



Ekspresi morfologi tiga jenis jeruk sebagai indikator ketahanan terhadap serangan *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae)

Morphological expression of three citrus species as indicators of resistance to *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae)

Susi Wuryantini^{1*}, Otto Endarto¹, Muhammad Ihsan², Hasim Ashari¹

¹Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika
Jalan Raya Tlekung No.1, Kota Batu 65327, Indonesia
²Program Studi Entomologi Pertanian, Program Pascasarjana,
Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jalan Veteran, Malang 65145, Indonesia

(diterima Februari 2022, disetujui Mei 2022)

ABSTRAK

Salah satu hama penting benih tanaman jeruk adalah tungau perak jeruk (TPJ) *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh serangan TPJ terhadap morfologi daun dan tingkat ketahanan tiga jenis jeruk. Tiga jenis jeruk, yaitu Siam, Keprok, Manis digunakan sebagai tanaman uji. Tunas dari ketiga jenis jeruk tersebut diuji kandungan nutrisinya dan dilakukan infestasi TPJ sebanyak 5 individu pada tunas yang berumur lebih kurang 10 hari. Pengamatan populasi TPJ dilakukan 7 hari setelah infestasi (HSI) dan pengamatan selanjutnya dilaksanakan 4 hari sekali. Hasil penelitian menunjukkan kelimpahan TPJ paling rendah pada 23 HSI didapat pada jenis Siam ($0,5 \pm 0,38$ individu) dan Keprok ($0,25 \pm 0,16$ individu). Populasi TPJ meningkat pada 11 sampai 15 HSI, dan mulai menurun pada 19 HSI. Berdasarkan analisis korelasi Pearson, kelimpahan TPJ dipengaruhi oleh kadar lemak dan serat kasar daun. Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa jenis Manis lebih tahan dibandingkan dengan jenis lainnya. Dapat disimpulkan, jenis Manis masih lebih tahan dibandingkan dengan jenis Siam dan Keprok.

Kata kunci: kepadatan populasi, ketahanan tanaman, nutrisi daun, *Polyphagotarsonemus latus*

ABSTRACT

One of the important pests of citrus seeds is *citrus silver mites* (CSM) *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). This study aimed to examine the effect of CSM attack on leaf morphology and resistance level of three citrus species. Three types of citrus, namely Tangerine, Mandarin, and Sweet Orange were used as test plants. The shoots of the three types of citrus were tested for nutritional content and five CSM individuals were invested on young leaves that were approximately 10 days old. Observations of CSM population were made 7 days after the investment (DAI) and further observations were carried out every 4 days. The results showed that the lowest abundance of TPJ at 23 DAI was found in type of Tangerine (0.5 ± 0.38 individual) and Mandarin (0.25 ± 0.16 individual). The population of CSM increased at 11 to 15 DAI, and began to decline at 19 DAI. Based on the Pearson correlation analysis, the abundance of CSM was influenced by the fat content and crude fiber content of the leaves. Observations also showed that the Sweet type was more resistant than other types. It can be concluded that the Sweet Orange is more resistant than the Tangerine and Mandarin species.

Key word: leaf nutrition, population density, plant resistance, *Polyphagotarsonemus latus*

*Penulis korespondensi: Susi Wuryantini. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Jalan Raya Tlekung No.1, Beji, Kec. Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur 65327. Tel +62-341 592683, Faks: +62-341 593047, E-mail: susi_wur@yahoo.com

PENDAHULUAN

Tungau perak jeruk (TPJ) *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) merupakan salah satu hama penting yang menyerang benih tanaman yang dibudidayakan (Gerson 1992; Imbachi et al. 2012; Rodríguez et al. 2017). TPJ bersifat polifag dan menyerang banyak tanaman, khususnya tanaman yang tergolong Famili Cucurbitaceae (Grinberg et al. 2005; Audenaert et al. 2009), Theaceae, Solanaceae (Namvar & Arbabi 2007), Malvaceae, Vitaceae, dan Caricaceae (Jangra et al. 2017). Selain itu, TPJ merupakan hama penting yang menyerang tanaman golongan Famili Rutaceae, misalnya tanaman jeruk. Dilaporkan bahwa pada fase imago, TPJ berpotensi merusak tanaman hingga menyebabkan tunas tanaman jeruk gagal tumbuh dan berkembang (Wuryantini et al. 2014). Pada tanaman jeruk, TPJ menyerang bagian tanaman yang aktif tumbuh, yaitu daun, kuncup, bunga, buah dan bertelur pada bagian bawah daun (van Maanen et al. 2010).

Serangan TPJ menyebabkan tunas melengkung ke bawah, mengerut, keriting, bahkan menyebabkan tunas rontok. Daun dan buah yang terinfestasi TPJ menjadi berwarna perunggu (Childers 1994). Siklus hidup TPJ pada jeruk lemon relatif singkat, yaitu empat sampai lima hari. Dengan siklus hidup singkat, kerusakan yang dihasilkan akan berdampak besar karena populasi akan terus meningkat (Brown & Jones 1983). Tindakan pengelolaan TPJ pada tanaman jeruk perlu dilakukan untuk mengurangi kerugian. Umumnya pengelolaan di sentra pertanaman jeruk adalah dengan aplikasi akarisisida (Chinniah et al. 2020). Selain aplikasi akarisisida, terdapat beberapa pengendalian yang berkonsep pengendalian hama terpadu (Astoni et al. 2015). Meskipun dilakukan pengendalian, tanaman memiliki tingkat ketahanan yang menyebabkan tanaman dapat tumbuh dan berkembang walaupun terdapat kerusakan yang disebabkan oleh TPJ (Parisi et al. 2020; Cabedo-Lopez et al. 2021).

