

**PENGARUH FREKUENSI APLIKASI KALSIUM DAN BORON
TERHADAP PENGURANGAN KERONTOKAN BUAH MUDA JERUK
CHOKUN (*Citrus reticulata*)**

(Skripsi)

Oleh

**Muhammad Nurrozaq
NPM 1914161054**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH FREKUENSI APLIKASI KALSIUM DAN BORON TERHADAP PENGURANGAN KERONTOKAN BUAH MUDA JERUK CHOKUN (*Citrus reticulata*)

Oleh

Muhammad Nurrozaq

Kerontokan buah menjadi masalah utama dalam produksi tanaman jeruk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi aplikasi kalsium dan boron terhadap kerontokan buah muda pada tanaman jeruk. Penelitian ini dilaksanakan pada 28 Februari sampai 10 April 2023 di lahan percobaan Bukit Cendana, Kecamatan Hutan, Kabupaten Pesawaran, Lampung. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap faktor tunggal (kombinasi kalsium klorida 6,6 gram/liter dan asam borat 1 gram/liter) dengan 4 perlakuan yaitu T0: kontrol, dan frekuensi aplikasi dalam satu bulan yaitu penyemprotan T1: satu kali (di hari pertama), T2: dua kali (hari pertama dan hari ke 15), dan T3: tiga kali (hari pertama, hari ke 15, dan hari ke 30). Perlakuan diulang sebanyak 6 kali dengan kelompok sebagai ulangan. Pengolahan data menggunakan uji normalitas dengan uji Anderson-Darling, uji homogenitas ragam dengan uji Bartlett, dan uji aditifitas dengan uji Tukey. Setelah syarat terpenuhi selanjutnya data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANARA), jika hasil ANARA menunjukkan perbedaan nyata dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi aplikasi kalsium dan boron perlakuan T2 dan T3 terhadap persentase kerontokan buah nyata lebih rendah dengan selisih 11,23% (T2) dan 17,05% (T3) dibandingkan dengan kontrol (T0). Perlakuan tersebut terhadap persentase set buah nyata lebih tinggi dengan selisih 17,22% (T2) dan 21,86% (T3) dibanding dengan T0.

Kata Kunci: kerontokan buah, jeruk chokun, frekuensi aplikasi, kalsium, boron.

**PENGARUH FREKUENSI APLIKASI KALSIUM DAN BORON
TERHADAP PENGURANGAN KERONTOKAN BUAH MUDA JERUK
CHOKUN (*Citrus reticulata*)**

Oleh

Muhammad Nurrozaq

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
Sarjana Pertanian**

Pada

**Program Studi Agronomi
Jurusan Agronomi dan Hortikultura**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

**: PENGARUH FREKUENSI APLIKASI
KALSIUM DAN BORON TERHADAP
PENGURANGAN KERONTOKAN BUAH
MUDA JERUK CHOKUN (*Citrus reticulata*)**

Nama Mahasiswa

: Muhammad Nurrozaq

Nomor Pokok Mahasiswa : 1914161054

Program Studi

: Agronomi

Jurusan

: Agronomi dan Hortikultura

Fakultas

: Pertanian



Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.

NIP 196108201986031002

Purba Sanjaya, S.P., M.Si.

NIP 198805112019031012

2. Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura

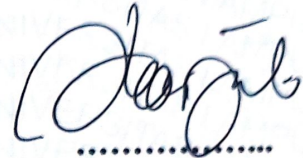
Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc.

NIP 196110211985031002

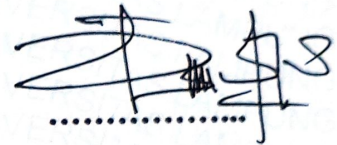
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.



Sekretaris : Purba Sanjaya, S.P., M.Si.



Penguji
Bukan Pembimbing : Hayane Adeline Warganegara, S.P., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 2 Juli 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah :

Nama : Muhammad Nurrozaq
NPM : 1914161054
Fakultas/Jurusan : Pertanian / Agronomi dan Hortikultura
Program Studi : Agronomi
Alamat : Jl. Utama Puri BSI Permai RT 001 RW 017, Rangkapan
Jaya, Pancoran Mas Depok.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 2 Juli 2024
Penulis



Muhammad Nurrozaq
NPM 1914161054

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 27 Februari 2001, anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Ir. Sofyan Nurifin dan Ibu Lili. Penulis mengawali pendidikan formal di TK AlHuda Depok pada tahun 2006, melanjutkan di MI Sirojul Mubtadi In Depok pada tahun 2007 dan selesai pada tahun 2013, melanjutkan ke MTs Negeri 4 Jakarta pada tahun 2013 yang diselesaikan pada tahun 2016, kemudian masuk SMA Negeri 5 Depok yang diselesaikan pada tahun 2019.

Pada tahun 2019 penulis diterima di Jurusan Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Selama menempuh pendidikan di Jurusan Agronomi dan Hortikultura Universitas Lampung, penulis menjadi pengurus di organisasi kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Agronomi dan Hortikultura (HIMAGRHO) Universitas Lampung 2020-2023. Pada tahun 2022 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Ciasmara, Kecamatan Pamijahan, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Pada tahun 2023, penulis melakukan kegiatan Praktik Umum pertanian organik di Yayasan Bina Sarana Bakti, Cisarua, Bogor.

MOTTO

“...Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia....”

(Q.S. Ali ‘Imran: 191)

Penulis mempersembahkan karya ini sebagai tanda bakti kepada
orang tua tersayang, Ibu Lili dan Bapak Ir. Sofyan Nurifin.

SANWACANA

Alhamdulillah Robbil 'Alamin, atas berkat dan rahmat Allah penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Frekuensi Aplikasi Kalsium dan Boron terhadap Pengurangan kerontokan Buah Muda Jeruk Chokun (*Citrus reticulata*)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura.
4. Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc., selaku Pembimbing Akademik.
5. Bapak Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc., selaku dosen pembimbing I dan sempat menjadi dosen pembahas saat seminar usul dan hasil penulis.
6. Bapak Ir. Yohannes Cahya Ginting, M.P., selaku dosen purnabakti yang telah menjadi pembimbing I sekaligus donatur terselenggaranya penelitian dan terselesaikannya skripsi ini.

7. Bapak Purba Sanjaya, S.P., M.Si., selaku dosen pembimbing II.
8. Ibu Hayane Adeline Warganegara, S.P., M.Si., selaku dosen pembahas.
9. Bapak dan Ibu dosen, serta staf Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Mahasiswa Universitas Lampung yang telah tolong-menolong dalam perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
11. Bapak Sugeng Priyanto, S.P., dan karyawan yang bekerja di lahan penelitian dan di kebun milik Bapak Ir. Yohannes Cahya Ginting, M.P., yang telah membantu persiapan dan pelaksanaan penelitian ini.
12. Semua pihak yang terlibat dalam penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.

