

Karakteristik Anatomi Akar dan Batang Tanaman Jeruk Batang Bawah sebagai Parameter Penduga Vigor Tanaman Jeruk Keprok Rimau Gerga Lebong (RGL)

Anatomical Characteristics of Roots and Stems of Citrus Rootstock as Parameter for Estimating of Rimau Gerga Lebong (RGL) Mandarin Citrus Vigor

Farida Yulianti^{1,2*}, Afifuddin Latif Adiredjo², Lita Soetopo², Sumeru Ashari²

Diterima 21 Desember 2020/Disetujui 31 Desember 2020

ABSTRACT

The citrus plant's vigor was affected by rootstock used. This study aims to obtain a correlation between the root and stem anatomical characters of citrus rootstock and to obtain predictor variables of RGL mandarin citrus vigor. The research was conducted at Tlekung Field Trial of ICISFRI from June 2019 to March 2020. The experiment used JC, Citrumelo and Kanci rootstocks with RGL mandarin as a scion. The experiment was carried out in a randomized block design with five replications. The results showed that the growth of JC and Citrumelo were the same, and higher than that of Kanci. The three types of rootstocks had different anatomical characters. The correlation analysis showed that characteristics of percentage and vessel area of xylem both at the roots and stems were positively correlated with rootstock plant height. The Kanci rootstock had the smallest percentage and vessel area of xylem. The JC had rootstock the highest percentage of xylem and vessel area of xylem both at the roots and the stems. The Citrumelo rootstock has the highest density of xylem / mm² vessels. Citrumelo rootstock had the percentage of xylem, while JC rootstock has the largest vessel size of xylem. Evaluation results on three-year old RGL mandarins showed that JC and Citrumelo rootstocks caused higher plant height and canopy volume than Kanci one. The characters of percentage and vessel area of xylem can be used as a predictor of RGL mandarin citrus vigor.

Keywords: citrus rootstock, RGL mandarin citrus, anatomical characters, xylem, vigor

ABSTRAK

Vigor tanaman jeruk dipengaruhi oleh batang bawah yang digunakan. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan korelasi antara karakter anatomi akar dan batang terhadap tinggi tanaman jeruk batang bawah dan mendapatkan variabel prediksi vigor tanaman jeruk keprok RGL. Penelitian dilaksanakan di KP-Tlekung, Balitjestro mulai bulan Juni 2019 – Maret 2020. Penelitian menggunakan batang bawah JC, Citrumelo dan Kanci dengan batang atas jeruk keprok RGL. Percobaan dilaksanakan dengan rancangan acak kelompok, lima kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan JC dan Citrumelo sama dan lebih tinggi dibandingkan Kanci. Ketiga jenis batang bawah memiliki karakter anatomi yang berbeda. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa karakter persentase dan luas pembuluh *xylem* baik pada akar maupun batang berkorelasi positif terhadap tinggi tanaman batang bawah. Batang bawah kanci memiliki persentase dan luas pembuluh paling kecil. Batang bawah JC memiliki persentase *xylem* dan rata-rata luas pembuluh *xylem* tertinggi baik pada irisan melintang akar maupun batang. Batang bawah Citrumelo memiliki densitas pembuluh *xylem*/mm² tertinggi. Hasil evaluasi pada tanaman jeruk keprok RGL umur tiga tahun menunjukkan bahwa batang bawah JC dan Citrumelo menyebabkan tinggi tanaman dan volume kanopi lebih tinggi dibandingkan pada batang bawah Kanci. Karakter persentase dan luas pembuluh *xylem* dapat digunakan sebagai parameter penduga vigor tanaman jeruk RGL.

