perpus 12

AGROSCRIPT_Nanosilika_Tantri.

23 DESEMBER 2025

CEK TURNITIN

INSTIPER

Document Details

Submission ID
trn:oid:::1:3451749139

Submission Date
Dec 31, 2025, 7:44 AM GMT+7

Download Date
Dec 31, 2025, 7:46 AM GMT+7

File Name
AGROSCRIPT_Nanosilika_Tantri.pdf

File Size
495.8 KB

13 Pages

4,726 Words

29,136 Characters

13% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

Top Sources

12% Internet sources
10% Publications
3% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

12% Internet sources
10% Publications
3% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	
e-journal.unper.ac.id		2%
2	Internet	
e-journal.janabadra.ac.id		1%
3	Internet	
journals.unihaz.ac.id		<1%
4	Student papers	
Universitas Diponegoro		<1%
5	Internet	
repository.ipb.ac.id:8080		<1%
6	Student papers	
Universitas Jenderal Soedirman		<1%
7	Internet	
doaj.org		<1%
8	Internet	
www.jurnalpolitanipyk.ac.id		<1%
9	Publication	
Jinhua Zhang, Wanming Yang, Zhefeng Zhou. "Fenoxaprop combined with urea i...		<1%
10	Internet	
123dok.com		<1%
11	Publication	
Titin Setyorini. "Perbanyakan dan Pembentukan Umbi Mikro Kentang (Solanum t...		<1%

12	Internet	
eprints.walisongo.ac.id		<1%
13	Internet	
kikp-pertanian.id		<1%
14	Publication	
Abdul Rakhfid, Wa Ode Halida, Rochmady Rochmady, Fendi Fendi. "Probiotic aplic...		<1%
15	Internet	
download.garuda.ristekdikti.go.id		<1%
16	Internet	
journal.ugm.ac.id		<1%
17	Internet	
jzusb.zjujournals.com		<1%
18	Publication	
Yushi Mardiana, Sumarji. "Pengaruh Pemberian Pencahayaan dan Konsentrasi S...		<1%
19	Internet	
docplayer.info		<1%
20	Internet	
www.coursehero.com		<1%
21	Publication	
Pramono Hadi, Fatiha Danu Ega. "Pengaruh Pupuk Organik (Abu Sekam dan Amp...		<1%
22	Internet	
fr.scribd.com		<1%
23	Internet	
jurnalagrin.net		<1%
24	Internet	
www.myfoodresearch.com		<1%
25	Internet	
ejournal.undip.ac.id		<1%

26 Internet

laporanakhirskripsitesisdisertasimakalah.wordpress.com <1%

27 Internet

abdimasku.lppm.dinus.ac.id <1%

28 Internet

jurnal.unpad.ac.id <1%

29 Publication

Juanda Kristianto Sibarani, Tantri Swandari, Titin Setyorini. "RESPON PERTUMBUH... <1%

30 Publication

Muhammad As'ad Ansharullah. "The Institutional Roles of the Bandung Branch of... <1%

31 Internet

jurnal.polinela.ac.id <1%

turnitin Page 6 of 18 - Integrity Submission

AGROSCRIPT Journal of Applied Agricultural Sciences
Volume 7, Issue 1, June 2025
Pages:
Submission ID trn:oid:::1:3451749139

DOI:
URL: https://e-journal.unper.ac.id/index.php/agroscript

AGROscript Journal of Applied Agricultural Sciences
P-ISSN (2685-9505) E-ISSN (2685-9491)

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK NANOSILIKA SEKAM PADI DALAM MEDIA KULTUR JARINGAN TERHADAP PERTUMBUHAN PLANLET ANGGREK *Dendrobium* sp.

EFFECT OF RICE HUSK NANOSILICA IN TISSUE CULTURE MEDIUM ON THE GROWTH OF *Dendrobium* sp. PLANLETS

Tantri Swandari[1*], Laras Panji Laksana[2], Kuni Faizah[3]

1, 2. Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Stiper
3. Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper
Jalan Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta

Corresponding email: tantri14swandari@instiperjogja.ac.id

Kata kunci:
Anggrek
Silika
In vitro
Aklimatisasi
Epidermis

ABSTRAK

Nanosilika berbasis sekam padi berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan aditif media kultur jaringan untuk meningkatkan kualitas bibit anggrek *Dendrobium* sp. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis nanosilika padi yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kondisi fisiologis planlet anggrek *Dendrobium* yang ditumbuhkan secara in vitro. Penelitian dilakukan dengan penambahan nanosilika pada media kultur jaringan. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor yaitu pemberian nanosilika yang terdiri atas empat taraf perlakuan: N0 (0 gL^{-1}), N1 (1 gL^{-1}), N2 (2 gL^{-1}), N3 (3 gL^{-1}), masing-masing diulang sebanyak 10 kali. Parameter yang diamati meliputi tinggi planlet, jumlah daun dan akar, panjang akar, berat segar, warna daun (L*, a*, dan b*), serta karakter anatomi akar dan daun melalui pengamatan mikroskopis irisan melintang. Data parameter dianalisis menggunakan analisis varian dilanjutkan dengan uji duncan taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan nanosilika memberikan pengaruh terhadap panjang akar dan kualitas warna daun yang ditunjukkan oleh daun yang lebih hijau gelap serta memodifikasi struktur anatomi berupa pembesaran sel epidermis akar dan daun serta pembentukan berkas pengangkut akar yang lebih kompak. Nanosilika padi pada dosis 2 gL^{-1} mampu meningkatkan kualitas morfologis, fisiologis, dan anatomi planlet anggrek *Dendrobium*, sehingga meningkatkan kesiapan adaptasi tanaman pada fase aklimatisasi dan berpotensi meningkatkan keberhasilan pertumbuhan bibit.