Keberadaan TPJ pada tanaman jeruk di Indonesia sudah lama dilaporkan (van Maanen et al. 2010; Tukimin & Purwati 2011; Wuryantini et al. 2014; Wuryantini & Endarto 2016), namun penelitian mengenai TPJ masih belum banyak

dilakukan khususnya pada jeruk komersial. Selain itu, penelitian mengenai tingkat toleransi maupun ketahanan jeruk komersial terhadap serangan TPJ masih belum dilaporkan. Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian yang mengkaji kelimpahan TPJ pada jeruk komersial, yaitu jeruk Siam *Citrus nobilis* L. (Rutaceae), Keprok *Citrus reticulata* L. (Rutaceae), dan Manis *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (Rutaceae). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh serangan TPJ terhadap morfologi daun dan tingkat ketahanan tiga jenis jeruk.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan dari Desember 2019 sampai dengan Oktober 2020 di Laboratorium Entomologi dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika (Balitjestro), Tlekung, Batu.

Persiapan benih tanaman jeruk

Persiapan benih jeruk dimulai pada bulan Desember 2019 di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Indonesia. Benih tiga jenis jeruk meliputi Siam, Keprok, dan Manis diperoleh dari Balitjestro. Di rumah kaca (suhu $24 \pm 0,18$ °C, kelembaban nisbi (KN) $66 \pm 0,42$ % dan kondisi cahaya alami), benih jeruk ditanam satu per satu ke *polybag* ($d = 15$ cm; $t = 35$ cm). *Polybag* diisi dengan kompos dan tanah dengan perbandingan 1:1. Praktek agronomi umum diterapkan tanpa aplikasi pestisida (Rodriguez et al. 2017).

Uji kandungan nutrisi daun

Daun pada tunas (umur 10 hari) dari ketiga jenis jeruk dikirim ke Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, Universitas Brawijaya, Indonesia, untuk dilakukan analisis proksimat. Kandungan nutrisi yang diukur meliputi proporsi protein, karbohidrat, lemak, abu, dan serat kasar. Analisis dilakukan dengan tiga kali ulangan. Berdasarkan hasil analisis, kandungan air ketiga jenis jeruk cukup mirip, yaitu berkisar 76,71% hingga 77,82%. Kandungan protein (7,34%) dan kadar abu (1,59%) pada jeruk manis lebih tinggi dibandingkan dengan jeruk lainnya. Jeruk

Siam memiliki kandungan lemak (0,13%) dan karbohidrat (15,84%) yang tinggi. Kadar serat di antara ketiga jeruk paling tinggi terdapat pada jeruk Keprok. Data hasil uji proksimat daun ketiga jenis menggunakan data yang dilaporkan Wuryantini et al. (2014). Data menunjukkan kandungan yang terdapat pada daun jeruk keprok meliputi kadar air (77,82%), protein (5,29%), lemak (0,13%), karbohidrat (15,84%), kadar abu (0,92%), dan serat kasar (2,06%). Pada daun jeruk manis meliputi kadar air (76,71%), protein (7,34%), lemak (0,07%), karbohidrat (14,29%), kadar abu (1,59%), dan serat kasar (1,88%). Selain itu kandungan pada daun jeruk Siam meliputi kadar air (77,24%), protein (6,12%), lemak (0,06%), karbohidrat (15,15%), kadar abu (1,03%), dan serat kasar (2,25%).

Perbanyakkan tungau

TPJ diperoleh dari benih tanaman jeruk Keprok, Siam, dan Manis di lahan Balitjestro, kemudian tunas daun yang terinfestasi dipanen dan dibawa ke Laboratorium Entomologi Balitjestro. Di laboratorium, tungau dipelihara pada ketiga jenis daun jeruk yang ditempatkan di arena. Arena terbuat dari spons (5 cm x 5 cm x 1,5 cm) yang telah direndam air di dalam cawan petri (d = 9 cm). Spons dilapisi dengan tisu yang dibasahi, selanjutnya daun jeruk diletakkan di atas kapas dengan permukaan abaksial menghadap atas. Kemudian daun dilapisi dengan tisu yang sudah dilubangi pada bagian daun (Martins et al. 2016). Untuk mencegah kekeringan pada spons dan menjaga kondisi daun dalam keadaan turgid, dilakukan penyiraman dua hari sekali pada cawan petri (Puspitarini et al. 2021a). Tungau yang sudah dipelihara di arena diinfestasikan pada jenis jeruk saat akan dilakukan perlakuan. Pemeliharaan dilakukan dalam kondisi laboratorium pada suhu $25 \pm 0,11$ °C, KN $67 \pm 0,76$ %. Setelah itu, TPJ

diinfestasikan pada benih ketiga jenis jeruk berumur 1–2 tahun di rumah kaca.

