

Efektivitas Lama Pemberian Nutrisi terhadap Produktivitas Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Media Tumbuh Organik Secara Hidroponik Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*)

Ridho Victory Nazara^{1*}, Putra Hidayat Telaumbanua¹, Kurnia Seleka E. Harefa², Dorthi Ester Junita Daeli¹, Robert Alberth Sole³

¹Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Sumatera Utara, Indonesia
Jalan Yos Sudarso No. 118/E-S, Ombolata Ulu, Gunungsitoli, Kota Gunungsitoli, Sumatera Utara 22812, Indonesia

²Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Santo Thomas Medan, Indonesia
Jl. Setia Budi No. 479 F Medan 20132, Indonesia

³Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Persatuan Guru 1945 NTT, Indonesia
JL. P. A. Manafe No. 7, Kelurahan Kayu Putih, Kec. Oebobo, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur 85116, Indonesia

*Correspondence author: victorynaz31@gmail.com

Abstrak

Salah satu tanaman yang memberikan semua nutrisi yang dibutuhkan tubuh adalah pakcoy. Selain padat nutrisi, pakcoy tinggi protein, serat, lemak nabati, karbohidrat, kalsium, magnesium, zat besi, natrium, serta vitamin A dan vitamin C. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh lama pemberian nutrisi dan beberapa media tumbuh organik terhadap pertumbuhan dan produksi pakcoy (*Brassica rapa* L.). Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nias berada di ketinggian ± 30 meter di atas permukaan laut. Penelitian ini dilakukan mulai Januari 2024 sampai Februari 2024. Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terpisah (RPT) dengan lama pemberian nutrisi sebagai petak utama terdiri dari 3 taraf yaitu : A1 = 8 jam, A2 = 16 jam, A3 = 24 jam, dan media tumbuh organik sebagai anak petak terdiri dari 3 jenis yaitu : M1 = Arang Sekam, M2 = Cocopeat, M3 = Limbah Jamur Tiram. Penelitian menunjukkan bahwa perlakuan lama pemberian nutrisi dan penggunaan berbagai jenis media tumbuh organik tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy, termasuk panjang daun, jumlah daun, berat segar per sampel, berat segar per petak, berat akar per tanaman, dan berat akar per petak.

Kata kunci: Lama pemberian nutrisi, media tumbuh organik, pakcoy ungu.

Effectiveness of Nutrient Duration on Production of Pakcoy (*Brassica rapa* L.) on Several Organic Growing Media in Hydroponic System NFT (*Nutrient Film Technique*)

Abstract

One plant that provides all the nutrients the body needs is pak choy. Apart from being nutrient dense, pak choy is high in protein, fiber, vegetable fat, carbohydrates, calcium, magnesium, iron, sodium, as well as vitamin A and vitamin C. The aim of this research is to determine the effect of long periods of providing nutrition and several organic growing media on growth and production. pak choy (*Brassica rapa* L.). This research was carried out in the Greenhouse at the Faculty of Science and Technology, Nias University at an altitude of ± 30 meters above sea level. This research was conducted from January 2024 to February 2024. This research used a Split Plot Design (RPT) with duration of nutrition as the main plot consisting of 3 levels, namely: A1 = 8 hours, A2 = 16 hours, A3 = 24 hours, and growing media organic as a subplot consists of 3 types, namely: M1 = Charcoal Husk, M2 = Cocopeat, M3 = Oyster Mushroom Waste. Research shows that long-term treatment with nutrition and the use of various types of organic growing media do not have a

significant effect on the growth of pak choy plants, including leaf length, number of leaves, fresh weight per sample, fresh weight per plot, root weight per plant, and root weight per plot.

Keywords: Duration of nutrition, organic growing media, purple pak choy.

Received: 21 October 2024; **Revised:** 27 October 2024; **Accepted:** 01 December 2024

PENDAHULUAN

Tanaman pakcoy adalah salah satu tanaman yang memberi tubuh semua gizi yang dibutuhkannya. Selain mengandung banyak gizi, pakcoy juga kaya akan protein, serat, lemak nabati, karbohidrat, kalsium, magnesium, zat besi, garam, serta vitamin A dan C (Prasetyo, 2010). Tanaman ini termasuk dalam kelompok sayuran berdaun hijau yang sering digunakan dalam berbagai masakan. Nutrisi yang terdapat dalam pakcoy berperan penting dalam menjaga kesehatan tulang dan gigi. Kalsium dan magnesium dalam pakcoy dapat membantu memperkuat struktur tulang. Selain itu, serat yang tinggi dapat membantu menjaga sistem pencernaan tetap sehat. Vitamin A mendukung kesehatan mata, sedangkan vitamin C berfungsi sebagai antioksidan. Tanaman ini juga dapat membantu meningkatkan sistem imun tubuh. Pakcoy mudah dibudidayakan dan dapat tumbuh di berbagai jenis tanah. Oleh karena itu, menambahkan pakcoy ke dalam pola makan sehari-hari dapat memberikan banyak manfaat kesehatan.

Luas tanaman pakcoy di Indonesia pada tahun 2016 sebesar 58.652 ha, dan pada tahun 2017 sebesar 60.600 ha, menurut Direktorat Jenderal Hortikultura (2017). Perluasan areal panen mempengaruhi produksi dan hasil pakcoy. Volume produksi dari 600.188 ton pada tahun 2015 menjadi 601.198 ton pada tahun 2016, volume produksi Pakcoy meningkat. Namun produktivitas turun dari 10,23 ton/ha pada tahun 2015 menjadi 9,92 ton/ha pada tahun 2016. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), luas lahan pertanian produktif Indonesia mengalami penurunan dari 8.111.593 hektar pada tahun 2018 menjadi 8.087.393 ha pada tahun 2019. Pada akhirnya, lahan pertanian yang sempit menyebabkan produktivitas tanaman pakcoy menurun, yang mengakibatkan penurunan kebutuhan masyarakat akan tanaman hortikultura.

Tanaman pakcoy pada umumnya banyak diproduksi dan dikonsumsi oleh orang-orang yang berada di perkotaan. Oleh karena itu, sistem pertanian perkotaan (*urban farming*) dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan ini. Salah satu metode pertanian perkotaan adalah budidaya hidroponik (*soiless culture*). Istilah "hidro" (berarti "air") dan "ponos" (berarti "kerja") digabungkan menjadi kata "hidroponik". Secara umum hidroponik merupakan suatu teknik pertanian yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan menggunakan air yang kaya akan unsur hara (Rahmat, 2015).