Keywords:
Orchid
Silica
In vitro
Acclimatization
Epidermal cell

ABSTRACT

Rice husk–derived nanosilica has potential as an additive in tissue culture media to improve the quality of *Dendrobium* sp. orchid plantlets. This study aimed to determine the effective dose of rice husk nanosilica on the growth and physiological performance of *Dendrobium* plantlets cultured in vitro. The experiment was conducted by incorporating nanosilica into the tissue culture medium and arranged in a completely randomized design with a single factor, namely nanosilica application, consisting of four treatment levels: N0 (0 g L^{-1}), N1 (1 g L^{-1}), N2 (2 g L^{-1}), and N3 (3 g L^{-1}), with ten replicates per treatment. The observed parameters included plantlet height, number of leaves, number of roots, root length, fresh weight, leaf color parameters (L*, a*, and b*), as well as root and leaf anatomical characteristics assessed through microscopic observation of transverse sections. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's multiple range test at a 5% significance level. The results showed that nanosilica application significantly increased root length and improved leaf color quality, as indicated by darker and greener leaves. In addition, nanosilica-induced anatomical modifications were evident in the enlargement of epidermal cells in both roots and leaves, as well as in the formation of more compact vascular bundles in roots. Rice husk nanosilica at a dose of 2 g L^{-1} was identified as the most effective treatment, enhancing the morphological, physiological, and anatomical quality of *Dendrobium* plantlets, thereby improving their adaptive capacity during the acclimatization phase and potentially increasing seedling establishment success.

turnitin Page 7 of 18 - Integrity Submission Submission ID trn:oid:::1:3451749139

Article history: Received .....; Revised.....; Accepted...

PENDAHULUAN

Dendrobium merupakan salah satu genus tanaman anggrek yang banyak dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomis tinggi, keindahan bentuk bunga, keragaman warna, serta daya tahan bunga yang relatif lama setelah mekar. Selain itu, Dendrobium banyak diminati oleh masyarakat karena teknik perawatan yang relatif lebih mudah dibandingkan genus anggrek lainnya. Kelebihan tersebut membuat Dendrobium menjadi komoditas yang populer sebagai anggrek potong dan anggrek pot. Oleh karena itu, pengembangan budidaya Dendrobium memiliki peran strategis untuk meningkatkan nilai ekonomi hortikultura maupun mendukung upaya konservasi plasma nutfah anggrek yang bernilai tinggi (Rofik, 2018; Widiastoety et al., 2016).

Kelebihan anggrek Dendrobium tersebut menyebabkan permintaan pasar terus meningkat namun ketersediaan bibit anggrek unggul dalam jumlah banyak masih terbatas. Oleh karena itu, teknik kultur jaringan atau mikropropagasi menjadi alternatif yang lebih unggul karena mampu menghasilkan bibit dalam jumlah besar, seragam, serta memerlukan waktu yang lebih cepat (Mulwa & Mwanza, 2006; Teixeira da Silva et al., 2015). Metode ini juga memungkinkan perbanyakan sepanjang tahun tanpa bergantung pada musim, serta menjadi sarana penting dalam konservasi dan perbaikan varietas unggul (Adawiyah et al., 2024). Namun demikian, pertumbuhan eksplan dalam kultur jaringan seringkali terhambat sehingga diperlukan inovasi dalam formulasi media kultur untuk meningkatkan efisiensi pertumbuhan eksplan. Salah satu inovasi yang potensial adalah penambahan nanosilika sebagai sumber silikon (Si), yang dikenal sebagai unsur benefisial bagi tanaman. Dalam kultur jaringan, penambahan nanosilika telah dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan dan memperkuat struktur sel (Dung et al., 2016; Khasanah et al., 2016).

Akumulasi silikon dalam jaringan tanaman juga dapat meningkatkan kualitas fisiologis dan daya adaptasi tanaman setelah diaklimatisasi (Ehirim et al., 2014; Sivanesan & Park, 2014). Tanaman yang memperoleh suplai nanosilika selama fase in vitro cenderung memiliki sistem perakaran yang lebih kuat, efisiensi fotosintesis yang lebih baik, serta ketahanan lebih tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan saat dipindahkan dari kondisi aseptik ke lingkungan alami (Lu et al., 2015; Nikmah et al., 2017). Dengan demikian, penambahan nanosilika pada media kultur diharapkan tidak hanya mempercepat pertumbuhan in vitro, tetapi juga meningkatkan keberhasilan aklimatisasi dan daya adaptasi tanaman Dendrobium.

turnitin Page 7 of 18 - Integrity Submission Submission ID trn:oid:::1:3451749139

AGROSCRIPT Journal of Applied Agricultural Sciences 7(1): 1-11, June 2025

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta. Eksplan yang digunakan berupa PLB (*protocorm like bodies*) anggrek *Dendrobium* sp. yang berumur 1 bulan setelah penaburan biji. Pengamatan pertumbuhan anggrek dilakukan selama dua bulan, yaitu dari bulan Februari hingga Maret, sedangkan pengamatan anatomi dilakukan pada bulan April. Bahan yang digunakan antara lain media kultur Murashige dan Skoog (MS), sukrosa, agar sebagai pemadat, nanosilika pasir, akuades, KOH, HCL, dan alkohol 70%. Alat yang digunakan meliputi LAF (*Laminar Air Flow*), botol kultur, gelas ukur, pipet tetes, spatula, pinset, pH stik, autoklaf Hirayama Hiclave HVE-50, timbangan analitik digital ADJ, dan mikroskop Olimpus CX21. Tahap penelitian meliputi;

Sterilisasi eksplan buah anggrek dan penaburan biji anggrek.

Buah anggrek *Dendrobium* sp berumur 5-6 bulan dari persilangan sendiri (*selfing*) disterilisasi melalui dua tahap, yaitu di luar dan dalam LAF. Sterilisasi buah anggrek di luar LAF dilakukan dengan mencuci buah menggunakan Tween kemudian dibilas dengan air mengalir. Selanjutnya buah anggrek disemprot dengan alkohol 70% sebelum dipindahkan ke dalam LAF untuk proses sterilisasi kedua. Dalam LAF, buah anggrek terlebih dahulu dicelupkan ke dalam alkohol 70% selama kurang lebih 30 detik, kemudian buah dilewatkan pada api bunsen untuk memastikan permukaan steril, langkah ini diulang 2-3 kali. Setelah sterilisasi, buah dibelah memanjang dengan menggunakan skalpel, dan biji yang diperoleh ditampung dalam cawan petri untuk penaburan. Penaburan biji dilakukan langsung ke dalam media kultur steril yang telah disiapkan sebelumnya. Upayakan penaburan dilakukan merata pada semua permukaan media kultur.

