

PENGARUH JENIS DAN INTERVAL WAKTU PEMBERIAN NUTRISI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KAILAN PADA SISTEM HIDROPONIK RAKIT APUNG

The Effect of Type and Time Interval of Nutrition Provision on The Growth and Production of Kailan in The Floating Raft Hydroponic System

Bunga Safitri¹, Edi Minaji Pribadi^{2*}, Ratih Kurniasih², Shyntiya Ayu Lestari²

¹ Alumni Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma (Gunadarma University). safitribunga9@gmail.com

² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma (Gunadarma University). edi_mp@staff.gunadarma.ac.id; ratih_kurniasih@staff.gunadarma.ac.id; shyntiyaayu22@gmail.com

*) Penulis korespondensi

Diterima 14 November 2024; Disetujui 27 Mei 2025

ABSTRAK

Kailan adalah jenis sayuran yang mengandung banyak vitamin dan mineral. Sistem hidroponik rakit apung adalah teknik pertanian modern di mana akar tanaman terendam dalam larutan nutrisi. Studi ini bertujuan untuk menganalisis dampak durasi pemberian dan jenis nutrisi terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman kailan dalam sistem hidroponik rakit apung. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) dua faktor yaitu jenis nutrisi AB *Mix* (Racikan, Goodplant, dan AHL) dan interval waktu pemberian nutrisi (5 hari sekali dan 10 hari sekali) sebanyak 6 ulangan. Peubah yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), luas daun (cm²), diameter batang (mm), panjang akar (cm), bobot segar (tajuk, akar dan bobot total) (g), bobot kering tajuk (g), bobot kering akar (g) dan bobot kering total (g). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian jenis nutrisi menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot segar total, bobot segar tajuk, bobot segar akar, bobot kering total, bobot kering tajuk dan bobot kering akar tanaman kailan. Nutrisi racikan memberikan hasil terbaik dibandingkan jenis nutrisi lainnya. Interval waktu pemberian nutrisi serta interaksi antara jenis nutrisi dan interval waktu pemberian tidak mempengaruhi pertumbuhan dan produksi kailan pada sistem rakit apung.

Kata kunci: kailan, racikan nutrisi, rakit apung

ABSTRACT

Kailan is a vegetable that is abundant in essential vitamins and minerals. A floating raft hydroponic system represents a contemporary method of cultivation for submerging plant roots in a nutrient solution. The purpose of this research was to analyze the effect of time interval and type of nutrients on the growth and production of kailan plants in the floating raft hydroponic system. The study employed a two-factor Randomized Complete Group Design (RKLK), which involved the type of AB Mix nutrient (Racikan, Goodplant, and AHL) and the nutrient application interval (once every 5 days and once every 10 days), with a total of 6 replications. The measured variables included plant height (cm), leaf count (strands), leaf area (cm²), stem thickness (mm), root length (cm), crown wet mass (g), root wet mass (g), overall wet mass (g),

crown dry mass (g), root dry mass (g), and total dry mass (g). The results showed that the kinds of nutrients supplied greatly affected the height of the plants, number of leaves, thickness of stems, total fresh weight, fresh weight of crowns, fresh weight of roots, total dry weight, dry weight of crowns, and dry weight of roots in kailan plants. Nutrient combinations produced the most favorable outcomes when compared to other nutrient types. The timing of nutrient application and the interplay between nutrient types and application timing do not influence the growth and yield of kailan in a floating raft system.

Keywords: *floating raft, kailan, nutritional formulation*

PENDAHULUAN

Tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) merupakan salah satu jenis sayuran kubis-kubisan yang memiliki kandungan gizi yang tinggi seperti mineral, protein, dan vitamin. Sayuran kailan memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena banyak dikonsumsi di restoran, hotel dan *supermarket*. Badan Pusat Statistik (2021) menunjukkan bahwa produktivitas kailan mengalami perubahan antara tahun 2018 sampai 2021. Pada tahun 2018, produktivitas kailan tercatat mencapai 15,75 ton/ha lalu meningkat menjadi 16,02 ton/ha di tahun 2019, namun pada tahun 2020, produktivitasnya turun menjadi 15,76 ton/ha, sebelum akhirnya kembali naik menjadi 15,96 ton/ha pada tahun 2021.

Alih fungsi lahan pertanian menjadi kawasan industri merupakan salah satu faktor yang menyebabkan penurunan produktivitas tanaman kailan, salah satu solusi untuk mengatasi keterbatasan lahan adalah dengan menerapkan teknologi budidaya hidroponik yang lebih efisien.

Hidroponik memungkinkan kontrol penuh terhadap lingkungan tumbuh, termasuk nutrisi, air, suhu, serta pengendalian hama dan penyakit (Kurniawati, 2022). Hidroponik rakit apung adalah salah satu metode hidroponik yang umum, di mana akar tanaman berada dalam larutan nutrisi, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan air dengan instalasi yang sederhana (Fadhilillah *et al.*, 2019).

Nutrisi AB *Mix* mengandung unsur hara makro (N, P, K, Mg, Ca, dan S) dan mikro (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo, dan Cl), serta unsur tiga unsur dari udara dan air (yakni C, H, dan O) (Iqbal, 2016). Komposisi AB *Mix* meliputi N (140-300 ppm), P (31-80 ppm), K (160-400 ppm), unsur mikro Mg (24-75 ppm), S (32-400 ppm), Ca (100-200 ppm), Fe (0.75-5 ppm), Mn (0.11-2 ppm), B (0.06-1 ppm), Zn (0.04-0.68 ppm), Mo (0.001-0.04 ppm), dan Cu (0.02-0.75 ppm) (Enrawan, 2019). Komposisi AB *Mix* yang tepat penting untuk memenuhi kebutuhan tanaman karena kekurangan atau

