

PENGARUH PEMUPUKAN NANO ZINC DAN VITAMIN B1 TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN ALPUKAT YM (*Persea americana*) MENGUNAKAN SISTEM IRIGASI TETES



Deannisa Nirmala^{1*)}, Susiyanti¹⁾, Abdul Hasyim Sodiq¹⁾, Dewi Firnia¹⁾

¹Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

*Corresponding author: deannisanirmala@gmail.com

To cite this article:

Nirmala, D., Susiyanti, S., Sodiq, A. H., & Firnia, D. (2024). Deannisa Nirmala Pengaruh Pemupukan Nano Zinc dan Vitamin B1 terhadap Pertumbuhan Tanaman Alpukat YM (*Persea americana*) Menggunakan Sistem Irigasi Tetes. *Jurnal Ilmiah Membangun Desa Dan Pertanian*, 9(2), 117–126. <https://doi.org/10.37149/jimdp.v9i2.975>

Received: December 05, 2023; **Accepted:** February 29, 2024; **Published:** March 01, 2024

ABSTRACT

The avocado plants had various types and were favored by the Indonesian community. This was one of the reasons for the increased production. One type of avocado in Indonesia is the YM avocado from Lebak. The research aimed to enhance the growth of YM avocado plants by applying nano zinc fertilizer and vitamin B1. This research was carried out in May-August. It was an experimental study with a randomized block design with two factors. It employed Analysis of Variance (ANOVA) and post hoc tests using the Duncan Multiple Range Test (DMRT) at 5%. The first factor was Vitamin B1 (V) (15 mg/l, 30 mg/l, and 45 mg/l), the second factor was nano zinc fertilizer (Z) (2 ml/l, four ml/l, and six ml/l) and repeated three times, so there were 27 plants. Growth parameters observed included plant height, stem diameter, leaf length, leaf width, length-to-width ratio, leaf count, and leaf greenness index. The 45 mg/l dosages of vitamin B1 showed the best influence on planted growth, resulting in a height increase of 54.83 cm, a leaf length of 11.53 cm, a leaf length-to-width ratio of 2.57 cm, and a leaf greenness index of 50.11 units. The broadest leaf expansion occurred at the 15 mg/l dosage, reaching 5.44 cm. On the other hand, nano zinc fertilizer positively impacted stem diameter growth, especially with the optimal dosage of 6 ml/l, increasing from 8.50 mm. Combining nanozinc fertilizer and vitamin B1 supports plant growth by providing essential micronutrients and accelerating vegetative growth. However, vitamin B1 and nano zinc fertilizer do not exhibit a positive interaction in promoting the development of YM avocado plants.

Keywords: nanotechnology; plant nutrients; vitamin B1; zinc.

PENDAHULUAN

Tanaman alpukat banyak disenangi masyarakat Indonesia. Hal ini yang menjadi salah satu alasan peningkatan hasil produksi. Menurut data BPS produksi tanaman buah-buahan 2021, produksi alpukat di Indonesia sebanyak 669.260 ton (Badan Pusat Statistik, 2020) sedangkan pada tahun 2020 sebanyak 609.049 t (Badan Pusat Statistik, 2020), hal ini menunjukkan peningkatan jumlah hasil produksi buah alpukat di Indonesia. Adapun jenis alpukat yang ada di Indonesia cukup beragam, yaitu alligator, murapi, wina, kendil, tanpa biji, jambon, mentega, pluwang, hass, dan miki. Salah satu alpukat yang menjadi primadona, yaitu alpukat YM (Verti et al., 2021). Tanaman alpukat YM tidak banyak dikenal oleh masyarakat dan jarang dijumpai. Maka perlu adanya pengembangan dan perbanyakannya yang tepat untuk meningkatkan minat masyarakat.

Vitamin B1 merupakan salah satu fitohormon, yaitu zat yang dalam jumlah sedikit mampu memberikan pengaruh pada tumbuh dan berkembangnya jaringan tanaman (Harsono & Khairunnisa, 2014). Selain itu vitamin B1 (thiamine) adalah zat dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan jaringan tanaman. Vitamin B1 merupakan kelompok fitohormon, yang bekerja sebagai metabolisme tanaman, saat proses anabolisme yaitu pada proses fotosintesis untuk merangsang pertumbuhan akar (Syahrani et al., 2022). Adapun untuk memberikan pengaruh yang nyata terhadap tanaman diperlukan dosis yang tepat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Harsono Khairunnisa (2014), dosis vitamin B1 3 ml/l memberikan pengaruh terhadap penambahan jumlah daun serta tinggi

tanaman gandaria. Penggunaan dosis yang sesuai juga perlu didukung dengan waktu yang tepat untuk pengaplikasiannya. Sebagai kebutuhan pendukung bagi tanaman diperlukan juga pemenuhan nutrisi mikro lainnya. Sedangkan, dalam penelitian yang dilakukan menggunakan dosis vitamin B1 15 mg/l, 30 mg/l, dan 45 mg/l. Penggunaan dosis didasarkan karena vitamin B1 yang digunakan pada penelitian yang dilaksanakan oleh Harsono dan Khairunnisa (2014) merupakan pupuk yang terdapat unsur makro, serta didasari oleh perbedaan tanaman dan perbedaan famili.

Penggunaan nano teknologi menjadi optimal untuk pengefektifan pemberian pupuk. Adapun nano teknologi jika diterapkan pada pupuk dapat mengurangi terbuangnya pupuk. Menurut Gogos et al. (2012) ukuran pupuk yang berukuran semakin kecil memudahkannya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk untuk segera diserap tanaman. Ketersediaan fisiologis yang lebih baik untuk tanaman, yang seharusnya menghasilkan lebih ramah lingkungan, aplikasi mudah dan ekonomis. Hal ini cocok diaplikasikan pada pemenuhan unsur mikro pada tanaman. Maka adanya penggunaan teknologi nano pada unsur zinc, sehingga disebut nano zinc.

