

# Pengkayaan $\text{CaCl}_2$ pada Nutrisi Hidroponik untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* L.)

## ( $\text{CaCl}_2$ Enrichment in Hydroponic Nutrients to Increase Kailan Plant Yields (*Brassica oleraceae* L.))

M. Abror\*, Agus Miftakhurrohmat, Saiful Arifin

(Diterima Maret 2023/Disetujui Agustus 2023)

### ABSTRAK

Salah satu jenis sayuran yang banyak diminati ialah kailan (*Brassica oleraceae* L.) karena mengandung gizi tinggi walaupun budi dayanya memerlukan perhatian khusus. Budi daya hidroponik dengan kalsium klorida membantu tanaman tumbuh kuat dan tangguh, terutama di area perkotaan. Kalsium juga melindungi tanaman dari hama, meningkatkan kualitas buah, dan berperan sebagai antioksidan saat penyimpanan. Penelitian pada bulan Oktober 2022–Februari 2023 ini menerapkan Rancangan Acak Kelompok faktor tunggal dan diulang 3 kali dengan perlakuan berikut: (i) tambahan  $\text{CaCl}_2$  0 ppm; 550 ppm (P1); 650 ppm (P2), dan 750 ppm (P3). Parameter pengamatan terdiri atas tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot basah dan bobot kering. Data dianalisis menggunakan analisis varian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan respons yang sangat nyata pada umur 7, 14, 21, dan 28 hst pada parameter jumlah daun, dan bobot basah. Namun, ada respons yang tidak nyata pada parameter panjang akar dan luas daun.

Kata kunci:  $\text{CaCl}_2$ , kailan, hidroponik, nutrisi Ab Mix

### ABSTRACT

One highly sought-after vegetable is Kailan (*Brassica oleraceae* L.), valued for its exceptional nutritional content. The cultivation of kailan demands specialized attention. Hydroponic cultivation utilizing Calcium Chloride plays a pivotal role in fostering robust plant growth and resilience, particularly in urban settings. Calcium serves a multifaceted role: safeguarding against pests, enhancing fruit quality, and functioning as an antioxidant during storage. This research was conducted between October 2022 and February 2023, employing a single-factor Randomized Block Design (RBD) that was replicated three times. The study encompassed the following treatments: (i) Control with 0 ppm  $\text{CaCl}_2$ , (ii) 550 ppm  $\text{CaCl}_2$  (P1), (iii) 650 ppm  $\text{CaCl}_2$  (P2), and (iv) 750 ppm  $\text{CaCl}_2$  (P3). The observed parameters encompassed plant height, leaf count, leaf area, fresh weight, and dry weight. The data underwent analysis via analysis of variance (ANOVA), followed by the Honest Significant Difference (HSD) test at the 5% significance level. The outcomes of the study unveiled substantial and statistically significant responses at the 7th, 14th, 21st, and 28th days after planting (HST) concerning the leaf count and wet weight variables. However, no statistically significant response was observed in relation to root length and leaf area measurements.

Keywords:  $\text{CaCl}_2$ , kailan, hydroponics, Ab Mix nutrition

### PENDAHULUAN

Salah satu jenis sayuran yang bergizi tinggi adalah kailan (*Brassica oleraceae* L.). Sayuran ini mengandung kalsium, protein, mineral, serta beberapa vitamin seperti A, C, dan E (Karoba *et al.* 2015). Oleh sebab itu, kailan banyak diminati oleh masyarakat, juga oleh restoran dan hotel bertaraf internasional sebagai bahan baku utama masakan Cina, Amerika, Korea, Jepang, bahkan Eropa (Krisnawati *et al.* 2014). Hal ini tentu akan memberikan prospek yang baik untuk membudidayakan dan mengembangkan kailan karena nilai jualnya di masyarakat kalangan atas serta prospek

ekonomi yang menjanjikan (Maharani *et al.* 2018). Budi daya tanaman kailan perlu didukung dengan berbagai upaya, salah satunya ialah dengan memperluas lahan pertanian untuk meningkatkan hasil pertanian. Namun, karena populasi manusia meningkat, banyak lahan pertanian dikonversi menjadi lahan pemukiman. Belakangan ini dikembangkan teknologi budi daya pertanian dengan metode hidroponik, yang dapat diusahakan di berbagai tempat bahkan di daerah perkotaan sehingga dapat memproduksi sayuran berskala besar (Laksono & Sugiono 2017).