kelebihan nutrisi dapat mengganggu pertumbuhan dan produktivitas (Sheyvien, 2020). Penyesuaian interval pemberian nutrisi sangat penting dalam hidroponik rakit apung, nutrisi dapat diberikan secara manual atau melalui irigasi tetes (Simbolon & Suryanto, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh faktor jenis nutrisi, interval waktu pemberian, dan interaksi kedua faktor tersebut terhadap pertumbuhan dan produksi kailan pada sistem hidroponik rakit apung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di *Greenhouse* pembibitan UG Technopark, Desa Jamali, Kecamatan Mande, Cianjur, Jawa Barat, pada bulan Maret sampai Juli 2024 pada ketinggian 392 meter di atas permukaan laut (mdpl). Bahan-bahan yang digunakan meliputi benih kailan New Veg-Gin, *rockwool*, pupuk meroke canlit, pupuk meroke kalinitra, pupuk meroke MKP, pupuk meroke MAG-S, pupuk meroke ZA, pupuk *borid acid*, pupuk Fe EDDHA 7%, pupuk natrium *molybdate*, pupuk mikro Cu EDTA 14%, pupuk mikro Zn EDTA 15%, pupuk meroke Mn DTA 13%, AB *Mix* Goodplant, AB *Mix* Alvin Hidroponik Lestari (AHL), pH *up* & pH *down*, pestisida neem oil, serta pestisida curacron. Alat yang digunakan mencakup

aerator, *airstone*, kolam terpal, rangka kolam, netpot 5 cm, TDS, pH meter, jangka sorong digital, timbangan digital, aplikasi *Hydrobuddy*, meteran, oven, *thermohygro* dan *lux meter*.

Desain penelitian ini menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu jenis nutrisi AB *Mix* (Racikan, Goodplant, dan AHL). Konsentrasi AB *Mix* Racikan mengandung unsur N-total (250 ppm), P (75 ppm), K (325 ppm), Ca (175 ppm), Mg (62 ppm), S (113 ppm), Fe (5 ppm), Mn (2 ppm), Cu (0.1 ppm), Zn (0.3 ppm), B (0.7 ppm), dan Mo (0.05 ppm). Konsentrasi AB *Mix* Goodplant mengandung N (2,590 ppm), P (692 ppm), K (3,120 ppm), Ca (1,810 ppm), Mg (660 ppm), S (1,129 ppm), Fe (35 ppm), Mn (6 ppm), Cu (7 ppm), Zn (7 ppm), B (4 ppm), Mo (1 ppm). Konsentrasi AB *Mix* AHL mengandung N (400 ppm), P (87 ppm), K (332 ppm), Mn (118 ppm), Zn (4.7 ppm). Faktor kedua adalah interval waktu pemberian nutrisi (5 hari dan 10 hari), tiap kombinasi perlakuan dilakukan sebanyak 6 ulangan, sehingga jumlah satuan percobaan mencapai 36 dengan total 144 tanaman.

Penyemaian benih kailan varietas New Veg-Gin menggunakan media *rockwool* berukuran 2.5 × 2.5 cm. Benih

kailan sebelum ditanam dilakukan perendaman dengan ekstrak bawang merah selama 6 jam untuk meningkatkan kualitas benih. Nutrisi diracik menggunakan aplikasi *Hydrobuddy* dengan target ppm. Pembuatan AB Mix Racikan meliputi stok A: pupuk meroke canlit (95.93 g), pupuk meroke kalinitra (62.95 g) dan pupuk Fe EDDHA 7% (7.14 g) dilarutkan ke dalam 1 L air. Selanjutnya stok B: pupuk meroke MAG-S (65.70 g), pupuk meroke MKP (33.70 g), pupuk meroke ZA (12.47 g), pupuk natrium *molybdate* (0.01 g), pupuk mikro Zn EDTA 15% (0.20 g), pupuk meroke Mn DTA 13% (1.54 g), pupuk *borid acid* (0.41 g) dan pupuk mikro Cu EDTA 14% (0.09 g) dilarutkan ke dalam 1 L air. Perlakuan nutrisi diaplikasikan dengan cara melarutkan formula nutrisi AB Mix dengan air bersih dan dilarutkan dengan mencampurkan setiap larutan stok nutrisi dengan perbandingan 1:1. Tanaman kailan menerima nutrisi sebesar 500-600 ppm pada minggu pertama setelah pindah tanam (MSPT).

Tanaman kailan dipindahkan pada usia 14 hari setelah semai (HSS) ketika memiliki 3-4 daun sempurna di dalam sistem hidroponik rakit apung yang berukuran 50×50×25 cm berisi 20 L air, dengan *styrofoam* berlubang diameter 5

cm dan jarak antar lubang 25 cm. Nutrisi ditambahkan setiap 5 atau 10 hari hingga konsentrasi 1250 ppm dengan pH 5.5-6.5. Sistem hidroponik rakit apung dilengkapi aerasi otomatis terhubung dengan saklar. Pemantauan sistem aerasi dilakukan secara berkala setiap pagi dan sore hari. Pengendalian hama secara alami menggunakan pestisida nabati neem oil dengan dosis 25 ml/l air dilakukan 3 kali dalam seminggu dan pestisida kimia curacron dengan dosis 0.5 ml/l air. Panen dilakukan pada umur 42 hari setelah pindah tanam (HSPT), dengan cara mencabut tanaman beserta akarnya.

Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun yang diukur setiap minggu setelah pindah tanam hingga panen (1-6 MSPT). Luas daun, diameter batang, panjang akar, bobot segar dan bobot kering diamati saat panen (6 MSPT). Tinggi tanaman (cm) diukur mulai dari media *rockwool* hingga titik tumbuh. Jumlah daun (helai) dihitung berdasarkan daun yang telah terbuka sempurna. Pengukuran diameter batang (mm) diambil pada bagian terlebar dari batang dengan memakai jangka sorong. Luas daun dianalisis menggunakan *software* ImageJ. Panjang akar diukur mulai dari leher akar sampai ujung akar menggunakan penggaris.

Bobot segar total, tajuk dan akar diukur menggunakan timbangan digital. Bobot kering total diperoleh dari bobot dari tajuk dan akar tanaman yang dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60 °C selama 2 x 24 jam. Pengukuran keadaan iklim mikro, mencakup suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya, dilakukan mingguan dengan menggunakan *thermohygrometer* dan *lux meter*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lingkungan

Kondisi mikro seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya harus diperhatikan untuk mendukung pertumbuhan dan produksi kailan. Pada penelitian ini pengukuran iklim mikro dilakukan pada pagi hari (07.00 - 09.00 WIB), siang (11.30 - 12.30 WIB), dan sore hari (16.30 - 17.30 WIB) (Srinadila *et al.*, 2024). Iklim mikro yang diamati meliputi suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya diambil pada empat titik yang berbeda. Hasil pengamatan iklim mikro tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa iklim mikro di *Greenhouse* pembibitan menunjukkan suhu maksimum mencapai 45 °C, kelembaban relatif minimum sebesar 40%, dan intensitas cahaya hingga 45,660 lux pada siang hari.