Uji kerusakan tunas

Lima individu TPJ (2 jantan dan 3 betina) fase dewasa diinfestasikan masing-masing pada lima daun ketiga tunas benih jeruk yang berumur lebih kurang 10 hari. Pengujian dilakukan di rumah kaca pada suhu $24 \pm 0,18$ °C, KN $66 \pm 0,42$ %. Pada setiap jenis jeruk dipersiapkan kontrol (tidak diinfestasikan TPJ). Tiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak sepuluh kali sehingga didapatkan 60 satuan percobaan. Pengamatan pertama dilakukan 7 hari setelah infestasi (HSI) dan pengamatan selanjutnya dilaksanakan 4 hari sekali. Pengamatan dilaksanakan hingga populasi TPJ sudah tidak ditemukan lagi. Pada uji ini, parameter yang diamati adalah populasi TPJ meliputi jumlah telur, larva, nimfa, imago dan skor kerusakan daun. Skoring pengamatan kerusakan daun berdasar Vitchitbandha & Chandrapatya (2011) serta Toepfer et al. (2021) yang terdiri atas lima tingkatan, yaitu 0: daun membuka normal, 1: 1–25% daun melengkung; 2: 26–50% daun melengkung; 3: 51–75% daun melengkung, 4: 76–100% daun melengkung hingga daun keriting, namun pada penelitian ini menggunakan skoring yang telah dimodifikasi pada kriteria yang digunakan (Tabel 1).

Analisis data

Perangkat lunak IBM SPSS Statistics 22 digunakan untuk analisis sidik ragam dan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf kesalahan 5% untuk mengetahui perbedaan yang signifikan dalam pertumbuhan populasi TPJ dan tingkat serangan TPJ terhadap tanaman jeruk yang diuji. Analisis korelasi Pearson dilakukan untuk memastikan adanya hubungan antara kandungan nutrisi daun jeruk dan jumlah populasi TPJ. Oleh

Tabel 1. Indeks kerusakan daun

Table 2. Leaf damage index

Skor (<i>Score</i>)	Kriteria (<i>Criteria</i>)	Kategori (<i>Category</i>)
0	Tidak ada kerusakan (<i>No damage</i>)	Sangat tahan (<i>Very resistant</i>)
1	Sedikit rusak (<i>Little damage</i>) (1–25%)	Tahan (<i>Resistant</i>)
2	Kerusakan sedang (<i>Medium damage</i>) (26–50%)	Cukup tahan (<i>Slight resistance</i>)
3	Kerusakan berat (<i>Heavy damage</i>) (51–75%)	Peka (<i>Sensitive</i>)
4	Kerusakan total (<i>Total damage</i>) (76–100%)	Sangat peka (<i>Very sensitive</i>)

karena varietas jeruk yang diuji sama dengan yang di analisis kandungan oleh Wuryantini et al. (2014) maka data tersebut digunakan sebagai data dasar terkait kandungan nutrisi ketiga daun jeruk yang diuji.

HASIL

Kelimpahan populasi TPJ

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan jenis jeruk mempengaruhi kelimpahan TPJ. Pada 7 hingga 11 HSI kelimpahan TPJ pada jenis Siam lebih banyak dibandingkan dengan jenis lainnya dan yang tidak difestasikan TPJ, sedangkan pada 15 hingga 23 HSI kelimpahan TPJ pada jenis Manis lebih banyak dibandingkan dengan jenis lainnya dan yang tidak difestasikan TPJ. Selama pengamatan, kelimpahan telur yang dihasilkan oleh TPJ pada jenis Manis yang difestasikan TPJ lebih banyak dibandingkan dengan jenis lainnya (Tabel 2). Kelimpahan larva TPJ pada ketiga jenis jeruk yang difestasikan TPJ sama dan lebih tinggi dibandingkan dengan jeruk yang tidak difestasikan TPJ (Tabel 3). Kelimpahan TPJ pada fase nimfa di jenis Siam yang difestasikan TPJ lebih banyak dibandingkan dengan jenis lainnya (Tabel 4). Sementara itu, kelimpahan TPJ pada fase imago pada jenis Manis yang lebih banyak dibandingkan dengan jenis lainnya (Tabel 5). Hasil pengamatan menunjukkan puncak pertumbuhan populasi TPJ terjadi pada 11 HSI dan mulai menurun pada 19 HSI. Kepadatan populasi total (telur, larva, nimfa, imago) TPJ pada jenis Siam dan Manis lebih tinggi dibandingkan dengan jenis Keprok dan yang tidak difestasikan TPJ (Tabel 6).

Hubungan faktor kandungan nutrisi daun dengan kelimpahan TPJ

Penelitian ini juga mengidentifikasi hubungan antara kandungan nutrisi daun terhadap kelimpahan TPJ. Hasil menunjukkan terdapat korelasi negatif lemak terhadap kelimpahan TPJ pada fase telur ($r = -0,57$), larva ($r = -0,46$), nimfa ($r = -0,40$), dan imago ($r = -0,42$). Hasil juga menunjukkan korelasi positif serat kasar terhadap kelimpahan TPJ pada fase telur ($r = 0,81$), larva ($r = 0,67$), nimfa ($r = 0,58$), dan imago ($r = 0,61$) (Tabel 7).

Tingkat serangan TPJ

Dari hasil percobaan, skor tingkat serangan TPJ terhadap ketiga jenis jeruk berkisar 1–2. Diketahui tingkat kerusakan daun akibat TPJ paling rendah pada jenis Manis ($14 \pm 1,88$ %). Apabila dilihat dari indeks kerusakan daun, jenis Manis mengalami tingkat kerusakan kecil (Tabel 1). Selain jenis Manis, jenis Siam ($47 \pm 9,46$ %), dan Keprok ($29 \pm 8,50$ %) mengalami tingkat kerusakan kategori sedang. Meskipun tingkat serangan pada jenis Siam dan Keprok lebih tinggi dibandingkan dengan jenis Manis, jenis Siam dan Keprok tergolong cukup tahan. Dari ketiga jenis jeruk yang diuji, jenis Manis lebih tahan dibandingkan dengan jenis Siam dan Keprok (Tabel 8). Apabila dilihat dari penampilannya, tunas yang terserang TPJ akan melengkung ke bawah dan berbentuk kusut (Gambar 1). Berbeda dengan perlakuan kontrol, penampilan daun lebih segar dan tidak mengerut. Hal tersebut dapat dijadikan pedoman untuk menilai ketahanan masing-masing jenis jeruk terhadap TPJ.