Pembuatan media kultur dengan penambahan nanosilika pasir.

Media dasar yang digunakan adalah media Murashige and Skoog (MS) instan dengan beberapa perlakuan penambahan nanosilika, yaitu 0 gL^{-1} (M1N0), 1 gL^{-1} (M1N1), 2 gL^{-1} (M1N2), dan 3 gL^{-1} (M1N3). Tahapan pembuatan media dimulai dengan menimbang 7 g agar sebagai pemadat, 30 g sukrosa sebagai sumber karbon, dan 4,43 g bubuk media MS instan. Selanjutnya disiapkan larutan awal dengan menambahkan 500 mL akuades ke dalam gelas ukur 1000 mL, lalu dimasukkan agar, sukrosa, dan media MS instan. Larutan diaduk hingga homogen, kemudian pH diukur dan disesuaikan pada kisaran 5,6–5,8 menggunakan KOH atau HCl bila diperlukan. Setelah itu, akuades ditambahkan hingga mencapai volume akhir 1000 mL, lalu larutan dipanaskan kembali sampai seluruh komponen terlarut sempurna. Larutan media yang telah homogen dibagi ke dalam empat

gelas ukur, masing-masing berisi 250 mL. Untuk perlakuan penambahan nanosilika, ditambahkan serbuk nanosilika dengan jumlah yang disesuaikan, yaitu 0 g untuk M1N0, 0,25 g untuk M1N1 (setara dengan 1 gL^{-1}), 0,50 g untuk M1N2 (setara dengan 2 gL^{-1}), dan 0,75 g untuk M1N3 (setara dengan 3 gL^{-1}). Setelah nanosilika ditambahkan, larutan diaduk hingga tercampur merata. Media kemudian dimasukkan ke dalam botol kultur sesuai kebutuhan, ditutup rapat, dan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C dengan tekanan 1 atm selama 15–20 menit. Media yang telah disterilisasi selanjutnya disimpan pada suhu ruang hingga siap digunakan untuk penanaman eksplan.

Subkultur PLB anggrek *Dendrobium* sp. dalam media MS dengan penambahan nanosilika pasir.

PLB anggrek *Dendrobium* sp. berumur 4 minggu setelah penaburan biji selanjutkan ditanam dalam media perlakuan (penambahan nanosilika pasir 1gL^{-1}, 2 gL^{-1}, 3 gL^{-1}, dan kontrol tanpa penambahan). Setiap botol ditanam sebanyak 3 PLB, kemudian mulut botol dipanaskan pada api bunsen lalu ditutup dengan alumunium foil steril dan dilapisi dengan *plastic wrap*. PLB yang disubkultur diinkubasi pada suhu 25°C dan diterangi dengan lampu LED 24 jam. Pengamatan dilakukan setiap minggu selama 2 bulan.

Parameter pengamatan.

Pertumbuhan bibit anggrek *Dendrobium* sp. diamati melalui beberapa parameter. Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang hingga ujung daun terpanjang menggunakan kertas milimeter. Pengukuran dilakukan setiap minggu selama dua bulan untuk memantau laju pertumbuhan. Jumlah daun dan akar dicatat dengan cara menghitung organ yang muncul pada setiap bibit dengan interval waktu yang sama. Panjang akar diamati pada minggu ke-8 setelah tanam dengan mengukur akar terpanjang dari pangkal hingga ujung. Berat segar tanaman ditentukan pada minggu ke-8 dengan cara menimbang bibit menggunakan timbangan analitik. Selain pertumbuhan, warna daun juga dianalisis pada minggu ke-8 menggunakan colorimeter. Data warna yang diperoleh dalam format CIE-Lab kemudian diolah dengan aplikasi EasyRGB untuk mendapatkan deskripsi warna daun secara lebih detail. Pada akhir pengamatan dilakukan analisis anatomi akar, batang, dan daun. Jaringan tanaman terlebih dahulu difiksasi menggunakan larutan FAA, kemudian melalui tahap dehidrasi bertingkat dengan etanol, penjernihan, dan embedding dalam parafin. Sampel jaringan dipotong tipis dengan mikrotom, diwarnai menggunakan safranin, lalu dibuat preparat awetan. Preparat yang dihasilkan diamati di bawah mikroskop.

Rancangan penelitian dan analisis data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu pemberian nanosilika yang terdiri atas empat taraf perlakuan: N0 (0 gL^{-1}), N1 (1 gL^{-1}), N2 (2 gL^{-1}), N3 (3 gL^{-1}), masing-masing diulang sebanyak 10 kali sehingga terdapat 40 satuan percobaan (10 botol kultur). Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan aplikasi SPSS pada taraf kepercayaan 95%.