Kondisi ini melebihi kisaran optimum untuk pertumbuhan kailan, yaitu suhu 23-35°C, kelembaban 60-90% (Laksono & Sugiono, 2017), serta intensitas cahaya sebesar 12,916.69 lux (Ramadhan *et al.*, 2015). Ketidaksesuaian kondisi lingkungan ini menyebabkan gejala fisiologis berupa kelayuan sementara dan nekrosis pada tepi daun. Sebagai respons adaptif, dilakukan pemasangan paranet dengan kerapatan 55% pada periode 2-31 hari setelah pindah tanam (HSPT) untuk mereduksi intensitas cahaya berlebih. Suhu udara yang terlalu tinggi meningkatkan laju transpirasi, sehingga menyebabkan ketidakseimbangan antara penguapan dan penyerapan air oleh akar yang berujung pada kelayuan tanaman (Qonitatin *et al.*, 2024).

Tinggi Tanaman Kailan

Hasil analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa jenis nutrisi berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman kailan.

Perlakuan AB *Mix* Racikan memberikan rata-rata tinggi tanaman tertinggi setiap minggu, yaitu 24.95 cm (Tabel 2). Hal ini dikarenakan komposisi AB *Mix* Racikan mengandung nitrogen total (N-total) sebesar 250 ppm, fosfor (P) 75 ppm, dan kalium (K) 325 ppm.

Menurut Enrawan (2019), rentang optimal unsur N, P, dan K untuk tanaman masing-masing adalah N (140-300 ppm), P (31-80 ppm), dan K (160-400 ppm). Warganegara & Kushendarto (2021) juga menyatakan bahwa konsentrasi nitrogen 200-300 ppm dapat berpengaruh pada pertambahan

tinggi tanaman, panjang akar, dan bobot segar tanaman. Kandungan kalsium sebesar 175 ppm pada AB *Mix* Racikan juga mendukung pertumbuhan optimal, sesuai dengan rentang ideal untuk tanaman hidroponik, yaitu 100-200 ppm (Enrawan, 2019).

Tabel 1. Hasil pengamatan iklim mikro

Parameter	Waktu	Umur Tanam (MSPT)					
		1	2	3	4	5	6
Suhu (°C)	Pagi	27.4	27.0	25.5	27.0	27.1	25.7
	Siang	35.3	36.0	44.7	36.8	34.3	45.0
	Sore	29.0	36.1	34.0	30.5	32.7	34.7
Kelembaban (%)	Pagi	80	80	82	77	76	84
	Siang	68	64	40	58	65	40
	Sore	71	55	55	65	61	58
Intensitas Cahaya (Lux)	Pagi	23,225	17,905	31,700	11,587	28,593	20,983
	Siang	45,660	22,907	28,895	15,405	30,550	23,157
	Sore	41,267	39,250	15,402	12,662	29,537	16,535

Keterangan: Minggu Setelah Pindah Tanam (MSPT)

Tabel 2. Pengaruh interval waktu pemberian dan jenis nutrisi terhadap tinggi kailan

Perlakuan	Umur Tanaman (MSPT)					
	1	2	3	4	5	6
	Tinggi Tanaman (Cm)					
Nutrisi						
Racikan	6.48 a	8.70 a	9.99 a	13.50 a	19.21 a	24.95 a
Goodplant	5.75 b	7.82 b	9.16 b	12.72 b	18.15 b	24.24 b
AHL	5.40 c	7.51 c	8.76 c	12.24 b	17.77 b	23.30 c
Interval Waktu Pemberian						
5 hari sekali	5.91	7.97	9.26	12.68	18.19	23.85
10 hari sekali	5.85	8.05	9.35	12.96	18.57	24.48
Interaksi	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: Angka yang berada dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan berdasarkan hasil uji DMRT pada tingkat signifikansi 5%. tn: Tidak signifikan. MSPT: Minggu Setelah Pindah Tanam.

Tabel 2. menunjukkan bahwa interval 10 hari memberikan tinggi tanaman yang lebih besar dibandingkan 5 hari, meskipun perbedaannya tidak signifikan secara statistik. Interval pemberian nutrisi yang lebih lama juga dapat memicu respon adaptif tanaman untuk menggunakan nutrisi secara lebih efisien. Hal ini sesuai dengan penelitian Park *et al.* (2020), tanaman memiliki kemampuan menyimpan dan memanfaatkan nutrisi yang baik dalam jaringan untuk pertumbuhan, sehingga tidak memerlukan pemberian nutrisi yang terlalu sering.

Interaksi antara interval pemberian dan jenis nutrisi tidak berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman. Jenis nutrisi berpengaruh nyata, sedangkan interval pemberian nutrisi tidak. Tripathi *et al.* (2020) menyatakan bahwa kecukupan unsur hara lebih menentukan pertumbuhan dibanding interval pemberian. Kurangnya pengaruh interaksi ini juga dipengaruhi oleh faktor eksternal. Santoso & Wibowo (2018) menyebutkan bahwa tinggi tanaman lebih ditentukan oleh ketersediaan nutrisi daripada intervalnya, dengan suhu dan kelembaban sebagai faktor utama, selain itu pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh benih, genetika, serta faktor eksternal

seperti jenis pupuk, suhu, cahaya, dan media tanam yang memengaruhi efektivitas penyerapan nutrisi (Buntoro *et al.*, 2014).

