

Budidaya Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Sistem Hidroponik di Kebun Sayur Surabaya: Analisis Kebutuhan Nitrogen Tanaman

Cultivation of Pakcoy Mustard (*Brassica rapa* L.) in a Hydroponic System in a Surabaya Vegetable Garden: Analysis of Plant Nitrogen Requirements

1stRadytha Aprilia¹, 2ndA Miftakhurrohmat²
{agusmrohmat@umsida.ac.id }

Prodi Agroteknologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

ABSTRACT: This study was conducted to determine the nitrogen requirements of bok choy (*Brassica rapa* L.) cultivated using the Nutrient Film Technique (NFT) hydroponic system at the Surabaya Vegetable Garden. The study took place from July 28 to August 23, 2025, and was observational-descriptive in nature, using direct observation of plant growth and physiological conditions. Observed variables included plant height, number of leaves, leaf greenness using the Leaf Color Chart (LCC), and fresh weight at harvest. The results showed that nitrogen availability significantly affected the vegetative growth of bok choy. Plants with a leaf greenness level of 4–5 (LCC) grew optimally, with an average height of 25.8 cm, 11–12 leaves, and a fresh weight of 175.7 grams. Meanwhile, plants with an LCC of 2–3 showed slower growth and yellowish leaves due to nitrogen deficiency. The use of LCC has proven effective as a simple method for assessing nitrogen requirements without laboratory analysis, thus serving as a reference for hydroponic cultivators in nutrient management. The research confirms that proper nitrogen management is key to improving the growth, productivity, and quality of bok choy in an efficient and sustainable hydroponic system.

Keywords: bok choy, hydroponics, nitrogen, leaf color chart.

ABSTRAK: Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan nitrogen pada tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) yang dibudidayakan dengan sistem hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) di Kebun Sayur Surabaya. Kegiatan berlangsung dari 28 Juli hingga 23 Agustus 2025 dan bersifat observatif-deskriptif melalui pengamatan langsung terhadap pertumbuhan serta kondisi fisiologis tanaman. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, tingkat kehijauan daun menggunakan Leaf Color Chart (LCC), dan bobot segar saat panen. Hasil menunjukkan bahwa ketersediaan nitrogen berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif pakcoy. Tanaman dengan tingkat kehijauan daun LCC 4–5 tumbuh paling optimal, memiliki tinggi rata-rata 25,8 cm, jumlah daun 11–12 helai, serta bobot segar mencapai 175,7 gram. Sementara itu, tanaman dengan nilai LCC 2–3 menunjukkan pertumbuhan lebih lambat dan daun berwarna kekuningan akibat kekurangan nitrogen. Penggunaan LCC terbukti efektif sebagai metode sederhana dalam menilai kebutuhan nitrogen tanpa analisis laboratorium, sehingga dapat dijadikan acuan bagi pelaku budidaya hidroponik dalam pengelolaan nutrisi. Hasil penelitian menegaskan bahwa pengaturan nitrogen yang tepat menjadi kunci dalam meningkatkan pertumbuhan, produktivitas, dan kualitas sawi pakcoy pada sistem hidroponik yang efisien dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Sawi Pakcoy., hidroponik, nitrogen, Leaf Color Chart.

I. PENDAHULUAN

Sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran daun dari famili Brassicaceae yang memiliki potensi ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini digemari masyarakat karena memiliki rasa yang khas, nilai gizi yang tinggi, serta umur panen yang relatif singkat [1].

Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap konsumsi sayuran sehat, terutama di wilayah perkotaan yang memiliki keterbatasan lahan, sistem budidaya hidroponik menjadi alternatif yang semakin diminati. Sistem ini memungkinkan produksi sayuran yang higienis, efisien dalam penggunaan air dan lahan, serta dapat diterapkan pada berbagai kondisi lingkungan [2].