Bandar Lampung, 2 Juli 2024

Penulis

Muhammad Nurrozaq

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Landasan Teori dan Kerangka Pemikiran.....	3
1.4. Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Klasifikasi	5
2.2. Morfologi	5
2.3. Syarat Tumbuh.....	6
2.4. Absisi	7
2.5. Kalsium (Ca).....	8
2.6. Boron (B)	9
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1. Waktu dan Tempat.....	11
3.2. Alat dan Bahan	11
3.3. Metode Penelitian	11
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	12
3.5. Variabel Pengamatan	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1. Hasil	18
4.2. Pembahasan	21
V. KESIMPULAN.....	24
5.1. Kesimpulan	24
5.2. Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rekomendasi pemupukan berdasarkan umur tanaman	6
2. Pengelompokan tanaman berdasarkan ketinggian lahan.....	13
3. Rata-rata jumlah buah dan bunga tiap MSA	18
4. Rekapitulasi data pengaruh frekuensi aplikasi kalsium dan boron	19
5. Pengaruh frekuensi aplikasi kalsium dan boron terhadap jumlah kerontokan buah muda	20
6. Pengaruh frekuensi aplikasi kalsium dan boron terhadap jumlah set buah	20
7. Rekapitulasi data pengaruh frekuensi aplikasi kalsium dan boron terhadap jumlah bunga dan buah	31
8. Analisis ragam kerontokan bunga (data asli)	31
9. Lanjutan rekapitulasi data pengaruh frekuensi aplikasi kalsium dan boron terhadap jumlah bunga dan buah	32
10. Analisis ragam kerontokan bunga (data transformasi $(x)^{1/3}$)	32
11. Rekapitulasi data pengaruh frekuensi aplikasi kalsium dan boron terhadap kerontokan buah, bunga, dan set buah	33
12. Analisis ragam kerontokan buah.....	33
13. Analisis ragam jumlah bunga.....	34
14. Analisis ragam jumlah buah muda.....	34
15. Analisis ragam set buah (data asli).....	34
16. Analisis ragam set buah (data transformasi $1/x^2$).....	35
17. Jumlah bunga	36
18. Jumlah buah muda.....	36
19. Jumlah set buah (<i>fruit set</i>)	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran.....	3
2. Skema tata letak percobaan.....	12
3. Tanaman jeruk chokun.....	12
4. Peta tata letak ulangan berdasarkan ketinggian lahan.....	13
5. Asam borat dan kalsium klorida yang sudah ditimbang dan dilarutkan dimasukkan ke dalam <i>sprayer</i>	15
6. Penyemprotan larutan boron dan kalsium ke tanaman sampel.	15
7. Buah berukuran sekitar 2,06 cm tidak dihitung sebagai buah muda yang mudah rontok.....	16
8. Dinamika jumlah bunga dan buah pada 0-6 MSA.	18
9. Buah muda jeruk chokun yang rontok.	35
10. Kondisi tangkai buah yang mengering setelah buah rontok.	35
11. Setiap cabang yang memiliki bunga dan atau buah muda diberi label (mika dan tali) dan setiap sampel tanaman diberi tanda biru seperti pada panah biru di atas.	38

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman jeruk adalah salah satu komoditas hortikultura penting yang ada di Indonesia. Buah jeruk memiliki banyak manfaat bagi kesehatan karena banyak mengandung vitamin C yaitu mencapai 5,5997 mg/L (Yulia dkk., 2023). Selain itu, kaya akan antioksidan seperti karotenoid, flavonoid, dan flavanon yang merupakan anti-penuaan, anti-kanker, anti-mikroba, dan manfaat kesehatan lainnya (Pei dkk., 2022). Meskipun buah jeruk yang terlalu manis tidak cocok untuk penderita hiperglikemia dan diabetes, kandungan vitamin C dan antioksidan berperan dalam apoptosis (kematian sel), anti-kanker, mencegah dehidrasi dan penyakit kardiovaskular. Jeruk chokun memiliki rasa manis, *juicy*, dan lembut dapat diolah menjadi selai, minuman, dan cuka. Kulitnya menjadi penguat rasa untuk hidangan terutama ikan panggang, *sashimi*, dan hidangan *hot pot* (Umano dkk., 2002; Lim, 2012). Menurut Monks dan Sanderson (2020), jeruk keprok/chokun umumnya memiliki kandungan gula yang tinggi (40%) dengan kulit yang mudah dikupas dan berwarna kuning-oranye.

Produksi jeruk pada tahun 2020 di Indonesia mencapai 2.593.384 ton dan menurun sekitar 7,41% pada tahun 2021 (BPS, 2020). Sedangkan di Provinsi Lampung, produksi jeruk meningkat dari 27.577 ton pada tahun 2020 menjadi 79.981 ton pada tahun 2021 (BPS, 2021). Berdasarkan data tersebut Lampung berkontribusi dalam meningkatkan produksi buah jeruk nasional. Adanya peningkatan produksi jangka panjang terutama di pulau Sumatera yang berpotensi untuk memenuhi kebutuhan jeruk nasional dan membuka peluang ekspor.

Kerontokan buah menjadi masalah utama dalam produksi tanaman jeruk. Salah satu upaya mengatasi masalah kerontokan buah yaitu dengan aplikasi boron dan kalsium. Menurut Wang dkk. (2015), boron (B) dan Kalsium (Ca) merupakan unsur esensial dalam mengurangi kerontokan buah. Perannya dalam pembentukan struktur dinding sel tumbuhan memperkuat daya rekat antar sel pada zona absisi. Boron yang mudah tercuci dari tanah, suhu dan curah hujan tinggi, menyebabkan defisiensi boron pada tanaman berkayu (woody plant) (Wang dkk., 2015).

Penelitian terkait pengaruh kalsium dan boron terhadap kerontokan buah telah dilakukan. Seperti yang dilakukan oleh Meena dkk. (2016), Hikal dkk. (2017), dan Ruchal dkk. (2020), dengan penurunan kerontokan buah mencapai 38%. Namun, belum ada yang membahas mengenai frekuensi aplikasi kalsium dan boron terhadap kerontokan buah muda jeruk khususnya di Indonesia. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini terkait frekuensi aplikasi kalsium dan boron yang diaplikasikan dengan cara *foliar* (disemprotkan ke daun dan buah muda).

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah aplikasi kalsium dan boron dapat mengurangi kerontokan buah muda jeruk?
2. Berapa frekuensi aplikasi kalsium dan boron yang paling tepat dalam mengurangi kerontokan buah muda jeruk?