PEMBAHASAN

Dari tiga jenis jeruk yang diujikan diketahui bahwa kelimpahan TPJ terbanyak didapatkan pada jenis Siam dan Manis. Tingginya kelimpahan dapat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi yang terkandung pada daun jenis tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nutrisi yang mempengaruhi perkembangan TPJ adalah lemak dan serat kasar pada daun. Sementara itu, kandungan kadar air, protein, karbohidrat, dan kadar abu pada daun tidak berpengaruh terhadap perkembangan TPJ. Hal ini berbeda dengan hasil Puspitarini (2011), Chapman (2013), dan Cohen (2015) yang melaporkan kandungan nutrisi yang mempengaruhi perkembangan TPJ meliputi kadar air, protein, karbohidrat, dan kandungan abu. Berbedanya hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dapat disebabkan oleh umur daun yang menjadi sampel. Diduga perbedaan umur daun sampel mempengaruhi kadar nutrisi yang terkandung. Pernyataan tersebut didukung oleh Hodgson (1967) dan Sharma et al. (2021) menyatakan bahwa kadar nutrisi daun jeruk berbeda pada setiap fasenya. Salim et al. (2018)

Table 2. Populasi telur tungau perak jeruk (TPJ) pada jeruk Siam, Keprok, dan Manis (Rerata ± SB)

Table 2. Population of *citrus silver mites* (CSM) eggs on *Tangerine, Mandarin and Sweet Orange* (Mean ± SD)

Jenis (<i>Kinds of citrus</i>)	7 HSI (DAI)	11 HSI (DAI)	15 HSI (DAI)	19 HSI (DAI)	23 HSI (DAI)	Total
Keprok (<i>Mandarin</i>)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Manis (<i>Sweet Orange</i>)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Siam (<i>Tangerine</i>)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Keprok + TPJ (<i>Mandarin</i> + CSM)	474,12 ± 62,29 b	960,12 ± 160,24 b	116,50 ± 61,60 a	3,5 ± 2,48 a	0 ± 0 a	1164,75 ± 78,50 b
Manis + TPJ (<i>Sweet Oranges</i> + CSM)	411,88 ± 76,37 b	943,62 ± 277,10 b	903,00 ± 325,75 b	187,5 ± 100,31 b	107,62 ± 12,64 b	2446,00 ± 548,25 c
Siam + TPJ (<i>Tangerine</i> + CSM)	1001,25 ± 256,37 c	1520,25 ± 300,67 c	296,12 ± 175,32 a	13,6 ± 7,77 a	0 ± 0 a	2761,87 ± 548,53 c

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5% (*Numbers followed by the same letter in the same column show no significant difference at the 5% Duncan test*); HSI: hari setelah infestasi (*DAI = days after the investment*).

Table 3. Populasi larva tungau perak jeruk (TPJ) pada jeruk Siam, Keprok, dan Manis (Rerata ± SB)

Table 3. Population of *citrus silver mites* (CSM) larvae on *Tangerine, Mandarin and Sweet Orange* (Mean ± SD)

Jenis jeruk (<i>Kinds of citrus</i>)	7 HSI (DAI)	11 HSI (DAI)	15 HSI (DAI)	19 HSI (DAI)	23 HSI (DAI)	Total
Keprok (<i>Mandarin</i>)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Manis (<i>Sweet Oranges</i>)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Siam (<i>Tangerine</i>)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Keprok + TPJ (<i>Tangerine</i> + CSM)	228,00 ± 54,34 bc	511,62 ± 114,57 b	138,75 ± 107,23 a	5,50 ± 2,51 a	0 ± 0 a	877,87 ± 180,89 b
Manis + TPJ (<i>Sweet Oranges</i> + CSM)	146,75 ± 24,20 ab	570,75 ± 165,40 bc	556,25 ± 197,28 b	106,25 ± 55,37 b	109,87 ± 28,67 b	1411,25 ± 339,17 b
Siam + TPJ (<i>Tangerine</i> + CSM)	366,25 ± 54,34 c	821,00 ± 124,67 c	156,62 ± 111,05 a	8,25 ± 4,89 a	0 ± 0 a	1319,62 ± 233,33 b

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5% (*Numbers followed by the same letter in the same column show no significant difference at the 5% Duncan test*); HSI: hari setelah infestasi (*DAI = days after the investment*).