Hidroponik merupakan teknik budi daya tanaman yang menggunakan air sebagai media tanam (Romalasari & Sobari 2019) atau dapat dilaksanakan menggunakan selain air seperti *rockwool*, kerikil, pasir, arang sekam, dan *cocopeat* sebagai media. Ini merupakan teknik budi daya tanaman dalam lingkungan terkendali, tanpa tanah, dengan aplikasi

Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl. Mojopahit No. 666 B, Sidowayah, Celep, Sidoarjo 61271

\* Penulis Korespondensi: Email: [abror@umsida.ac.id](mailto:abror@umsida.ac.id)

nutrisi dan sirkulasi oksigen dalam kadar tertentu secara terkendali (Suryaman *et al.* 2021). Pada awalnya, sistem hidroponik identik dengan penanaman tanpa media tanah, tetapi sesuai dengan perkembangan teknologi, hidroponik digunakan untuk penumbuhan tanaman dengan mengendalikan nutrisi tanaman sesuai dengan kebutuhannya (Pancawati & Yulianto 2016). Larutan nutrisi sebagai sumber pasokan air serta mineral merupakan faktor yang penting untuk pertumbuhan sekaligus perkembangan (Muharomah *et al.* 2017) serta kualitas hasil tanaman pada budi daya sistem hidroponik (Nugraha & Susila 2015). Namun, ketepatan jenis larutan nutrisi dan pengendaliannya harus diperhatikan. Keunggulan sistem hidroponik antara lain penggunaan lahan yang efisien, nutrisi dalam media larutan tumbuh dapat dikendalikan, bebas dari racun pestisida, penggunaan pupuk dan air yang lebih efisien, dan pengendalian hama dan penyakit lebih mudah (Nisha *et al.* 2018).

Unsur kalsium (Ca) merupakan salah satu unsur yang dibutuhkan tanaman. Bentuk kalsium yang dapat diaplikasikan pada pemupukan tanaman adalah kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) (Munandar *et al.* 2020) baik dengan metode penyemprotan atau aplikasi langsung pada irigasi tanaman. Kalsium klorida yang ditambahkan pada nutrisi hidroponik dapat berkontribusi dalam memperkokoh jaringan tanaman (Wulandari *et al.* 2019), mempercepat pertumbuhan akar sehingga dapat memaksimalkan penyerapan nutrisi, dan dapat meningkatkan bobot tanaman (Rohmaniyah *et al.* 2015). Kalsium juga dapat berperan sebagai pelindung dari cekaman hama dan penyakit tanaman (Ernawati *et al.* 2019) serta mampu meningkatkan pH tanah, memperbaiki ketegaran tanah (Nurjanah *et al.* 2017), serta menjadi salah satu unsur penting yang dapat memperbaiki kualitas buah, terutama pada kekerasan buah (Wulandari *et al.* 2019) sehingga akan mempertahankan buah dari kerusakan fisiologis (Ranjbar *et al.* 2018). Tidak hanya itu, unsur kalsium berperan penting dalam mempertahankan aktivitas antioksidan total selama penyimpanan (Bagheri *et al.* 2015).

Penelitian ini bertujuan memperbaiki teknologi hidroponik dengan aplikasi  $\text{CaCl}_2$  sebagai nutrisi hidroponik guna meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman serta memperbaiki kualitas sayuran kailan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di lahan Kampus II Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl. Raya Gelam No. 250, Pagerwaja, Gelam, Kecamatan Candi, Kab. Sidoarjo, pada Agustus 2023–November 2023.