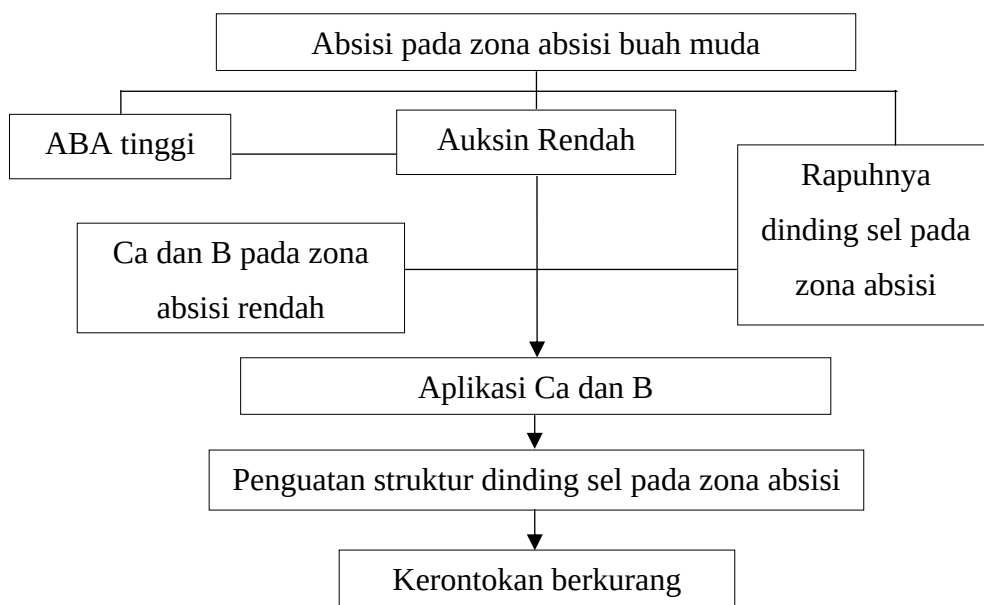
1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui apakah aplikasi kalsium dan boron dapat mengurangi kerontokan buah muda jeruk.
2. Mengetahui frekuensi aplikasi kalsium dan boron yang paling efektif dalam mengurangi kerontokan buah muda jeruk.

1.3. Landasan Teori dan Kerangka Pemikiran

Zona absisi dapat berupa lapisan pelindung dan pemisah. Saat buah akan gugur, sel-sel dalam zona pemisah menjadi meristematik dan menyebabkan sel parenkim membesar dan menjadi turgid. Adanya pelarutan lamela tengah disebabkan karena aktivitas pektinase dan selulase sehingga terjadinya pemisahan (Ryugo, 1988). Terdapat dua faktor yang mempengaruhi absisi yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor Internal meliputi fitohormon (sitokinin, etilen, asam absisat, auksin, giberelin), reproduksi, umur dan ukuran tanaman, meristem indeterminasi. Faktor eksternal meliputi fotoperiode, defisiensi nutrisi, salinitas, suhu, cahaya matahari, air, dan ozon (Sarwat dkk., 2013). Kerontokan buah jeruk pada saat stadium awal biasanya terjadi karena faktor eksternal (Gambar 1). Rapuhnya dinding sel pada zona absisi tangkai buah terutama di bagian perikarp - reseptakel dan pedunkel - reseptakel menyebabkan absisi (kerontokan). Selain itu, absisi dapat terjadi karena rendahnya konsentrasi auksin yang juga dipengaruhi oleh hormon asam absisat (ABA).



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran.

Kalsium berperan sebagai sinyal untuk pembentukan dan perubahan protein PIN. Protein PIN1 berfungsi sebagai transporter hormon auksin. Perubahan konsentrasi Ca^{2+} diperlukan untuk mengatur perubahan polaritas protein PIN1, yang berperan dalam mengatur transpor hormon auksin (Li dkk., 2019). Selain itu, kalsium merupakan komponen struktural dinding sel. Kalsium yang berperan sebagai *divalent-cation* dalam ikatan silang homogalakturonan yang merupakan domain pektik polisakarida penyusun pektin. Sedangkan boron berfungsi dalam biosintesis auksin dan ikatan silang rhamnogalakturonan II pada residu apiosil dinding sel pada zona absisi.

Hasil penelitian tentang aplikasi kalsium dan boron telah diketahui. Hikal dkk. (2017), menyatakan, frekuensi pemberian boron tiga kali per tahun meningkatkan set buah 4,48%. Set buah tersebut dipengaruhi oleh persentase kerontokan buah (*Fruit June drop*) 88,73 % sampai 90,01%. Menurut Ruchal dkk. (2020), aplikasi boron (45 hari sebelum berbunga dan dua hari setelah pembungaan) berpengaruh nyata terhadap kerontokan buah jeruk (38,19%) dibandingkan dengan kontrol (77,11%). Sedangkan menurut Meena dkk. (2016), pemberian 3% kalsium nitrat + 0,6% asam borat + 0,6% seng sulfat berpengaruh nyata terhadap jumlah buah tanaman jeruk (134 buah) dibandingkan kontrol (97 buah).

1.4. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan dapat diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Aplikasi kalsium dan boron dapat mengurangi kerontokan buah muda jeruk.
2. Terdapat frekuensi aplikasi kalsium dan boron yang paling tepat dalam mengurangi kerontokan buah muda jeruk.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi

Berdasarkan literatur tentang klasifikasi tanaman, merujuk pada Backer dan Bakhhuizen (1968); Dransfield (1993); dan Dutta (1994), jeruk chokun/keprok/mandarin diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Sapindales
Famili : Rutaceae
Genus : Citrus L.
Spesies : *Citrus reticulata*.

2.2. Morfologi

Tanaman jeruk merupakan tanaman berbatang keras (*woody*), memiliki sayap daun kecil, poliembrioni, dan sistem perakaran tunggang. Menurut Martasari (2017), jeruk mandarin (*Citrus reticulata*) berdaun *sessileelliptic* tanpa sayap (kecil), habitus tegak, ukuran bunga kecil, buah berukuran sedang, mudah dikupas, juring mudah dilepas, terdapat biji kecil, poliembrioni (terdiri dari dua atau lebih embrio dalam satu bakal buah) dan kotiledon berwarna hijau. Menurut Sofiyanti dkk. (2022), buah jeruk merupakan buah hesperidium, modifikasi buah beri yang dihasilkan dari satu ovarium tunggal (Matheyambath dkk., 2016). Pericarp buah jeruk terbagi menjadi 3 bagian yaitu epicarp, mesocarp, dan endocarp. Albedo pada jeruk mandarin terdisintegrasi saat pematangan buah, menyisakan sistem vaskular (*reticula*), sehingga penamaan jeruk mandarin

menjadi *Citrus reticulata* (Sadka dkk., 2019). Epikarp adalah bagian terluar dari perikarp. Bagian ini juga dikenal sebagai flavedo (Multari dkk., 2021; Sharma dan Tripathi, 2006). Kulit buah Jeruk (epikarp) memiliki warna yang bervariasi seperti kuning, oranye, dan hijau. Mesocarp adalah bagian dalam pericarp, terletak setelah epicarp, yang disebut juga sebagai albedo (Yerlikaya dkk., 2016). Endokarp merupakan jaringan internal (Cebadera-Miranda dkk., 2020) dan biasanya terbagi menjadi segmen-segmen. Endokarp mengandung daging buah yang berair (*pulp*) yang bisa dimakan (Sadka dkk., 2019).