Jumlah Daun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis nutrisi sangat berpengaruh signifikan pada jumlah daun pada 1 dan 4-6 MSPT, namun tidak signifikan pada 2-3 MSPT, akibat serangan hama dan suhu tinggi (27-44.7°C) yang merusak daun (Tabel 3). Suhu tinggi mempercepat respirasi yang tidak sebanding dengan fotosintesis, sehingga mengurangi jumlah daun (Rohmah *et al.*, 2021). Jumlah daun meningkat setiap minggu, dengan perlakuan AB *Mix* Racikan menghasilkan rata-rata tertinggi 11.91 helai. Kandungan nitrogen 250 ppm pada nutrisi racikan merangsang pertumbuhan daun, sesuai Mahendra *et al.* (2023) dan Sarido & Julian (2017), yang menyatakan nitrogen memengaruhi jumlah dan lebar daun. Nitrogen juga penting untuk pembentukan klorofil (Marginingsih *et al.*, 2018). Magnesium juga berperan penting dalam fotosintesis dan sintesis protein dengan kandungan 62 ppm pada AB *Mix* Racikan. Kadar ideal magnesium berkisar 24-75 ppm (Ermawan, 2019), dan kekurangan magnesium dapat menurunkan

fotosintesis serta produksi biomassa (Farhat *et al.*, 2020).

Hasil analisis menunjukkan interval waktu pemberian tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah daun. Hal ini disebabkan karena sistem hidroponik rakit apung yang membiarkan akar tanaman bersentuhan langsung dengan larutan nutrisi. Fatiha *et al.* (2022) menyatakan dalam sistem hidroponik, variasi interval pemberian nutrisi tidak signifikan mempengaruhi pertumbuhan tanaman jika larutan nutrisi tersedia dalam jumlah memadai. Selama konsentrasi nutrisi mencukupi, frekuensi pemberian tidak menjadi faktor utama dalam menentukan jumlah daun. Tabel 3 menunjukkan interval 10 hari memberikan tinggi tanaman yang sedikit lebih besar dibandingkan 5 hari, meskipun perbedaannya tidak signifikan. Hal ini didukung oleh Liu *et al.* (2021)

menyatakan bahwa pemberian nutrisi yang terlalu sering dapat menyebabkan fluktuasi hara, sehingga tanaman harus terus beradaptasi.

Hasil analisis yang telah dilakukan berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa interval dan jenis nutrisi tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun. Meski jenis nutrisi memengaruhi jumlah daun, interval pemberian tidak menunjukkan perbedaan. Faktor lingkungan yang kurang optimal, seperti suhu 25.5-45°C, kelembaban 40-84%, dan intensitas cahaya 11,587-45,660 lux, memengaruhi penyerapan nutrisi dan pertumbuhan tanaman kailan. Suhu tinggi di sekitar akar menghambat penyerapan hara dan fotosintesis, sehingga menghambat pembentukan daun (Hidayat *et al.*, 2022). Daryono *et al.* (2020) menegaskan bahwa suhu, kelembaban, dan cahaya memengaruhi laju pertumbuhan daun.

Tabel 3. Pengaruh interval waktu pemberian dan jenis nutrisi terhadap jumlah daun kailan

Perlakuan	Umur Tanam (MSPT)					
	1	2	3	4	5	6
	Jumlah Daun (Helai)					
Nutrisi						
Racikan	4.41 a	6.08	6.83	8.75 a	10.41 a	11.91 a
Goodplant	4.00 b	5.75	6.33	7.83 b	9.83 b	11.41 b
AHL	4.00 b	5.91	6.66	7.91 b	9.58 b	11.41 b
Interval Waktu Pemberian						
5 hari sekali	4.05	5.88	6.50	8.22	9.94	11.50
10 hari sekali	4.22	5.94	6.72	8.11	9.94	11.66
Interaksi	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: Angka yang berada dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan berdasarkan hasil uji DMRT pada tingkat signifikansi 5%. tn: Tidak signifikan. MSPT: Minggu Setelah Pindah Tanam.

Tabel 4. Pengaruh interval waktu pemberian dan jenis nutrisi terhadap diameter batang kailan pada saat panen (6 MSPT)

Perlakuan	Diameter Batang (mm)
Nutrisi	
Racikan	18.05 a
Goodplant	17.31 ab
AHL	16.58 b
Interval Waktu Pemberian	
5 hari sekali	16.91
10 hari sekali	17.71
Interaksi	tn

Keterangan: Angka yang berada dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan berdasarkan hasil uji DMRT pada tingkat signifikansi 5%. tn: Tidak signifikan. MSPT: Minggu Setelah Pindah Tanam.

Diameter Batang

Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis nutrisi berpengaruh signifikan terhadap diameter batang kailan (Tabel 4). *AB Mix* Racikan menghasilkan diameter terbesar (18.05 mm), berbeda nyata dengan AHL namun tidak berbeda dengan Goodplant. Kandungan nutrisi Racikan, terutama nitrogen (250 ppm), fosfor (75 ppm), dan kalium (325 ppm), mendukung optimalisasi pertumbuhan batang. Nutrisi ini penting dalam proses fisiologis tanaman, seperti peningkatan fotosintesis, pembentukan akar, dan penguatan jaringan (Hendra & Andoko, 2016; Khoiriyah & Nugroho, 2018).

Nutrisi Goodplant memiliki kandungan haranya lebih tinggi, namun tidak menunjukkan perbedaan signifikan dengan nutrisi Racikan, hal ini disebabkan keseimbangan hara makro dan mikro yang mendukung pertumbuhan serupa, namun

pada perlakuan pemberian nutrisi AHL berbeda nyata dengan Racikan, hal ini disebabkan AHL memiliki hara mikro seperti kalsium yang lebih rendah, yang mana hara kalsium penting untuk pembentukan dinding sel dan stabilitas jaringan tanaman (Aulia, 2013; Enrawan, 2019). Kekurangan kalsium pada AHL menjadi faktor utama perbedaan signifikan dalam diameter batang dibandingkan dengan Racikan.

Tabel 4. menunjukkan bahwa interval pemberian nutrisi tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap diameter batang kailan. Hal ini disebabkan tanaman kailan mampu beradaptasi dengan variasi interval pemberian nutrisi selama ketersediaan hara mencukupi. Menurut Fitriansah *et al.* (2019), tanaman hidroponik rakit apung memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap variasi interval nutrisi.

Pemberian nutrisi setiap 10 hari memungkinkan akar dapat menyerap air optimal karena kondisi media mendekati kapasitas lapang dan titik layu permanen, sehingga tanaman tetap tumbuh tanpa gangguan signifikan.