Penelitian ini memberikan perlakuan faktor tunggal yang disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 ulangan. Empat perlakuan aplikasi  $\text{CaCl}_2$  ialah 0 ppm (P0), 550 ppm (P1), 650 ppm (P2), dan 750 ppm (P3). Bahan yang dibutuhkan

ialah benih tanaman kailan, *rockwool*, kertas milimeter,  $\text{CaCl}_2$ , air, dan nutrisi Abmix.

Larutan  $\text{CaCl}_2$  disiapkan dengan melarutkan bubuk  $\text{CaCl}_2$  dalam 1 L air (sesuai dengan ppm yang dibutuhkan) lalu diaplikasikan sesuai dengan dosis masing-masing pada setiap pekan. Parameter yang diamati ialah tinggi tanaman (cm), luas daun ( $\text{cm}^2$ ), jumlah daun (helai), bobot basah (g), dan bobot kering (g). Data diolah menggunakan analisis ragam, dan apabila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji BNJ 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman, Jumlah dan Luas Daun

Hasil analisis ragam aplikasi  $\text{CaCl}_2$  pada nutrisi hidroponik pada pertumbuhan tanaman kailan tidak menunjukkan respons yang nyata pada parameter tinggi tanaman (Tabel 1). Respons nyata terdapat pada parameter jumlah daun pada umur 7, 14, 21, dan 28 hst, tetapi tidak nyata pada umur 33 hst (Tabel 2). Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  550 ppm (P1) memberikan respons yang nyata dan nilai tertinggi pada umur 7 dan 14 hst, masing-masing dengan nilai rata-rata 2,00 dan 3,17. Namun, pada umur 21 hst aplikasi  $\text{CaCl}_2$  750 ppm (P3) memberikan nilai tertinggi, yaitu rata-rata 4,47. Pada 28 hst, nilai rata-rata tertinggi 7,0 diperoleh dari aplikasi  $\text{CaCl}_2$  650 ppm (P2).

Pengayaan  $\text{CaCl}_2$  pada nutrisi hidroponik untuk meningkatkan tanaman kailan tidak menunjukkan respons yang nyata pada parameter luas daun (Tabel 3). Meskipun hasil analisis ragam tidak menunjukkan respons, setiap umur menunjukkan peningkatan yang cukup nyata. Pada umur pengamatan 14, 21, dan 33 hst, hasil tertinggi terjadi aplikasi  $\text{CaCl}_2$  650 ppm (P2) dengan nilai berturut-turut 8,33  $\text{cm}^2$ ; 19,6  $\text{cm}^2$ ; 36,2  $\text{cm}^2$  sedangkan pada umur 28 hst nilai tertinggi diperoleh pada aplikasi  $\text{CaCl}_2$  dengan konsentrasi 550 ppm (P1).

### Bobot Basah dan Bobot Kering

Hasil analisis ragam pengayaan  $\text{CaCl}_2$  pada nutrisi hidroponik menunjukkan respons yang nyata pada parameter bobot basah tetapi tidak nyata pada bobot kering (Tabel 4). Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  memberikan respons yang nyata pada bobot basah dengan nilai tertinggi pada aplikasi  $\text{CaCl}_2$  konsentrasi 750 ppm (P3) dengan nilai 104,91 g meskipun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada perlakuan  $\text{CaCl}_2$  0 ppm (P0).

### Pembahasan

Penelitian ini melibatkan aplikasi  $\text{CaCl}_2$  dalam larutan nutrisi hidroponik pada tanaman kailan. Aplikasi pencampuran dengan larutan nutrisi hidroponik dipilih karena dianggap cukup efektif dalam penyerapan nutrisi oleh akar tanaman. Hal ini karena pergerakan Ca pada tumbuhan sangat erat berkait dengan pergerakan air di dalam xilem, pada aliran transpirasi (de Melo *et al.* 2022) sehingga terjadi distribusi

Tabel 1 Rata-rata tinggi tanaman (cm) dari aplikasi CaCl<sub>2</sub> sebagai nutrisi hidroponik pada hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.).