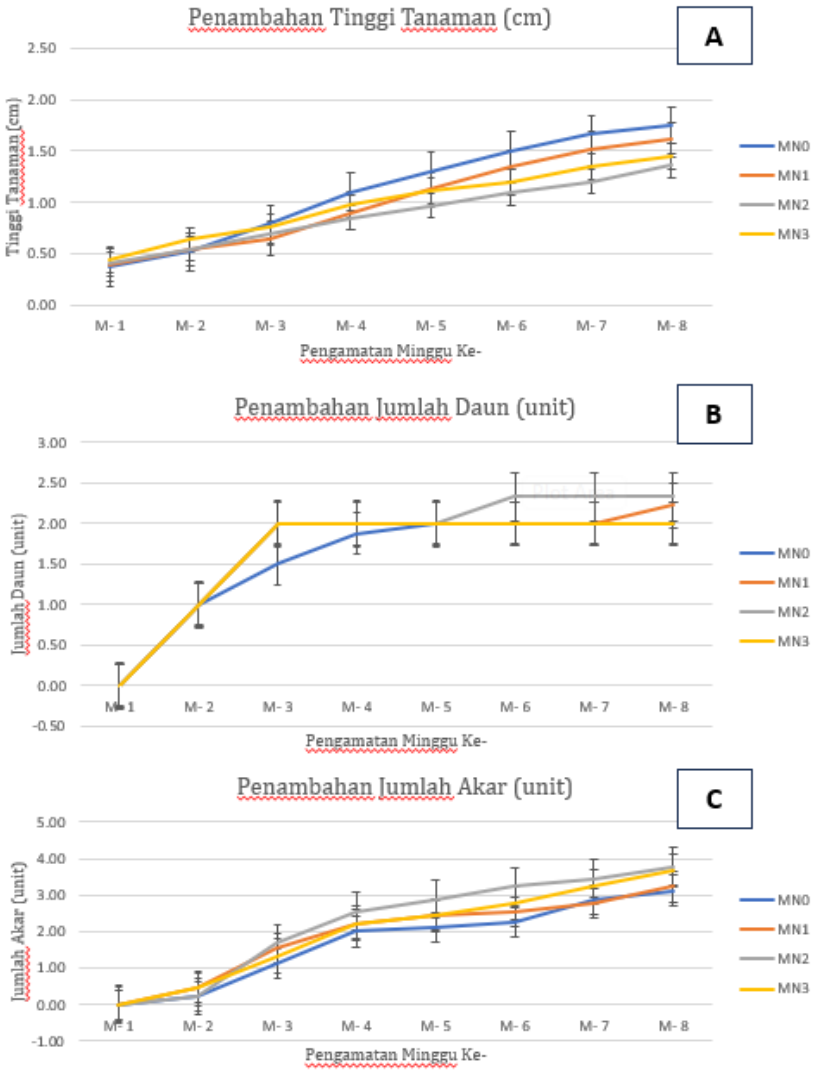
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan tanpa penambahan nanosilika (MN0) maupun perlakuan dengan penambahan nanosilika 1, 2, dan 3 gL^{-1} (MN1-MN3) mengikuti pola pertumbuhan sigmoid yang dicirikan oleh fase awal pertumbuhan lambat kemudian mencapai maksimal lalu mengalami fase perlambatan. Meskipun pola dasarnya serupa namun penambahan nanosilika memunculkan perbedaan kecenderungan pertumbuhan pada setiap parameter vegetatif yang diamati.

Pada parameter tinggi tanaman, perlakuan tanpa penambahan nanosilika (MN0) menunjukkan kecenderungan penambahan tinggi yang lebih besar dibandingkan perlakuan dengan nanosilika 1, 2, dan 3 gL^{-1} (MN1-MN3). Kondisi ini mengindikasikan bahwa tanpa penambahan nanosilika, pertumbuhan tanaman cenderung diarahkan pada pemanjangan batang. Sebaliknya, pada perlakuan dengan nanosilika, laju penambahan tinggi relatif lebih terkendali yang mengisyaratkan adanya perubahan pola pertumbuhan akibat keberadaan nanosilika dalam media tumbuh. Fenomena ini menunjukkan bahwa nanosilika tidak secara langsung mendorong pemanjangan batang tetapi lebih berperan dalam mengarahkan pertumbuhan ke pembentukan organ vegetatif lainnya (Dung et al., 2016; Lu et al., 2015).

Penambahan jumlah daun menunjukkan kecenderungan tertinggi pada perlakuan MN2 (2 g L^{-1} nanosilika). Hal ini mengindikasikan bahwa nanosilika 2 gL^{-1} berada pada kisaran dosis yang paling mendukung pembentukan daun. Peningkatan jumlah daun pada MN2 berpotensi meningkatkan luas bidang fotosintesis dan efisiensi pemanfaatan cahaya, yang merupakan faktor penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman secara keseluruhan. Pada parameter jumlah akar, perlakuan MN2 dan MN3 menunjukkan kecenderungan penambahan yang lebih besar dibandingkan MN0 dan MN1. Respon ini mengindikasikan bahwa nanosilika pada konsentrasi menengah hingga tinggi lebih efektif dalam merangsang perkembangan sistem perakaran. Peningkatan jumlah akar mencerminkan kemampuan tanaman dalam memperluas daerah serapan air dan hara. Peningkatan jumlah akar pada fase

pertumbuhan menengah hingga akhir sangat penting untuk menopang pertumbuhan tajuk dan menjaga keseimbangan fisiologis tanaman. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan adanya respon dosis nanosilika terhadap pola pertumbuhan tanaman. Perlakuan MN2 tampak sebagai konsentrasi yang paling seimbang dalam mendukung pembentukan daun dan akar, sedangkan pada konsentrasi lebih tinggi (MN3) respon pertumbuhan cenderung lebih diarahkan ke sistem perakaran. Sementara itu, tanpa penambahan nanosilika (MN0), tanaman menunjukkan kecenderungan pertumbuhan memanjang batang yang lebih dominan. Pola ini menegaskan bahwa nanosilika berperan dalam mengarahkan alokasi pertumbuhan antarorgan, bukan sekadar meningkatkan pertumbuhan secara kuantitatif (Khasanah et al., 2016; Santi, 2016, Nikmah et al., 2017).



Gambar 1. Laju pertumbuhan planlet anggrek Dendrobium sp. dengan perlakuan penambahan nanosilika pada media kultur jaringan. A. Penambahan tinggi tanaman (cm), B. Penambahan jumlah daun (unit/helai), C. Penambahan jumlah akar (unit).

turnitin Page 12 of 18 - Integrity Submission Submission ID trn:oid:::1:3451749139

Tabel 1. Karakter pertumbuhan planlet anggrek *Dendrobium* sp.

Perlakuan	Penambahan				Berat Segar (gram)	Warna Daun		
	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (unit)	Jumlah Akar (unit)	Panjang Akar (cm)		L	a	b
MN0	1.75 a	2.00 a	3.12 a	0.51 b	0.19 a	67.08 a	-5.28 a	11.09 b
MN1	1.65 a	2.25 a	3.37 a	0.49 b	0.13 a	61.16 b	-9.57 b	21.59 a
MN2	1.41 a	2.37 a	4.00 a	0.62 ab	0.20 a	60.45 b	-8.75 b	18.95 a
MN3	1.52 a	2.00 a	3.87 a	0.78 a	0.17 a	66.18 ab	-7.71 b	17.28 a

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf signifikansi 5% ($p < 0,05$).