Table 4. Populasi nimfa tungau perak jeruk (TPJ) pada jeruk Siam, Keprok dan Manis (Rerata ± SB)

Table 4. Population of *citrus silver mites* (CSM) nymphs on *Tangerine, Mandarin, and Sweet Oranges* (Mean ± SD)

Jenis (<i>Kinds of citrus</i>)	7 HSI (DAI)	11 HSI (DAI)	15 HSI (DAI)	19 HSI (DAI)	23 HSI (DAI)	Total
Keprok (<i>Mandarin</i>)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Manis (<i>Sweet Oranges</i>)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Siam (<i>Tangerine</i>)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Keprok + TPJ (<i>Mandarin</i> + CSM)	102,75 ± 22,72 bc	242,00 ± 57,47 b	46,5 ± 27,99 a	5,12 ± 2,83 a	0 ± 0 a	394,87 ± 60,40 b
Manis + TPJ (<i>Sweet Oranges</i> + CSM)	74,12 ± 15,53 b	309,00 ± 108,86 b	281,5 ± 120,76 b	53,12 ± 32,87 b	27,75 ± 9,38 b	580,25 ± 140,85 b
Siam + TPJ (<i>Tangerine</i> + CSM)	131,25 ± 36,37 c	509,25 ± 69,35 c	72,5 ± 41,16 a	6,12 ± 3,09 a	0,12 ± 0,13 a	831,00 ± 98,76 c

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5% (*Numbers followed by the same letter in the same column show no significant difference at the 5% Duncan test*); HSI: hari setelah infestasi (*DAI = days after the investment*).

Tabel 5. Populasi imago tungau perak jeruk (TPJ) pada jeruk Siam, Keprok dan Manis (Rerata ± SB)
Table 5. Population of citrus silver mites (CSM) imago on Tangerine, Mandarin, and Sweet Oranges (Mean ± SD)

Jenis (Kinds of citrus)	7 HSI (DAI)	11 HSI (DAI)	15 HSI (DAI)	19 HSI (DAI)	23 HSI (DAI)	Total
Keprok (Mandarin)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Manis (Sweet oranges)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Siam (Tangerine)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Keprok + TPJ (Mandarin + CSM)	225,00 ± 42,45 bc	352,5 ± 72,46 b	84,00 ± 52,45 a	17,75 ± 8,07 a	0,25 ± 0,16 a	666,62 ± 116,86 b
Manis + TPJ (Sweet Oranges + CSM)	151,62 ± 23,08 b	525,0 ± 189,72 b	533,25 ± 227,51 b	63,62 ± 24,96 b	55,62 ± 17,22 b	1304,25 ± 423,64 c
Siam + TPJ (Tangerine + CSM)	275,62 ± 46,80 c	591,3 ± 98,52 b	144,00 ± 87,58 a	15,50 ± 7,75 a	0,37 ± 0,26 a	1026,50 ± 166,08 bc

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%. (Numbers followed by the same letter in the same column show no significant difference at the 5% Duncan test); HSI: hari setelah infestasi (DAI = days after the investment).

Tabel 6. Populasi tungau perak jeruk (TPJ) pada jeruk Siam, Keprok dan Manis (Rerata ±SB)
Table 6. Population of citrus silver mites (CSM) on Tangerine, Mandarin, and Sweet Oranges (Mean ± SD)

Jenis (Kinds of citrus)	7 HSI	11 HSI	15 HSI	19 HSI	23 HSI	Total
Siam (Tangerine)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Keprok (Mandarin)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Manis (Sweet Oranges)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
Siam + TPJ (Tangerine + CSM)	1774,37 ± 425,95 c	3441,87 ± 568,43 c	669,25 ± 408,97 a	43,50 ± 23,26 a	0,5 ± 0,38 a	5929,00 ± 991,7 c
Keprok + TPJ (Mandarin + CSM)	1029,87 ± 169,05 b	2066,25 ± 387,48 b	385,75 ± 241,59 a	17,75 ± 8,07 a	0,25 ± 0,16 a	3499,87 ± 384,1 b
Manis + TPJ (Sweet Oranges + CSM)	784,37 ± 131,65 b	2348,37 ± 695,49 bc	2274,00 ± 862,03 b	410,50 ± 210,72 b	300,87 ± 56,56 b	6118,11 ± 142,09 c

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%. (Numbers followed by the same letter in the same column show no significant difference at the 5% Duncan test); HSI: hari setelah infestasi (DAI = days after the investment).

Tabel 7. Koefisien korelasi kandungan nutrisi daun terhadap populasi tungau perak jeruk**Table 7.** Correlation coefficient of leaf nutrient content to citrus silver mites population

Kandungan nutrisi (<i>Nutrient content</i>)	Telur (<i>Eggs</i>)	Larva (<i>Larvae</i>)	Nimfa (<i>Nymphs</i>)	Imago
Kadar air (<i>Water content</i>)	-0,02	-0,24	-0,01	-0,02
Protein (<i>Protein</i>)	-0,10	-0,08	-0,07	-0,07
Lemak (<i>Fat</i>)	-0,57*	-0,46*	-0,40*	-0,42*
Karbohidrat (<i>Carbohydrate</i>)	0,05	0,04	0,04	0,04
Kadar abu (<i>Ash content</i>)	-0,32	-0,26	-0,23	-0,24
Serat kasar (<i>Crude fiber</i>)	0,81*	0,67*	0,58*	0,61*

*: signifikan pada taraf 5% (significant at the 5%).

Tabel 8. Rata-rata tingkat kerusakan tungau perak jeruk pada tiga jenis jeruk (% ± SB)**Table 8.** Average level of citrus silver mites damage in three kinds of citrus (% ± SD)

Jenis jeruk (<i>Kinds of citrus</i>)	Persentase serangan (<i>Percentage of attack</i>)	Skor (<i>Score</i>)	Kategori (<i>Category</i>)
Siam (<i>Tangerine</i>)	47 ± 9,46	2	Cukup tahan (<i>Slight resistance</i>)
Keprok (<i>Mandarin</i>)	29 ± 8,50	2	Cukup tahan (<i>Slight resistance</i>)
Manis (<i>Sweet</i>)	14 ± 1,88	1	Tahan (<i>Resistance</i>)



Gambar 1. Penampilan kerusakan daun. A: Siam perlakuan; B: Keprok perlakuan; C: Manis perlakuan; D: Siam kontrol; E: Keprok kontrol; F: Manis kontrol.