Perlakuan	Umur pengamatan (HST)				
	7	14	21	28	33
P0	5,85	10,2	12,1	21,4	22,2
P1	5,17	9,25	11,4	22,4	24,6
P2	5,83	10,9	14,2	25,0	26,2
P3	6,23	11,9	14,2	23,5	28,9
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: tn = Tidak nyata.

Tabel 2 Rata-rata jumlah daun (helai) dari aplikasi CaCl<sub>2</sub> sebagai nutrisi hidroponik pada hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.).

Perlakuan	Umur pengamatan (HST)									
	7		14		21		28		33	
P0	1,00	a	2,57	a	3,83	a	5,33	a	6,3	6,3
P1	2,00	b	3,17	ab	3,83	a	6,00	a	7,9	7,9
P2	1,67	b	2,40	bc	3,87	ab	7,00	a	8,0	8,0
P3	1,00	a	2,93	c	4,47	b	6,00	b	7,5	7,5
BNJ 5%	0,434		0,406		0,364		0,752		tn	

Keterangan: tn = Tidak nyata. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak nyata berbeda dengan uji BNJ 5%.

Tabel 3 Rata-rata luas daun tanaman (cm<sup>2</sup>) dari aplikasi CaCl<sub>2</sub> sebagai nutrisi hidroponik pada hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.).

Perlakuan	Umur pengamatan (HST)				
	14	21	28	33	
P0	7,50	11,1	23,0	27,7	
P1	4,71	10,1	31,4	34,3	
P2	8,33	19,6	30,2	36,2	
P3	6,88	16,0	29,0	35,3	
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: tn = Tidak nyata.

Tabel 4 Rata-rata bobot basah dan bobot kering(gr) dari aplikasi CaCl<sub>2</sub> sebagai nutrisi hidroponik pada hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.).

Perlakuan	Bobot basah	Bobot kering
P0	94,07 bc	29,8
P1	68,56 a	19,3
P2	81,28 ab	24,4
P3	104,91 c	20,4
BNJ 5%	14,83	tn

Keterangan: tn = Tidak nyata. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNJ 5%

langsung dalam pergerakan air masuk dan keluar sel, dan dalam struktur serta pembelahan sel. Dengan demikian, jumlah unsur Ca yang diserap tanaman akan meningkat. Cara ini tentu menyulitkan apabila diterapkan pada sistem budi daya konvensional yang memanfaatkan tanah sebagai media tanam. Ketersediaan kalsium dalam tanah dipengaruhi oleh reaksi tanah, interaksi dengan unsur lain, dan aktivitas mikro-organisme. Oleh karena itu, biofortifikasi lebih ramah dengan menerapkan sistem hidroponik (Lenni *et al.* 2020).

Penelitian ini difokuskan pada pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kailan, meskipun aplikasi CaCl<sub>2</sub> tidak menunjukkan respons yang nyata pada tinggi tanaman. Penelitian Gustiar *et al.* (2020) menunjukkan bahwa tambahan konsentrasi kalsium hingga 400 ppm tidak meningkatkan tinggi tanaman sawi dan selada.

Peneliti lain melaporkan bahwa aplikasi pupuk kalsium dan giberelin tidak nyata memengaruhi tinggi tanaman (Rachmah *et al.* 2017).

Penggunaan pupuk CaCl<sub>2</sub> dapat membantu tanaman kailan dalam memperkuat dinding selnya dan meningkatkan toleransinya pada stres lingkungan, seperti suhu tinggi, kekeringan, dan serangan penyakit. Penelitian ini memberikan respons yang nyata pada parameter jumlah daun. Rerata jumlah daun terbanyak dihasilkan pada 7 dan 14 hst, yaitu 2,00 dan 3,17, dengan tambahan CaCl<sub>2</sub> 550 ppm (P1). Ayyub *et al.* (2012) menegaskan bahwa aplikasi pupuk kalsium yang bersumber dari CaCl<sub>2</sub> pada tahap pertumbuhan yang berbeda dapat meningkatkan jumlah daun majemuk pada tanaman tomat. Akan tetapi, penelitian ini menunjukkan respons yang tidak nyata pada parameter luas daun.