Kata kunci: Jeruk batang bawah, jeruk keprok RGL, karakter anatomi, *xylem*, vigor

¹Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika
Jl. Raya Tlekung No. 1 Junrejo-Kota Batu, Jawa Timur

²Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya-Malang
Jl. Veteran, Kota Malang, Jawa Timur

E-mail : adiraf212@gmail.com (*penulis korespondensi)

PENDAHULUAN

Tanaman jeruk batang bawah merupakan jenis jeruk yang digunakan pada bagian bawah dari dua jenis tanaman yang disambungkan (*grafting*). Dengan kata lain, tanaman ini berada di bawah titik okulasi, yang menyediakan perakaran dan menyokong pertumbuhan tanaman jeruk di atasnya. Secara tidak langsung, keberadaan jeruk batang bawah dapat mempengaruhi vigor, kualitas buah, hasil panen, dan toleransi/resistensi terhadap cekaman biotik dan abiotik tanaman jeruk batang atas (Lee *et al.*, 2009; Balal *et al.*, 2012; Nimbolkar *et al.*, 2016; Albrecht *et al.*, 2018; Santana *et al.*, 2018; Bowman and Joubert, 2020).

Hingga saat ini, tanaman buah jeruk di Indonesia umumnya menggunakan dua jenis batang bawah, yaitu *Japansche citroen* (JC) dan *Rough Lemon* (RL). Jeruk JC (*Citrus limonia* Osbeck) bukan merupakan tanaman asli Indonesia. Tanaman ini memiliki vigor yang kuat, produktif, kanopi berukuran sedang, menyebar dan terkulai, dengan ranting ramping. Tanaman ini rentan terhadap CEV (*Citrus Exocortis Viroid*) (Reuther *et al.*, 1967) dan *Citrus Sudden Death* (Bové and Ayres, 2007).

Tanaman jeruk batang bawah yang memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia adalah Citrumelo dan Kanci (*Fortunella* sp). Citrumelo merupakan hasil persilangan antara *Citrus paradisi* Macf. dengan *Poncirus trifoliata* L. Raf. Citrumelo memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah toleran terhadap kekeringan, ketahanan menengah terhadap kondisi salinitas tinggi, toleran terhadap *Citrus Tristeza Virus* (CTV), toleran terhadap *Citrus Exocortis Viroid* (CEV), tahan *Xylospora* serta nematoda jeruk, toleran terhadap *Phytophthora*, toleran terhadap kekurangan unsur Fe, Boron (Hutchison, 1974), dan toleran terhadap *Citrus Sudden Death* (CSD) (Bové and Ayres, 2007). Penggunaan batang bawah dari golongan *Fortunella* umumnya disebabkan oleh potensi membentuk tanaman kerdil dengan volume kanopi sempit (Ono and Hirose, 1987; Donadio *et al.*, 2019).

Pengaruh batang bawah terhadap vigor tanaman jeruk batang atas dapat diketahui setelah tanaman tersebut dewasa sehingga memerlukan waktu yang lama dengan lahan yang luas. Oleh karena itu,

metode pendugaan vigor tanaman sejak dini perlu dikaji lebih mendalam. Hingga saat ini, mekanisme pembentukan vigor tanaman belum jelas. Beberapa peneliti telah melakukan pengkajian terhadap mekanisme pembentukan vigor secara anatomi pada tanaman peach (Tombesi *et al.*, 2011) dan *sweet cherry* (Hajagos and Végvári, 2013). Berdasarkan pengkajian tersebut, beberapa peneliti juga telah melaporkan pendugaan vigor tanaman berdasarkan pengkajian anatomi. Karakter anatomi yang berpengaruh terhadap vigor tanaman adalah karakter *xylem* dan floem (Saeed *et al.*, 2010; Zorić *et al.*, 2012; Bruckner and DeJong, 2014). Karakter tersebut berpengaruh terhadap konduktansi hidrolik (Tombesi *et al.*, 2010; Zach *et al.*, 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konduktansi hidrolik berkorelasi positif terhadap vigor tanaman (Iwasaki *et al.*, 2011).

Pemilihan karakter anatomi untuk digunakan dalam pendugaan vigor tanaman didasarkan pada kemudahan identifikasi dan pengukuran. Pengukuran tersebut harus sederhana, obyektif dan cepat dilakukan. Idealnya, metode tersebut harus bisa dilakukan pada tanaman muda sebelum ditanam ke uji coba lapang. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan korelasi antara karakter anatomi akar dan batang dengan tinggi tanaman jeruk batang bawah dan mengevaluasi aplikasi karakter anatomi akar dan batang tanaman jeruk batang bawah sebagai alat prediksi vigor tanaman jeruk keprok RGL.