Figure 1. Appearance of leaf damage. A: Tangerine treatment; B: Mandarin treatment; C: Sweet Oranges treatment; D: Tangerine control; E: Mandarin control; F: Sweet Oranges control.

juga melaporkan bahwa adanya perbedaan kandungan nutrisi pada tunas, daun muda, dan daun tua.

Meskipun kandungan nutrisi pada daun jenis Keprok relatif lebih tinggi dibandingkan dengan jenis Siam dan Manis, hasil penelitian menunjukkan kelimpahan TPJ yang ditemukan pada jenis Keprok lebih rendah dibandingkan dengan dua jenis jeruk lainnya. Semakin lama pertumbuhan populasi TPJ pada jeruk Keprok menunjukkan bahwa inang tersebut tidak sesuai untuk TPJ. Secara umum bahwa nilai gizi yang

lebih tinggi dari inang, terutama kandungan protein, mungkin mendukung perkembangan TPJ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi lemak yang lebih tinggi dalam kultivar jeruk tidak menjamin pertumbuhan populasi TPJ cepat. Meskipun tidak signifikan, analisis menunjukkan bahwa kandungan protein daun memiliki hubungan negatif dengan perkembangan tungau. Puspitarini et al. (2021b) menyatakan bahwa keseimbangan antar nutrisi berpengaruh lebih signifikan terhadap perkembangan tungau fitofag dibandingkan dengan kuantitas masing-masing nutrisi. Diduga

keseimbangan nutrisi pada jeruk Siam dan Manis lebih sesuai bagi pertumbuhan TPJ. Sejalan dengan hal itu, Da Silva et al. (2018) menunjukkan bahwa pertumbuhan tungau *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Astigmata: Acaridae) lebih tinggi pada pakan dengan proporsi protein, karbohidrat, dan lemak yang seimbang dibandingkan pada pakan yang kaya akan satu nutrisi tertentu.

Selain faktor nutrisi, kandungan biokimia lain pada daun jeruk, khususnya metabolit-metabolit sekunder, juga menyebabkan TPJ tidak dapat berkembang secara optimal (Zhang 2003; Cohen 2015). Dilaporkan bahwa kandungan senyawa flavonoid, tannin, saponin, phenol, dan alkaloid pada daun jeruk keprok tinggi (Agbayayo et al. 2018). Senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa yang menghambat aktivitas makan TPJ. Dengan terhambatnya aktivitas makan maka akan menyebabkan lambatnya pertumbuhan dan perkembangan TPJ pada daun Keprok dibandingkan dengan jenis Manis dan Siam (Geyter et al. 2007; Toorani et al. 2021).

Tingginya populasi TPJ pada suatu tanaman tentunya diikuti dengan lebih besarnya kerusakan yang terjadi pada tanaman itu (Vacante 2009; Ammar et al. 2021). Keberadaan populasi TPJ (baik telur, larva, nimfa, dan imago) pada ketiga jenis jeruk menunjukkan kelimpahan TPJ pada jenis Manis dan Siam lebih banyak dibandingkan dengan jenis Keprok. Tingginya kelimpahan pada jenis Manis dan Siam menunjukkan bahwa inang tersebut sesuai atau disukai TPJ. Meskipun kelimpahan TPJ pada jenis Manis dan Siam tinggi, ketahanan jenis Manis lebih baik dibandingkan dengan jenis Siam. Hodgson (1967) melaporkan bahwa sifat morfologi daun jenis Manis yang cenderung lebih keras dibandingkan jenis Siam sehingga dapat menghambat proses makan TPJ. Di antara berbagai faktor yang mempengaruhi parameter pertumbuhan populasi TPJ, pengaruh variasi tanaman inang dalam karakteristik morfologi dan komponen fitokimia telah menjadi topik utama penelitian (Krips et al. 1998; Santamaria et al. 2020). Sifat fisiko-biokimia tanaman mempengaruhi perkembangan TPJ melalui beberapa mekanisme potensial, seperti kepadatan trikoma dan kondisi struktur permukaan daun, serta kadar metabolit sekunder, alelokimia, dan nutrisi daun (Gonzalez et al. 2016; de Oliveira et al. 2018).

Pada tanaman yang terinfestasi, TPJ sebagian besar memakan bagian apikal tanaman (Rosado et al. 2014) dan memecahkan dinding sel tanaman dengan chelicerae-nya (Jeppson et al. 1975; Zhang 2003), yang mengakibatkan kebocoran konten intraseluler (Martins et al. 2016). Perubahan morfologi fisiologis tanaman yang disebabkan oleh TPJ akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman, bunga dan buah rontok, juga penolakan oleh konsumen karena kerusakan, seperti distorsi daun, perubahan warna bunga, dan buah melepuh (Gerson 1992; Grinberg et al. 2005; Sarmiento et al. 2011). Selain itu, dampak kerusakan yang disebabkan TPJ tampak dengan melengkung dan mengerutnya tunas (Fasulo 2010; Jangra et al. 2017).