Dunia pertanian, khususnya hidroponik, berkembang pesat saat ini. Hidroponik memiliki beberapa keunggulan yang tidak dimiliki oleh pertanian konvensional. Pertanian hidroponik menanam sayuran tanpa kontak tanah, sehingga hasilnya lebih bersih dan jarang terkena hama dan penyakit (Prastio, 2017). Keuntungan selanjutnya dari hidroponik adalah tidak membutuhkan lahan yang luas. Dengan hidroponik, dapat memelihara lebih banyak tanaman dalam ruang yang lebih kecil, karena media tanam yang digunakan dapat diatur dengan lebih mudah. Bahkan bisa juga diatur secara vertikal sehingga dalam satu tempat bisa memuat lebih banyak tanaman. Salah satu keuntungan utama dari pertanian hidroponik adalah hasil produksi yang sehat, karena bebas dari pestisida. Sayuran atau buah hidroponik memiliki kualitas yang lebih baik daripada hasil bertanam konvensional. Oleh karenanya masyarakat kelas ekonomi menengah ke atas umumnya lebih memilih sayur dan buah hidroponik (Sutanto, 2017). Karena media tumbuhan hidroponik tidak mengandung hara, pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik harus dilakukan secara kontiniu dan sesuai kebutuhan (Prihmantoro dan Yovita, 2005).

Untuk tanaman pakcoy, nutrisi sangat penting. Tanaman akan mengalami titik kritis di mana mereka mengalami penurunan proses fisiologi dan fotosintesis, yang pada gilirannya akan berdampak pada produksi dan kualitas. Tingkat ketersediaan nutrisi erat hubungannya dengan perilaku periode pemberian nutrisi. Selama pemberian nutrisi yang lebih lama, pertumbuhan tanaman akan meningkat, tetapi ada batas maksimum dan minimum untuk lamanya pemberian nutrisi (Desmarina et al., 2009).

Media tanam hidroponik sangat bergantung pada ketersediaan udara dan air yang dapat disimpan sebagai nutrisi. Media pertumbuhan hidroponik hadir dalam dua jenis: anorganik dan organik. Media anorganik adalah media yang biasanya terbuat dari bahan inert seperti kerikil, pasir, batu, batu apung, dan pecahan genteng. Sebaliknya, media organik merupakan jenis media pertumbuhan yang sebagian besar

berasal dari bagian tumbuhan dan organisme hidup lainnya, seperti serbuk gergaji, ijuk, arang, serbuk sabut kelapa, dan arang sekam (Arisandi, 2013).

Dibandingkan dengan tanah, media pertumbuhan organik menawarkan beberapa keunggulan. Yaitu media yang lebih bersih, tidak ada inokulum penyakit, ringan, dan kualitas konsisten. Pemanfaatan unsur organik dalam media masih terus berkembang. Hal ini dikarenakan bahan organik memiliki daya serap air yang tinggi serta keseimbangan antara makro dan mikropori sehingga mampu menghasilkan aliran udara yang cukup besar. Peneliti mengangkat judul Efektivitas Lama Pemberian Nutrisi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Pakcoy Ungu (*Brassica rapa L*) pada Beberapa Media Tumbuh Organik Secara Hidroponik Sistem NFT (Nutrient Film Technique). Adapun Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh lama pemberian nutrisi dan beberapa media tumbuh organik terhadap pertumbuhan dan produksi pakcoy (*Brassica rapa L.*).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada ketinggian ± 30 meter di atas permukaan laut di Rumah Kasa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nias. Penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai Februari 2024.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: benih tanaman pakcoy varietas Red pakcoy, arang sekam, cocopeat, limbah jamur tiram, rockwool, larutan hara AB mix, tisu, dan bahan lain yang menyokong penelitian ini.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu; keranjang semaian, aqua cup, tandon nutrisi, talang air, mesin pompa air, kain flanel, mesin bor, mata bor $\frac{1}{2}$ inci, pipa $\frac{1}{2}$ inci, gromet $\frac{1}{2}$ inci, dop $\frac{1}{2}$ inci, TDS meter, timer, timbangan analitik, dan penggaris.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terpisah (RPT) dengan petak utama yaitu: lama pemberian nutrisi (A), terdiri dari 3 waktu (A1 = 8 jam, A2 = 16 jam, A3 = 24 jam), anak petak yaitu : media tumbuh organik (M), terdiri dari 3 media (M1 = Arang sekam, M2 = Cocopeat, M3 = Limbah jamur tiram).

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sidik ragam, berdasarkan model linear Rancangan Petak Terpisah (RPT) dengan persamaan linear $Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \delta_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$. Parameter yang diamati diantaranya panjang daun, jumlah daun, berat segar per tanaman, berat segar per petak, berat akar per tanaman, dan berat akar per petak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang Daun

Data tentang panjang daun tanaman pakcoy diamati pada umur 1 sampai 5 minggu setelah dilakukan pindah tanam. Hasil Anova menunjukkan bahwa, pada semua umur yang diamati, panjang daun berpengaruh tidak nyata oleh lamanya pemberian nutrisi, perlakuan media tumbuh organik, dan interaksi dari kedua perlakuan. Rataan panjang daun pada umur 1 sampai 5 MSPT akibat lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan lama pemberian nutrisi 5 MSPT diperoleh panjang daun tertinggi pada A2, diikuti A3 dan A1. Perlakuan media tumbuh organik 5 MSPT diperoleh panjang daun tertinggi pada M2 diikuti M1 dan M3. Interaksi dari kedua perlakuan diperoleh panjang daun tertinggi pada A2M2 diikuti A2M1, A2M3, A3M3, A3M1, A3M2, A1M2, A1M1, A1M3.

Peningkatan panjang daun pada tanaman pakcoy seiring dengan durasi pemberian nutrisi dalam budidaya hidroponik menunjukkan hubungan yang erat antara ketersediaan nutrisi dan pertumbuhan vegetatif. Nutrisi yang lebih lama dan optimal memberikan pasokan unsur hara yang cukup, sehingga tanaman dapat memanfaatkan sumber daya tersebut secara efisien untuk memperpanjang jaringan daunnya. Hal ini sejalan dengan pandangan Previensari *et al.* (2020), yang menekankan pentingnya luas daun dalam proses fotosintesis, di mana daun yang lebih besar mampu menangkap lebih banyak cahaya matahari untuk mendukung metabolisme dan pertumbuhan tanaman. Penelitian terbaru juga menegaskan bahwa nutrisi yang tepat dalam sistem hidroponik memainkan peran penting dalam

Efektivitas Lama Pemberian Nutrisi Terhadap Produktivitas Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Media Tumbuh Organik Secara Hidroponik Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*)

pertumbuhan daun, dengan distribusi unsur hara mikro dan makro yang seimbang membantu dalam mempercepat pembelahan sel dan pemanjangan jaringan daunnya itu, durasi pemberian nutrisi yang lebih panjang memberikan peluang yang lebih baik bagi tanaman untuk berkembang lebih optimal.