BAHAN DAN METODE

Bahan Tanaman

Percobaan menggunakan tiga jenis tanaman jeruk batang bawah, yaitu *Japansche citroen*/JC (*Citrus limonia* Osbeck), Citrumelo (*Citrus paradisi* Macf. cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf) dan Kanci (*Fortunella* sp.) dan tanaman jeruk batang atas yaitu jeruk keprok RGL (Rimau Gerga Lebong) yang diokulasi pada ketiga jenis batang bawah tersebut, berumur tiga tahun. Percobaan dilakukan di KP Tlekung, Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika mulai Juni 2019 sampai Maret 2020.

Metode Penelitian

a. Evaluasi anatomi tanaman jeruk batang bawah

Percobaan dilaksanakan dengan rancangan acak kelompok dengan tanaman batang bawah (JC, Citrumelo dan Kanci) sebagai faktor perlakuan, lima kali ulangan, dengan jumlah tanaman 25 tanaman setiap ulangan. Biji batang bawah jeruk disemai di dalam nampan dengan media pasir. Setelah dua minggu, benih yang telah tumbuh dipindahkan secara individual ke dalam polybag ukuran 7.5 x 30 cm yang berisi media campuran tanah dan pupuk kandang (2:1). Tinggi semai diamati setiap 15 hari selama enam bulan. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah hingga titik tumbuh tanaman tertinggi.

Pengamatan terhadap anatomi irisan melintang akar dan batang semai tanaman jeruk batang bawah dilakukan pada tanaman umur tiga bulan setelah semai, masing-masing perlakuan terdiri dari lima ulangan dengan 5 contoh setiap ulangan. Potongan akar utama dan batang sepanjang 1 cm (masing-masing diambil pada posisi 5 cm di bawah dan di atas permukaan tanah), difiksasi dengan larutan FAA (50 ml etanol 95% 5 ml asam asetat glasial, 10 ml formalin 40% v/v dan 35 ml air) selama 3 hari. Proses selanjutnya adalah dehidrasi dengan peningkatan konsentrasi etanol, dan infiltrasi lilin. Sampel selanjutnya dipotong secara melintang dengan menggunakan mikrotom dengan ketebalan 12 μ m dan diletakkan pada *slide* kaca. *Slide* tersebut selanjutnya dicelupkan ke dalam *histoclear* selama 3 menit untuk melarutkan lilin diikuti dengan rehidrasi dalam menurunkan konsentrasi etanol (70 - 100%) selama 1 menit. *Slide* kemudian diwarnai dengan Safranin O 3% dalam etanol 50% selama satu jam diikuti dengan 5 menit pencucian dengan air mengalir. *Slide* kemudian dipindahkan ke larutan kristal violet 0,25% dalam etanol 90% selama 2 menit dan dilanjutkan dengan pencelupan dalam aquades selama 1 menit dan beberapa kali pencelupan dalam etanol 90% sampai tidak ada lagi noda ungu. Pencelupan dilanjutkan dalam larutan fast green 1% dalam aquades sampai tidak ada noda ungu. Selanjutnya *slide* dicelupkan ke dalam larutan isopropanol selama 3 menit. Sebelum ditutup dengan kaca penutup, *slide* ditempatkan dalam *histoclear* selama 5 menit. Pengamatan anatomi dilakukan dengan

mikroskop trinokuler (Olympus BX51) dengan perbesaran 200x. Karakter luas empulur, luas *xylem*, luas floem, luas korteks, densitas pembuluh *xylem*/mm², dan luas pembuluh *xylem* diukur dengan *Olympus cellSens Standard software*.

b. Pengamatan tinggi dan volume kanopi tanaman jeruk keprok RGL

Percobaan dilaksanakan dengan rancangan acak kelompok, lima kali ulangan, dengan jumlah tanaman 1 tanaman setiap ulangan. Pengamatan tinggi tanaman dan volume kanopi dilaksanakan terhadap tanaman jeruk keprok RGL dengan batang bawah JC, Citrumelo dan Kanci yang telah berumur tiga tahun. Volume kanopi dihitung dengan persamaan $V=2/3 \times \pi \times (D/2)^2 \times H$, dimana V adalah volume kanopi (m³), π adalah konstanta dengan nilai 3.14, D adalah diameter kanopi (m), dan H adalah tinggi tanaman (m) (Fadel *et al.*, 2018).