Berdasarkan Tabel 1, penambahan nanosilika pada berbagai konsentrasi (1–3 g L^{-1}) tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap penambahan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah akar, maupun berat segar planlet anggrek *Dendrobium* sp. Keseragaman huruf pada setiap parameter menunjukkan bahwa pada fase planlet, penambahan nanosilika hingga konsentrasi 3 g L^{-1} belum memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan vegetatif secara kuantitatif. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pada fase awal pertumbuhan in vitro, respons pertumbuhan planlet masih sangat dipengaruhi oleh media dasar dan suplai karbon eksogen, sehingga efek perlakuan tambahan belum sepenuhnya tercermin dalam peningkatan biomassa (Pikukuh et al., 2015). Meskipun demikian, secara deskriptif terlihat adanya perbedaan kecenderungan respons antarperlakuan. Penambahan tinggi tanaman cenderung lebih besar pada perlakuan MN0 (tanpa nanosilika), yang menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa nanosilika, pertumbuhan planlet lebih diarahkan pada pemanjangan batang. Sebaliknya, pada perlakuan dengan nanosilika (MN1–MN3), pertumbuhan tinggi relatif lebih terkendali, mengindikasikan adanya perubahan pola alokasi pertumbuhan akibat keberadaan nanosilika dalam media kultur. Respons yang lebih menonjol ditunjukkan pada parameter sistem perakaran. Perlakuan MN3 (3 g L^{-1} nanosilika) menghasilkan panjang akar tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan MN0 dan MN1. Hal ini menunjukkan bahwa nanosilika pada konsentrasi tinggi berpotensi mendorong pemanjangan akar planlet. Peningkatan panjang akar yang tidak diikuti oleh peningkatan jumlah akar secara nyata mengindikasikan bahwa nanosilika lebih berperan dalam proses elongasi akar dibandingkan inisiasi akar baru. Dalam konteks kultur jaringan, karakter akar yang lebih panjang menjadi aspek penting karena berpotensi meningkatkan kemampuan adaptasi planlet pada tahap aklimatisasi serta mendukung keberhasilan pertumbuhan lanjutan di luar kondisi in vitro. Berat segar planlet relatif seragam pada seluruh perlakuan, yang menunjukkan bahwa penambahan

turnitin Page 12 of 18 - Integrity Submission Submission ID trn:oid:::1:3451749139

nanosilika belum berdampak langsung terhadap akumulasi biomassa pada fase planlet. Hal ini wajar mengingat pada sistem kultur in vitro, pertumbuhan planlet masih sangat bergantung pada sumber karbon dari media dan belum sepenuhnya ditentukan oleh aktivitas fotosintesis. Oleh karena itu, perubahan fisiologis awal yang dipicu oleh nanosilika belum secara langsung tercermin dalam peningkatan bobot segar tanaman (Raynalta & Sukma, 2015; Sivanesan & Park, 2014).

Parameter warna daun (L*, a*, dan b*) menunjukkan respons yang lebih sensitif terhadap perlakuan nanosilika dibandingkan parameter morfologi planlet. Penurunan nilai L* pada perlakuan nanosilika menunjukkan daun tampak lebih gelap, yang mengindikasikan peningkatan kemampuan daun dalam menyerap cahaya dan kemungkinan peningkatan kandungan klorofil. Nilai a* yang semakin negatif mencerminkan intensitas warna hijau daun yang lebih tinggi, menunjukkan dominasi pigmen klorofil sebagai komponen utama fotosintesis. Sementara itu, peningkatan nilai b* mengindikasikan adanya perubahan keseimbangan pigmen ke arah komponen kuning–hijau, yang berkaitan dengan peran pigmen aksesori dalam sistem fotoproteksi. Perubahan parameter warna daun ini mengindikasikan bahwa nanosilika lebih cepat memengaruhi aspek fisiologis dan kualitas jaringan daun, terutama yang berkaitan dengan efisiensi penyerapan cahaya dan stabilitas pigmen fotosintetik, dibandingkan dengan pertumbuhan morfologis yang bersifat kuantitatif (Adrees et al., 2015; Ismail et al., 2022). Peran nanosilika sebagai elemen semi-esensial tercermin dari kemampuannya memperbaiki fungsi dan struktur jaringan daun tanpa secara langsung menginduksi peningkatan ukuran organ, sehingga mendukung peningkatan kesiapan fisiologis planlet selama fase pertumbuhan in vitro.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan nanosilika pada media kultur jaringan anggrek *Dendrobium* sp. belum secara nyata meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan biomassa planlet, namun berpengaruh terhadap perkembangan sistem perakaran dan karakter fisiologis daun. Perlakuan MN2 menunjukkan respons yang relatif seimbang antara pertumbuhan vegetatif dan kualitas daun, sedangkan MN3 lebih menonjol dalam mendorong pemanjangan akar. Temuan ini menegaskan bahwa nanosilika berperan sebagai modulator fisiologis yang berpotensi meningkatkan kesiapan adaptif planlet terhadap cekaman abiotik pada tahap aklimatisasi, dibandingkan sebagai pemacu pertumbuhan vegetatif cepat pada fase in vitro (Currie & Perry, 2007; Alsaeedi et al., 2019).