Salah satu faktor kunci yang menentukan keberhasilan budidaya hidroponik adalah ketersediaan dan keseimbangan unsur hara, terutama nitrogen (N). Unsur nitrogen berperan penting dalam pembentukan senyawa penyusun tubuh tanaman seperti asam amino, protein, dan klorofil, yang mendukung proses fotosintesis dan pertumbuhan vegetatif [3]. Kekurangan nitrogen akan menimbulkan gejala klorosis atau menguningnya daun akibat berkurangnya kadar klorofil, sedangkan kelebihan nitrogen dapat menyebabkan tanaman terlalu subur secara vegetatif tetapi menurunkan kualitas hasil panen [4], [5].

Pada sistem hidroponik, kebutuhan nitrogen biasanya dipenuhi melalui larutan nutrisi AB Mix, yang mengandung unsur makro dan mikro dalam komposisi seimbang. Penelitian Alpandari & Prakoso menyatakan bahwa variasi konsentrasi AB Mix mempengaruhi pertumbuhan pakcoy secara signifikan, terutama terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot segar [6]. Suharjo juga menemukan bahwa racikan nutrisi dengan kandungan nitrogen yang sesuai mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan produktivitas tanaman [2]. Oleh karena itu, manajemen pemberian nitrogen menjadi aspek penting yang harus diperhatikan dalam budidaya hidroponik pakcoy.

Selain AB Mix, berbagai upaya dilakukan untuk menemukan sumber nitrogen alternatif yang lebih ramah lingkungan dan efisien. Penelitian Miftarul Anzila & Asngad menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik cair dari bonggol pisang dan daun kelor dapat meningkatkan hasil tanaman pakcoy secara signifikan [7]. Temuan tersebut didukung oleh Handayani et al. yang menggunakan pupuk organik cair kulit pisang kepok dan memperoleh peningkatan jumlah daun serta berat segar tanaman [8]. Selain itu, Rahmatika et al. melaporkan bahwa pupuk cair berbahan dasar urin kelinci juga mampu meningkatkan pertumbuhan pakcoy melalui peningkatan ketersediaan nitrogen organik [9].

Limbah organik cair turut dikaji sebagai alternatif penyedia nitrogen alami. Penelitian Istiqomah et al. menunjukkan bahwa limbah cair tahu dengan berbagai konsentrasi dapat berfungsi sebagai sumber nutrisi tanaman hidroponik yang efektif [10]. Indah Yuliana et al. juga menemukan bahwa penggunaan air limbah lele mampu meningkatkan pertumbuhan pakcoy sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik [11]. Pendekatan tersebut mendukung pengembangan sistem hidroponik berkelanjutan dengan efisiensi hara yang lebih baik.

Selain jumlah nitrogen, pH larutan nutrisi juga menjadi faktor penting yang mempengaruhi penyerapan unsur hara oleh tanaman. Sunanil Huda et al. mengungkapkan bahwa perbedaan pH pada sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil panen pakcoy [12]. Nilai pH optimal untuk pertumbuhan tanaman berkisar antara 6,0 hingga 6,5, sedangkan pH yang terlalu rendah atau tinggi dapat menghambat penyerapan nitrogen dan menurunkan efisiensi fisiologis tanaman.

Dalam budidaya tanaman di tanah, keberadaan nitrogen juga berperan penting dalam mendukung produktivitas. Penelitian Ariansyah Putra et al. menjelaskan bahwa status nitrogen tanah memiliki hubungan erat dengan serapan hara oleh tanaman padi, di mana defisiensi nitrogen menghambat pembentukan jaringan tanaman [13]. Hasil serupa dilaporkan oleh Hakim et al., yang memetakan distribusi unsur N, P, dan K pada lahan kelapa sawit, menunjukkan bahwa ketidakseimbangan unsur nitrogen berdampak langsung terhadap efisiensi serapan hara tanaman [14].

Secara biologis, mikroorganisme juga beradaptasi terhadap kondisi kekurangan nitrogen. Menurut Camenzind et al., mikroorganisme seperti jamur dan bakteri mengalami perubahan morfologi dan aktivitas metabolismik untuk mempertahankan ketersediaan nitrogen di lingkungan yang miskin hara [15]. Adaptasi ini berperan dalam menjaga siklus nitrogen alami yang penting bagi sistem pertanian berkelanjutan.