Ketahanan tanaman tentunya akan mempengaruhi tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh serangan TPJ. Umumnya ketahanan tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik dan kecukupan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman, seperti kadar air, protein karbohidrat, lemak, kadar abu dan serat kasar. Dengan terpenuhinya nutrisi tanaman maka dapat menjadikan tanaman lebih tahan terhadap serangan OPT, termasuk TPJ.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa perbedaan jenis jeruk mempengaruhi kelimpahan TPJ. Kelimpahan TPJ paling rendah didapatkan pada jenis Keprok dibandingkan jenis Siam dan Manis. Meskipun kelimpahan TPJ pada jenis Manis tinggi, jenis Manis masih lebih tahan dibandingkan dengan jenis Keprok dan Siam. Uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa kelimpahan TPJ dipengaruhi oleh lemak dan serat kasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbayayo OO, John OO, Babatunde LAS, Noa AP, Ikechi AE. 2018. Comparative studies of phytochemistry, proximate, mineral, and vitamin compositions of *Citrus tangerina* and *Citrus sinensis* crude fruit peel extracts. *Acta Scientific Pharmaceutical Sciences* 2:22–26.
- Ammar AM, El Zayyat EA, Khayyal AE, Elleboudy NA. 2021. Population dynamics of some domestic mites in laboratory culture. *Journal of*

- Basic and Applied Zoology* 85:1–8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41936-021-00213-2>.
- Astoni AM, Puspitarini RD, Tarno H. 2015. Compatibility test of insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) with vegetable insecticide extract of putri malu leaves. *Journal of Plant Pests and Diseases* 3:79–86.
- Audenaert J, Vissers M, Haleydts B, Verhoeven R, Goossens F, Gobin B. 2009. Acaricides and predatory mites against the begonia mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) on *Hederahelix*. *Communication in Agricultural and Applied Biological Sciences* 74:1–8. DOI: <https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1695.2167>.
- Brown RD, Jones VP. 1983. The broad mite on lemons in Southern California. *California Agriculture* 37:21–22.
- Cabedo-Lopez M, Cruz-Mirallas J, Peris D, Ibanez-Gual MV, Flors V, Jaques JA. 2021. The response of citrus plants to the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Agricultural and Forest Entomology* 23:1–9. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/afe.12442>.
- Chapman RF. 2013. *The Insect Structure and Function*, 4th Edition. New York: Cambridge University Press.
- Childers CC. 1994. Biological control of phytophagous mites in Florida citrus utilizing predatory arthropods. Di dalam: Rosen D, Bennet FD, Capinera JL (Eds.), *Pest Management in the Subtropics: Biology Control – A Florida Perspective*. hlm.255–288. Andover: Intercept Ltd.
- Chinniah CCH, Kathirvel N, Irulandi S, Mookiah S. 2020. Field efficacy of Acaricides against citrus leaf mite *Panonychus citri* McGregor on ACID lime. *Indian Journal of Entomology* 83:1–3. DOI: 10.5958/0974-8172.2020.00221.7.
- Cohen AC. 2015. *Insect Diets Science and Technology*, 2nd Edition. New York: CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/b18562>.
- Da Silva GL, Esswein IZ, de Souza Radaelli TF, Rocha MS, Ferla NJ, Da Silva OS. 2018. Influence of various diets on development, life table parameters and choice oviposition test of *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae): an illustration using scanning electron microscopy (SEM). *Journal of Stored Products Research* 76:77–84. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2018.01.006>.
- De Oliveira JRF, De Resende JTV, Maluf WR, Lucini T, De Lima Filho RB, De Lima IP, Nardi C. 2018. Trichomes and allelochemicals in tomato genotypes have antagonistic effects upon behavior and biology of *Tetranychus urticae*. *Frontiers in Plant Science* 9:1132. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01132>.
- Fasulo TR. 2010. Broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Arachnida: Acari: Tarsonemidae). Entomology and Nematology Department, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Tersedia pada: <http://edis.ifas.ufl.edu>. [diakses 7 Februari 2022].
- Gerson U. 1992. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental and Applied Acarology* 13:163–178. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01194934>.
- Geyter DE, Geelen D, Smagghe G. 2007. First results on the insecticidal action of saponins. *Common Application Biology Sciences* 72:645–648.
- Gonzalez GV, Chavez CCS, Huerta AG, Medel SA, Garcia LMV, Carranza JM. 2016. The *Tetranychus urticae* Koch effect on the quality of the flower stem of 5 rose cultivars. *Revista Mexicana de Ciencias Agricolas* 7:833–844. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i4.258>.
- Grinberg M, Perl-Treves R, Palevsky E, Shomer I, Soroker V. 2005. Interaction between cucumber plants and the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus*: from damage to defense gene expression. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 115:135–144. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2005.00275.x>.
- Hodgson RW. 1967. Horticultural varieties of citrus. Di dalam: Reuther W, Webber HJ, Batchelor LD (Eds.), *The Citrus Industry*. Volume 1. hlm. 431–586. Berkeley: University of California.
- Imbachi K, Mesa NC, Rodriguez IV. 2012. Evaluación de estrategias de control biológico de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) y *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) en naranja Valencia. *Acta Agronomica* 61:364–370.
- Jangra M, Gulati R, Khatak S, Batra VK. 2017. Bioecological studies of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae): A review. *Annals of Biology* 33:319–324.
- Jeppson LR, Keifer HH, Baker EW. 1975. *Mites Injurious to Economic Plants*. London: University of California Press. DOI: <https://doi.org/10.1525/9780520335431>.
- Krips OE, Witul A, Willems PEL, Dicke M. 1998. Intrinsic rate of population increase of the spider mite *Tetranychus urticae* on the ornamental crop gerbera: intraspecific variation in host