Hasil pengamatan anatomi akar anggrek *Dendrobium* sp. yang

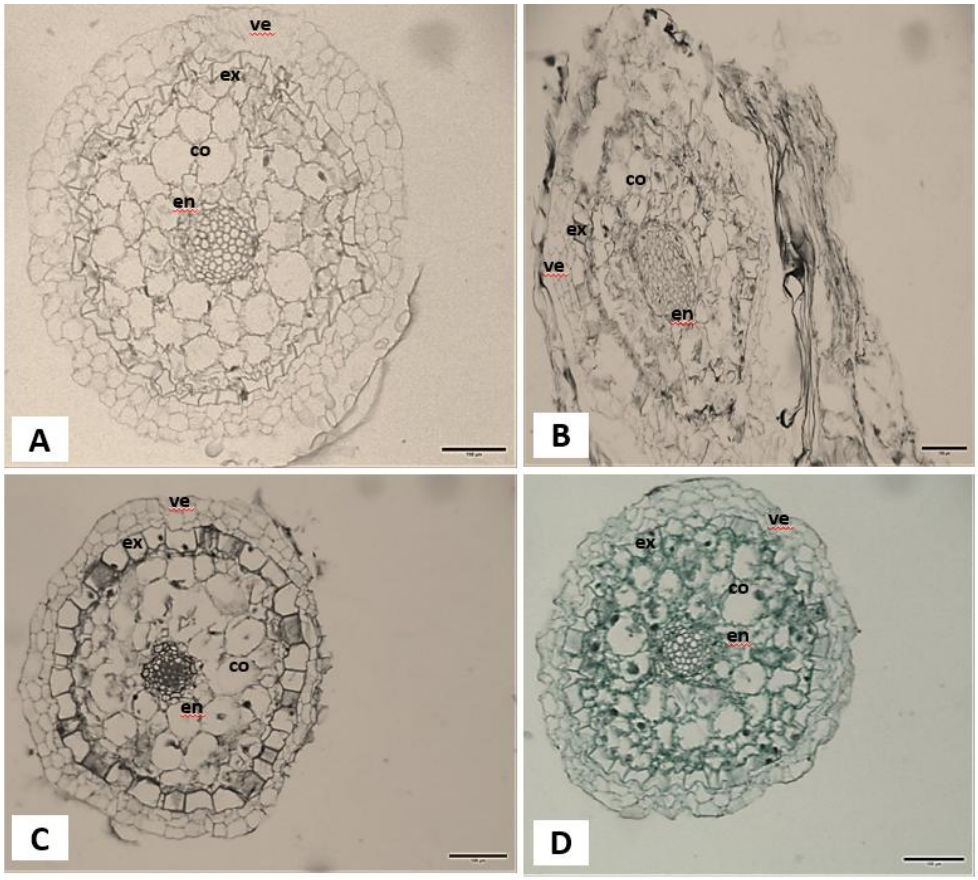
ditumbuhkan pada media kultur jaringan dengan penambahan nanosilika konsentrasi 2 g L^{-1} menunjukkan adanya perubahan struktur jaringan yang bersifat spesifik walaupun hanya diamati secara kualitatif. Perubahan tersebut terutama tampak pada penebalan eksodermis serta karakter berkas pengangkut yang lebih kecil namun tersusun lebih kompak dibandingkan perlakuan tanpa perlakukan nanosilika. Modifikasi anatomi ini mengindikasikan adanya respons fisiologis tanaman terhadap keberadaan nanosilika sebagai agen penguat struktur dan peningkat ketahanan jaringan. Penebalan eksodermis (ex) merupakan salah satu respons anatomi yang paling menonjol akibat aplikasi nanosilika. Eksodermis pada akar anggrek berfungsi sebagai lapisan pelindung utama di bawah velamen (ve) yang berperan dalam mengatur lalu lintas air dan ion dari lingkungan menuju jaringan dalam. Peningkatan ketebalan eksodermis mengindikasikan adanya deposisi silika pada dinding sel, yang berpotensi membentuk lapisan penguat berupa kompleks silika–kutikula atau fitolit. Deposisi ini memperkuat dinding sel secara mekanis sehingga meningkatkan ketahanan akar terhadap penetrasi patogen, khususnya mikroorganisme penyebab busuk akar yang umum menyerang tanaman hasil kultur jaringan. Selain berfungsi sebagai benteng pertahanan mekanis, eksodermis yang menebal juga berperan sebagai penghalang apoplastik yang efektif dalam mengurangi kehilangan air (Sasidharan et al., 2011; Nasution et al., 2020).

Pada fase aklimatisasi maupun kondisi lingkungan mikro yang fluktuatif, kemampuan akar untuk mempertahankan status air menjadi faktor kunci keberhasilan pertumbuhan planlet anggrek. Penebalan eksodermis akibat silika diduga membantu menekan laju difusi air keluar jaringan, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan air dan ketahanan terhadap cekaman kekeringan relatif. Temuan ini sejalan dengan laporan sebelumnya yang menyebutkan bahwa silikon mampu meningkatkan deposisi suberin dan lignin pada eksodermis akar, yang berfungsi memperkuat jaringan sekaligus membatasi pergerakan air dan ion secara tidak terkontrol (Currie & Perry, 2007).

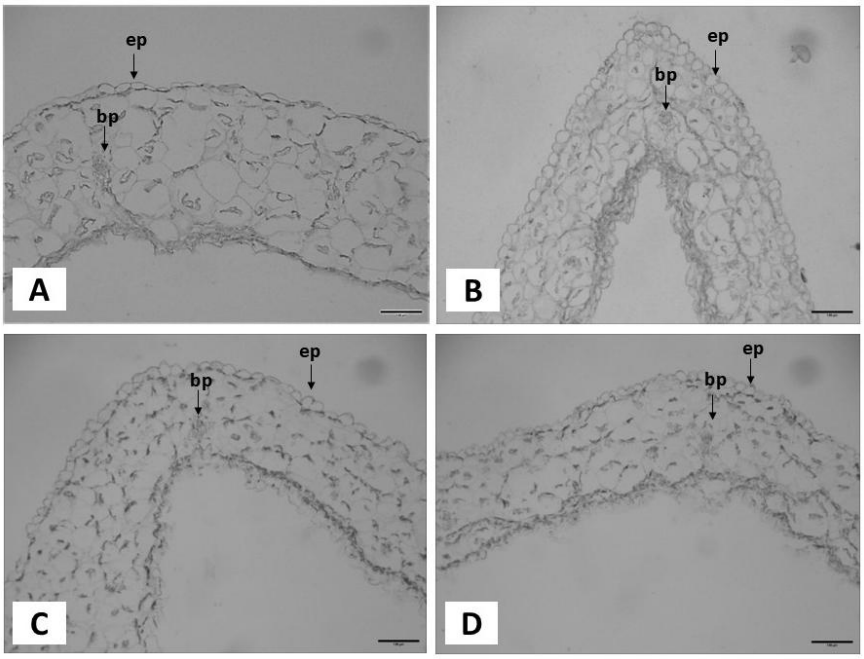
Perubahan anatomi lain yang diamati adalah struktur berkas pengangkut yang tampak lebih kecil namun tersusun lebih rapat dan kompak. Kondisi ini menunjukkan adanya reorganisasi jaringan vaskular sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan tumbuh in vitro. Berkas pengangkut yang lebih kompak sering dikaitkan dengan peningkatan kerapatan elemen xilem dan floem, yang secara fisiologis dapat meningkatkan efisiensi transportasi air, mineral, dan hasil fotosintesis. Struktur berkas pengangkut yang kompak juga