Selain faktor-faktor fisiologis dan kimia, pengamatan visual terhadap tanaman juga dapat digunakan untuk menganalisis status nitrogen. Ramadhan et al. mengembangkan sistem deteksi daun pakcoy berbasis *Raspberry Pi* dengan metode *thresholding* pada warna hue dan saturasi, yang membantu mengidentifikasi daun busuk dan perubahan warna akibat defisiensi nutrisi, termasuk nitrogen [16].

Berdasarkan berbagai temuan tersebut, dapat dijelaskan bahwa pengelolaan nitrogen yang tepat merupakan faktor penentu keberhasilan dalam budidaya pakcoy, khususnya dengan sistem hidroponik. Kegiatan magang yang dilakukan di Kebun Sayur Surabaya bertujuan untuk menganalisis kebutuhan nitrogen tanaman sawi pakcoy dalam sistem hidroponik melalui pengamatan langsung terhadap pertumbuhan vegetatif dan kondisi fisiologis tanaman. Hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam optimalisasi pemupukan nitrogen untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan budidaya sayuran daun di wilayah perkotaan.

II. METODE

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 28 Juli hingga 23 Agustus 2025 di Kebun Sayur Surabaya, yang berlokasi di Injoko, Jl. Gayung Kebonsari XI No.15, Ketintang, Kecamatan Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur 60235. Lokasi tersebut dipilih karena memiliki fasilitas budidaya hidroponik yang lengkap, sistem sirkulasi nutrisi yang stabil, serta lingkungan yang mendukung pertumbuhan optimal tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.). Penelitian ini bersifat observatif dan deskriptif, dengan melakukan pengamatan langsung terhadap proses budidaya pakcoy dalam sistem hidroponik untuk menganalisis kebutuhan nitrogen tanaman. Tujuan utamanya adalah memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi pertumbuhan, ketersediaan, serta serapan nitrogen yang berpengaruh terhadap hasil tanaman pakcoy di lapangan.

Peralatan yang digunakan meliputi instalasi hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) yang dilengkapi talang, pompa air, dan tandon nutrisi. Kondisi larutan nutrisi dipantau menggunakan pH meter dan TDS/EC meter guna memastikan kestabilan nilai keasaman serta konduktivitas listrik selama periode penelitian. Selain itu, digunakan pula gelas ukur, ember, timbangan digital, Leaf Color Chart (LCC) atau SPAD meter untuk mengukur tingkat kehijauan daun, serta alat ukur pertumbuhan seperti penggaris dan jangka sorong. Untuk mendukung kegiatan dokumentasi dan penandaan tanaman, disiapkan label tanaman, spidol tahan air, dan kamera digital. Bahan penelitian terdiri atas benih pakcoy varietas hijau, larutan nutrisi AB Mix khusus tanaman daun, air yang telah diendapkan selama 24 jam, media tanam rockwool, dan netpot.

Tahapan penelitian dimulai dengan penyemaian benih pada media rockwool yang telah dilembabkan menggunakan air bersih. Benih ditutup tipis dan disimpan di tempat teduh hingga berkecambah dan memiliki tiga hingga empat daun sejati (sekitar tujuh hari setelah semai). Selanjutnya dilakukan persiapan sistem hidroponik NFT, yakni dengan membersihkan talang, pompa, dan tandon nutrisi, kemudian merangkainya dengan kemiringan sekitar lima derajat untuk memastikan aliran larutan berjalan lancar. Pompa dihubungkan ke tandon agar larutan nutrisi dapat bersirkulasi terus-menerus. Selama proses ini, pH larutan dijaga antara 5,8–6,5 dan nilai EC disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, sehingga nutrisi dapat diserap secara optimal oleh akar.