Hasil analisis diameter batang menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara jenis dan interval pemberian nutrisi. Hal ini disebabkan oleh karena jenis nutrisi yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap diameter batang, sedangkan interval pemberian nutrisi tidak menunjukkan pengaruh signifikan. Menurut (Purba & Maulana, 2021) bahwa ketika dua faktor diteliti dan salah satunya memiliki pengaruh yang lebih besar daripada yang lainnya, faktor yang lemah akan tertutup. Setiap faktor memiliki karakteristik dan peran unik dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

Luas Daun dan Panjang Akar

Tabel 5 menunjukkan bahwa jenis nutrisi tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun tanaman kailan. Hal ini disebabkan oleh tersedianya unsur hara makro dan mikro yang memadai pada semua jenis nutrisi, sehingga pertumbuhan luas daun tetap optimal. Nutrisi yang mencukupi memungkinkan fotosintesis berjalan baik, sehingga terbentuk

keseimbangan dalam jumlah dan luas daun (Patty & Leiwakabessy, 2023). Luas daun untuk nutrisi Racikan (270.90 cm²), Goodplant (268.81 cm²), dan AHL (252.37 cm²). Interval pemberian nutrisi juga tidak berpengaruh nyata, baik pada interval 5 hari sebesar 259.51 cm² maupun 10 hari sebesar 268.54 cm². Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan hara yang cukup menjamin bahwa tanaman tidak kekurangan unsur hara esensial, dan kemampuan penyerapan yang efisien memastikan bahwa tanaman tetap dapat memanfaatkan nutrisi yang tersedia dengan optimal, terlepas dari perbedaan interval pemberian.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa interaksi antara jenis nutrisi dan interval pemberian juga tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap luas daun. Hal ini dikarenakan pertumbuhan tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti genetik, hormon dan lingkungan. Menurut Ningsih & Negeri, (2019), melaporkan bahwa pertumbuhan daun dipengaruhi oleh faktor hormon, genetik, dan lingkungan seperti cahaya, suhu, serta kelembaban. Faktor lingkungan ini mempengaruhi proses fotosintesis dan pertumbuhan daun (Wahyuningtyas *et al.*, 2022). Suhu tinggi dan kelembaban rendah dapat

meningkatkan laju fotosintesis, namun jika melebihi kisaran optimal dapat menyebabkan stres pada tanaman. Selama penelitian, suhu berkisar 25.5-45°C dan kelembaban 40-84%, di mana suhu optimal untuk kailan adalah 23-35 °C (Andhika, 2017). Suhu tinggi hingga 45°C dapat meningkatkan respirasi dan mengurangi energi untuk pertumbuhan daun (Wahid *et al.*, 2017). Kelembaban yang tidak optimal, di bawah atau di atas 60-90% (Laksono, 2017), mengganggu transpirasi dan penyerapan nutrisi, yang mempengaruhi pertumbuhan daun (Xu *et al.*, 2017).

Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis nutrisi dan interval pemberian tidak berpengaruh signifikan terhadap panjang akar. Ketiga nutrisi telah memenuhi kebutuhan hara esensial, mendukung temuan Parianto *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa formulasi nutrisi tidak

signifikan jika tanaman mencapai potensi optimal. Panjang akar pada interval 5 hari adalah 44.35 cm, sedangkan pada interval 10 hari sebesar 45.71 cm. Sistem hidroponik rakit apung memungkinkan penyerapan nutrisi secara efisien, sehingga pertumbuhan akar tetap stabil (Fatiha *et al.*, 2022). Interaksi antara jenis nutrisi dan interval tidak signifikan, selama nutrisi tersedia secara memadai (Resh & Howard, 2022). Faktor lingkungan seperti suhu tinggi dan kelembaban rendah turut mempengaruhi pertumbuhan akar. Suhu di atas 35°C meningkatkan laju respirasi, mengurangi energi untuk pertumbuhan akar (Wahid *et al.*, 2017), dan kelembaban rendah menyebabkan penguapan berlebih, menurunkan efisiensi penyerapan nutrisi (Susilowati *et al.*, 2015). Lingkungan yang tidak optimal menghambat pertumbuhan akar meskipun nutrisi tercukupi (Xu *et al.*, 2017).

Tabel 5. Pengaruh interval waktu pemberian dan jenis nutrisi terhadap luas daun dan panjang akar pada saat panen (6 MSPT)

Perlakuan	Luas Daun (cm ²)	Panjang Akar (cm)
Nutrisi		
Racikan	270.90	44.66
Goodplant	268.81	45.97
AHL	252.37	44.45
Interval Waktu Pemberian		
5 hari sekali	259.51	44.35
10 hari sekali	268.54	45.71
Interaksi	tn	tn

Keterangan: Angka yang berada dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan berdasarkan hasil uji DMRT pada tingkat signifikansi 5%. tn: Tidak signifikan. MSPT: Minggu Setelah Pindah Tanam.

Tabel 6. Pengaruh interval waktu pemberian dan jenis nutrisi terhadap bobot segar tanaman pada saat panen (6 MSPT)

Perlakuan	Bobot Segar Total (g)	Bobot Segar Tajuk (g)	Bobot Segar Akar (g)
Nutrisi			
Racikan	174.14 a	145.24 a	28.90 a
Goodplant	154.92 b	130.36 ab	24.57 b
AHL	147.79 b	122.40 b	25.40 b
Interval Waktu Pemberian			
5 hari sekali	152.78	126.96	25.83
10 hari sekali	165.11	138.38	26.74
Interaksi	tn	tn	tn

Keterangan: Angka yang berada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan berdasarkan Uji DMRT pada tingkat signifikansi 5%. tn: Tidak signifikan. MSPT: Minggu Setelah Pindah Tanam.