Pupuk Ca juga meningkatkan aktivitas enzim yang terkait dengan metabolisme tanaman dan meningkatkan kadar klorofil dalam daun, yang dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis (Mastur *et al.* 2016) sehingga akan nyata memengaruhi bobot basah. Pupuk  $\text{CaCl}_2$  merupakan pupuk yang digunakan untuk meningkatkan hasil panen tanaman. Hal ini membuktikan bahwa tambahan  $\text{CaCl}_2$  pada larutan nutrisi cukup efektif dalam meningkatkan hasil panen daripada penyemprotan pada daun. Walaupun aplikasi langsung Ca pada daun melalui penyemprotan berpotensi efektif untuk meningkatkan konsentrasi Ca buah, cara tersebut telah terbukti kurang efisien dalam banyak kasus (Davaranah *et al.* 2018). Hal ini karena keterbatasan penyerapan Ca, penetrasi ke buah, karakteristik epidermis, keberadaan dan komposisi kutikula, dan mungkin juga terkait dengan tingkat translokasi Ca yang rendah di floem (Danner *et al.* 2015). Toksisitas nutrisi yang dikaitkan dengan kekurangan unsur Ca, termasuk munculnya rasa pahit pada biji apel, bercak gabus pada buah pir, busuk ujung bunga pada tomat (Erogul 2014), dan keretakan buah pada ceri dan delima (Hegazi *et al.* 2014) dapat dikurangi dengan aplikasi Ca.

Analisis ragam tidak menunjukkan pengaruh nyata pada peningkatan konsentrasi Ca dalam larutan hara terhadap bobot kering tanaman. Terlihat bahwa bobot kering cenderung sedikit menurun dengan penambahan konsentrasi Ca yang lebih tinggi. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh sejumlah faktor yang berinteraksi secara kompleks. Dosis optimum kalsium harus dipertimbangkan agar tidak melebihi batas kuantitatif yang efektif dalam penyerapan dan metabolisme tanaman. Keseimbangan antara nutrisi lain, parameter lingkungan, jenis varietas, serta ketersediaan nutrisi sejak awal pertumbuhan juga berkontribusi penting dalam merumuskan respons tanaman pada kalsium yang ditambahkan. Oleh karena itu, penentuan dosis kalsium yang tepat dan pemahaman mendalam mengenai interaksi yang kompleks ini sangat relevan dalam optimalisasi budi daya tanaman kailan. Bobot kering tertinggi (29,8 g) pada perlakuan kontrol menurun menjadi 19,3 g pada tanaman kailan seiring dengan meningkatnya konsentrasi Ca hingga 750 ppm. Konsentrasi Ca dalam larutan nutrisi untuk tanaman kailan mungkin telah mencapai tingkat kejenuhan pada konsentrasi 750 ppm. Konsentrasi Ca yang terlalu tinggi dapat merusak akar dan menyebabkan keracunan kalsium pada tanaman.

## KESIMPULAN

Secara keseluruhan penggunaan pupuk  $\text{CaCl}_2$  dapat bermanfaat bagi pertumbuhan dan hasil panen tanaman kailan. Tambahan  $\text{CaCl}_2$  memberikan respons yang nyata pada parameter bobot basah dan jumlah daun pada umur 7, 14, 21, dan 28 hst. Meskipun pada beberapa parameter yang lain seperti tinggi tanaman, luas daun, dan bobot kering tidak

memberikan respons yang nyata, tambahan  $\text{CaCl}_2$  secara nyata dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dibandingkan dengan tanpa tambahan  $\text{CaCl}_2$  sama sekali. Bobot menurun pada konsentrasi Ca hingga 750 ppm karena telah mencapai tingkat kejenuhan. Oleh sebab itu perlu diingat untuk menggunakan pupuk dengan benar dan sesuai dengan dosis yang direkomendasikan untuk menghindari dampak negatif pada tanaman