2.3. Syarat Tumbuh

Berdasarkan Pedoman Budidaya Budi Daya Jeruk Sehat oleh Endarto dan Martini (2016), syarat tumbuh tanaman jeruk meliputi: suhu 13 – 35°C, sinar matahari penuh (bebas naungan), curah hujan 1.000 – 3.000 mm/th (optimum 1.500 – 2.500 mm/th), dan bulan kering (< 60 mm) selama 2 – 6 bulan (optimum 3 – 4 bulan berturut-turut), tanah dengan lahan ideal yaitu memiliki lapisan tanah yang dalam, hingga kedalaman 150 cm tidak ada lapisan kedap air, kedalaman air tanah $\pm$ 75 cm, tekstur lempung berpasir, dan pH $\pm$ 6, jika pH tanah di bawah 5, unsur mikro dapat meracuni tanaman dan sebaliknya tanaman akan kekurangan jika pH di atas 7, jarak tanam jeruk yaitu 5x5 meter dengan lubang tanam 60x60x60 cm, pemupukan 20-40 kg NPK dan 8 ton pupuk kandang per hektare. Rekomendasi pupuk berdasarkan umur tanaman ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rekomendasi pemupukan berdasarkan umur tanaman

Umur (Tahun)	Gram/Pohon/Tahun			Frekuensi Pemupukan per Tahun	Pupuk Kandang (Pohon/ Tahun)
	Urea	SP36	ZK		
0-1	40	25	10	4 kali	1 kg
1-2	65	50	35	4 kali	2 kg
2-3	145	70	70	3 kali	3 kg
3-4	230	110	230	2 kali	4 kg
4-5	285	140	285	2 kali	5 kg
>5	Takaran berdasarkan jumlah produksi buah		2 kali		5 kg

Sumber: (Endarto dan Martini, 2016).

Rekomendasi dosis pemupukan pada penelitian ini berdasarkan Tabel 1 yaitu, urea 230 gram, SP36 110 gram, dan ZK 230 gram sebanyak 2 kali per tahun dan pupuk kandang 4 kg.

2.4. Absisi

Absisi merupakan proses pelepasan organ multiseluler seperti bunga, buah, dan daun pada tumbuhan secara fisiologis. Absisi meliputi perubahan morfologi, biokimia, dan anatomi. Terdapat faktor alami yang mempengaruhi absisi yaitu udara yang dingin, panas, dan kekeringan. Absisi juga dipengaruhi oleh tinggi dan rendahnya konsentrasi hormon auksin. Konsentrasi auksin yang tinggi akan menghambat terjadinya absisi, dan sebaliknya (Harahap dkk., 2019). Gugur buah terjadi karena terbentuknya lapisan absisi pada zona absisi. Buah dapat memisah dari batangnya pada titik yang bervariasi, seperti di antara perikarp-reseptakel-pedunkel, dan perikarp-reseptakel (Poerwanto dan Susila, 2021). Terdapat zona absisi pada buah yang biasanya terdiri dari lapisan pemisah dan pelindung. Saat buah akan gugur, sel-sel dalam zona pemisah menjadi meristematik dan menyebabkan sel parenkim membesar dan menjadi turgid. Adanya pelarutan lamela tengah yang disebabkan adanya aktivitas pektinase dan selulase sehingga terjadinya pemisahan (Ryugo, 1988).

Menurut Sarwat dkk. (2013), absisi dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi fitohormon, reproduksi, usia dan ukuran tanaman, serta indeterminasi meristem (peningkatan hormon auksin pada meristem tersebut menunda terjadinya absisi). Selain itu, terdapat faktor-faktor yang menyebabkan penuaan prematur atau absisi prematur, yang biasanya merupakan faktor eksternal (abiotik). Faktor-faktor tersebut antara lain defisiensi nutrisi, kekeringan, salinitas, genangan air, panas, gangguan oksidatif akibat stres yang berbeda-beda, serta faktor biotik, khususnya serangan patogen.

2.5. Kalsium (Ca)

Kalsium (Ca) adalah unsur hara makro esensial yang dibutuhkan untuk berbagai peran struktural dalam dinding sel dan membran. Kalsium juga merupakan kontra-kation untuk organik dan anorganik anion dalam vakuola dan konsentrasi sitosolik Ca^{2+} intraseluler obligat. Fungsi inilah yang mengkoordinasi isyarat respons terhadap perkembangan dan cekaman lingkungan (White dan Broadley, 2003). Berdasarkan fungsinya pada dinding sel, kalsium berperan sebagai *divalent-cation* homogalakturonan (HG) yang merupakan salah satu komponen penyusun utama pektin. HG diperlukan dalam pembentukan jaringan polisakarida pektin yang terbentuk melalui ikatan silang (*crosslinking*) rantai polisakarida pektik. Ikatan silang ini terdiri dari dua domain pektin yang berbeda yaitu homogalakturonan (HG) dan rhamnogalakturonan (RG) (Funakawa dan Miwa, 2015).

Fungsi kalsium lainnya adalah pembawa pesan kedua (*second messenger*) yang berperan sebagai sinyal dan pembentuk protein transpor auksin. Menurut Li dkk. (2019), kalsium berperan sebagai pengubah polarisasi protein PIN1 yang berfungsi sebagai transporter auksin dalam tanaman. Perubahan konsentrasi Ca^{2+} diperlukan untuk memediasi respons sinyal awal yang mengarah pada perubahan polaritas PIN1. Penelitian menunjukkan bahwa perubahan sementara dalam konsentrasi ion kalsium (Ca^{2+}) sitoplasma diperlukan untuk perubahan polaritas PIN1.

Kalsium tidak mudah ditranslokasikan dari satu organ tanaman ke organ yang lainnya (*immobile*). Hal ini menyebabkan jaringan muda yang sedang tumbuh sangat terganggu akibat berkurangnya kalsium. Selain itu, Kalsium juga mendorong terbentuknya buah dan biji yang sempurna. Penambahan kalsium sering dilakukan melalui penyemprotan. Penyemprotan tersebut berfungsi mencegah hal-hal berikut, yaitu: terbentuknya bagian buah yang pahit, daging buah seperti gabus pada apel, dan retaknya kulit buah (Novizan, 2005).