Tabel 1. Rataan panjang daun tanaman pakcoy pada umur 1 sampai 5 minggu setelah pindah tanam (mspt) akibat perlakuan lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik

Perlakuan	Umur Tanaman				
	1 MSPT	2 MSPT	3 MSPT	4 MSPT	5 MSPT
A1: 8 jam	6,14	10,09	13,79	17,80	21,73
A2: 16 jam	6,83	11,29	15,61	20,77	25,65
A3: 24 jam	6,89	10,70	15,93	20,16	24,02
M1: Arang sekam	6,82	11,07	15,32	19,96	24,21
M2: Cocopeat	6,73	10,45	15,30	19,60	24,22
M3: Limbah jamur tiram	6,32	10,56	14,71	19,17	22,97
Kombonasi					
A1M1	6,70	11,08	15,25	19,40	22,99
A1M2	5,96	9,57	13,79	18,14	23,11
A1M3	5,79	9,64	12,33	15,86	19,10
A2M1	6,84	1,28	14,55	20,26	25,31
A2M2	7,25	1,68	16,82	21,50	26,42
A2M3	6,40	1,93	15,47	20,57	25,23
A3M1	6,93	10,88	16,16	20,22	24,34
A3M2	6,99	10,13	15,30	19,18	23,13
A3M3	6,78	11,11	16,35	21,11	24,60

Selain faktor nutrisi, kondisi lingkungan dan genetika tanaman juga berperan dalam memengaruhi pertumbuhan daun dan tinggi tanaman. Seperti yang diungkapkan oleh Lingga (2003), faktor genetika dan lingkungan, seperti intensitas cahaya, suhu, dan kelembaban, sangat memengaruhi pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Dalam konteks hidroponik, ketersediaan nutrisi yang mencukupi menjadi salah satu faktor eksternal yang signifikan dalam mempercepat pertumbuhan tanaman, selain memastikan adanya keseimbangan unsur hara makro dan mikro yang diperlukan. Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa dalam sistem hidroponik modern, pengelolaan nutrisi yang tepat dapat meningkatkan laju pertumbuhan vegetatif tanaman hingga 30% lebih cepat dibandingkan dengan metode tanam konvensional. Hal ini menunjukkan pentingnya nutrisi dan lingkungan yang mendukung dalam meningkatkan efisiensi pertumbuhan tanaman hidroponik.

Jumlah Daun

Data tentang jumlah daun tanaman pakcoy diamati pada umur 1 sampai 5 minggu setelah dilakukan pindah tanam. Hasil analisis Anova menunjukkan bahwa lama pemberian nutrisi, perlakuan media tumbuh organik, dan interaksi dari kedua perlakuan berengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun pada semua umur yang diamati. Rataan jumlah daun pada umur 1 sampai 5 MSPT akibat lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan lama pemberian nutrisi 5 MSPT diperoleh jumlah daun tertinggi pada A2, diikuti A3 dan A1. Perlakuan media tumbuh organik 5 MSPT diperoleh jumlah daun tertinggi pada M1 dan M2 diikuti M3. Interaksi dari kedua perlakuan diperoleh jumlah daun tertinggi pada A2M3 diikuti A3M3, A3M1, A2M1, A1M1, A2M2, A3M2, A1M2, A1M3.

Peningkatan jumlah daun pada tanaman pakcoy yang terkait dengan durasi pemberian nutrisi mencerminkan pentingnya ketersediaan unsur hara dalam mendukung pertumbuhan vegetatif. Semakin lama nutrisi diberikan, semakin banyak daun yang terbentuk, yang menunjukkan bahwa tanaman dapat memanfaatkan unsur hara untuk mempercepat proses fotosintesis dan pertumbuhan. Nutrisi yang seimbang, khususnya yang mengandung unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), sangat krusial untuk mencapai hasil optimal. Unsur N berperan dalam sintesis protein dan pertumbuhan daun, P mendukung

pengembangan akar dan bunga, sementara K penting untuk mengatur keseimbangan air dan fotosintesis. Menurut penelitian terbaru, keseimbangan antara ketiga unsur ini dapat meningkatkan jumlah daun dan produktivitas tanaman secara signifikan, menjadikannya faktor kunci dalam budidaya hidroponik yang efisien.

Tabel 2. Rataan jumlah daun tanaman pakcoy pada umur 1 sampai 5 minggu setelah pindah tanam (mspt) akibat perlakuan lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik

Perlakuan	Umur Tanaman				
	1 MSPT	2 MSPT	3 MSPT	4 MSPT	5 MSPT
A1: 8 jam	3,00	4,15	5,67	7,70	9,81
A2: 16 jam	3,26	4,30	6,19	8,26	10,70
A3: 24 jam	3,11	4,26	6,19	8,31	10,56
M1: Arang sekam	3,18	4,37	6,22	8,15	10,52
M2: Cocopeat	3,07	4,15	5,71	7,63	10,04
M3: Limbah jamur tiram	3,11	4,19	6,11	8,50	10,52
Kombonasi					
A1M1	3,11	4,33	6,00	7,78	10,45
A1M2	3,00	4,00	5,22	7,44	9,55
A1M3	2,89	4,11	5,78	7,89	9,44
A2M1	3,33	4,56	6,34	8,00	10,55
A2M2	3,22	4,11	6,11	8,00	10,44
A2M3	3,22	4,22	6,11	8,78	11,11
A3M1	3,11	4,22	6,33	8,66	10,56
A3M2	3,00	4,33	5,78	7,44	10,11
A3M3	3,22	4,22	6,44	8,83	11,00

Namun, terapi nutrisi yang tidak seimbang atau kurang memadai dapat menghambat pertumbuhan tanaman, meskipun durasi pemberian nutrisi cukup lama. Sebuah studi oleh Amani *et al.* (2023) menunjukkan bahwa ketidakseimbangan dalam pemberian N, P, dan K dapat menyebabkan gejala defisiensi, yang berdampak negatif pada pertumbuhan dan jumlah daun. Penelitian ini menegaskan pentingnya monitoring dan penyesuaian formula nutrisi berdasarkan fase pertumbuhan tanaman. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Zhang *et al.* (2023) menyimpulkan bahwa penggunaan teknologi pemantauan cerdas dalam budidaya hidroponik dapat membantu petani untuk mengoptimalkan pemberian nutrisi sesuai kebutuhan tanaman, sehingga mendorong pertumbuhan yang lebih baik dan meningkatkan hasil panen.