Pemenuhan mikro zinc kurang banyak ditemukan. Menurut Sturikova et al., (2018) unsur zinc atau seng, berasal dari mineral yang mengandung seng oksida, sulfat, sulfida, karbonat, silikat dan fosfat, yang pada gilirannya dilepaskan dari induknya batu. Sumber lain termasuk proses atmosfer (kebakaran semak, aktivitas vulkanik), biotik proses (dekomposisi, pencucian dari permukaan daun) dan, yang tak kalah pentingnya, aktivitas antropogenik. Berdasarkan penelitian Sadak & Bakry (2020), perlakuan nano ZnO dengan konsentrasi 40 mg/l berpengaruh nyata pada parameter bobot segar pucuk, bobot kering pucuk, panjang akar, berat segar akar dan berat kering akar pada tanaman rami. Sedangkan pada penelitian Ahmed et al., (2023), menunjukkan hasil bahwa pengaplikasian 100 ppm nano Zn memberikan hasil terbaik pada parameter pertumbuhan, sifat fisiologis dan sifat kualitas pada tanaman tomat. Hasil penelitian Hussein & Abou-Baker (2018), pengaplikasian nano Zn 200 ppm berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kapas. Produk nano zinc yang tersedia di pasaran, salah satunya adalah nano zifer. Adapun zat yang terkandung dalam pupuk nano zifer (nano zinc oxide) adalah ZnO saja. Penggunaan pupuk nano zinc di Indonesia sangat jarang ditemui sehingga pupuk nano zinc di Indonesia tidak terdapat banyak. Adapun pupuk nano zinc yang telah dilakukan uji dan dijual hanya satu, yaitu Zinc Oxide yang berupa pupuk cair. Oleh karena itu dosis yang digunakan dalam penelitian adalah 2 ml/l, 4ml/l dan 6 ml/l.

Drip irrigation system atau sistem irigasi tetes merupakan cara pemberian air maupun nutrisi pada tanaman melalui tetesan di permukaan media tanam dekat akar (Triana et al., 2018). Sistem irigasi tetes dapat memenuhi kebutuhan pupuk serta air lebih cepat, yaitu dengan meneteskan air dan pupuk secara perlahan pada zona akar tanaman sehingga kehilangan air sangat sedikit (Mistry & Shaik, 2018). Irigasi tetes digunakan untuk meningkatkan penyerapan air dan pupuk serta mencegah terbuangnya air dan pupuk. Irigasi tetes lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan penyiraman dengan sistem kocor. Sistem Irigasi tetes memiliki manfaat lebih, seperti menghemat penggunaan tenaga karena disiram secara otomatis, yang menyebabkan berkurangnya biaya pengelolaan, menghemat penggunaan pupuk, serta dapat digunakan untuk lahan sempit dan permukaan lahan tidak rata. Penggunaan irigasi tetes perlu diperhatikan, karena, jika air yang menetes pada media tanam cukup atau tidak berlebihan akan menjaga kelembaban tanah serta mencegah terjadinya perkolasi (Triana et al., 2018). Air yang menetes dari sistem irigasi tetes biasanya diatur melalui *water dripper*.

Penggunaan vitamin B1 dan nano zinc melalui sistem irigasi tetes belum dilakukan. Oleh karena itu sistem irigasi tetes dalam pemberian pupuk nano zinc dan vitamin B1 dapat mengoptimalkan serta mencegah terbuangnya pupuk dan vitamin. Berdasarkan peranan dan fungsi vitamin B1 yang dikombinasikan dengan nano zinc diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman alpukat YM. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman alpukat YM dengan menggunakan vitamin B1 dan pupuk nano zinc hingga diketahui dosis yang sesuai.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kampung Cikuya, Desa Sindanghari, Kecamatan Pabuaran, Kabupaten Serang, Banten dengan ketinggian 117 mdpl. Kegiatan penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai Agustus 2023.

1. Tahapan Penelitian

Persiapan media tanam tanah dicangkul kemudian disaring agar tidak tercampur dengan batu, kemudian disiapkan arang sekam. Campurkan tanah, dan arang sekam dengan perbandingan 1:1. Media tanam tersebut kemudian dimasukkan ke dalam polybag berukuran 40 x 40 cm

menggunakan sekop setengah bagian kemudian tanaman alpukat YM dimasukkan ke dalam polybag, kemudian diisi dengan tanah kembali hingga $\frac{3}{4}$ bagian polybag terisi. Pemindahan tanaman dilakukan pada pagi hari dengan menanam tanaman alpukat YM pada polybag ukuran 40 x 40 cm yang berisi media campuran tanah dan arang sekam.

Pengaplikasian vitamin B1 merk vitamin B1 IPI diberikan sebanyak 15 mg/l, 30 mg/l dan 45 mg/l dan nano zinc merk nano zifer sebanyak 2 ml/l, 4 ml/l dan 6 ml/l. Vitamin B1 diberikan kepada tanaman setiap 1 minggu sekali sedangkan nano zinc setiap 2 minggu sekali. Vitamin B1 yang diberikan pada tanaman dihaluskan menggunakan blender, kemudian dimasukkan ke dalam plastik klip sesuai dengan dosis, yaitu 15 mg, 30 mg dan 45 mg ditimbang menggunakan timbangan analitik. Vitamin B1 yang telah dibuat serbuk dilarutkan dalam satu liter air untuk satu tanaman. Pupuk nano zinc berbentuk larutan pekat sehingga pengaplikasiannya perlu diencerkan terlebih dahulu. Pupuk nano zinc dimasukkan ke dalam gelas ukur sebanyak 2 ml, 4 ml, dan 6 ml. Kemudian pupuk nano zinc yang telah diukur dimasukkan dalam satu liter air. Pemberian vitamin B1 dan pupuk nano zinc dilakukan menggunakan sistem irigasi tetes, yaitu dengan memasukkan ke dalam botol yang telah dipasang *water dripper* pada setiap tanaman.

Pemeliharaan meliputi penyiraman, pemberian pelakuan, dan penyiangan gulma. Penyiraman dilakukan dengan *sistem irigasi tetes* yang atur setiap 2 hari sekali, adapun apabila terdapat gulma pada sekitar tanaman dalam polybag, dilakukan pembersihan dengan cara manual dicabut menggunakan tangan.