Analisis Data

Data rata-rata dan koefisien variasi untuk masing-masing variabel pengamatan dihitung untuk masing-masing perlakuan. Masing-masing variabel pengamatan dievaluasi dengan one-way ANOVA dengan uji lanjut BNT dan analisis korelasi. Pemrosesan data dan analisis dilakukan dengan menggunakan *Genstat for windows 19th edition*.

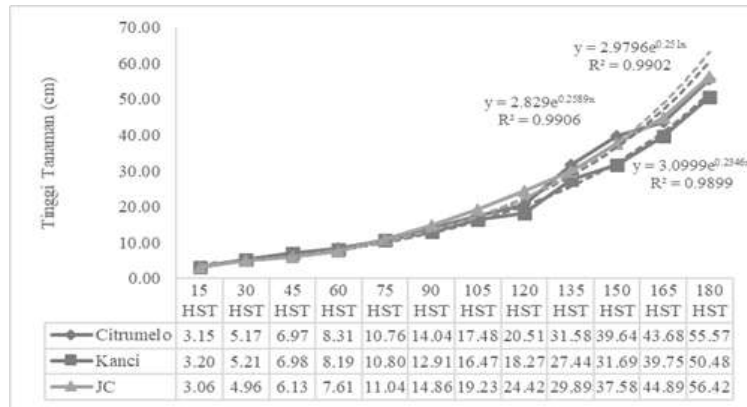
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan semai biji merupakan faktor penting dalam penyediaan tanaman batang jeruk batang bawah karena penyediaan benih batang bawah di Indonesia masih mengandalkan semai biji. Kecepatan perkecambahan biji pada tanaman jeruk bervariasi antar varietas. Hasil pengamatan terhadap semai biji jeruk JC, Citrumelo dan Kanci menunjukkan bahwa ketiga jenis tanaman bawah tersebut memiliki pola pertambahan tinggi tanaman yang sama, yaitu pola kuadratik (Gambar 1).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman Citrumelo dan JC memiliki kecepatan pertumbuhan yang sama, sedangkan Kanci lebih lambat. Keragaan benih hasil semai biji umur tiga dan enam bulan setelah semai disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan irisan melintang akar dan batang, batang bawah JC, Citrumelo dan Kanci memiliki persentase empulur, persentase *xylem*, persentase floem, persentase korteks, densitas pembuluh *xylem* mm⁻² dan luas pembuluh *xylem* yang berbeda (Gambar 3, Tabel 1). Batang bawah JC memiliki persentase *xylem* dan rata-rata luas pembuluh *xylem* tertinggi baik pada irisan melintang akar maupun batang. Batang bawah Citrumelo

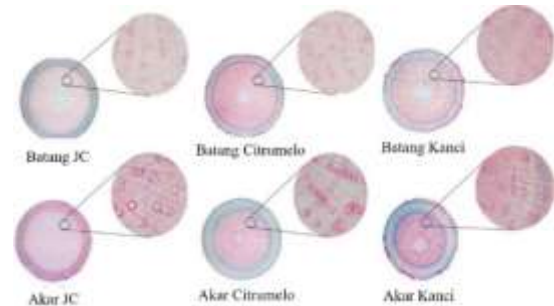
memiliki densitas pembuluh *xylem* mm⁻² tertinggi dan batang bawah Kanci memiliki persentase empulur, persentase floem dan persentase korteks tertinggi. Persentase *xylem* terendah dimiliki oleh batang bawah Kanci, sedangkan persentase floem terendah dimiliki oleh batang bawah JC. Variasi karakter dimensi *xylem* pada batang dipengaruhi oleh faktor genetik (Tombesi *et al.*, 2010).



Gambar 1. Grafik pertumbuhan semai jeruk JC, Citrumelo, dan Kanci



Gambar 2. Keragaan semai jeruk JC, Citrumelo, dan Kanci pada umur 3 dan 6 bulan setelah semai.