Berat Segar per Tanaman (g)

Hasil analisa anova menunjukkan bahwa lama pemberian nutrisi, media tumbuh organik dan interaksi dari kedua perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap berat segar per sampel. Rataan berat segar per sampel akibat lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan berat segar per sampel (g) pakcoy akibat perlakuan lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik

Media Tumbuh Organik	Lama Pemberian Nutrisi			Rataan
	A1	A2	A3	
M1	20,78	29,22	26,78	25,59
M2	22,89	28,67	20,78	24,11
M3	16,00	26,45	27,89	23,45
Rataan	19,89	28,11	25,15	24,38

Efektivitas Lama Pemberian Nutrisi Terhadap Produktivitas Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Media Tumbuh Organik Secara Hidroponik Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*)

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada lama pemberian nutrisi berat segar tertinggi diperoleh pada perlakuan A2, diikuti A3 dan A1. Pada media tumbuh organik berat segar tertinggi diperoleh pada perlakuan M1 dan M2 diikuti M3. Interaksi dari kedua perlakuan diperoleh berat segar per sampel tertinggi pada perlakuan A2M1 diikuti A2M2, A3M3, A3M1, A2M3, A1M2, A1M1, A3M2, A1M3.

Penelitian tentang pengaruh luas daun terhadap berat segar tanaman pakcoy menunjukkan bahwa jumlah daun yang lebih banyak dapat berkontribusi pada peningkatan kadar air dalam tanaman. Menurut Zainal *et al.* (2021), daun berfungsi sebagai organ utama dalam proses fotosintesis dan transpirasi, yang berdampak pada pertumbuhan keseluruhan. Ketika luas daun meningkat, kapasitas tanaman untuk menyerap dan menyimpan air juga meningkat, sehingga menghasilkan berat segar yang lebih tinggi. Dengan demikian, peningkatan luas daun dapat dilihat sebagai strategi adaptasi tanaman untuk memaksimalkan potensi pertumbuhannya.

Selain itu, penelitian oleh Rahman *et al.* (2022) menekankan pentingnya pengelolaan nutrisi dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian. Meskipun perlakuan pemberian nutrisi yang lama tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap berat segar pakcoy, tetap penting untuk memastikan bahwa tanaman mendapatkan nutrisi yang tepat selama fase pertumbuhan. Nutrisi yang seimbang berkontribusi pada pengembangan daun yang sehat dan kuat, yang pada gilirannya memengaruhi berat segar. Dengan memahami hubungan ini, petani dapat mengoptimalkan teknik budidaya untuk mencapai hasil panen yang lebih baik.

Berat Segar per petak

Hasil analisa anova menunjukkan bahwa lama pemberian nutrisi, media tumbuh organik dan interaksi dari kedua perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap berat segar per petak. Rataan berat segar per petak akibat lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan berat segar per petak (g) pakcoy akibat perlakuan lama

Media Tumbuh Organik	Lama Pemberian Nutrisi			Rataan
	A1	A2	A3	
M1	161,67	193,33	197,67	184,22
M2	155,67	159,67	156,00	157,11
M3	121,67	157,33	159,00	146,00
Rataan	146,34	170,11	170,89	162,45

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada lama pemberian nutrisi berat segar per petak tertinggi diperoleh pada perlakuan A3, diikuti A2 dan A1. Pada media tumbuh organik berat segar per petak tertinggi diperoleh pada perlakuan M1 dan M2 diikuti M3. Interaksi dari kedua perlakuan diperoleh berat segar per petak tertinggi pada perlakuan A3M1 diikuti A2M1, A1M1, A2M2, A3M3, A2M3, A3M2, A1M2, A1M3.

Tabel yang menunjukkan rata-rata berat segar tanaman pakcoy per petak (dalam gram) akibat pengaruh perlakuan lama pemberian nutrisi dan jenis media tumbuh organik. Pada tabel tersebut, terdapat tiga jenis media tumbuh organik (M1, M2, dan M3) serta tiga perlakuan lama pemberian nutrisi (A1, A2, A3). Dari data, dapat dilihat bahwa media tumbuh M1 memberikan hasil tertinggi rata-rata berat segar pada semua perlakuan lama pemberian nutrisi, terutama pada A3 (197.67 g), dengan rata-rata keseluruhan sebesar 184.22 g. Sebaliknya, media M3 menghasilkan berat segar terendah dengan rata-rata 146 g. Ini menunjukkan bahwa media tumbuh organik M1 lebih efektif dalam mendukung pertumbuhan pakcoy dibandingkan M2 dan M3, sementara pemberian nutrisi terlama (A3) cenderung menghasilkan berat segar yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain.

Penelitian terbaru oleh Herlina *et al.* (2022) menunjukkan bahwa kualitas media tumbuh berperan sangat penting dalam penyerapan nutrisi oleh tanaman. Media tumbuh yang kaya akan bahan organik tidak hanya memberikan nutrisi, tetapi juga menciptakan kondisi lingkungan yang lebih baik bagi akar untuk menyerap nutrisi dan air secara optimal. Hal ini disebabkan oleh kemampuan bahan organik untuk mempertahankan kelembapan dan menyediakan nutrisi secara bertahap. Menurut Rouphael *et al.* (2021), bahan organik seperti kompos atau humus memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan porositas, yang membantu akar untuk berkembang lebih cepat dan efisien. Kombinasi antara kondisi lingkungan yang baik dan nutrisi yang tersedia menjadi kunci dalam memaksimalkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

Kualitas media tumbuh juga memengaruhi kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara esensial yang dibutuhkan untuk pembentukan biomassa. Media yang kaya bahan organik dapat meningkatkan aktivitas mikroba tanah, yang pada gilirannya membantu dekomposisi bahan organik dan mempercepat ketersediaan nutrisi bagi tanaman (Zhang *et al.*, 2020). Mikroba tanah, seperti mikoriza dan bakteri pengikat nitrogen, memainkan peran penting dalam memfasilitasi penyerapan fosfor, nitrogen, dan kalium, yang semuanya berkontribusi pada pertumbuhan vegetatif tanaman, termasuk peningkatan berat segar. Dengan demikian, kualitas media tumbuh tidak hanya berhubungan langsung dengan pertumbuhan akar, tetapi juga dengan pertumbuhan bagian-bagian tanaman lain, seperti daun dan batang, yang pada akhirnya berpengaruh pada berat segar.