Bobot Segar Tanaman

Jenis nutrisi menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot segar total, tajuk, dan akar tanaman kailan. Perlakuan nutrisi Racikan menghasilkan bobot segar total kailan yang tertinggi yaitu 174.14 g, didukung oleh kandungan nitrogen 250 ppm yang optimal untuk pembentukan protoplasma sehingga meningkatkan bobot segar tanaman. Kandungan fosfor dan kalium dalam rentang optimal (P: 75 ppm, K: 325 ppm) juga berperan mendukung efisiensi metabolisme tanaman. Perlakuan Goodplant dengan kandungan (N: 2,590 ppm, P: 692 ppm, K: 3,120 ppm) dan AHL mengandung (N:400 ppm, P: 87 ppm, K: 332 ppm) menghasilkan bobot segar lebih rendah, masing-masing 154.92 g dan 147.79 g yang mencerminkan perbedaan komposisi

nutrisi. Jenis nutrisi juga mempengaruhi bobot segar tajuk. Nutrisi Racikan menghasilkan bobot tajuk tertinggi sebesar 145.24 g, didukung oleh jumlah daun dan tinggi tanaman yang optimal. Menurut Tama & Suprihati (2020) menjelaskan bahwa jumlah daun yang lebih banyak meningkatkan kadar air dan bobot segar tanaman. Ketersediaan hara NO_3^- (214 ppm) dan K (325 ppm) mendukung proses fotosintesis dan distribusi nutrisi (Opaladu *et al.*, 2021). Interval pemberian nutrisi tidak mempengaruhi bobot tajuk karena kebutuhan unsur hara telah terpenuhi (Wijayanti *et al.*, 2019). Nutrisi racikan memberikan bobot segar akar tertinggi (28.90 g) dengan kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium yang optimal. Menurut Maisa & Yetti (2018), nitrogen

meningkatkan jumlah akar, fosfor mendukung jaringan akar, dan kalium merangsang pemanjangan akar. Interval pemberian nutrisi tidak mempengaruhi bobot segar akar secara signifikan karena nutrisi yang tersedia mencukupi kebutuhan tanaman (Inaya *et al.*, 2021).

Interval pemberian nutrisi, baik 5 maupun 10 hari, tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot segar total pada hidroponik rakit apung karena sistem ini menjaga konsentrasi larutan nutrisi yang memadai. Ketersediaan nutrisi yang cukup membuat perbedaan interval tidak signifikan terhadap pertumbuhan. Bachri (2017) menjelaskan, sistem rakit apung memungkinkan penyerapan nutrisi yang efisien dan berkelanjutan. Fitriansah (2019) juga menegaskan, pemberian nutrisi setiap 10 hari memberi waktu optimal bagi akar menyerap air dan nutrisi, sehingga mendukung bobot segar yang lebih besar, karena air dan nutrisi dalam media berada diantara kapasitas lapang dan titik layu permanen.

Hasil analisis keseluruhan yang telah dilakukan pada penelitian ini yaitu tidak terjadinya interaksi antara jenis nutrisi dan interval pemberian nutrisi terhadap bobot segar total, tajuk, dan akar. Nutrisi yang mencukupi memastikan pertumbuhan optimal tanaman, tanpa

bergantung pada frekuensi pemberian nutrisi (Nasution, 2024; Putra *et al.*, 2024). Faktor lingkungan seperti intensitas cahaya dan suhu berperan dalam penyerapan nutrisi. Rouphael & Colla (2018) menyatakan bahwa meskipun nutrisi tersedia optimal, faktor lingkungan seperti suhu tinggi dan cahaya tidak merata dapat menghambat penyerapan nutrisi. Kailan membutuhkan cahaya 12,916.69 Lux (Ramadhan, 2015), suhu optimal 23-35°C, dan kelembaban 60-90%. Jika kondisi ini tidak terpenuhi, tambahan nutrisi tidak signifikan meningkatkan bobot segar tajuk. Suhu tinggi membuat energi hasil fotosintesis digunakan untuk bertahan hidup, bukan pertumbuhan. Fadhlillah *et al.* (2019) juga menyatakan bahwa suhu tinggi meningkatkan transpirasi, menyebabkan tanaman kehilangan air dan sulit menyerap hara.

Bobot Kering Tanaman

Bobot kering menunjukkan akumulasi hasil fotosintesis setelah air dihilangkan, menjadi indikator pertumbuhan tanaman. Semakin tinggi bobot kering, semakin optimal fotosintesis dan pertumbuhan. Pada Tabel 10 menunjukkan bahwa jenis nutrisi berpengaruh signifikan terhadap bobot

kering total, di mana nutrisi Racikan menghasilkan bobot tertinggi (28.31 g), berbeda nyata dengan AHL (20.96 g), sementara Goodplant (24.77 g) tidak berbeda nyata dengan keduanya. Kandungan nitrogen 250 ppm pada nutrisi Racikan mendukung fotosintesis optimal, sedangkan kelebihan nitrogen pada AHL (400 ppm) menurunkan efisiensi pertumbuhan akibat kurangnya hara mikro. Nitrogen yang cukup meningkatkan fotosintesis dan pembentukan biomassa (Taiz *et al.*, 2015), sedangkan kekurangannya menghambat pertumbuhan (Lihiang & Lumingkewas, 2020).

Jenis nutrisi juga memengaruhi bobot kering tajuk dan akar dengan nutrisi Racikan menghasilkan bobot kering tajuk tertinggi (25.95 g) dan akar tertinggi (2.35 g) karena kandungan nitrogen yang optimal, yang mendukung pembelahan sel dan pertumbuhan jaringan (Warganegara & Kushendarto, 2015; Ermawan, 2019). Namun, interval pemberian nutrisi tidak berpengaruh signifikan pada bobot kering total, tajuk, maupun akar, karena asupan

nutrisi yang cukup dalam satu interval sudah mampu mendukung pertumbuhan (Indahsari & Aini, 2018; Nurdiana, 2022). Variasi lingkungan juga berperan dalam efisiensi penyerapan nutrisi (Mondaca *et al.*, 2022), sehingga interaksi antara jenis nutrisi dan interval pemberian tidak menunjukkan pengaruh nyata pada bobot kering, karena kondisi lingkungan yang kurang ideal dapat membatasi respons tanaman (Harahap *et al.*, 2024). Kondisi lingkungan yang tidak ideal, seperti suhu tinggi dan kelembaban tidak stabil, dapat menurunkan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman.

Meskipun ketersediaan nutrisi mencukupi, lingkungan yang kurang mendukung dapat menghambat pertumbuhan akar (Taiz & Zeiger, 2015). Tanaman yang berada dalam kondisi lingkungan yang tidak ideal mungkin tidak dapat menunjukkan respons optimal terhadap perbedaan dalam nutrisi dan interval waktu pemberian nutrisi karena stres lingkungan yang menghambat proses metabolisme dan pertumbuhan (Epstein & Bloom, 2005).