Pengamatan dilakukan pada umur 8 MST. Pengamatan yang akan dilakukan terhadap tanaman alpukat YM yaitu tinggi tanaman (cm), panjang daun (cm), lebar daun (cm), rasio panjang lebar daun (cm), kehijauan daun (unit), diameter batang (cm), dan jumlah daun (helai). Pengamatan tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun dilakukan dengan menggunakan meteran. Pengukuran tinggi dilakukan mulai dari leher batang (diatas permukaan tanah) hingga batang tertinggi. Panjang daun diukur pada bagian tengah daun (tulang daun), dimulai dari tangkai daun hingga ke ujung daun. Lebar daun diukur secara melintang melewati tulang daun dari sisi ke sisi. Rasio panjang lebar daun diukur menggunakan hasil pengukuran panjang daun dibandingkan (dibagi) lebar daun, sehingga dapat menentukan apakah daun melebar atau memanjang. Kehijauan daun merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui jumlah klorofil daun, pengukurannya menggunakan alat Indeks kehijauan daun (SPAD) dengan menjepit helai daun pada kepala klorofil meter kemudian muncul besarnya indeks kehijauan daun dalam satuan unit. Diameter batang diukur menggunakan jangka sorong digital dengan menempatkan batang pada tengah rahang dalam sampai muncul angka diameter batang dalam satuan mm. Jumlah daun dilakukan secara manual dengan menghitung banyaknya daun yang ada pada tanaman.

2. Pengolahan dan Analisis Data

Penelitian ini merupakan penelitian dengan menggunakan RAK faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama yaitu vitamin B1 (15 mg/l, 30 mg/l, dan 45 mg/l) dan faktor kedua yaitu nano zinc (2 ml/l, 4 ml/l, dan 6 ml/l) dan menggunakan 3 kelompok sehingga terdapat 27 tanaman yang masing-masing diberikan perlakuan berbeda yang dijadikan sampel. Untuk membandingkan tanaman antar kelompok dilakukan pengolahan data menggunakan ANOVA. Untuk membandingkan pengaruh perlakuan dilakukan pengujian lanjut menggunakan DMRT dengan Taraf 5%, hal ini dikarenakan uji DMRT memiliki ketelitian yang lebih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman bertambah seiring waktu, menunjukkan bahwa memang demikian pembelahan dan perluasan sel terjadi. Pertumbuhan suatu tanaman sungguh menakjubkan di bawah pengaruh faktor lingkungan, faktor fisiologis dan genetik. Menurut Sugianto et al., (2022) proses metabolisme internal sangat mempengaruhi tinggi tanaman itu sendiri. Tanaman membutuhkan semua unsur hara tambahan atau dengan penambahan pupuk. Pertambahan tinggi tanaman merupakan indikator pertumbuhan dan perkembangan tanaman, yang menentukan produktivitas tanaman.

Hasil perhitungan pada Tabel 1 pelakuan vitamin B1 pupuk zinc teknologi nano, dan interaksi antar kedua perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman. Parameter tinggi tanaman bermaksud untuk dapat mengetahui tanaman yang diberikan perlakuan mengalami pertumbuhan terhitung saat awal pindah tanam hingga akhir pengamatan. Berikut merupakan hasil penelitian pada parameter tinggi tanaman (cm) yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman (cm) tanaman alpukat YM (*Persea americana*) terhadap pengaruh pemberian vitamin B1 dan pupuk zinc teknologi nano.

Vitamin B1 (V)	Nano Zinc (N)			Rata-rata
	2 ml	4 ml	6 ml	
15 mg	51,00	48,67	49,93	49,87b
30 mg	55,50	54,43	51,67	53,87a
45 mg	55,57	54,57	54,37	54,83a
Rata-rata	54,02	52,56	51,99	

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan pada Tabel 1 Pertumbuhan tinggi tanaman alpukat YM menunjukkan hasil yang cenderung meningkat. Penggunaan vitamin B1 pada tanaman Alpukat YM memberikan pengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan. Pemberian dosis 15 mg/l, 30 mg/l dan 45 mg/l diketahui memberikan pengaruh nyata, hal ini dapat dilihat dari Tabel 1 yang menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan pada tanaman tinggi tanaman semakin meningkat. Adapun pemberian dosis 15 mg/l diketahui memberikan pengaruh terbaik. Hal ini diduga konsentrasi vitamin B1 yang diberikan pada tanaman memiliki unsur yang sesuai. Menurut Inung Yustitia (2017) konsentrasi vitamin B1 yang tepat akan memberikan pengaruh terhadap metabolisme akar sehingga dapat menunjang pertumbuhan. Metabolisme akar yang baik akan menyebabkan bagian lain tanaman tumbuh dengan baik, hal ini dikarenakan reaksi metabolisme tanaman menghasilkan banyak senyawa. Adapun pada saat tanaman melalui respirasi, tanaman akan melakukan sintesis senyawa penting seperti protein, karbohidrat, lemak dan senyawa esensial lain.

Vitamin B1 dapat menurunkan stress pada tanaman yang baru dilakukan pindah tanam. Menurut Surtinah & Mutryarny (2013) vitamin B1 dapat merangsang hormon dalam jaringan tanaman untuk mempercepat pembelahan sel dan memperbesar sel, sehingga lebih cepat dalam menghasilkan sel baru. Pembelahan sel, pembesaran sel, pemanjangan sel ini terjadi pada meristem apikal batang serta meristem interkalar terletak pada ruas batang sehingga terjadi pertambahan tinggi tanaman. Sedangkan menurut Rosado-Souza et al., (2020) selain digunakan sebagai pemacu pertumbuhan, vitamin B1 juga dapat digunakan sebagai penanganan patogen. Karena penambahan vitamin B1 dapat meningkatkan ketahanan terhadap patogen, dengan cara melawan infeksi patogen secara sistemik yang dibantu oleh asam salisilat. Hal ini berlangsung selama 15 hari setelah pengaplikasian. Pengaplikasian vitamin B1 dengan sistem irigasi tetes yang membuat pemberian menjadi tepat pada akar sehingga vitamin B1 dapat segera diserap dan lebih optimal, namun pemberian vitamin B1 dengan sistem irigasi tetes ini belum pernah dilakukan sebelumnya.

