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandar Lampung : Universitas Lampung.

Nugroho, L. Hartanto, dkk., 2012. Struktur dan perkembangan tumbuhan. Jakarta : Penebar Swadaya.

Nugroho, L Hartanto. 2017. Struktur dan Produk Jaringan Sekretori Tumbuhan. Yogyakarta : UGM Press.

Roswanti Pienyani, Munif Ghulamahdi, dan Nurul Khumaida. 2015. Respon Anatomi dan Fisiologi Akar Kedelai terhadap Cekaman Kekeringan. *Jurnal Argon*. 43 (3) : 186 – 192.

Susanti, Heni., Mukarlina dan Riza Linda.2014. Anatomi Daun dan Ranting *Citrus nobilis* L. *var. microcarpa* yang Terserang *Citrus Vein Phloem Degeneration.* Jurnal Protobiont. Vol. 3 (3) : 51 – 55.

Taufik, M, Andi, K, Terry, P, Gianto. 2010. Deteksi Keberadaan *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD) dengan teknik PCR *(Polymerase Chain Reaction)* di Sulawesi Tenggara. *Jurnal HPT*. vol. 10, no. 1 hal. 71-79.

Zubaidah, S. 2010. Peningkatan kemampuan beberapa antibiotik dalam eliminasi bakteri *Liberibacter asiaticus* untuk mendapatkan bibit jeruk bebas CVPD*. Jurnal Ilmu Dasar*. vol. II, no. I, hal. 45-54.