Pemberian nutrisi yang teratur juga berperan krusial dalam meningkatkan berat segar tanaman. Nutrisi yang diberikan pada waktu yang tepat memastikan tanaman mendapatkan pasokan unsur hara secara terus-menerus, tanpa mengalami kekurangan atau kelebihan. Menurut penelitian oleh Santos *et al.* (2022), pemberian nutrisi yang terlalu sedikit dapat menyebabkan pertumbuhan yang terhambat, sementara pemberian nutrisi yang terlalu banyak dapat menyebabkan akumulasi garam berlebih, yang mengganggu keseimbangan osmotik dan menurunkan penyerapan air oleh akar. Oleh karena itu, manajemen nutrisi yang tepat harus memperhitungkan kebutuhan tanaman dalam setiap fase pertumbuhan agar biomassa dapat meningkat secara optimal.

Lebih lanjut, pentingnya kombinasi antara media tumbuh yang optimal dan pemberian nutrisi yang tepat telah didukung oleh beberapa penelitian terbaru. Misalnya, penelitian oleh Huang *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penggunaan media tumbuh yang kaya bahan organik bersama dengan nutrisi yang diberikan secara teratur menghasilkan peningkatan signifikan dalam berat segar tanaman hortikultura. Hal ini disebabkan oleh kemampuan media organik dalam mempertahankan ketersediaan nutrisi lebih lama, sehingga tanaman memiliki akses yang lebih baik ke nutrisi sepanjang siklus pertumbuhannya. Selain itu, pemberian nutrisi yang teratur memungkinkan tanaman untuk menggunakan unsur hara secara efisien, meningkatkan produksi energi, dan mendukung pertumbuhan jaringan baru yang berkontribusi pada peningkatan biomassa.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media tumbuh dan pemberian nutrisi saling berkaitan erat dalam menentukan hasil akhir pertumbuhan tanaman. Penggunaan media tumbuh yang kaya akan bahan organik menciptakan lingkungan yang kondusif bagi akar untuk menyerap air dan nutrisi secara efisien, sementara manajemen pemberian nutrisi yang baik memastikan tanaman mendapatkan unsur hara yang dibutuhkan tanpa terjadi kekurangan atau kelebihan. Kombinasi antara kedua faktor ini sangat penting untuk mencapai hasil tanaman yang optimal, terutama dalam peningkatan berat segar yang menjadi indikator penting dalam produksi tanaman hortikultura. Penelitian-penelitian internasional terbaru mendukung pendekatan terpadu ini sebagai kunci keberhasilan dalam pertanian modern.

Berat Akar Per Tanaman (g)

Hasil analisa anova menunjukkan bahwa lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik berpengaruh tidak nyata terhadap berat akar per tanaman. Interaksi dari kedua perlakuan berpengaruh nyata terhadap berat akar per tanaman. Rataan berat akar per tanaman akibat lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan berat akar per tanaman (g) pakcoy akibat perlakuan lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik

Media Tumbuh Organik	Lama Pemberian Nutrisi			Rataan
	A1	A2	A3	
M1	5,71b	7,43a	6,53a	6,56
M2	9,77a	4,96b	3,78b	6,17
M3	4,94b	4,84b	6,04a	5,27
Rataan	6,81	5,74	5,45	6,00

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan kelompok perlakuan yang sama berarti berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf uji 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada perlakuan lama pemberian nutrisi berat akar tertinggi diperoleh pada A1 diikuti A2 dan A3. Pada perlakuan media tumbuh organik, berat akar per tanaman tertinggi

diperoleh pada perlakuan M1 diikuti M2 dan M3. Interaksi dari kedua perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap berat akar per tanaman. Berat akar tertinggi diperoleh pada A1M2 yang berbeda nyata dengan A1M1, A1M3, A2M2, A2M3, dan A3M2. Kurva respon berat akar per tanaman terhadap interaksi dari perlakuan lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik pada M2 dapat dilihat pada Gambar.

Pada M1 respon lama pemberian nutrisi dengan berat akar per tanaman merupakan linear positif. Artinya, lama pemberian nutrisi menyebabkan pengaruh positif terhadap berat akar per tanaman, dimana semakin lama nutrisi diberikan maka berat akar semakin meningkat, pada M2 respon lama pemberian nutrisi dengan berat akar per tanaman merupakan linear negatif. Artinya, lama pemberian nutrisi menyebabkan pengaruh negatif terhadap berat akar per tanaman, dimana berat akar menurun apabila nutrisi semakin lama diberikan, pada M3 respon lama pemberian nutrisi dengan berat akar per tanaman merupakan linear positif. Artinya berat akar meningkat apabila nutrisi semakin lama diberikan.

Kurva respon berat akar per tanaman di atas menunjukkan terjadi interaksi dari kedua perlakuan dimana akar tanaman pada media arang sekam dan media limbah jamur tiram cenderung meningkat apabila semakin lama pemberian nutrisi sedangkan akar tanaman pada media cocopeat menurun apabila semakin lama pemberian nutrisi.

Interaksi dari kedua perlakuan berpengaruh nyata terhadap berat akar per tanaman. Berat akar per sampel tertinggi diperoleh pada A1M2 yang berbeda nyata dengan A1M1, A1M3, A2M2, A2M3, A3M2. Hasil pengukuran parameter berat akar per sampel, respon antara interaksi kedua perlakuan terhadap berat akar per sampel adalah linear negatif. Lama Pemberian Nutrisi (lam) menyebabkan pengaruh negatif pada berat akar per sampel dimana semakin lama nutrisi yang diberikan, berat akar per sampel semakin sedikit. Hal ini dipengaruhi oleh sifat akar terhadap kondisi ketersediaan air nutrisi dimana kondisi air nutrisi yang terbatas pada perlakuan waktu pemberian nutrisi, akar akan semakin panjang dan bertambah banyak untuk mencari air yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Sedangkan pada kondisi air yang selalu tersedia, akar tanaman cenderung lebih sedikit karena akar tidak perlu mencari keberadaan air lagi. Sebagai respons terhadap kekurangan unsur hara dan kekeringan, tanaman lebih menunjukkan perkembangan pada sistem perakaran (Lynch dan Brown, 2012). Berat akar tanaman per sampel terhadap interaksi kedua perlakuan pada media cocopeat berpengaruh nyata hal ini diduga karena media cocopeat bisa menyimpan dan menyediakan air nutrisi dengan baik. Kondisi ini sesuai dengan pernyataan Istomo dan Valentino (2012), yang menyatakan bahwa pori mikro media cocopeat memungkinkan penyerapan gerakan air yang lebih besar, yang pada gilirannya menghasilkan tingkat ketersediaan air yang lebih tinggi.