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayyub CM, Pervez MA, Shaheen MR, Ashraf MI, Haider MW, Hussain S, Mahmood N. 2012. Pakistan Journal of Life and Social Sciences Assessment of various growth and yield attributes of tomato in response to pre-harvest applications of calcium chloride. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*. 10(2): 102–105.
- Bagheri M, Esna-Ashari M, Ershadi A. 2015. Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. 'Karaj'. *International Journal of Horticultural Science and Technology*. 2(1):15–26.
- Danner, Moeses A, Silvia S, Idemir C, Gener A Penso, Luís CC. 2015. Calcium sources applied to soil can replace leaf application in Fuji apple tree." *Pesquisa Agropecuaria Tropical*. 45(3): 265–273. <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4534457>
- Davaranah S, Tehranifar A, Abadía J, Val J, Davarynejad G, Aran M, Khorassani R. 2018. Foliar calcium fertilization reduces fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani). *Scientia Horticulturae*. 230: 86–91. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.11.023>
- EE Ernawati, Noviyanti AR, Yuliyati YB. 2019. Potensi Cangkang Telur Sebagai Pupuk Tanaman Cabai. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 4(5): 123–25.
- Erogul D. 2014. Effect of preharvest calcium treatments on sweet cherry fruit quality. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 42(1): 150–53. <https://doi.org/10.15835/nbha4219369>
- Gustiar F, Munandar M, Ningsih SW, Ammar M. 2020. Biofortification of calcium on mustard (*Brassica juncea* L.) and lettuce (*Lactuca sativa*) cultivated in floating hydroponic system." *Buletin Agroteknologi* 1(1): 27. <https://doi.org/10.32663/ba.v1i1.1273>
- Hegazi A, Samra N, El-Baz E, Khalil B, Gawish M. 2014. Improving fruit quality of manfaloty and wonderful pomegranates by using bagging and some spray treatments with gibberellic acid, calcium chloride, and kaolin. *Journal of Plant Production*. 5(5): 779–792. <https://doi.org/10.21608/jpp.2014.55421>