memberikan keuntungan dari sisi stabilitas mekanis (Nikmah et al., 2017; Oliveira & Sajo, 1999). Berkas pengangkut pada akar yang lebih padat mampu menahan tekanan fisik dari media tanam serta fluktuasi tekanan turgor yang sering terjadi pada sistem kultur jaringan. Dengan demikian, nanosilika tidak hanya berperan dalam memperkuat jaringan perifer akar, tetapi juga memperkokoh jaringan internal yang berperan langsung dalam distribusi sumber daya bagi pertumbuhan tanaman (Sahebi et al., 2016).

Secara keseluruhan, perubahan anatomi akar anggrek akibat penambahan nanosilika 2 g L^{-1} mencerminkan peran silika sebagai elemen semi-esensial yang bersifat protektif dan adaptif. Oleh karena itu, aplikasi nanosilika pada konsentrasi yang tepat berpotensi menjadi strategi efektif untuk meningkatkan kualitas dan ketahanan bibit anggrek sebelum memasuki tahap aklimatisasi dan pertumbuhan lanjutan (Sivanesan & Park, 2014).



Gambar 2. Penampang lintang akar anggrek *Dendrobium* sp. A. MN0 (tanpa penambahan nanosilika), B. MN1 (penambahan nanosilika 1 gL^{-1}), C. MN2 (penambahan nanosilika 2 gL^{-1}), D. MN3 (penambahan nanosilika 3 gL^{-1}). Kode en: endodermis, co: kortek, ex: eksodermis, ve: velamen.



Gambar 3. Penampang lintang daun anggrek *Dendrobium* sp. A. MN0 (tanpa penambahan nanosilika), B. MN1 (penambahan nanosilika 1 gL^{-1}), C. MN2 (penambahan nanosilika 2 gL^{-1}), D. MN3 (penambahan nanosilika 3 gL^{-1}). Kode ep: epidermis, bp: berkas pengangkut.

Pengamatan anatomi daun *Dendrobium* secara in vitro menunjukkan bahwa penambahan nanosilika menyebabkan perubahan nyata pada struktur epidermis daun. Pada perlakuan kontrol, sel epidermis tampak lebih kecil dan tersusun rapat dengan lapisan kutikula yang relatif tipis. Sebaliknya, pemberian nanosilika menghasilkan sel epidermis berukuran lebih besar dengan susunan yang lebih teratur serta lapisan kutikula yang lebih tebal dan jelas. Perubahan ini mengindikasikan adanya modifikasi struktural jaringan epidermis sebagai respons terhadap integrasi silika ke dalam dinding sel daun (Nikmah et al., 2017; Sahebi et al., 2016).

Secara fisiologis, pembesaran sel epidermis dan penebalan kutikula pada daun yang diberi nanosilika berkaitan dengan deposisi silika di bawah lapisan kutikula yang membentuk *silicon–cuticle double layer*. Struktur ini meningkatkan kekuatan mekanis dan rigiditas daun, sehingga daun cenderung lebih tegak dan mampu mengoptimalkan penangkapan cahaya untuk fotosintesis. Selain itu, epidermis yang lebih berkembang berperan dalam meningkatkan efisiensi transmisi cahaya menuju jaringan mesofil serta mengurangi kehilangan air melalui transpirasi, yang sangat penting bagi ketahanan bibit anggrek hasil kultur jaringan pada fase aklimatisasi (Metusala et al., 2017). Dengan demikian, nanosilika berfungsi sebagai elemen semiesensial yang memperkuat struktur pelindung daun.

KESIMPULAN

Pemberian nanosilika pada media kultur jaringan memengaruhi karakter pertumbuhan dan kualitas fisiologis planlet anggrek yang tercermin pada peningkatan panjang akar, perubahan warna daun, serta modifikasi anatomi akar dan daun. Perlakuan nanosilika meningkatkan ukuran sel epidermis akar dan daun serta membentuk berkas pengangkut akar yang lebih kompak. Perubahan parameter warna daun menunjukkan peningkatan kualitas fisiologis jaringan fotosintetik.

DAFTAR PUSTAKA

Adawiyah, A., Tridesianti, S., Oktaviani, V., Julita, U., & Supriyatna, A. (2024). Pertumbuhan Kultur Meristem Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan Penambahan Kombinasi Benzylaminopurine (BAP) dan Indole Butyric Acid (IBA). *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*, *6*(2), 164–174. Retrieved from: https://doi.org/10.36423/agroscript.v6i2.2012

Adrees, M., Ali, S., Rizwan, M., Zia-ur-Rehman, M., Ibrahim, M., Abbas, F., Farid, M., Qayyum, M. F., & Irshad, M. K. (2015). Mechanisms of silicon-mediated alleviation of heavy metal toxicity in plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *119*, 186–197. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.05.011

Alsaeedi, A., El-Ramady, H., Alshaal, T., El-Garawany, M., Elhawat, N., & Al-Otaibi, A. (2019). Silica nanoparticles boost growth and productivity of cucumber under water deficit and salinity stresses by balancing nutrients uptake. *Plant Physiology and Biochemistry*, *139*(December 2018), 1–10. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.03.008