Pemberian pupuk nano zinc pada tanaman alpukat YM tidak memberikan pengaruh yang nyata, dan tidak memberikan pengaruh interaksi antar vitamin B1 dengan pupuk nano zinc. Pada penelitian yang dilakukan Raisa et al., (2022) diberikan dengan sistem penyiraman menggunakan gembor, memberikan pengaruh. Tidak adanya pengaruh penggunaan pupuk nano zinc pada tanaman alpukat YM, serta tidak adanya interaksi dengan vitamin B1 diduga karena pemberian pupuk nano zinc yang tidak merata, karena penggunaan sistem irigasi tetes. Penerapan sistem irigasi tetes memang memusatkan pada akar, namun hanya pada sebagian akar, bada bagian lainnya tidak tersiram langsung oleh pupuk nano zinc. Pemberian pupuk nano zinc pada tanaman sebaiknya diberikan secara merata pada media, karena pupuk yang diberikan memiliki partikel yang lebih kecil sehingga mudah meresap, namun apabila tidak diserap oleh akar secara maksimal dapat tercuci oleh air yang diberikan, sehingga kurang optimal.

Diameter Batang

Hasil perhitungan pada Tabel 2 Parameter diameter batang (mm) yang dilakukan pada 8 MSPT. Tanaman alpukat usia 8 MSPT pada perlakuan pupuk zinc berpengaruh nyata terhadap parameter diameter batang. Berikut merupakan hasil penelitian pada parameter diameter batang (mm) yang disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan data pada Tabel 2 diketahui bahwa pemberian nano zinc memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman alpukat YM. Pemberian nano zinc menunjukkan pengaruh nyata pada 8 MSPT. Rata-rata diameter batang pada pemberian pupuk nano zinc 2 ml/l 7,79 mm, 4 ml/l 7,81 mm dan 6 ml/l 8,50 mm. Dosis 6 ml/l mempengaruhi pertambahan diameter batang sehingga memiliki diameter yang lebih besar dibanding 2 ml/l dan 4 ml/l. Menurut Kurniawan et al., (2020) Zn terlibat dalam beberapa fungsi enzim yaitu untuk meningkatkan reaksi-reaksi metabolik, sintesis senyawa-senyawa pertumbuhan tanaman.

Tabel 2. Rata-rata diameter batang (mm) tanaman alpukat YM (*Persea americana*) terhadap pengaruh pemberian vitamin B1 dan pupuk zinc teknologi nano.

Vitamin B1 (V)	Nano Zinc (N)			Rata-rata
	2 ml	4 ml	6 ml	
15 mg	7,87	7,77	8,73	8,12
30 mg	7,70	7,77	7,77	7,74
45 mg	7,80	7,90	9,00	8,23
Rata-rata	7,79a	7,81a	8,50a	

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Pemberian vitamin B1 pada tanaman alpukat YM tidak memberikan pengaruh terhadap penambahan diameter batang. Hal ini karena tanaman berada pada masa vegetatif sehingga cenderung memiliki diameter batang yang lebih kecil, maka tanaman lebih membutuhkan unsur hara mikro seperti zinc. Pupuk nano zinc dan vitamin B1 yang diberikan tidak memberikan pengaruh interaksi karena adanya pengaruh dari kurangnya unsur hara pada tanah sehingga perlakuan tidak menunjukkan hasil yang nyata. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Friendly et al., (2021) vitamin B1 yang diberikan pada tanaman berupa produk yang telah ditambahkan unsur hara mikro, sehingga memberikan pengaruh yang nyata. Tanaman yang kurang unsur hara akan mengalami penurunan, maka saat melakukan penanaman perlu diberikan pupuk makro terlebih dahulu.

Unsur hara zinc merupakan unsur mikro yang keberadaannya dibutuhkan oleh tanaman. Menurut Raisa et al., (2022) apabila unsur hara zinc terpenuhi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Namun, jika tanaman kelebihan unsur zinc tidak akan memberikan pengaruh yang nyata. Oleh karena itu dosis 2 ml/l, 4 ml/l, dan 6 ml/l dapat dikatakan sesuai untuk menunjang pertumbuhan diameter batang tanaman alpukat YM. Pemberian nano zinc dapat mengoptimalkan pertumbuhan karena partikel yang berukuran kecil sehingga dapat diserap dengan maksimal oleh tanaman. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Ahmed et al., (2023) mengemukakan bahwa dengan menggunakan produk pupuk berteknologi nano, hasil pertanian yang optimal dapat dicapai dengan mengaplikasikan jumlah pupuk yang lebih sedikit dibanding dengan menggunakan pupuk konvensional. Sehingga penggunaan pupuk sangat efisien, efektif dan dapat menurunkan biaya produksi.

Panjang Daun

Hasil perhitungan pada Tabel 3 parameter panjang daun (cm) yang dilakukan pada 8 MSPT. Pada perlakuan pemberian vitamin B1 berpengaruh nyata terhadap parameter panjang daun. Berikut merupakan hasil penelitian pada parameter panjang daun (cm) yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata panjang daun (cm) tanaman alpukat YM (*Persea americana*) terhadap pengaruh pemberian vitamin B1 dan pupuk zinc teknologi nano

Vitamin B1 (V)	Nano Zinc (N)			Rata-rata
	2 ml	4 ml	6 ml	
15 mg	9,97	10,73	10,53	10,41b
30 mg	10,90	10,73	11,03	10,89ab
45 mg	12,27	11,53	11,40	11,73a
Rata-rata	11,04	11,00	10,99	

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan data pada Tabel 3, diketahui bahwa pemberian vitamin B1 memberikan pengaruh yang signifikan. Vitamin B1 memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang daun adapun dosis yang memiliki pengaruh terbaik adalah 30 mg/l dengan rata-rata 10,89 cm dibuktikan dengan panjang daun yang lebih dibandingkan pada 15 mg/l 10,41 cm dan 45 mg/l 11,73 cm. Vitamin B1 yang diberikan pada tanaman alpukat YM sesuai dengan kebutuhan tanaman sehingga memberikan pengaruh yang nyata. Vitamin merupakan salah satu senyawa organik yang dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah sedikit. Vitamin berperan dalam proses pertumbuhan tanaman sebagai katalisator dalam proses metabolisme. Salah satu vitamin yang sering digunakan untuk merangsang pertumbuhan tanaman adalah vitamin B1. Vitamin B1 merupakan suatu unsur yang esensial yang mampu mempercepat pembelahan sel dan meningkatkan aktivitas hormon didalam tanaman yang selanjutnya hormon tersebut mendorong pembelahan sel-sel baru (Amalia et

al., 2013). Namun pupuk nano zinc tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertambahan panjang daun tanaman alpukat YM dan pemberian vitamin B1 dan pupuk nano zinc tidak memberikan pengaruh interaksi antar perlakuan. Adapun adanya pengaruh interaksi artinya terhadap hubungan saling membutuhkan antara perlakuan sehingga saling mempengaruhi.