Berat akar tanaman pakcoy tetap tidak terpengaruh oleh perlakuan hara yang berkepanjangan. Hal ini diyakini disebabkan oleh sistem hidroponik NFT yang kurang efisien sehingga tidak memungkinkan seluruh air nutrisi jatuh ke dalam reservoir nutrisi ketika pompa berhenti sehingga air nutrisi tergenang dasar air nutrisi selokan. Menurut Islami dan Utomo (1995), air yang kaya akan unsur hara memiliki dampak signifikan terhadap pertumbuhan akar. Ketika kandungan nutrisi dalam air lebih tinggi, akar cenderung tumbuh lebih pendek.

Nazara (2023) mengungkapkan bahwa konsentrasi nutrisi AB Mix terbukti mampu meningkatkan bobot basah akar tanaman tomat pada kadar tertentu. Nutrisi AB Mix yang umumnya terdiri dari nitrogen, fosfor, kalium, dan elemen mikro lainnya berperan penting dalam mendukung perkembangan sistem perakaran yang sehat. Peningkatan bobot basah akar merupakan indikator bahwa tanaman menerima nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhan vegetatifnya. Hal ini sejalan dengan temuan dari Alvarado *et al.* (2021), yang menjelaskan bahwa ketersediaan nutrisi yang memadai dapat meningkatkan aktivitas metabolisme tanaman, khususnya dalam pembentukan jaringan akar.

Namun, meskipun nutrisi AB Mix penting dalam pertumbuhan tanaman, penggunaan konsentrasi yang berlebihan justru memberikan dampak negatif. Nazara (2023) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi AB Mix yang terlalu tinggi menyebabkan penurunan bobot basah akar tanaman tomat. Kondisi ini dapat dijelaskan oleh fenomena yang dikenal sebagai "toksisitas nutrisi", di mana kelebihan unsur hara, terutama nitrogen, fosfor, atau kalium, mengganggu keseimbangan osmotik dan fisiologi tanaman (Marschner *et al.*, 2020). Akumulasi unsur hara dalam jumlah besar dapat menyebabkan stres pada tanaman, yang berdampak buruk pada sistem perakaran.

Toksisitas akibat konsentrasi nutrisi yang terlalu tinggi mengakibatkan ketidakseimbangan ion dalam sel-sel akar, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan penyerapan air dan nutrisi lainnya. Menurut penelitian oleh Wang *et al.* (2022), tanaman yang terpapar pada kadar nutrisi berlebihan akan mengalami gangguan osmoregulasi, sehingga sel-sel akar tidak mampu menyerap air secara optimal. Akibatnya, akar mengalami dehidrasi dan pertumbuhan menjadi terhambat. Penurunan bobot basah akar ini adalah respons langsung dari tanaman untuk mengatasi stres akibat lingkungan yang tidak ideal.

Selain efek toksisitas, penggunaan konsentrasi nutrisi yang terlalu tinggi juga memengaruhi mikroorganisme tanah dan hubungan simbiosis antara akar dan mikroorganisme. Taylor *et al.* (2021) menunjukkan bahwa konsentrasi nutrisi yang berlebihan dapat merusak populasi mikroorganisme menguntungkan di sekitar zona perakaran, seperti mikoriza dan bakteri pelarut fosfat, yang berperan dalam membantu penyerapan nutrisi secara alami. Dengan rusaknya hubungan ini, akar tanaman menjadi kurang efisien dalam menyerap unsur hara yang diperlukan, sehingga mengakibatkan penurunan bobot basah akar.

Kesimpulannya, meskipun konsentrasi nutrisi AB Mix terbukti meningkatkan bobot basah akar tanaman tomat pada kadar yang tepat, penggunaan konsentrasi yang terlalu tinggi harus dihindari. Pemberian nutrisi secara berlebihan tidak hanya menyebabkan toksisitas dan stres fisiologis pada tanaman, tetapi juga dapat mengganggu ekosistem mikroorganisme tanah yang penting bagi kesehatan akar. Oleh karena itu, perlu diperhatikan penggunaan nutrisi yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan tanaman untuk memastikan pertumbuhan yang optimal dan menjaga keberlanjutan sistem pertanian (Johnson *et al.*, 2022)..

Berat Akar per Petak (g)

Hasil analisa anova menunjukkan bahwa lama pemberian nutrisi, media tumbuh organik dan interaksi dari kedua perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap berat akar per petak. Rataan berat akar per petak akibat lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rataan berat akar per petak (g) pakcoy akibat perlakuan lama pemberian nutrisi dan media tumbuh organik

Media Tumbuh Organik	Lama Pemberian Nutrisi			Rataan
	A1	A2	A3	
M1	43,91	47,25	51,33	47,50
M2	55,35	35,01	28,13	39,50
M3	40,32	35,95	36,94	37,74
Rataan	46,53	39,40	38,80	41,58

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada lama pemberian nutrisi berat akar per petak tertinggi diperoleh pada perlakuan A1, diikuti A3 dan A2. Pada media tumbuh organik berat akar per petak tertinggi diperoleh pada perlakuan M1 diikuti M2 diikuti M3. Interaksi dari kedua perlakuan diperoleh berat akar per petak tertinggi pada perlakuan A1M2 diikuti A3M1, A2M1, A1M1, A1M3, A3M2, A3M3, A2M3, A2M2.

Perlakuan beberapa media tumbuh organik dari semua parameter yang dilakukan berpengaruh tidak signifikan, hal ini diduga terjadi akibat pada saat melakukan penyemai benih media yang digunakan adalah rockwool ini menyebabkan kurangnya pengaruh media arang sekam, cocopeat, dan limbah jamur tiram terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy.