Tabel 7. Pengaruh interval waktu pemberian dan jenis nutrisi terhadap bobot kering tanaman pada saat panen (6 MSPT)

Perlakuan	Bobot Kering Total (g)	Bobot Kering Tajuk (g)	Bobot Kering Akar (g)
Nutrisi			
Racikan	28.31 a	25.95 a	2.35 a

Goodplant	24.77 ab	22.86 ab	1.90 b
AHL	20.96 b	18.83 b	2.10 c
Interval Waktu Pemberian			
5 hari sekali	23.38	21.23	11.59
10 hari sekali	25.98	23.90	13.47
Interaksi	tn	tn	tn

Keterangan: Angka yang berada dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan berdasarkan Uji DMRT pada tingkat signifikansi 5%. tn: Tidak signifikan. MSPT: Minggu Setelah Pindah Tanam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian jenis nutrisi menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter antara lain tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot segar total, bobot segar tajuk, bobot segar akar, bobot kering total, bobot kering tajuk dan bobot kering akar. Nutrisi Racikan menunjukkan hasil terbaik dibandingkan jenis nutrisi lainnya. Interval waktu pemberian dengan 5 hari sekali dan 10 hari sekali tidak menunjukkan pengaruh signifikan pada pertumbuhan dan produksi tanaman kailan. Tidak terjadi interaksi antara interval waktu pemberian dan jenis nutrisi pada peubah pertumbuhan dan produksi tanaman kailan. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai interval waktu pemberian 15 hari sekali untuk tanaman kailan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, Y.H. 2013. Kualitas dan kuantitas kandungan pupuk organik limbah serasah dengan inokulum kotoran sapi secara semi anaerob. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Bachri, Z. 2017. *Kangkung hidroponik*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2021. Statistik tanaman sayuran dan buah-buahan semusim indonesia. URL: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table?subject=557>.
- Buntoro, B.H., Rogomulyo, R., Trisnowari, S. 2014. Pengaruh takaran pupuk kandang dan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan hasil temu putih (*Curcuma zedoaria* L.). *Vegetalika*, 3(4), 29-39.
- Daryono, N., Hidayat., Rusmini., Yuanita, E. 2020. Budidaya strowberi secara hidroponik di *rooftop* gedung merah dengan pengendalian lingkungan sistem *mobile phone*. *Jurnal Agriment*, 6, 9-14.
- Enrawan. 2019. Aplikasi nutrisi ab *mix* dan pupuk organik cair pada tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) secara hidroponik dengan *wick system*. *Tesis*. Universitas Islam Riau. Riau.
- Epstein, E., Bloom, A.J. 2005. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. *Sinauer Associates*.
- Fadhilillah., Rizal, H., Sophia, Kharistya. 2019. Kinerja sistem fertigasi rakit apung pada budi daya tanaman kangkung (*Ipomoea reptans* *poir.*). *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(2), 165-79.

- Farhat, N., Elkhouni, A., Zorrig, W., Smaoui, A., Abdelly, C., Rabhi, M. 2016. Effects of magnesium deficiency on photosynthesis and carbohydrate partitioning. *Acta Physiol Plantar* 38(6),145.
- Fatiha, A.S., Walsen, A., Rehatta, H. 2022. Aplikasi tiga jenis pupuk dengan konsentrasi berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik. *Agrologia*, 11(1), 1-11.
- Fitriansah, T., Roviq, M., Karyawati, A.S. 2019. Pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) pada dosis dan interval waktu pemberian ab *mix* dengan sistem hidroponik. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(3).
- Harahap, P.I.N., Silvia, C., Fadilla, A., Rahma, A., Wulandari, R.D., Fachrizal, A. 2024. Perbandingan pengaruh cahaya tampak terhadap laju fotosintesis tumbuhan *Hydrilla verticillata*. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi*, 3(3), 440-447.
- Hendra, H.A., & Andoko, A. 2014. *Bertanam sayuran hidroponik ala paktani hydrofarm*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Hidayat., Maria, E., Rusmini, L.M., Widayasari, D. 2022. Pengaruh pengaturan suhu air nutrisi hidroponik pada budidaya cabai habanero (pembibitan *Chinense jacq.*). *Jurnal Agrotech*, 12(1), 33-37.
- Indahsari, A.E.S., Aini, N. 2018. Pengaruh media tanam dan interval pemberian larutan nutrisi pada pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleracea* L. var. alboglabra) secara hidroponik substrat. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(6).
- Inaya, N., Armita, D., & Hafsan. 2021. Identifikasi masalah nutrisi berbagai jenis tanaman di desa palajau kabupaten jeneponto. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(3).
- Iqbal, M. 2016. *Simpel Hidroponik*. Lily Publisher, Yogyakarta.
- Khoiriyah, N., & Nugroho, A. 2018. Pengaruh konsentration dan frekuensi aplikasi pupuk organik cair pada tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) varietas flamingo. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(8), 1875-1883.
- Kurniawati. 2022. Takaran larutan nutrisi ab *mix* terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa*) dengan sistem air tergenang. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Mataram. Jakarta.
- Laksono, R.A., & Sugiono, D. 2017. Karakteristik agronomis tanaman kailan (*Brassica oleraceae* l. var. acephala dc.) kultivar fullwhite 921 akibat jenis media tanam organik dan nilai ec (*Electrical conductivity*) pada hidroponik sistem wick. *Jurnal agrotek indonesia*, 2(1), 25-33.
- Lhiang, A., Lumingkewas, S. 2020. Efisiensi waktu pemberian pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan dan produksi jagung lokal kuning. *Jurnal Sainsmat*. 9(2), 144-158.
- Liu, J., Wang, Y., Zhang, Q., & Zhao, X. 2021. Impact of nutrient solution frequency on plant stress and growth in hydroponic cultivation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(15), 4412-4421
- Mahendra, H.I., Iswahyono, I., Djamila, S., Bahariawan, A., Rizkiana, M.F. 2023. Evaluasi kinerja generator microbubble terhadap kondisi nutrisi dan respon pertumbuhan kailan (*Brassica oleraceae*) secara hidroponik sistem dft di dalam greenhouse. *Journal of food engineering*, 2(3), 154 162.
- Maisa., Yetti, H. 2018. Pemberian berbagai dosis pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan produksi