Bibit berumur 10–12 hari yang tampak sehat kemudian dipindahkan ke dalam netpot berisi potongan rockwool dan dipasang pada lubang tanam sesuai label pengamatan. Selama penelitian, dilakukan pemeliharaan rutin berupa pengecekan pH dan EC setiap dua hari, penggantian larutan nutrisi setiap tujuh hari. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan vegetatif, tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun menggunakan LCC, dan bobot segar tanaman saat panen.

Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif, dengan menafsirkan hubungan antara tingkat kehijauan daun dan pertumbuhan tanaman sebagai indikator kebutuhan nitrogen. Selain itu, dilakukan observasi visual untuk mendeteksi tanda-tanda defisiensi nitrogen, seperti daun menguning atau pertumbuhan terhambat. Dokumentasi dilakukan sepanjang penelitian untuk mendukung hasil observasi

dan evaluasi lapangan.

I. HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama kegiatan berlangsung, sistem Nutrient Film Technique (NFT) berfungsi dengan baik, di mana sirkulasi larutan nutrisi berjalan stabil. Kondisi pH larutan nutrisi dipertahankan antara 5,8–6,5, sementara suhu udara berkisar 28–32°C pada siang hari dan 24–26°C pada malam hari dengan kelembapan relatif 65–75%. Faktor lingkungan tersebut tergolong optimal untuk menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman pakcoy.

Perbedaan tingkat nitrogen dalam larutan AB Mix diamati secara visual menggunakan Leaf Color Chart (LCC). Tanaman yang memperoleh nitrogen dalam jumlah cukup menunjukkan warna daun hijau tua dan pertumbuhan vegetatif lebih cepat dibandingkan tanaman dengan daun kekuningan akibat kekurangan nitrogen.

Tabel 1 Hasil pengamatan tanaman pakcoy pada berbagai tingkat kecukupan nitrogen

Variabel Pengamatan	Nitrogen Rendah (LCC 2-3)	Nitrogen Sedang (LCC 3-4)	Nitrogen Cukup (LCC 4-5)
Tinggi Tanaman (cm)	17,6	21,3	25,8
Jumlah Daun (helai)	8 – 9	10 – 11	11 – 12
Warna Daun	Hijau Muda Kekuningan	Hijau Sedang	Hijau Tua
Bobot Segar Tanaman (gram)	110,5	140,2	175,7

Keterangan: Data merupakan hasil pengamatan rata-rata selama penelitian di Kebun Sayur Surabaya.

Berdasarkan Tabel 1, tanaman pakcoy dengan tingkat kecukupan nitrogen tinggi (LCC 4–5) menunjukkan performa pertumbuhan paling optimal. Rata-rata tinggi tanaman mencapai 25,8 cm, jumlah daun antara 11–12 helai, serta warna daun hijau tua yang menandakan kadar klorofil tinggi. Warna hijau pekat tersebut menunjukkan bahwa nitrogen tersedia dalam jumlah cukup untuk mendukung pembentukan protein dan klorofil, dua komponen penting dalam proses fotosintesis.

Sebaliknya, tanaman dengan kadar nitrogen rendah (LCC 2–3) mengalami pertumbuhan yang lebih lambat dengan daun berwarna pucat dan ukuran lebih kecil. Tinggi tanaman rata-rata hanya mencapai 17,6 cm dengan bobot segar sekitar 110 gram. Gejala ini sesuai dengan karakteristik defisiensi nitrogen, yaitu pertumbuhan terhambat, daun berwarna kekuningan, dan penurunan laju fotosintesis. Tanaman dengan kecukupan nitrogen sedang (LCC 3–4) masih menunjukkan pertumbuhan cukup baik, tetapi hasilnya belum maksimal.

Dari hasil pengamatan tersebut dapat disimpulkan bahwa nitrogen berperan penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman pakcoy, terutama dalam pembentukan daun dan peningkatan bobot segar. Semakin cukup ketersediaan nitrogen, semakin optimal pula pertumbuhan dan hasil tanaman yang diperoleh. Namun, pemberian nitrogen berlebihan harus dihindari karena dapat mengganggu keseimbangan unsur hara lain serta menurunkan efisiensi penyerapan air dan nutrisi.