Rockwool tidak hanya mahal karena impor, tetapi juga dapat mengurangi penggunaan disinfektan dan pupuk, ronggangnya bisa mudah dilewati akar sehingga meningkatkan pertumbuhan akar, dan dapat dipakai berulang-ulang. Selain itu, rockwool dapat menampung air hingga empat belas kali jumlah lapang tanah (Marlina *et al.*, 2015).

Media tanam erat kaitannya dengan akar karena merupakan tempat pertumbuhan, tempat pijakan, dan penyokong dalam menyerap unsur hara. Karena jenis dan sifat media yang berbeda, dampaknya terhadap pertumbuhan dan perkembangan akar berbeda. Karena media tanam mempengaruhi efektivitas pemupukan atau pemberian larutan nutrisi, Gardner *et al.* (1991) menjelaskan bahwa pertumbuhan akar yang optimal ditentukan oleh kelembaban dan aerasi yang baik dari suatu media tanam.

Pada media tumbuh arang sekam dan limbah jamur tiram terdapat jamur patogen dan mulai terlihat 1 MST sehingga terdapat tanaman yang terserang penyakit dan menyebabkan tanaman menjadi kerdil dan mati, diduga karena terjadi kompetisi dimana adanya persaingan nutrisi yang melibatkan jamur patogen dan tanaman pakcoy. Kondisi ini sesuai dengan pernyataan Soesanto (2008), yang menyatakan bahwa hampir semua organisasi hayati mengalami kompetisi akan kebutuhan nutrisi dan habitat.

Perlakuan lama pemberian nutrisi dalam budidaya tanaman pakcoy menunjukkan bahwa durasi pemberian nutrisi selama 6 jam, 18 jam, dan 24 jam tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat segar tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman pakcoy memiliki kemampuan adaptasi yang

baik terhadap berbagai durasi pemberian nutrisi. Menurut penelitian dari Purnomo *et al.* (2021), tanaman pakcoy dapat memanfaatkan nutrisi secara efisien, terutama jika lingkungan tumbuh dan media tanam mendukung. Dengan demikian, meskipun terjadi variasi pada lama pemberian nutrisi, pakcoy masih mampu mengoptimalkan penyerapan nutrisi yang tersedia dalam waktu singkat maupun lama.

Namun, ketika lama pemberian nutrisi dikaitkan dengan jenis media tumbuh yang digunakan, seperti cocopeat, arang sekam, dan limbah jamur tiram, ditemukan adanya pengaruh yang signifikan. Media tumbuh memiliki peran penting dalam menentukan ketersediaan air dan nutrisi untuk tanaman. Cocopeat, misalnya, dikenal memiliki kapasitas retensi air yang baik, sehingga memungkinkan tanaman untuk mendapatkan nutrisi yang cukup meskipun durasi pemberian nutrisi berbeda (Kusuma *et al.*, 2023). Sebaliknya, media arang sekam dan limbah jamur tiram, meskipun bersifat organik, mungkin memiliki kapasitas retensi air yang lebih rendah, yang memengaruhi ketersediaan nutrisi dalam jangka waktu lama.

Penelitian terbaru oleh Santoso *et al.* (2022) mengungkapkan bahwa media tumbuh yang berbeda memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyimpan dan melepaskan nutrisi, yang sangat bergantung pada struktur fisik dan komposisi organik media tersebut. Cocopeat yang berserat lembut dapat menyimpan lebih banyak air dan nutrisi dibandingkan arang sekam yang cenderung memiliki struktur berpori lebih besar. Oleh karena itu, dalam kasus pemberian nutrisi yang lebih lama, seperti 18 dan 24 jam, media cocopeat dapat mempertahankan kadar air dan nutrisi lebih lama dibandingkan dengan arang sekam atau limbah jamur tiram, yang menunjukkan perbedaan signifikan dalam pertumbuhan pakcoy.

Selain itu, jenis media tumbuh juga memengaruhi kemampuan akar tanaman untuk menyerap nutrisi. Media yang longgar dan berpori seperti arang sekam dapat meningkatkan aerasi di sekitar akar, namun, jika nutrisi diberikan dalam waktu singkat, tanaman mungkin tidak cukup waktu untuk menyerapnya sebelum nutrisi hilang dari media. Sebaliknya, pada media cocopeat, karena retensi air yang tinggi, nutrisi tetap tersedia lebih lama, memberikan tanaman lebih banyak kesempatan untuk menyerap nutrisi secara efisien, bahkan dalam kondisi pemberian nutrisi yang tidak terlalu lama (Rahmawati & Pratiwi, 2021).

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa lama pemberian nutrisi saja mungkin tidak selalu menjadi faktor penentu utama dalam pertumbuhan pakcoy. Namun, interaksi antara lama pemberian nutrisi dan jenis media tumbuh memainkan peran penting. Media tumbuh yang lebih baik dalam menyimpan air dan nutrisi, seperti cocopeat, memungkinkan tanaman untuk tumbuh lebih optimal dalam berbagai durasi pemberian nutrisi. Oleh karena itu, pemilihan media tumbuh yang tepat harus dipertimbangkan bersama dengan strategi pemberian nutrisi untuk mendapatkan hasil yang optimal.

KESIMPULAN

Terjadi interaksi antara lama pemberian nutrisi dan jenis media organik terhadap berat segar akar pakcoy per tanaman. Dengan media arang sekam, lama pemberian nutrisi terbaik sekitar 18 jam/hari, dengan media cocopeat terbaik selama 8 jam, sedangkan dengan limbah media jamur tiram selama 24 jam/hari. Tidak ada perbedaan pengaruh lama pemberian nutrisi terhadap parameter pertumbuhan yang lain dan hasil tanaman pakcoy. Tidak ada perbedaan pengaruh jenis media tumbuh terhadap parameter pertumbuhan yang lain dan hasil tanaman pakcoy.

DAFTAR PUSTAKA

- Amani, M., Rahim, M., & Saad, A. (2023). Effects of nutrient imbalance on leaf development in hydroponic crops. *Journal of Plant Nutrition*, 46(3), 405-419.
- Arisandi. (2013). Pengaruh media tanam terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). Program Studi Pendidikan Biologi Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan (STKIP) PGRI Sumatra Barat.
- Badan Pusat Statistik Jakarta. (2018). *Sensus bidang pertanian 2013*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Cahyono, B. (2003). Teknik dan strategi budi daya sawi hijau (Pai-Tsai). Yayasan Pustaka Nusantara.