Vitamin B1 diberikan pada tanaman yang tepat akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yustitia (2017) konsentrasi pemberian vitamin B1 (*Thiamin*) memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertambahan panjang daun. Hal ini dikarenakan vitamin B1 akan lebih optimal dalam merangsang pembelahan sel, sehingga pada tanaman yang dilakukan pindah tanam akan mudah beradaptasi dengan lingkungan (anti stress) (Inung Yustitia, 2017). Penelitian berlangsung pada musim kemarau, sehingga kebutuhan air meningkat sehingga menyebabkan stress pada tanaman. Maka vitamin B1 sangat dibutuhkan pada tanaman alpukat YM, serta pemberian air melalui sistem irigasi tetes menjaga media tetap lembab.

Lebar Daun

Hasil perhitungan pada Tabel 4 parameter lebar daun (cm) yang dilakukan pada 8 MSPT. Pada perlakuan pemberian vitamin B1 berpengaruh nyata terhadap parameter lebar daun. Berikut merupakan hasil penelitian pada parameter lebar daun (cm) yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata lebar daun (cm) tanaman alpukat YM (*Persea americana*) terhadap pengaruh pemberian vitamin B1 dan pupuk zinc teknologi nano

Vitamin B1 (V)	Nano Zinc (N)			Rata-rata
	2 ml	4 ml	6 ml	
15 mg	5,77	5,60	4,97	5,44a
30 mg	5,50	4,77	5,00	5,09a
45 mg	4,70	4,40	4,60	4,57a
Rata-rata	5,32	4,92	4,86	

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan data pada Tabel 4 diketahui bahwa vitamin B1 memberikan pengaruh yang nyata pada 8 MSPT. Pemberian vitamin B1 15 mg/l memberikan pengaruh terbaik dengan rata-rata 5,44 cm, sedangkan pada dosis 30 mg/l dan 45 mg/l adalah 5,09 cm dan 4,57 cm. Diketahui bahwa semakin tinggi dosis vitamin B1 pertanaman tinggi semakin kurang berpengaruh terhadap pertambahan lebar daun, namun tetap membantu pertumbuhan tanaman. Hal ini diduga karena vitamin B1 sesuai dengan kebutuhan tanaman untuk pertumbuhan lebar daun. Vitamin B1 digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk daun. Vitamin B1 biasanya tidak digunakan secara langsung untuk menambah lebar daun suatu tanaman. Di sisi lain, vitamin B1 mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara umum, termasuk pertumbuhan daun.

Pemberian pupuk nano zinc tidak memberikan pengaruh yang nyata serta tidak memberikan pengaruh yang nyata serta tidak memberikan pengaruh interaksi antar perlakuan. Untuk menambah lebar daun tanaman, vitamin B1 dapat digunakan sebagai komponen pendukung dalam perawatan tanaman secara umum. Diketahui bahwa vitamin B1 adalah salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan tanaman, dan penggunaan pupuk yang tepat atau perawatan umum juga penting untuk mencapai hasil yang diinginkan. Pupuk nano zinc memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman, adapun bentuk pupuk yang digunakan berbentuk serbuk yang dilarutkan, sedangkan dalam penelitian yang dilaksanakan menggunakan pupuk cair (Sadak & Bakry, 2020).

Pemeliharaan yang dilakukan secara rutin seperti pembersihan lahan akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman karena dapat mengurangi perebutan unsur hara dan sinar matahari, serta memberikan ruang yang cukup untuk pertumbuhan tanaman (Mindawati & Heryati, 2006). Tanaman alpukat YM ditanam pada media dalam polybag sehingga pertumbuhan akar terbatas untuk menyerap unsur hara pada maka perlu dilakukan pencabutan gulma pada polybag. Penggunaan irigasi tetes yang menyebabkan media lembab sehingga pertumbuhan gulma menjadi lebih cepat, sehingga dilakukan pencabutan gulma setiap 2 hari sekali pada saat pengisian air pada botol irigasi.

Rasio Panjang Lebar Daun

Hasil perhitungan pada Tabel 5 parameter rasio panjang lebar daun (cm) yang dilakukan pada 8 MSPT. Pada perlakuan pemberian vitamin B1 berpengaruh nyata terhadap parameter rasio

panjang lebar daun. Berikut merupakan hasil penelitian pada parameter rasio panjang lebar daun (cm) yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata rasio panjang lebar daun (cm) tanaman alpukat YM (*Persea americana*) terhadap pengaruh pemberian vitamin B1 dan pupuk zinc teknologi nano

Vitamin B1 (V)	Nano Zinc (N)			Rata-rata
	2 ml	4 ml	6 ml	
15 mg	1,75	1,94	2,12	1,94b
30 mg	1,99	2,26	2,21	2,15ab
45 mg	2,61	2,63	2,48	2,57a
Rata-rata	2,12	2,27	2,27	

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Rasio panjang lebar daun merupakan pengukuran yang digunakan untuk mengetahui apakah pertumbuhan daun memanjang atau membulat. Untuk itu diketahui bahwa nilai yang dihasilkan menunjukkan bahwa pertumbuhan daun tanaman alpukat YM adalah memanjang. Sehingga lebar daun lebih kecil daripada panjang daun. Data pada Tabel 5 menunjukkan berkisar 1,75 sampai dengan 2,63 cm. Rasio panjang lebar daun merupakan hasil pembagian antara panjang daun per lebar daun, sehingga jika data yang dihasilkan semakin besar maka daun lebih panjang daripada lebar daun. Semakin besar nilai yang dihasilkan maka daun semakin memanjang, sedangkan semakin kecil nilainya daun semakin membulat.