2.6. Boron (B)

Boron (B) adalah unsur hara yang dapat didistribusikan melalui perakaran tanaman dalam bentuk asam borat (H_3BO_3) dan anion borat ($\text{B}(\text{OH})_4^-$) dan sangat bergantung pada pH tanah (Klochko dkk., 2006). Selain itu, sifat fisikokimia H_3BO_3 juga sangat dipengaruhi oleh konstanta ion (pK_a). Secara umum, pK_a dapat didefinisikan sebagai pH larutan pada pH tersebut, konsentrasi spesies yang tidak terdisosiasi sama dengan konsentrasi spesies yang terionisasi, yaitu $[\text{HA}] = [\text{A}]$. Jadi, dalam larutan dengan pH lebih rendah dari pK_a , terdapat konsentrasi H_3BO_3 yang lebih tinggi. Pada pH yang lebih tinggi, bentuk $\text{B}(\text{OH})_4^-$ mendominasi. Pada kondisi pH di bawah pK_a , H_3BO_3 merupakan bentuk dominan karena konstanta ionisasinya kecil (pK_a 9,25) (Tanaka and Fujiwara, 2008). Boron diangkut melalui xilem dan floem tanaman. B relatif tidak memiliki mobilitas di floem. Oleh karena itu, gejala defisiensi yang paling umum dapat diamati pada daun muda dan jaringan meristematik (Pereira dkk., 2021; Will dkk., 2011; Marschner, 2012).

Boron (B) merupakan unsur hara mikro esensial yang berperan dalam pembentukan dinding sel. Lebih dari 90% selular B terdapat pada dinding sel. B tersebut berbentuk borat ester dengan residu apiosil dari domain pektik rhamnogalacturonan II (RG-II) (Funakawa dan Miwa, 2015). B-RG-II kompleks berperan dalam memelihara struktur dinding sel dan fungsi biologis. Dengan demikian, fungsi utama B pada tumbuhan adalah pemberi peran struktural dalam dinding sel (O'Neill dkk., 2004). Defisiensi B memungkinkan untuk menyebabkan deposisi lignin di dinding sel. Ekspresi gen jalur biosintesis auksin diregulasi di akar dan urat daun di bawah kondisi defisiensi B (Yang dkk., 2013; Zhou dkk., 2015). Lignin yang merupakan biopolimer tanaman yang melimpah setelah selulosa. Berfungsi sebagai bagian utama dalam lapisan dinding kedua pada tanaman berkayu dan esensial untuk transpor air, dukungan mekanis dan perlindungan dari patogen tanaman (Zhao dan Dixon, 2011). Defisiensi boron dapat mengakibatkan pencokelatan atau kematian jaringan tanaman (nekrosis). Boron terlibat dalam sintesis komponen dinding sel dan berikatan dengan asam 6-

fosfoglukonat untuk membentuk kompleks enzim-terhambat yang mengatur sintesis fenol (Srivastava dan Singh, 2006).

Menurut Shireen dkk., (2018), boron (B) adalah elemen penting yang diperlukan untuk fungsi fisiologis tanaman tingkat tinggi. Kekurangan B dianggap sebagai gangguan nutrisi yang berdampak buruk pada metabolisme dan pertumbuhan tanaman. B terlibat dalam integritas struktural dan fungsional dinding sel dan membran, fluks ion (H^+ , K^+ , PO_4^{3-} , Rb^+ , Ca^{2+}) yang melintasi membran, pembelahan sel dan pemanjangan, metabolisme nitrogen dan karbohidrat, transpor gula, protein sitoskeletal, dan enzim yang terikat plasmalemma, asam nukleat, asam indoleasetat, poliamina, asam askorbat, serta metabolisme dan transpor fenol. Boron terlibat dalam sintesis asam nukleat, fenolik metabolisme, biosintesis dan translokasi karbohidrat, pertumbuhan tabung polen, dan pemanjangan akar serta menurunkan aktivitas asam indole-3-asetat (IAA) oksidase dan, oleh karena itu, meningkatkan kadar IAA (Brown dkk., 2002; Shireen dkk., 2018; Landi dkk., 2019). Namun, mekanisme molekuler yang mendasarinya fungsi-fungsi ini sebagian besar masih belum diketahui. Hal tersebut menarik bukti adanya sistem rumit yang terlibat di dalamnya penyerapan dan pengangkutan B pada tanaman yang berbeda (Miwa dan Fujiwara, 2010). B berperan dalam proses fisiologis tanaman, termasuk pada struktur dinding sel dan fungsinya, transportasi gula, sintesis dan transportasi auksin, metabolisme karbohidrat dan fenolik, dan metabolisme lignin (Blevins dan Lukaszewski, 1998; Brown dkk., 2002; Bolan^{os} dkk., 2004; Lu dkk., 2014; Zhou dkk., 2015).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada 28 Februari sampai 10 April 2023 di lahan percobaan bukit cendana, Kecamatan Hutan, Kabupaten Pesawaran, Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain *sprayer*, kamera, ember, batang pengaduk, *stopwatch*, tangga, jangka sorong, penggaris, teko ukur, dan timbangan analitik. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kalsium klorida (74% min *flakes*), asam borat, label, air, dan tanaman jeruk chokun (*Citrus reticulata*).

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktor tunggal yaitu aplikasi pupuk kalsium klorida 6,6 gram/liter (0,67%) dan asam borat 1 gram/liter (0,1%) dengan 4 perlakuan yaitu T0: kontrol dan aplikasi kalsium dan boron dengan frekuensi pemberian T1: satu kali dalam satu bulan, T2: dua kali dalam satu bulan, dan T3: tiga kali dalam satu bulan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 6 kali dengan blok atau kelompok sebagai ulangan sehingga terdapat 24 satuan percobaan. Pengelompokan berdasarkan petakan lahan. Skema tata letak percobaan ditunjukkan pada Gambar 2.

T2	T1	T0	T0	T3	T1
T1	T2	T2	T1	T1	T2
T3	T3	T1	T3	T0	T3
T0	T0	T3	T2	T2	T0
I	II	III	IV	V	VI

Gambar 2. Skema tata letak percobaan.

Keterangan: T0, T1, T2, T3 = perlakuan;
I, II, III, IV, V, VI = Ulangan (Blok).

Uji asumsi normalitas dilakukan menggunakan uji Anderson-Darling, uji homogenitas ragam dengan uji *Bartlett*, dan uji aditifitas dengan uji *Tukey*. Setelah syarat terpenuhi, maka data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANARA) untuk mengetahui perbedaan pada perlakuan yang diterapkan. Apabila terdapat perbedaan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pemilihan tanaman

Tanaman yang akan dipilih untuk dijadikan sampel percobaan (Gambar 3).



Gambar 3. Tanaman jeruk chokun.

Pemilihan tanaman jeruk chokun meliputi kriteria yaitu pembungaan yang serempak, berumur >3 tahun (TM 1 (tanaman menghasilkan tahun pertama)). Jarak tanam yang digunakan adalah 5x5 meter.