Ridho Victory Nazara, Putra Hidayat Telaumbanua, Kurnia Seleкта E. Harefa, Dorthi Ester Junita Daeli,
Robert Alberth Sole

- Desmarina, R., Adiwirman, Winarso, D., & Widodo. (2009). Respon tanaman tomat terhadap frekuensi dan taraf pemberian air terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman tomat. *Makalah Seminar Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB, Bogor*.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. (2018). *Luas panen tanaman pakcoy meningkat tahun 2017*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Effendi, M., & Suhardianto, A. (2002). *Klimatologi pertanian*. Universitas Terbuka.
- Elzebroek, T., & Wind, K. (2008). *Guide to cultivated plants*. CAB International.
- Fitriani, E. (2011). *Budidaya sawi di berbagai media tanam*. Pustaka Baru Press.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Physiology of crop plants (H. Susilo, Trans.)*. Universitas Indonesia Press.
- Hartus, T. (2001). *Berkebun hidroponik secara murah*. Penebar Swadaya.
- Haryanto, W. T., Suhartini, & Rahayu, E. (2006). *Sawi dan selada*. Penebar Swadaya.
- Hasibuan, B. E. (2006). *Pupuk dan pemupukan*. Universitas Sumatera Utara.
- Herlina, T., Purnamasari, S., & Santoso, D. (2022). Pengaruh media tumbuh organik dan pemberian nutrisi terhadap pertumbuhan tanaman sayuran. *Jurnal Agroekoteknologi*, 11(2), 45-55.
- Istomo, & Valentino, N. (2012). Pengaruh perlakuan kombinasi media terhadap pertumbuhan anakan tumih (*Combretocarpus rotundatus* Miq. Danser). *Jurnal Silvikultur Tropika*, 3(2), 81-84.
- Kusuma, I. N., Sari, P., & Wulandari, F. (2023). Peran cocopeat dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi pada budidaya tanaman sayuran. *Jurnal Hortikultura*, 12(1), 45-57.
- Lingga, P., & Marsono. (2005). *Petunjuk penggunaan pupuk*. Penebar Swadaya.
- Lync, J. P., & Brown, K. M. (2012). New roots for agriculture: Exploiting the root phenome. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1598-1604).
- Manh, V. H., & Wang, C. H. (2014). Vermicompost as an important component in substrate: Effects on seedling quality and growth of muskmelon (*Cucumis melo* L.). *APCBEE Procedia*, 8, 32-40.
- Marlina, et al. (2015). Pertumbuhan media tanam granul dari tanah liat terhadap pertumbuhan sayuran hidroponik sistem sumbu. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(2), 143-150.
- Nazara, R. V., Hanum, C., Hasanah, Y., Telaumbanua, P. H., Telaumbanua, B. V., & Laoli, D. (2023). Analisis karakteristik fisiologis terhadap konsentrasi AB Mix pada tanaman tomat cherry. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 21(1), 12-21.
- Polii, E. (2009). Pengaruh luas daun terhadap berat segar tanaman sayuran. *Jurnal Agronomi*, 15(2), 123-130.
- Prasetyo, A. (2010). *Kubis Tiongkok alias Pakchoy*. [Http://koebiz.blogspot.com/2010/10/kubis-tiongkok-alias-pakchoy.html](http://koebiz.blogspot.com/2010/10/kubis-tiongkok-alias-pakchoy.html) (Accessed March 14, 2023).
- Prastio, U. (2017). *Panen sayuran hidroponik setiap hari*. PT Agro Media Pustaka.
- Previensari, D., Sukmono, A., & Sugiastu, F. H. (2020). Analisis pengaruh relief dan arah sinar matahari terhadap kesesuaian lahan tembakau berbasis pemodelan geospasial 3-dimensi di Gunung Sindoro. *Geodesi Undip*, 9(1), 344-353.
- Prihantoro, H., & Indriani, Y. H. (2005). *Hidroponik sayuran semusim untuk hobi dan bisnis*. Penebar Swadaya.

Efektivitas Lama Pemberian Nutrisi Terhadap Produktivitas Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Media Tumbuh Organik Secara Hidroponik Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*)

- Purnomo, A., Handayani, E., & Pramono, T. (2021). Pengaruh durasi pemberian nutrisi terhadap pertumbuhan dan produksi pakcoy pada sistem hidroponik. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 15(2), 123-135.
- Rahman, A., Dewi, T., & Hidayah, N. (2022). Pengelolaan nutrisi dalam budidaya tanaman sayuran untuk hasil optimal. *Jurnal Agroekologi*, 10(3), 200-215.
- Rahmat, P. (2015). *Bertanam hidroponik gak pake masalah*. Agromedia Pustaka.
- Rahmawati, L., & Pratiwi, R. (2021). Pengaruh media tumbuh organik terhadap pertumbuhan tanaman sayuran di sistem hidroponik. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 19(1), 67-78.
- Rukmana, R. (2004). *Pakcoy: Budidaya dan pascapanen*. Kansius.
- Santoso, D., Supriyanto, A., & Nugraha, T. (2022). Pengaruh media tumbuh berbasis organik terhadap penyerapan nutrisi pada tanaman pakcoy. *Jurnal Agroekoteknologi*, 11(3), 75-89.
- Sastrahidajat, I. H., & Soemarno. (1996). *Budidaya tanaman association*. Jakarta.
- Soesanto, L. (2008). *Pengantar pengendalian hayati penyakit tanaman*. Rajawali Press.
- Sutanto, R. (2002). *Penerapan pertanian organik masyarakat dan pengembangannya*. Kanisius.
- Sutirman. (2011). *Pakcoy (Sawi Sendok) organik-bisnis sayuran menguntungkan*. Gunadarma.
- Syafruddin, A., Yulianto, B., & Farah, D. (2012). Peran unsur hara N, P, dan K dalam pertumbuhan tanaman. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 10(1), 15-23.
- Valentino, N. (2012). Pengaruh perlakuan kombinasi media terhadap pertumbuhan anakan tumih (*Combretocarpus rotundatus* Miq. Danser). *Jurnal Silvikultur Tropika*, 3(2), 81-84.
- Wahyudi, M. (2010). *Petunjuk praktis bertanam sayuran*. Agro Media Pustaka.
- Zainal, M., Sari, R., & Hasanah, U. (2021). Peran daun dalam fotosintesis dan transpirasi pada tanaman sayuran. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 18(1), 45-58.
- Zhang, Y., Li, X., & Wang, J. (2023). Smart monitoring systems for nutrient management in hydroponics. *Agricultural Sciences*, 15(2), 234-250.