Gambar 3. Penampang melintang akar dan batang JC, Citrumelo dan Kanci pada perbesaran 40x dan *xylem* akar dan batang JC, Citrumelo dan Kanci pada perbesaran 200x

Tabel 1. Karakteristik anatomi irisan melintang akar dan batang semai jeruk JC, Citrumelo dan Kanci

Genotipe	% Empulur	% <i>Xylem</i>	% Floem	% Korteks	Densitas <i>xylem</i> /mm ²	Rata-rata luas pembuluh <i>xylem</i> (µm ²)
Akar						
JC	0.21 a	56.58 c	11.68 b	31.01 b	111.8 a	605.2 de
Citrumelo	1.07 a	49.43 b	17.45 c	32.06 b	133.8 b	343.0 c
Kanci	2.57 b	38.40 a	19.20 c	39.84 c	119.2 a	259.2 b
Batang						
JC	1.96 a	60.22 c	7.15 a	30.68 b	129.0 b	412.2 c
Citrumelo	2.55 b	60.84 c	10.69 b	25.92 a	152.8 c	251.2 b
Kanci	5.70 c	51.87 b	10.72 b	31.71 b	129.8 b	179.8 a

Keterangan: Angka rata-rata yang didampingi huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%.

Tabel 2. Hasil analisis korelasi karakter anatomi akar dan batang terhadap tinggi tanaman batang bawah jeruk

	TT	% Ea	% xa	% Pa	% Ka	da	la	% Eb	% xb	% Pb	% Kb	db	lb
TT	—												
% Ea	-0.83***	—											
% Sa	0.82**	-0.94***	—										
% Fa	-0.71*	0.76**	-0.76**	—									
% Ka	-0.62*	0.75**	-0.85***	0.31	—								
Dsa	-0.05	0.15	-0.27	0.38	0.11	—							
Lsa	0.67*	-0.88***	0.87***	-0.81***	-0.62*	-0.50	—						
% Eb	-0.85***	0.86***	-0.78**	0.59*	0.64*	-0.14	-0.69*	—					
% Xb	0.88***	-0.85***	0.79**	-0.55	-0.68*	0.19	0.57	-0.91***	—				
% Fb	-0.44	0.64*	-0.62*	0.56	0.44	0.51	-0.83***	0.59*	-0.31	—			
% Kb	-0.43	0.26	-0.23	0.06	0.28	-0.49	0.14	0.29	-0.63*	-0.53	—		
Dsb	0.36	-0.09	0.14	0.10	-0.28	0.62*	-0.29	-0.26	0.52	0.44	-0.805**	—	
Lsb	0.72**	-0.88***	0.81**	-0.84***	-0.50	-0.45	0.89***	-0.73**	0.68*	-0.76**	-0.028	-0.167	—

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

TT= tinggi tanaman umur 6 bulan; %Ea = % empulur akar, %Sa = % xylem akar; %Fa = % floem akar, %Ka=% korteks akar;

Dsa = diameter xylem akar; Lsa = luas pembuluh xylem akar; %Eb = % empulur batang, %Sb = % xylem batang; %Fb = % floem batang, % Kb= % korteks batang;

Dsb = diameter xylem batang, dan Lsb = luas pembuluh xylem batang

Tabel 3. Tinggi tanaman dan volume kanopi tanaman jeruk keprok RGL yang diokulasi pada batang bawah JC, Citrumelo dan Kanci

Kombinasi	Tinggi Tanaman (m)	Volume Kanopi (m ³)
RGL-Cit	1.96 b	2.32 b
RGL-JC	1.85 b	1.77 b
RGL-K	1.52 a	0.85 a

Keterangan: Angka rata-rata yang didampingi huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