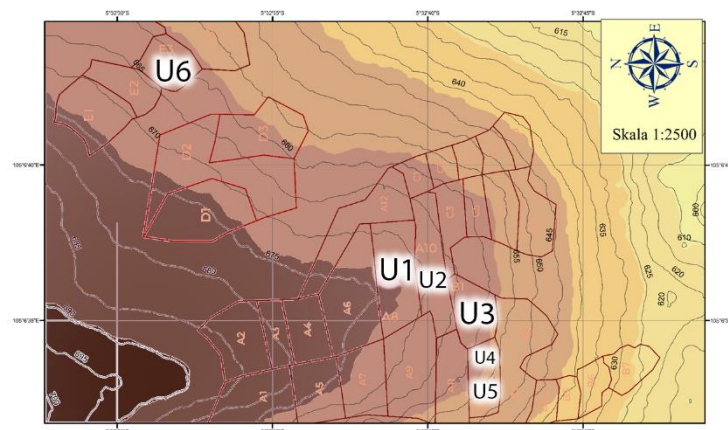
3.4.2. Pengelompokan

Pengelompokan tanaman berdasarkan ketinggian tempat dan lot (petakan lahan) (Tabel 2) dan pemetaannya ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 2. Pengelompokan tanaman berdasarkan ketinggian lahan

Ulangan	Ketinggian (mdpl)
U1	665 s/d 675
U2	660 s/d 670
U3	657 s/d 665
U4	650 s/d 660
U5	650 s/d 660
U6	657 s/d 665

Keterangan: s/d = sampai dengan.



Gambar 4. Peta tata letak ulangan berdasarkan ketinggian lahan.

Tata letak ulangan disesuaikan dengan ketinggian yang tidak jauh berbeda yaitu 650 s/d 675 mdpl. Peta kontur (Gambar 4) menunjukkan semakin gelap warna pada peta, maka semakin tinggi tempat (lahan) tersebut.

3.4.3. Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi pengecatan batang utama tanaman jeruk menggunakan larutan bordeaux, penyemprotan yang dilakukan setiap satu minggu sekali dengan larutan insektisida dimetoat (1,5 ml/liter) + fungisida difenokonazol (1 ml/liter), penyemprotan larutan bordeaux 200 ml/15 liter (waktu penyemprotan terpisah), dan pemangkasan tunas muda pada batang utama.

3.4.4. Perhitungan larutan boron

Jumlah boron dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\frac{\text{Jumlah boron yang digunakan} \times \% \text{boron di dalam asam borat}}{1000} \dots (1)$$

Persentase boron pada senyawa asam borat (H_3BO_3) adalah 17,48%. Jumlah asam borat yang digunakan adalah 1 gram sehingga konsentrasi boron dalam 1000 ml air adalah $1 \times 17,48\% / 1000 = 0,017\%$.

3.4.5. Perhitungan larutan kalsium

Jumlah kalsium dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\frac{\text{Jumlah kalsium yang digunakan} \times \% \text{kalsium di dalam kalsium klorida}}{1000} \dots (2)$$

Persentase kalsium (Ca) pada senyawa kalsium klorida (CaCl_2) adalah 36,11% dikali 74% (min *flakes*) = 26,72%. Jumlah kalsium klorida yang digunakan adalah 6,6 gram sehingga konsentrasi kalsium dalam 1000 ml air adalah $6,6 \times 26,72\% / 1000 = 0,176\%$.

3.4.6. Penyiapan larutan

Asam borat 15 gram dan kalsium klorida 100 gram dilarutkan dengan 15 liter air. Kemudian, dimasukkan ke dalam tangki *sprayer* (Gambar 5).



Gambar 5. Asam borat dan kalsium klorida yang sudah ditimbang dan dilarutkan dimasukkan ke dalam *sprayer*.

3.4.7. Kalibrasi *sprayer*

Sprayer dikalibrasi menggunakan metode waktu dengan menghitung debit larutan (liter/detik) pada *sprayer* menggunakan *stopwatch*.

3.4.8. Metode aplikasi

Aplikasi dilakukan dengan menyemprotkan larutan kombinasi kalsium dan boron secara *foliar* (Gambar 6). Dosis yang digunakan adalah 1 liter per tanaman.



Gambar 6. Penyemprotan larutan boron dan kalsium ke tanaman sampel.

3.4.9. Waktu aplikasi

Aplikasi dilakukan di pagi hari pada saat buah muda terbentuk. Frekuensi dalam satu bulan yaitu penyemprotan satu kali (di hari pertama), dua kali (hari pertama

dan hari ke 15), dan tiga kali (hari pertama, hari ke 15, dan hari ke 30). Penyemprotan dimulai pada akhir bulan Februari sampai dengan akhir bulan Maret 2023.

3.5. Variabel Pengamatan

3.5.1. Jumlah bunga

Jumlah bunga tiap sampel tanaman dihitung pada 0 MSA, 1 MSA, 2 MSA, 3 MSA, 4 MSA, 5 MSA, dan 6 MSA. jumlah bunga (bunga yang tidak rontok atau yang sudah menjadi buah) dihitung dengan rumus: $\Sigma \text{ bunga} = \text{buah muda saat 6 MSA} + \Sigma \text{ bunga saat 6 MSA}$.

3.5.2. Jumlah buah muda

Setiap sampel dihitung jumlah buah muda dengan diameter buah <2 cm (Gambar 7) pada 0 MSA, 1 MSA, 2 MSA, 3 MSA, 4 MSA, 5 MSA, dan 6 MSA.



Gambar 7. Buah berukuran sekitar 2,06 cm tidak dihitung sebagai buah muda yang mudah rontok.

Data yang dianalisis merupakan jumlah buah muda saat 6 MSA (rata-rata jumlah buah muda per tanaman pada akhir pengamatan).

3.5.3. Jumlah kerontokan buah (%)

Jumlah persentase kerontokan buah dihitung berdasarkan jumlah buah pada 6 MSA dan total bunga yang menjadi buah dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{(Z - \sum \text{Buah 6 MSA})}{Z} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

$$Z = \sum \text{bunga 0 MSA} + \sum \text{buah 6 MSA} + \sum \text{penambahan bunga selama 4 MSA}$$

3.5.4. Jumlah kerontokan bunga (%)

Jumlah kerontokan bunga per tanaman dihitung dalam bentuk persen pada 1 MSA, 2 MSA, 3 MSA, 4 MSA, 5 MSA, dan 6 MSA. Persentase ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$\frac{(G - (\sum \text{bunga 6 MSA} + \sum \text{buah yang berasal dari bunga 0 MSA}))}{G} \dots\dots\dots (2)$$

dengan:

$$G = \sum \text{bunga 0 MSA} + \sum \text{buah muda yang berasal dari bunga 0 MSA} \\ + \sum \text{penambahan bunga}$$

3.5.5. Jumlah set buah (fruit set) (%)

Jumlah set buah per tanaman dihitung pada 0 MSA, 1 MSA, 2 MSA, 3 MSA, 4 MSA, 5 MSA dan 6 MSA. Data set buah yang digunakan untuk analisis data dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase set buah (\%)} = \frac{\sum \text{buah saat 6 MSA}}{(Z + \sum \text{bunga 6 MSA})} \dots\dots\dots (3)$$

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Aplikasi kalsium klorida 6,6 gram/liter dan asam borat 1 gram/liter dengan frekuensi dua dan tiga kali dalam satu bulan mampu menurunkan persentase kerontokan buah, dan meningkatkan persentase set buah secara signifikan dibandingkan tanpa aplikasi boron dan kalsium. Aplikasi boron 0,017% dan kalsium 0,176% dengan frekuensi dua kali dapat menurunkan kerontokan buah sebanyak 11,23%, dan meningkatkan set buah sebanyak 17,22%.