- Karoba F, Suryani, Reni N. 2015. Pengaruh perbedaan pH terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) sistem hidroponik NFT (nutrient film technique). *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*. 7(2): 529–534.
- Krisnawati D, Triyono S, Kadir MZ. 2014. Pengaruh aerasi terhadap pertumbuhan tanaman baby kailan (*Brassica oleraceae* Var. Achepala) pada eknologi hidroponik sistem terapung di dalam dan di luar greenhouse. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 3(3): 213–322.
- Laksono RA, Sugiono D. 2017. Karakteristik agronomis tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L. Var. Acephala DC.) kultivar *full white* 921 akibat jenis media tanam organik dan nilai EC (*electrical conductivity*) pada hidroponik sistem *wick*. *Jurnal Agrotek Indonesia* 2(1): 25–33. <https://doi.org/10.33661/jai.v2i1.715>
- Lenni, Suhardiyanto H, Seminar KB, Setiawan RPA. 2020. Photosynthetic rate of lettuce cultivated on floating raft hydroponic with controlled nutrient solution. *Hayati: Journal of Biosciences* 27(1): 31–36. <https://doi.org/10.4308/hjb.27.1.31>
- Maharani A, Suwirnen, Noli ZA. 2018. Pengaruh konsentrasi giberelin (GA3) terhadap pertumbuhan kailan (*Brassica oleracea* L. Var Alboglabra) pada berbagai media tanam dengan hidroponik *wick system*. *Jurnal Biologi Univeristas Andalas*. 6(2): 63–70. <https://doi.org/10.25077/jbioua.6.2.63-70.2018>
- Mastur S, Syakir M. 2016. Peran dan pengelolaan hara nitrogen pada tanaman tebu untuk peningkatan produktivitas tebu. *Perspektif*. 14(2): 73. <https://doi.org/10.21082/p.v14n2.2015.73-86>
- de Melo RO, Rocha BCP, Garcia E, Martinez HEP. 2022. Production and quality of sweet grape tomato in responce to foliar calcium fertilization. *Revista Ceres Vicoso*. 69(1): 48–54. <https://doi.org/10.1590/0034-737x202269010007>
- Muharomah R, Setiawan BI, Purwanto MYJ. 2017. Konsumsi dan kebutuhan air selada pada teknik hidroponik sistem terapung. *Jurnal Irigasi*. 12(1): 47–54. <https://doi.org/10.31028/ji.v12.i1.47-54>
- Munandar, Gustiar F, Ningsih SW, Ammar M. 2020. Pertumbuhan dan kandungan kalsium tanaman sawi dan selada hasil biofortifikasi mineral kalsium secara hidroponik. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8*. hlm 676–685.
- Nisha S, Somen A, Kaushal K, Narendra S, Chaurasia OP. 2018. Hydroponics as an advanced technique for vegetable production. *Journal of Soil and Water Conservation*. 17(4): 364–71. <https://doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>
- Nurjanah, Susanti R, Nazip K. 2017. Pengaruh pemberian tepung cangkang telur ayam (*Gallus gallus domesticus*) terhadap pertumbuhan tanaman caisim (*Brassica juncea* L.) dan sumbangannya pada pembelajaran Biologi SMA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*. hlm. 514–528.
- Pancawati D, Yulianto A. 2016. Implementasi fuzzy logic controller untuk mengatur pH nutrisi pada sistem hidroponik *nutrient film technique* (NFT). *Jurnal Nasional Teknik Elektro*. 5(2): 278–289. <https://doi.org/10.25077/jnte.v5n2.284.2016>
- Rachmah C, Nawawi M, Koesriharti. 2017. The effect of calcium fertilizer (CaCO<sub>3</sub>) and gibberellin application for plant growth, yield, and fruit quality of tomato (*Lycopersicom esculentum* Mill.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(3): 515–520.
- Ranjbar S, Rahemi M, Ramezani A. 2018. Comparison of nano-calcium and calcium chloride spray on postharvest quality and cell wall enzymes activity in Apple Cv. Red Delicious. *Scientia Horticulturae*. 240(February): 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.05.035>
- Rohmaniyah, Khimayatur L, Indradewa D, Putra ETS. 2015. Tanggapan tanaman kangkung (*Ipomea reptans* Poir.), bayam (*Amaranthus tricolor* L.), dan selada (*Lactuca sativa* L.) terhadap pengayaan kaslium secara hidroponik. *Vegetalika*. 4(2): 63–78.
- Romalasari A, Sobari E. 2019. Produksi selada (*Lactuca sativa* L.) menggunakan sistem hidroponik dengan perbedaan sumber nutrisi. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*. 3(1): 36–41. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v3i1.158>
- Suryaman, Lukito A, Syarifudin IM, Laila I, Sugianto, Darmawaningsih S, Lestari WW, Akbarita R. 2021. Pendampingan pembudidayaan sayuran dengan sistem hidroponik menggunakan media hasil pengolahan sampah organik. *Aptekmas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 4(1): 19–24.
- Nugraha U, Rizqi, Susila AD. 2015. Sumber sebagai hara pengganti AB Mix pada budi daya sayuran daun secara hidroponik. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 6(1): 11–19. <https://doi.org/10.29244/jhi.6.1.11-19>
- Wulandari, Asri L, Siswoyo TA, Hariyono K. 2019. Pengaruh konsentrasi dan waktu aplikasi CaCl<sub>2</sub> terhadap fisikokimia buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) T. *Bioindustri*. 2(1): 261–73. <https://doi.org/10.31326/jbio.v2i1.481>