Currie, H. A., & Perry, C. C. (2007). Silica in plants: Biological, biochemical and chemical studies. *Annals of Botany*, *100*(7), 1383–1389. Retrieved from: https://doi.org/10.1093/aob/mcm247

Dung, P. D., Ngoc, L. S., Thuy, N. N., Truc, L. T. M., Le, B. Van, Phu, D. Van, Duy, N. N., & Hien, N. Q. (2016). Effect Of Nanosilica From Rice Husk On The Growth Enhancement Of Chilli Plant (*Capsicum frutescens* L .). *Journal of Science and Techmology*, *54*(5), 607–613. Retrieved from: https://doi.org/10.15625/0866-708X/54/5/7034

Ehirim, B. O., Ishaq, M. N., Agboire, S., Solomon, C., Ejizu, A. N., & Diarra, A. (2014). Acclimatization: An Important Stage in Tissue Culture. *Asian American Plant Science Research Journal*, *1*(April), 1–7. Retrieved from: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15272.47369

Ismail, L. M., Ismail, L. M., Soliman, M. I., Soliman, M. H., El-Aziz, M. H. A., El-Aziz, M. H. A., Abdel-Aziz, H. M. M., & Abdel-Aziz, H. M. M. (2022). Impact of Silica Ions and Nano Silica on Growth and Productivity of Pea Plants under Salinity Stress. *Plants*. Retrieved from:https://doi.org/10.3390/plants11040494

Khasanah, I., Prihastanti, E., Hastuti, E. D., & Subagio, A. (2016). Pengaruh Kombinasi Pupuk daun dan Nano silika terhadap Pertumbuhan Anggrek (*Dendrobium* sp.) pada Subkultur secara In Vitro. *Jurnal Biologi*, *5*(3), 15–22.

Lu, M. M. D., Silva, D. M. R. De, Peralta, E. K., & Fajardo, A. N. (2015). Effects of Nanosilica Powder from Rice Hull Ash on Seed Germination of Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Philippine E-Journal for Applied Reseacrch and Development*, *5*(1997), 11–22.

Metusala, D., Supriatna, J., Nisyawati, & Sopandie, D. (2017). Comparative leaf and root anatomy of two Dendrobium species (Orchidaceae)

from different habitat in relation to their potential adaptation to drought. *AIP Conference Proceedings*, *1862*(July). Retrieved from: https://doi.org/10.1063/1.4991222

Mulwa, R. M. S., & Mwanza, L. M. (2006). Biotechnology approaches to developing herbicide tolerance/selectivity in crops. *African Journal of Biotechnology*, *5*(5), 396–404. Retrieved from: https://doi.org/10.4314/ajb.v5i5.

Nasution, L. Z., Hasibuan, M., & Manurung, E. D. (2020). Adaptability of tissue-cultured Dendrobium orchid planlets on planting media and its position during acclimatization process. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *454*(1). Retrieved from: https://doi.org/10.1088/1755-1315/454/1/012166

Nikmah, Z. C., Slamet, W., & Kristanto, B. A. (2017). Aplikasi silika dan NAA terhadap pertumbuhan Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* l.) pada tahap aklimatisasi. *Journal of Agro Complex*, *1*(3), 101. Retrieved from: https://doi.org/10.14710/joac.1.3.101-110

Oliveira, V. del C., & Sajo, M. das G. (1999). Root anatomy of nine orchidaceae species. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *42*(4). Retrieved from:https://doi.org/10.1590/s1516-89131999000400005

Pikukuh, P., Djajadi, Tyasmoro, S. Y., & Aini, N. (2015). Pengaruh Frekuensi dan Konsentrasi Penyemprotan Pupuk Nano Silika (Si) terhadap Pertumbuhan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, *3*(3), 249–258.

Raynalta, E., & Sukma, D. (2015). Pengaruh Komposisi Media dalam Perbanyakan Protocorm Like Bodies, Pertumbuhan Planlet, dan Aklimatisasi *Phalaenopsis amabilis*. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, *4*(3), 131. Retrieved from: https://doi.org/10.29244/jhi.4.3.131-139

Rofik, A. (2018). Peluang Wirausaha Budidaya Anggrek *Dendrobium* hybrid. *Jurnal Abdimas Mahakam*, *2*(1), 1–5. Retrieved from: https://doi.org/10.24903/jam.v2i1.288

Sahebi, M., Hanafi, M. M., & Azizi, P. (2016). Application of silicon in plant tissue culture. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, *52*(3), 226–232. Retrieved from: https://doi.org/10.1007/s11627-016-9757-6

Santi, L. P. (2016). Pemanfaatan Bio-Silika untuk Meningkatkan Produktivitas dan Ketahanan Terhadap Cekaman Kekeringan pada Kelapa Sawit. *Seminar Nasional Pengembangan Pertanian Berkelanjutan Yang Adaptif Terhadap Perubahan Iklim Menuju Ketahanan Pangan Dan Energi*, *1*, 456–466.

Sasidharan, R., Voesenek, L. A. C. J., & Pierik, R. (2011). Cell wall modifying proteins mediate plant acclimatization to biotic and abiotic stresses. In *Critical Reviews in Plant Sciences* (Vol. 30, Issue 6, pp. 548–562). Taylor & Francis Group . Retrieved from: https://doi.org/10.1080/07352689.2011.615706

Sivanesan, I., & Park, S. W. (2014). The role of silicon in plant tissue culture. *Frontiers in Plant Science*, *5*(October), 2012–2015. Retrieved from: https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00571

Teixeira da Silva, J. A., Cardoso, J. C., Dobránszki, J., & Zeng, S. (2015). Dendrobium micropropagation: a review. *Plant Cell Reports*, *34*(5), 671–704. Retrieved from: https://doi.org/10.1007/s00299-015-1754-4

Widiastoety, D., Solvia, N., & Soedarjo, M. (2016). Potensi Anggrek Dendrobium dalam Meningkatkan Variasi dan Kualitas Anggrek Bunga Potong. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, *29*(3), 101–106. Retrieved from: https://doi.org/10.21082/jp3.v29n3.2010.p101-106