Berdasarkan Tabel 5 rasio panjang lebar daun berpengaruh akibat pemberian vitamin B1, adapun dosis vitamin B1 yang paling memberikan pengaruh terhadap daun adalah 45 mg/l dengan nilai 2,57. Pada perlakuan vitamin B1 15 mg/l dan 30 mg/l rasio panjang lebar daun adalah 1,94 dan 2,15, maka diketahui bahwa pemberian vitamin B1 45 mg/l menyebabkan daun lebih memanjang dibandingkan 15 mg/l dan 30 mg/l. Semakin besar dosis pemberian vitamin B1 pada tanaman alpukat YM maka bentuk daunnya semakin memanjang sedangkan semakin kecil dosis vitamin B1 bentuk daun tanaman akan membulat. Pemberian pupuk nano zinc pada tanaman alpukat YM tidak memberikan pengaruh yang nyata, serta tidak memberikan pengaruh interaksi antar perlakuan. Karena pada panjang dan lebar daun, pupuk nano zinc tidak memberikan pengaruh yang nyata serta tidak memberikan pengaruh interaksi. Maka, sebaiknya untuk mempengaruhi rasio panjang dan lebar daun diperlukan perlakuan yang tepat pada panjang daun dan lebar daun.

Vitamin B1 dapat mengurangi stress pada tanaman dan perangsang pertumbuhan organ. Selain digunakan sebagai fitohormon fungsi lain dari thiamine adalah sebagai zat yang mempercepat laju reaksi (katalisator) juga co-enzim (Munir et al., 2016). Suatu co-enzim untuk banyak enzim metabolik sentral dalam vitamin B1 berbentuk TDP (Fitzpatrick & Chapman, 2020). Sehingga semakin luas daun tanaman akan semakin baik pada pertumbuhan tanaman itu sendiri.

Jumlah Daun

Hasil perhitungan pada Tabel 6 parameter jumlah daun (helai) yang dilakukan pada 8 MSPT. Pada perlakuan pemberian vitamin B1 dan nano zinc tidak terdapat interaksi antar perlakuan dan tidak memberikan pengaruh nyata. Berikut merupakan hasil penelitian pada parameter jumlah daun (helai) yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata jumlah daun tanaman alpukat YM (*Persea americana*) terhadap pengaruh pemberian vitamin B1 dan nano zinc

Vitamin B1 (V)	Nano Zinc (N)			Rata-rata
	2 ml	4 ml	6 ml	
15 mg	54,67	43,00	63,67	53,78
30 mg	60,33	58,00	50,33	56,22
45 mg	50,67	43,00	46,00	46,56
Rata-rata	55,22	48,00	53,33	

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Jumlah daun merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui apakah adanya pertumbuhan tanaman yang didasarkan oleh bertambahnya jumlah daun. Pertambahan atau pengurangan jumlah daun untuk mengetahui perkembangan tanaman, respon tanaman terhadap

lingkungan dan adaptasi. Data pada Tabel 6 menunjukkan bahwa jumlah daun mengalami pertambahan, walaupun tanaman mengalami keguguran daun, jumlah pertumbuhan daun tanaman juga terjadi dengan cepat sehingga tidak adanya penurunan jumlah daun.

Jumlah daun pada tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan nutrisi. Faktor lingkungan yang mempengaruhi jumlah daun, yaitu cahaya, suhu, kelembaban, dan ketersediaan air. Tanaman akan merespon lingkungan dengan mengatur jumlah daun untuk mengoptimalkan fotosintesis tanaman. Faktor nutrisi adalah ketika nutrisi tanah terpenuhi maka daun tanaman yang tumbuh akan banyak. Pada Tabel 6 diketahui bahwa tidak adanya interaksi antar perlakuan terhadap jumlah daun. Adanya interaksi dapat diartikan hasil dan pertumbuhan tanaman oleh salah satu perlakuan tergantung pada perlakuan lainnya (Ali Hanafiah, 2016). Tidak ada pengaruh interaksi diduga vitamin B1 dan nano zinc yang diberikan belum memiliki konsentrasi yang tepat untuk pertumbuhan daun. Namun, dari tiga kelompok tanaman yang diamati daun yang tumbuh memiliki jumlah yang cukup banyak, yaitu berkisar 43-63 daun per tanaman pertumbuhan daun sendiri terhitung cepat, dalam seminggu daun yang tumbuh berkisar 4-6 daun muda ditambah dengan pertumbuhan bakal cabang baru.

Pemberian vitamin B1 dapat membantu pembelahan sel apeks pada pucuk daun, sehingga dapat memunculkan daun baru dengan cepat (Friendly et al., 2021). Adapun menurut Raisa et al. (2022) pemberian nano zinc dengan dosis yang tepat memberikan pengaruh yang sangat nyata untuk pertumbuhan jumlah daun (Raisa et al., 2022). Penambahan pupuk makro dan zat pengatur tumbuh juga dapat mempengaruhi. Untuk mempengaruhi tanaman secara biokimia, morfologis dan fisiologis, dapat menambah zat pengatur tumbuh pada tanaman (Wafa et al., 2022). Tidak adanya pengaruh pemberian vitamin B1 dan pupuk nano zinc terhadap pertambahan jumlah daun terjadi akibat adanya keguguran daun, hal ini terjadi karena lingkungan yang tidak memadai, pada saat penelitian kurangnya curah hujan menjadikan suhu lingkungan meningkat sehingga tanaman akan merontokkan daun agar mengurangi kehilangan air. Oleh karena itu selain penyiraman menggunakan irigasi tetes, dilakukan penyiraman pada lingkungan penelitian untuk menurunkan suhu terik.