Hasil analisis korelasi (Tabel 2) menunjukkan bahwa persentase *xylem* dan luas rata-rata pembuluh *xylem* baik pada akar maupun batang berkorelasi positif terhadap tinggi tanaman jeruk batang bawah Tanaman jeruk batang bawah dengan persentase *xylem* dan luas pembuluh *xylem* yang lebih tinggi memiliki tinggi tanaman yang lebih tinggi pula. Pada banyak spesies tanaman, densitas dan ukuran pembuluh *xylem* secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Ukuran pembuluh yang besar akan menghasilkan tanaman yang lebih vigor. Ukuran pembuluh yang lebih kecil membuat tanaman menjadi lebih cebol (Gonçalves *et al.*, 2007; Saeed *et al.*, 2010; Tombesi *et al.*, 2010; Jones, 2012; Zorić *et al.*, 2012). Ukuran pembuluh *xylem* mempengaruhi nilai konduktansi hidrolik pada akar dan batang. Nilai konduktansi hidrolik pada batang berkorelasi positif terhadap tinggi tanaman (Tombesi *et al.*, 2010; Zach *et al.*, 2010).

Hasil pengukuran tinggi tanaman dan volume kanopi tanaman jeruk keprok RGL yang diokulasi pada batang bawah JC, Citrumelo dan Kanci menunjukkan bahwa vigor batang bawah berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan volume kanopi tanaman jeruk batang atas. Tanaman jeruk RGL yang diokulasi pada batang bawah JC dan Citrumelo lebih vigor dibandingkan yang diokulasi pada batang bawah Citrumelo (Tabel 3). Hasil penelitian ini senada dengan hasil penelitian Susanto *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa Citrumelo menyebabkan pertumbuhan vegetatif tanaman pamelon 'Nambangan' lebih tinggi. Tanaman jeruk yang diokulasi pada batang bawah yang vigor akan menghasilkan

tanaman jeruk yang vigor (Lee *et al.*, 2009; Albrecht *et al.*, 2018; Bowman and Joubert, 2020).

KESIMPULAN

Karakter persentase dan luas pembuluh *xylem* baik pada akar maupun batang berkorelasi positif terhadap tinggi tanaman jeruk batang bawah. Karakter persentase *xylem* dan luas pembuluh *xylem* tanaman jeruk batang bawah dapat digunakan sebagai penduga awal vigor tanaman jeruk keprok RGL. Vigoritas tanaman jeruk ditunjukkan oleh tinggi dan luas kanopi tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian sebagai pemberi Beasiswa Petugas Belajar Dalam Negeri Kementerian Pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Albrecht, U., F. Alferez, and M. Zekri. 2018. Citrus Production Guide : Rootstock and Scion Selection. IFAS Extension HS1308: 1–3.
- Balal, R.M., M.M. Khan, M.A. Shahid, N.S. Mattson, T. Abbas, M. Ashfaq, F. Garcia-Sanchez, U. Ghazanfer, V. Gimeno, and Z. Iqbal. 2012. Comparative studies on the physiobiochemical, enzymatic, and ionic modifications in salt-tolerant and salt-sensitive citrus rootstocks under NaCl Stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 137(2): 86–95. doi: 10.21273/jashs.137.2.86.
- Bové, J.M., and A.J. Ayres. 2007. Etiology of three recent diseases of citrus in São Paulo State: Sudden death, variegated chlorosis and huanglongbing. *IUBMB Life* 59(4): 346–354. doi: 10.1080/15216540701299326.