- plant and herbivore. *Entomologia Et Applicata* 89:159–168. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1998.00395.x>.
- Martins CC, Alves LFA, Mamprim AP, Souza LPA. 2016. Selection and characterization of *Beauveria* spp. isolates to control the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae). *Brazil Journal of Biology* 76:629–637. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.22614>.
- Namvar P, Arbabi M. 2007. Study on biology, population fluctuations and rate of damages of yellow broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae), on different potato cultivars in Jiroft. *Applied Entomology and Phytopathology* 74:23–43.
- Parisi M, Alioto D, Tripodi P. 2020. Overview of biotic stresses in pepper (*Capsicum* spp.): sources of genetic resistance, molecular breeding and genomics. *International Journal of Molecular Sciences* 21:1–39. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21072587>.
- Puspitarini RD, Fernando I, Rachmawati R, Hadi MS, Rizali A. 2021a. Host plant variability affects the development and reproduction of *Tetranychus urticae*. *International Journal of Acarology* 47:381–386. DOI: <https://doi.org/10.1080/01647954.2021.1915377>.
- Puspitarini RD, Fernando I, Widjayanti T, Purwanti RA, Munthe SS, Aini EN, Wildaniyah U. 2021b. Development and reproduction of *Rhizoglyphus robini* Claparede (Astigmata: Acaridae), an emerging pest in Indonesia, on six host plants. *International Journal of Acarology* 47:695–700 DOI: <https://doi.org/10.1080/01647954.2021.1999319>.
- Puspitarini RD. 2011. *Phytophage Mites in Agriculture and Plantation in Indonesia*. Malang: Penerbit Selaras.
- Rodriguez IV, Cobo NCM, Valencia MO, Ossa J. 2017. Population parameters and damage of *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) in Valencia orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) crop. *Acta Agronomica* 66:633–640. DOI: <https://doi.org/10.15446/acag.v66n4.59922>.
- Rosado JF, Sarmiento RA, Pedro-Neto M, Galdino TVS, Marques RV, Erasmo EAL, Picanço MC. 2014. Sampling plans for pest mites on physic nut. *Experimental and Applied Acarology* 63:521–534. DOI: [10.1007/s10493-014-9804-0](https://doi.org/10.1007/s10493-014-9804-0).
- Salim A, Hasyim M, Adam A. 2018. Nutrient contents of moringa leaves based on leaf age. *Indian Journal of Public Health Research and Development* 9:397–401. DOI: <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2018.00073.6>.
- Santamaria ME, Arnaiz A, Rosa-Diaz I, Gonzales-Melendi P, Romero-Hernandez G, Ojeda-Martinez DA, Garcia A, Contreras E, Martinez M, Diaz I. 2020. Plant defenses against *Tetranychus urticae*: mind the gaps. *Plants* 9:464. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9040464>.
- Sarmiento RA, Rodrigues DM, Faraji F, Erasmo EAL, Lemos F, Teodoro AV, Kikuchi WT, dos Santos GR, Pallini A. 2011. Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curca* plants in Brazil. *Experimental and Applied Acarology* 53:203–214. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-010-9396-2>.
- Sharma LD, Sarangthem I, Sadhukhan R, Thangjam R, Singh YH, Sawant CG, Lalhminganga, Lalrinfeli R. 2021. Leaf analysis in citrus: recent development. *Journal of Agricultural Science and Technology* 10:35–43.
- Toepfer S, Fallet P, Kajuga J, Bazagwira D, Mukundwa IP, Szalai M, Turlings TCJ. 2021. Streamlining leaf damage rating scales for the fall armyworm on maize. *Journal of Pest Science* 94:1075–1089. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01359-2>.
- Toorani Toorani AH, Besheli BA, Abbasipour H. 2021. Toxicity of selected plant-derived pesticides to the citrus spider mites (Acari: Tetranychidae) and their predator, *Stethorus gilvifrons*, in the semi-field conditions. *International Journal of Acarology* 46:644–651.
- Tuda M. 2011. Evolutionary diversification of bruchine beetles: climate-dependent traits and development associated with pest status. *Bulletin of Entomological Research* 101:415–422. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485310000660>.
- Tukimin SW, Purwati RD. 2011. Evaluasi ketahanan aksesori wijen terhadap tungau daun *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* 3: 48–56.
- Vacante V. 2009. *Citrus Mites: Identification, Bionomy and Control*. Wallingford: CABIPublishing. DOI: <https://doi.org/10.1079/9781845934989.0000>.
- van Maanen R, Vila E, Sabelis MW, Janssen A. 2010. Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. *Experimental and Applied Acarology* 52:29–34. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-010-9343-2>.

- Vichitbandha P, Chandrapatya A. 2011. *Broad Mite Effects on Chili Shoot Damage and Yields. Pakistan Journal Zoology* 43:637–649.
- Wuryantini S, Endarto O. 2016. Neraca kehidupan tungau perak jeruk *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) pada jeruk manis pacitan. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional II Tahun (Malang, 26 Maret 2016)*. hlm.501–508. Malang: Kerjasama Prodi Pendidikan Biologi FKIP dengan Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSLK) Universitas Muhammadiyah Malang.
- Wuryantini S, Puspitarini RD, Affandhi A. 2014. Influence of citrus species to biology and development of citrus silver mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 7:54–59. DOI: <https://doi.org/10.9790/2380-07225459>.
- Zhang ZQ. 2003. *Mites of Greenhouse*. Wallingford: CABI Publishing.