Indeks Kehijauan Daun

Hasil perhitungan pada Tabel 7 parameter indeks kehijauan daun (unit) yang dilakukan pada 8 MSPT. Pada perlakuan pemberian metabolisme dalam hal mengkonversikan karbohidrat menjadi energi untuk menggerakkan aktivitas di dalam tanaman vitamin B1 terdapat pengaruh yang nyata. Berikut merupakan hasil penelitian pada parameter indeks kehijauan daun (unit) yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata indeks kehijauan daun (unit) alpukat YM (*Persea americana*) terhadap pengaruh pemberian vitamin B1 dan pupuk nano zinc teknologi nano

Vitamin B1 (V)	Nano Zinc (N)			Rata-rata
	2 ml	4 ml	6 ml	
15 mg	46,97	45,23	45,13	45,78a
30 mg	47,50	50,83	47,50	48,61a
45 mg	48,23	52,50	49,60	50,11a
Rata-rata	47,57	49,52	47,41	

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Indeks kehijauan merupakan pengukuran untuk mengetahui kandungan klorofil pada daun tanaman alpukat YM menggunakan alat pengukuran indeks kehijauan daun. Berdasarkan data pada Tabel 7 diketahui bahwa pemberian vitamin B1 15 mg/l, 30 mg/l dan 45 mg/l memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter indeks kehijauan daun. Indeks kehijauan daun menggambarkan klorofil daun berdasarkan kadar unsur N pada tanaman (Fatchul Aziez et al., 2014). Berdasarkan Tabel 7 indeks kehijauan daun pada tanaman berbeda-beda. Pemberian vitamin B1 45 mg/l memberikan pengaruh terbaik, dengan indeks kehijauan daun sebesar 50,11 unit, hal ini menunjukkan bahwa kandungan N pada tanah lebih banyak dibandingkan pada pemberian vitamin B1 15 mg/l dan 30 mg/l. Pupuk nano zinc yang diberikan pada tanaman alpukat YM tidak berpengaruh nyata terhadap indeks kehijauan daun serta tidak memberikan pengaruh interaksi dengan vitamin B1. Hal ini diduga karena pupuk nano zinc yang diberikan kurang sesuai untuk kebutuhan tanaman dibandingkan dengan vitamin B1.

Vitamin B1 berfungsi untuk membantu proses metabolisme dalam hal mengkonversikan karbohidrat menjadi energi untuk menggerakkan aktivitas di dalam tanaman. Hal ini dapat mempengaruhi pembentukan sel-sel klorofil daun dalam proses fotosintesis (Aini et al., 2023). Adapun pemberian pupuk nano zinc yang diberikan pada tanaman adalah 2 ml/l, 4 ml/l dan 6 ml/l.

Pemberian pupuk nano zinc cair pada penelitian yang dilakukan oleh Raisa *et al.*, (2020) memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bunga lisianthus dengan dosis 2 ml/l, namun pada tanaman alpukat YM tidak memberikan pengaruh nyata. Perbedaan tanaman dan famili menyebabkan perbedaan kebutuhan unsur hara. Alpukat YM merupakan tanaman buah dan berbatang kayu sehingga kebutuhan pupuk berbeda dengan tanaman lisianthus yang termasuk ke dalam tanaman bunga. Tanaman alpukat YM membutuhkan lebih banyak unsur hara, oleh karena itu dosis pupuk nano zinc yang diberikan kurang sesuai, sebaiknya dosis ditambahkan melebihi 6 ml/l.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian pupuk nano zinc terhadap tanaman alpukat YM dengan dosis 2 ml/l, 4 ml/l dan 6 ml/l tidak memberikan pengaruh secara signifikan pada pertumbuhan tanaman. Pupuk nano zinc hanya berpengaruh pada parameter diameter batang, dengan dosis terbaik yaitu 6 ml/l. Vitamin B1 memberikan pengaruh terhadap parameter tinggi tanaman, panjang daun, rasio panjang lebar daun, dan indeks kehijauan daun, dengan dosis terbaik yaitu 45 mg/l. Namun, vitamin B1 dan nano zinc tidak menunjukkan interaksi positif terhadap pertumbuhan tanaman alpukat YM. Vitamin B1 dan pupuk nano zinc yang diberikan dengan sistem irigasi tetes perlu ditingkatkan, karena pada musim kemarau kurang sesuai, oleh karena itu disarankan untuk menggunakan irigasi tetes otomatis atau melakukan pengkabutan pada lingkungan tanaman agar tidak terjadi stress akibat suhu yang tidak sesuai. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya, dosis pemberian pupuk nano zinc pada tanaman alpukat YM perlu ditingkatkan agar memberikan pengaruh yang nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, penelitian ini dilaksanakan dengan bantuan dari banyak pihak. Penulis menghaturkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium serta Kepala Kebun Percobaan yang telah memberikan kesempatan untuk menggunakan fasilitas yang ada selama penelitian. Serta, penulis menghaturkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing serta Dosen Penelaah.

REFERENSI

- Ahmed, R., Uddin, M. K., Quddus, M. A., Samad, M. Y. A., Hossain, M. A. M., & Haque, A. N. A. (2023). Impact of Foliar Application of Zinc and Zinc Oxide Nanoparticles on Growth, Yield, Nutrient Uptake and Quality of Tomato. *Horticulturae*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020162>
- Aini, N., Puspaningrum, Y., Mariatul Khiftiyah, A., & Chusnah, M. (2023). Pengaruh Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens*). *Agrosaintifika : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 5(2), 68–71. <https://doi.org/https://doi.org/10.32764/agrosaintifika.v5i2.3664>
- Ali Hanafiah, K. (2016). *Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi* (3rd ed., Vol. 3). Rajawali Pers.
- Amalia, R., Nurhidayati, T., & Nurfadilah, S. (2013). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Vitamin terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Biji Dendrobium laxiflorum J.J Smith secara In Vitro. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12962/j23373520.v2i1.2581>
- Badan Pusat Statistik. (2020a). *Produksi Tanaman Buah-buahan 2020*. Produksi Tanaman Buah-Buahan 2020. <https://www.archive.bps.go.id/indicator/55/62/3/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Badan Pusat Statistik. (2020b). *Produksi Tanaman Buah-Buahan dan Sayuran Tahunan di Provinsi Banten*. Produksi Tanaman Buah-Buahan Dan Sayuran Tahunan Di Provinsi Banten. <https://www.archive.bps.go.id/indicator/55/62/2/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Fatchul Aziez, A., Indradewa, D., Yudhono, P., & Hanudin, E. (2014). Greenish Of Leaf, Chlorophyll Content, And Photosynthetic Rate For Local And Superior Varieties Of Organically Grown Rice About The Yield And Yield Component. *Jurnal Ilmiah Agrinca*, 14(2), 114–127. <https://doi.org/https://doi.org/10.36728/afp.v14i2.283>
- Fitzpatrick, T. B., & Chapman, L. M. (2020). The importance of thiamine (vitamin B1) in plant health: From crop yield to biofortification. *Journal of Biological Chemistry*, 295(34), 12002–12013. <https://doi.org/10.1074/jbc.REV120.010918>
- Friendly, M., Efendi, Y., & Rahmi, R. (2021). Pengaruh Pemberian Thiamin (Vitamin B1) Terhadap Pertumbuhan Morfometrik Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa L.*). *SIMBIOSA*, 10(1), 41–49. <https://doi.org/10.33373/sim-bio.v10i1.2627>