- tanaman bawang daun (*Alliu, fistulosum* L.). *Jurnal Unri*, 5(1).
- Marginingsih, R.S., Nugroho, A.S., Dzakiy, M. 2018. Pengaruh substitusi pupuk organik cair padanutrisi ab *mix* terhadap pertumbuhan caisim (*Brassica juncea*.) pada hidroponik *drip irrigation system*. *Jurnal biologi & pembelajarannya*, 5(1), 44-51.
- Mondaca, P., Valenzuela, P., Quiroz, W., Valdenegro, M., Abades, S., Celis-Diez, J.L. 2022. Environmental conditions and plant physiology modulate cu phytotoxicity in field-contaminated soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 246.
- Nasution, A. 2024. Pengaruh desain hidroponik *deep flow technique* (dft) dan interval waktu aliran nutrisi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica chinensis* L.). *Skripsi*. Universitas Medan Area.
- Ningsih, R., Negeri, S. 2019. Pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kacang merah. *Agroswagati*, 7(1).
- Opaladu, F., Azis, M.A., Solihin, A.P. 2021. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassicca juncea* L.) terhadap pemberian pupuk organik cair (poc) dari urin sapi. *Jurnal Agroteknotropika*, 10(2), 11-17.
- Parianto, D., Basuni, B., Nurjani, N. 2023. Pengaruh formulasi nutrisi terhadap pertumbuhan stek tanaman mint pada sistem hidroponik sumbu. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(4).
- Park, S., Ryu, M., & Kim, S. 2020. Effects of nutrient solution concentration and frequency of application on growth of hydroponically grown leafy vegetables. *Horticulture, environment, and biotechnology*, 61(3), 471-482.
- Patty, R, J., Leiwakabessy, C. 2023. Pertumbuhan dan produksi tanaman sawi melalui aplikasi pupuk organik lumpur laut dengan pupuk kandang. *Jurnal Pertanian Kepulauan*, 7(1), 23-34.
- Purba, W.D., & Maulana, J. 2021. Respon pemberian pupuk ab-*mix* dan berbagai pupuk organik cair terhadap pertumbuhan tanaman terung ungu (*Solanum melongena* L.) secara hidroponik dengan sistem *wick*. *Jurnal Agrotek Ummat*, 8(2).
- Putra, D.S., Heriansyah., Chayadi, F.E., Anggriani, K., Jaya, I.H. 2024. Development of smart hydroponics system using ai-based sensing. *Jurnal Infotel*, 16(3), 1-2.
- Qonitatin, U., Sudari, Yushardi. 2024. Studi literatur: pengaruh tingkat radiasi matahari terhadap kualitas pertumbuhan tanaman selada. *Jurnal Fisika Papua*, 1(3), 22-26.
- Ramadhan, H., Tusi, A., Suhandy, D., Zulkarnain, I. 2015. Rancang bangun sistem hidroponik pasang surut untuk tanaman baby kailan (*Brassica oleraceae*) dengan media tanam serbuk serabut kelapa. *Jurnal teknik pertanian lampung*, 4(4), 281-292.
- Resh, H, M., & Howard, M. 2022. Hydroponic food production: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower. *CRC Press Santa Barbara*, California.
- Rohmah, M.M., Paul, B.T., Tumiar, K.B.M., Yohannes, C.G. 2021. Pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap pertumbuhan dan kualitas selada merah (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal agrotek tropika*, 9(1), 153-159.

- Rouphael, Y., Colla, G. 2018. Synergistic biostimulatory action; designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in plant science*, 9, 1655.
- Santoso, D.P., Wibowo, P.A. 2018. Pengaruh kombinasi nutrisi dan interval pemberian terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal agroekoteknologi*, 6(2), 123-130.
- Sarido, L., Junia. 2017. Uji Pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan pemberian pupuk organik cair pada sistem hidroponik. *Jurnal agrifor*, 16(1), 6574.
- Sheyvien, F.M. 2020. Pertumbuhan dan hasil *baby* kailan pada berbagai formulasi nutrisi dengan sistem hidroponik vertikutur. *Jurnal Sains Equator*, 10(4).
- Simbolon, & Suryanto. 2018. Pengaruh interval waktu pemberian nutrisi ab mix dan metode hidroponik pada tanaman melon (*Cucumis melo* L.). *Jurnal produksi tanaman*, 6(9).
- Srinadila, D., Kalsum, U., Pribadi, M.E. 2024. Respon tumbuhan dan produksi tanaman selada romaine terhadap otomasi aerasi pada sistem hidroponik rakit apung. *Jurnal Agroteknologi & Agribisnis*, 8(1), 50-68.
- Susilowati, E., Triyono, S., Sugianti, C. 2015. Pengaruh jarak lampu neon terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) dengan sistem hidroponik sumbu di dalam ruangan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(4), 293-304
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I.M., Murphy, A. 2015. *Plant physiology and development*. Sinauer Associates, Sunderland, CT.
- Tama., Suprihati. 2020. Perakitan pupuk alternatif untuk budidaya sawi pakcoy (*Brassica rapa* Subsp. *Chinensis*) dengan sistem hidroponik rakit apung. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(3), 163-170.
- Tripathi, S., Patel, J., Singh, N., Naik, J., Naik, V. 2020. Effect of different npk levels on growth and yield attributes of broccoli (*Brassica oleracea* L.) under south gujarat condition. *International journal of chemical studies*, 8(3), 1335-1339.
- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., Foolad, M.R. 2017. Heat tolerance in plants: an overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61(3), 199-223.
- Wahyuningtyas., Zubaidah, S., Kulu, I.P. 2022. Pertumbuhan dan hasil kailan (*Brassica oleraceae* var *Alboglabra* L.) pada pemberian pupuk organik cair limbah kulit buah di tanah gambut. *Jurnal Penelitian Upr*, 2(1), 41-52.
- Warganegara, G.R., Kushendarto. 2021. Pengaruh konsentrasi nitrogen dan *plant catalyst* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) secara hidroponik. *Jurnal penelitian pertanian terapan*, 15(2), 100-106.
- Wijiyanti, P., Hastuti, E.D., Haryanti, S. 2019. Pengaruh masa inkubasi pupuk dari air cucian beras terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica Juncea* L.) *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 4(1), 21-28.
- Xu, X., Zhang, W., He, P., Xu, X. 2017. Production and pricing problems in make-to-order supply chain with cap-and-trade regulation. *Omega*, 66(B), 248-257.