5.2. Saran

Sebaiknya penelitian lebih lanjut dilakukan dengan menambah dosis, frekuensi, penggunaan surfaktan, dan interval waktu aplikasi boron dan kalsium terhadap kualitas dan hasil produksi buah jeruk yang dimulai dari sebelum pembungaan hingga menjelang panen. Analisis faktor eksternal seperti tanah, hama dan penyakit tanaman, cuaca, suhu, dan air yang digunakan untuk pengaplikasian kalsium dan boron serta pengaruhnya terhadap hormon yang menyebabkan kerontokan buah juga perlu diteliti lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Backer, C.A., and Bakhuizen Van Den Brink, R.C. 1968. *Flora of Java (Spermatophytes only)*. Vol. 2. *Angiospermae, families 111-160*. Wolter Noordhoff. Groningen.
- Bhat, Z.A., Rather, T., Rather, G., Javeed, K., Itoo, H., Sheikh, K., and Nisar, S. 2020. Effect of calcium and boron application on fruit set, yield and quality of apple Cv. Ambri. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 9(11): 4038-4042.
- Bhat, Z.A., Rather, T.R., Malik, A.R., Itoo, H., Rather, G.H., and Sheikh, K.A. 2018. Effect of multiple nutrient sprays on quality and yield of apple under mountainous regions of Kashmir. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(6): 2390-2393.
- Bhatla, S.C., and Lal, M.A. 2023. *Plant Physiology, Development and Metabolism Second Edition*. Springer Nature. Singapore.
- Blevins, D.G., and Lukaszewski, K.M. 1998. Boron in plant structure and function. *Annual review of plant biology*. 49(1): 481-500.
- BPS. 2020. *Produksi Tanaman Buah-buahan 2020*. BPS-Statistik Indonesia. Jakarta.
- BPS. 2021. *Produksi Tanaman Buah-buahan 2021*. BPS-Statistik Indonesia. Jakarta.
- Bolaños, L., Lukaszewski, K., Bonilla, I., and Blevins, D. 2004. Why boron?. *Plant Physiology and Biochemistry*. 42(11): 907-912.
- Brown, P.H., Bellaloui, N., Wimmer, M.A., Bassil, E.S., Ruiz, J., Hu, H., Pfeiffer, H., Dannel, F., and Römheld, V. 2002. Boron in plant biology. *Plant biology*. 4(2): 205-223.
- Cebadera-Miranda, L., Morales, P., and Cmara, M. 2020. *Chapter 27-Bioactive compounds in oranges from the Mediterranean climate area. The Mediterranean Diet (Second Edition) An Evidence-based Approach*. Elsevier. Amsterdam.

- Dransfield, J. 1993. Basic list of species and commodity grouping final version. In *Plant Resources of South-East Asia*. Jansen, P.C.M., Lemmens, R.H.M.J., Oyen, L.P.A., Siemonsma, J.S., Stavast, F.M. and van Valkenburg, J.L.C.H. (Editors), pp. 58. Prosea. Bogor.
- Dutta, A.C. 1994. *A class-book of botany*. Calcutta:: Oxford University Press. Oxford.
- Endarto, O., dan Martini, E. 2016. *Budi Daya Jeruk Sehat*. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Subtropika (Balitjestro). Bogor.
- Funakawa, H., and Miwa, K., 2015. Synthesis of borate cross-linked rhamnogalacturonan II. *Frontiers in Plant Science*. 6: 1-8.
- Harahap, F., Hasanah, A., Insani, H., Harahap, N.K., Pinem, M.D., Edi, S., Sipahutar, H., dan Silaban, R. 2019. *Kultur jaringan nanas*. Media Sahabat Cendekia. Surabaya.
- Hikal, A.R.F., Ibrahim, M.A., and Abdelaziz, R.A. 2017. Effect of different treatments of calcium and boron on productivity and fruit quality of navel orange fruits. *Egyptian Journal of Horticulture*. 44(1): 119-126.
- Klochko, K., Kaufman, A.J., Yao, W., Byrne, R.H., and Tossell, J.A. 2006. Experimental measurement of boron isotope fractionation in seawater. *Earth and Planetary Science Letters*. 248(1-2): 276-285.
- Kowalik, P., Lipa, T., Michałojć, Z., and Chwil, M. 2020. Ultrastructure of cells and microanalysis in *Malus domestica* Borkh. 'Szampion' fruit in relation to varied calcium foliar feeding. *Molecules*. 25(20): 1-26.
- Landi, M., Margaritopoulou, T., Papadakis, I.E., and Araniti, F. 2019. Boron toxicity in higher plants: an update. *Planta*. 250(4): 1011-1032.
- Li, T., Yan, A., Bhatia, N., Altinok, A., Afik, E., Durand-Smet, P., Tarr, P.T., Schroeder, J.I., Heisler, M.G., and Meyerowitz, E.M. 2019. Calcium signals are necessary to establish auxin transporter polarity in a plant stem cell niche. *Nature Communications*. 10(1): 1-9.
- Li, Q., Liu, Y., Pan, Z., Xie, S., and Peng, S.A. 2016. Boron deficiency alters root growth and development and interacts with auxin metabolism by influencing the expression of auxin synthesis and transport genes. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*. 30(4): 661-668.
- Lim, T.K. 2012. *Edible medicinal and non-medicinal plants: Volume 4, Fruits*. Springer Science+Business Media. New York.