- Gogos, A., Knauer, K., & Bucheli, T. D. (2012). Nanomaterials in plant protection and fertilization: Current state, foreseen applications, and research priorities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(39), 9781–9792. <https://doi.org/10.1021/jf302154y>
- Harsono, T., & Khairunnisa. (2014). Pengaruh Pemberian Media Tanam Dan ZPT Thiamin Terhadap Pertumbuhan Gandaria (*Bouea oppositifolia*). *Prosiding Seminar Nasional Biologi Dan Pembelajarannya*, 2, 278–286.
- Hussein, M. M., & Abou-Baker, N. H. (2018). The contribution of nano-zinc to alleviate salinity stress on cotton plants. *Royal Society Open Science*, 5(8), 1–11. <https://doi.org/10.1098/rsos.171809>
- Inung Yustitia, R. (2017). Penambahan Vitamin B1 (Thiamin) Pada Media Tanam (Arang Kayu Dan Sabut Kelapa) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Anggrek (*Dendrobium sp*) Pada Tahap Aklimatisasi. *Jurnal Simki TECHSAIN*, 1(11), 3–11.
- Kurniawan, F., Setiawan, K., Hadi, M. S., & Agustiansyah. (2020). Karakter Agronomi Dan Produksi Tanaman Ubikayu (*Manihot Esculenta* Crantz) Akibat Pemupukan Hara Mikro Agronomic Traits And Cassava Crop Production Due To Micro Nutrient Fertilization. *Inovasi Pembangunan – Jurnal Kelitbangan*, 8(1), 29–38. <http://journalbalitbangdalampung.org>
- Mindawati, N., & Heryati, Y. (2006). Pengaruh Frekwensi Pemeliharaan Tanaman Muda Terhadap Pertumbuhan Meranti Di Lapangan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 3(2), 63–71. <https://doi.org/https://doi.org/10.20886/jpht.2006.3.2.63-71>
- Mistry, J. J., & Shaik, R. (2018). Socio-Economic Impact of Adoption of Drip Irrigation System on Drip Owners of Aravalli District. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6, 2174–2180. <http://www.ijcmas.com>
- Munir, Aini, F., & Jariah, S. (2016). Pengaruh Kadar Thiamine (Vitamin B1) Terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Jurnal Biota*, 2(2), 158–165. <https://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/biota/article/view/737>
- Raisa, I., Dina, A., Husna, M. A., Mahbuba, S., & Jamal Uddin, A. F. M. (2022). Foliar application of Cu-based Zinc Nano Fertilizer on Growth and Flowering of Lisianthus. *Int. J. Bus. Soc. Sci. Res*, 10(2), 1–05. <http://www.ijbssr.com/currentissueview/14013451>
- Rosado-Souza, L., Fernie, A. R., & Aarabi, F. (2020). Ascorbate and Thiamin: Metabolic Modulators in Plant Acclimation Responses. *Plants*, 9(1), 101. <https://doi.org/10.3390/plants9010101>
- Sadak, M. S., & Bakry, B. A. (2020). Zinc-oxide and nano ZnO oxide affect growth, some biochemical aspects, yield quantity, and quality of flax (*Linum uitatissimum* L.) in the absence and presence of compost under sandy soil. *Bulletin of the National Research Centre*, 44(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00348-2>
- Sturikova, H., Krystofova, O., Huska, D., & Adam, V. (2018). Zinc, zinc nanoparticles, and plants. *Journal of Hazardous Materials*, 349, 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.01.040>
- Sugianto, Sutejo, & Bahri, S. (2022). Respon Tanaman Kedelai Hitam (*Glycine Max* (L.) Merrill) Terhadap Dosis Kasgot Dan Pupuk Kalium (Kcl). *Jurnal Agro Silampari*, 1(1), 28–36.
- Surtinah, & Mutryarny, E. (2013). Frekuensi Pemberian Grow Quick Lb Terhadap Pertumbuhan Bibit Anggrek Dendrobium Pada Stadia Komunitas Pot. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 10(2), 31–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.31849/jip.v10i2.1340>
- Syahrani, Rahmawati, E., & Herlinton Sitohang, D. (2022). Pengaruh Pemberian Vitamin B1 Dan Jumlah Ruas Terhadap Pertumbuhan Bibit Lada (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Magrobis*, 22(1), 365–375.
- Triana, A. N., Purnomo, R. H., Panggabean, T., & Juwita, R. (2018). Application of Drip Irrigation Using Variety of Growing Media on Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Keteknikaan Pertanian*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.19028/jtep.06.1.91-98>
- Verti, E. A., Mustikarini, E. D., & Lestari, T. (2021). Diversity Of Avocado Germplasm (*Persea americana*) In Bangka Island Based On Morphological Character. *Proceedings Of National Colloquium Research And Community Service*, 33–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.33019/snppm.v5i0.2686>
- Wafa, F. D., Ubaidillah, M., & Siswoyo, T. A. (2022). Respon Pemberian Giberelin Terhadap Kandungan Fenolik Dan Aktivitas Antioksidan Pada Buah Tanaman Ciplukan (*Physalis angulata* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 15(02), 114. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v15i02.25391>