- Bowman, K.D., and J. Joubert. 2020. Citrus rootstocks. The Genus Citrus. Elsevier. p. 105–127
- Bruckner, C.H., and T.M. DeJong. 2014. Proposed pre-selection method for identification of dwarfing peach rootstocks based on rapid shoot *xylem* vessel analysis. *Scientia Horticulturae* 165: 404–409. doi: 10.1016/j.scienta.2013.11.024.
- Donadio, L.C., I.E. Lederman, S.R. Roberto, and E.S. Stucchi. 2019. Dwarfing-canopy and rootstock cultivars for fruit trees. *Revista Brasileira de Fruticultura* 41(3): 1–12. doi: 10.1590/0100-29452019997.
- Fadel, A.L., E.S. Stuchi, H.T.Z. Couto, Y.C. Ramos, and F. de A.A. Mourão Filho. 2018. Trifoliolate hybrids as alternative rootstocks for ‘Valencia’ sweet orange under rainfed conditions. *Scientia Horticulturae* 235: 397–406. doi: 10.1016/j.scienta.2018.01.051.
- Gonçalves, B., C.M. Correia, A.P. Silva, E.A. Bacelar, A. Santos, H. Ferreira, and J.M. Moutinho-Pereira. 2007. Variation in *xylem* structure and function in roots and stems of scion–rootstock combinations of sweet cherry tree (*Prunus avium* L.). *Trees* 21(2): 121–130. doi: 10.1007/s00468-006-0102-2.
- Hajagos, A., and G. Végvári. 2013. Investigation of tissue structure and *xylem* anatomy of eight rootstocks of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Trees - Structure and Function*. doi: 10.1007/s00468-012-0766-8.
- Hutchison, D. 1974. Swingle Citrumelo—A promising rootstock hybrid. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 87: 89–91.
- Iwasaki, M., H. Fukamachi, K. Satoh, H. Nesumi, and T. Yoshioka. 2011. Development of tree vigor prediction method at an early stage based on stem hydraulic conductance of seedlings in citrus rootstocks. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 80(4): 390–395. doi: 10.2503/jjshs1.80.390.
- Jones, H.G. 2012. How do rootstocks control shoot water relations? *New Phytologist* 194(2): 301–303. doi: 10.1111/j.1469-8137.2012.04110.x.
- Lee, A., J. Joubert, and S. van Vuuren. 2009. Rootstock Choice. *Integrated Production Guidelines for Export Citrus*. Citrus Research International (Pty) Ltd.
- Nimbolkar, P.K., C. Awachare, Y.T.N. Reddy, S. Chander, and F. Hussain. 2016. Role of Rootstocks in Fruit Production – A Review. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology* 3(3): 183–188.
- Ono, S.U., and K.A. Hirose. 1987. Rootstock Studies for Citrus Varieties in Japan. *JARQ* 20(4): 253–259.
- Reuther, W., H.J. Webber, and L.D. Batchelor. 1967. *The Citrus Industry Volume I: History, World Distribution, Botany and Varieties* (W. Reuther, H.J. Webber, and L.D. Batchelor, editors). Second Edition. University of California.
- Saeed, M., P.B. Dodd, and L. Sohail. 2010. Anatomical studies of stems, roots and leaves of selected citrus rootstock varieties in relation to their vigour. *Journal of Horticulture and Forestry* 2(4): 87–94.
- Santana, L.G.L., E. dos S. Souza, O.S. Passos, A. da S. Gesteira, C.A. da S. Ledo, and W.S. Soares Filho. 2018. Vigor and mortality of citrus progenies with potential use as rootstocks. *Scientia Agricola* 75(4): 339–345. doi: 10.1590/1678-992x-2016-0455.
- Susanto, S., H. Sugeru, dan S. Minten. 2010. Pertumbuhan vegetatif dan generatif batang atas jeruk pameló “Nambangan” pada empat jenis interstok. *Jurnal Hortikultura Indonesia* 1(2): 53–58.

- Tombesi, S., A. Almehti, and T.M. DeJong. 2011. Phenotyping vigour control capacity of new peach rootstocks by *xylem* vessel analysis. *Scientia Horticulturae* 127(3): 353–357. doi: 10.1016/j.scienta.2010.11.007.
- Tombesi, S., R.S. Johnson, K.R. Day, and T.M. Dejong. 2010. Relationships between *xylem* vessel characteristics, calculated axial hydraulic conductance and size-controlling capacity of peach rootstocks. *Annals of Botany* 105(2): 327–331. doi: 10.1093/aob/mcp281.
- Zach, A., B. Schuldt, S. Brix, V. Horna, H. Culmsee, and C. Leuschner. 2010. Vessel diameter and *xylem* hydraulic conductivity increase with tree height in tropical rainforest trees in Sulawesi, Indonesia. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 205(8): 506–512. doi: 10.1016/j.flora.2009.12.008.
- Zorić, L., M. Ljubojević, L. Merkulov, J. Luković, and V. Ognjanov. 2012. Anatomical Characteristics of Cherry Rootstocks as Possible Preselecting Tools for Prediction of Tree Vigor. *Journal of Plant Growth Regulation* 31(3): 320–331. doi: 10.1007/s00344-011-9243-7.