- Lu, Y.B., Yang, L.T., Li, Y., Xu, J., Liao, T.T., Chen, Y.B., and Chen, L.S. 2014. Effects of boron deficiency on major metabolites, key enzymes and gas exchange in leaves and roots of *Citrus sinensis* seedlings. *Tree physiology*. 34(6): 608-618.
- Marschner, P. 2012. *Marchner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3rd Edn. Academic Press. San Diego.
- Martasari, C. 2017. *Pengenalan dan Identifikasi Spesies Jeruk*. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Kementerian Pertanian. Batu.
- Matheyambath, A.C., Padmanabhan, P., and Paliyath, G. 2016. *Citrus Fruits. Encyclopedia of Food and Health*. Elsevier. Amsterdam.
- Meena, M.K., Jain, M.C., Singh, J., Sharma, M., Shing, B., and Maurya, I.B. 2016. Effect of pre-harvest spray of calcium nitrate, boric acid and zinc sulphate on yield and quality of Nagpur mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *International Journal of Horticultural Science*. 22(1-2): 23-28.
- Miwa, K., and Fujiwara, T. 2010. Boron transport in plants: co-ordinated regulation of transporters. *Annals of Botany*. 105(7): 1103-1108.
- Monks, D., and Sanderson, G. 2020. *Dekopon Mandarin March 2020, Primefact 1734, First edition*. The Department of Regional New South Wales. Queanbeyan.
- Multari, S., Licciardello, C., and Caruso, M. 2021. Flavedo and albedo of five citrus fruits from Southern Italy: physicochemical characteristics and enzyme-assisted extraction of phenolic compounds. *Food Meas*. 15(2): 1754-1762.
- Novizan. 2005. *Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis: Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- O'Neill, M.A., Ishii, T., Albersheim, P., and Darvill, A.G. 2004. Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate-linked cell wall pectic polysaccharide. *Annual Review of Plant Biology*. 55: 109-139.
- Pereira, G.L., Siqueira, J.A., Batista-Silva, W., Cardoso, F.B., Nunes-Nesi, A., and Araújo, W.L. 2021. Boron: more than an essential element for land plants?. *Frontiers in Plant Science*. 11: 1-10.
- Pei, Y., He, C., Liu, H., Shen, G., and Feng, J. 2022. Compositional analysis of four kinds of citrus fruits with an NMR-Based method for understanding nutritional value and rational utilization: from pericarp to juice. *Molecules*. 27(8): 1-16.

- Poerwanto, R., dan Susila, A.D. 2021. *Teknologi hortikultura*. PT Penerbit IPB Press. Bogor.
- Ruchal, O.K., Pandeya, S.R., Regmia, R., Regmib, R., and Magratic, B.B. 2020. Effect of foliar application of micronutrient (zinc and boron) in flowering and fruit setting of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) in Dailekh, Nepal. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture*. 4(2): 94-98.
- Ryugo, K. 1988. *Fruit culture: Its science and art*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Sadka, A., Shlizerman, L., Kamara, I., and Blumwald, E. 2019. Primary metabolism in Citrus fruit as affected by its unique structure. *Frontiers in Plant Science*. 10: 1-14.
- Sarwat, M., Naqvi, A.R., Ahmad, P., Ashraf, M., and Akram, N.A. 2013. Phytohormones and microRNAs as sensors and regulators of leaf senescence: assigning macro roles to small molecules. *Biotechnology Advances*. 31(8): 1153-1171.
- Sharma, N., and Tripathi, A. 2006. Effects of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of *Aspergillus niger* (L.) Van Tieghem. *Microbial Res*. 163(3): 337-44.
- Shireen, F., Nawaz, M.A., Chen, C., Zhang, Q., Zheng, Z., Sohail, H., Sun J., Cao, H., Huang, Y., and Bie, Z. 2018. Boron: functions and approaches to enhance its availability in plants for sustainable agriculture. *International Journal of Molecular Sciences*. 19(7): 1856.
- Sofiyanti, N., Iriani, D., Wahyuni, P.I., Idani, N., and Lestari, P. 2022. Identification, morphology of *Citrus* L. (Aurantioideae-Rutaceae Juss.) and its traditional uses in Riau Province, Indonesia. *Biodiversitas*. 23(2): 1038-1047.
- Srivastava, A.K., and Singh, S. 2006. Biochemical markers and nutrient constraints diagnosis in citrus: a perspective. *Journal of Plant Nutrition*. 29(5): 827-855.
- Tanaka, M., and Fujiwara, T. 2008. Physiological roles and transport mechanisms of boron: perspectives from plants. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*. 456(4): 671-677.
- Tripathi, V.K., Pandey, S.S., Kumar, A., Dubey, V., and Tiwari, P. 2018. Influence of foliar application of gibberellic acid, calcium and boron on fruit drop, yield and quality attributes of aonla (*Emblica officinalis*) cv. NA 7. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 88(11): 1784-1788.

- Umamo, K., Yukio, H., and Shibamoto, T. 2002. Volatile chemicals identified in extracts from newly hybrid citrus, dekopon (*Shiranuhi mandarin* Suppl. J.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(19): 5355-5359.
- Wang, N., Yang, C., Pan, Z., Liu, Y., and Peng, S.A. 2015. Boron deficiency in woody plants: various responses and tolerance mechanisms. *Frontiers in Plant Science*. 6: 1-14.
- White, P.J., and Broadley, M.R. 2003. Calcium in plants. *Annals of Botany*. 92(4): 487-511.
- Will, S., Eichert, T., Fernández, V., Möhring, J., Müller, T., and Römheld, V. 2011. Absorption and mobility of foliar-applied boron in soybean as affected by plant boron status and application as a polyol complex. *Plant and soil*. 344(1): 283-293.
- Yang, C.Q., Liu, Y.Z., An, J.C., Li, S., Jin, L.F., Zhou, G.F., Wei, Q.J., Yan, H.Q., Wang, N.N., Fu, L.N., Liu, X., Hu, X.M., Yan, T.S., and Peng, S.A. 2013. Digital gene expression analysis of corky split vein caused by boron deficiency in 'Newhall' navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck) for selecting differentially expressed genes related to vascular hypertrophy. *PLoS ONE*. 8(6): 1-11.
- Yerlikaya, P., Gokoglu, N., Topuz, O.K., Gumus, B., and Yatmaz, H.A. 2016. Antioxidant activities of citrus albedo and flavedo fragments against fish lipid oxidation. *J Aquat Food Prod Technol*. 25(8): 1339-1347.
- Yulia, M., Rahmi, M., and Hilmarni, H. 2023. Determination of Vitamin C (Ascorbic Acid) Content from Orange Fruit (*Citrus reticulata* Blanco) Based on Temperature and Storage Time. *Asian journal of pharmaceutical research and development*. 11(2): 6-8.
- Zhao, Q., and Dixon, R.A. 2011. Transcriptional networks for lignin biosynthesis: more complex than we thought?. *Trends in plant science*. 16(4): 227-233.
- Zhou, G.F., Liu, Y.Z., Sheng, O., Wei, Q.J., Yang, C.Q., and Peng, S.A. 2015. Transcription profiles of boron-deficiency-responsive genes in citrus rootstock root by suppression subtractive hybridization and cDNA microarray. *Frontiers in plant science*. 5: 1-15.