Pendekatan observatif menggunakan Leaf Color Chart (LCC) terbukti efektif sebagai metode sederhana dalam menilai kebutuhan nitrogen tanpa perlu analisis laboratorium. Metode ini mudah diterapkan, hemat biaya, dan sangat berguna bagi pelaku budidaya hidroponik skala kecil hingga menengah. Dengan pengelolaan nutrisi yang tepat, budidaya pakcoy hidroponik di Kebun Sayur Surabaya mampu menghasilkan tanaman yang sehat, berwarna hijau segar, dan memiliki nilai jual yang tinggi.

II. KESIMPULAN

Penelitian mengenai budidaya sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan sistem hidroponik di Kebun Sayur Surabaya menunjukkan bahwa nitrogen memiliki peran penting terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Tanaman yang memperoleh suplai nitrogen cukup (ditunjukkan oleh tingkat kehijauan daun pada LCC 4–5) memperlihatkan pertumbuhan optimal dengan tinggi rata-rata 25,8 cm, jumlah daun mencapai 11–12 helai, serta bobot segar sekitar 175,7 gram. Warna daun yang hijau pekat menunjukkan tingginya kandungan klorofil, yang mengindikasikan bahwa tanaman memiliki kemampuan fotosintesis yang baik.

Sebaliknya, tanaman dengan ketersediaan nitrogen rendah (LCC 2–3) menunjukkan gejala kekurangan nutrisi, seperti daun berwarna pucat kekuningan, pertumbuhan lambat, dan bobot segar yang lebih kecil. Hal ini menegaskan bahwa nitrogen berperan vital dalam proses pembentukan protein dan klorofil yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman pakcoy.

Metode pengamatan langsung menggunakan Leaf Color Chart (LCC) terbukti efektif untuk mengidentifikasi kebutuhan nitrogen secara praktis tanpa perlu analisis laboratorium. Pendekatan ini dapat digunakan sebagai panduan bagi petani hidroponik dalam menyesuaikan dosis nutrisi, khususnya unsur nitrogen, agar pertumbuhan tanaman tetap efisien dan optimal.

Secara keseluruhan, pengelolaan nitrogen yang tepat menjadi faktor utama dalam meningkatkan produktivitas, pertumbuhan, dan kualitas tanaman sawi pakcoy pada sistem hidroponik, sekaligus mendukung penerapan pertanian perkotaan yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Gustaman, “Pengaruh Nutrisi Ab Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica Rapa* L) Dalam Sistem Hidroponik,” 2022.
- [2] U. K. J. Suharjo, W. L. Siburian, dan M. Marlin, “Uji Enam Racikan Nutrisi Hidroponik pada Tanaman Pakchoy (*Brassica rapa* L.) sebagai Pengganti Larutan AB-Mix,” *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, vol. 5, hlm. 251–259, Agu 2023, doi: 10.30595/pspfs.v5i.730.
- [3] I. Adi Rolanda dan A. Zainul Arifin, “THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZER DOSAGE ON GROWTH AND PRODUCTION OF BITTER MUSTARD GREENS (*Brassica juncea* L.).”
- [4] O. E. Ananda Putri dan K. Koesriharti, “Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Pagoda (*Brassica narinosa* L.H. Bailey) akibat Aplikasi Pupuk Organik dan Pupuk Nitrogen,” *PLANTROPICA: Journal of Agricultural Science*, vol. 008, no. 1, hlm. 8–18, Feb 2023, doi: 10.21776/ub.jpt.2023.008.1.2.
- [5] Gea Havizsya Pz, Raden Sutriono, dan I Putu Silawibawa, “Respon Pertumbuhan dan Serapan N Tanaman Pakcoy (*Brassica chinensis* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Urea dan Kascing di Tanah Inceptisol,” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, vol. 2, no. 1, Feb 2023, doi: 10.29303/jima.v2i1.2146.
- [6] H. Alpandari dan T. Prakoso, “Pengaruh Beberapa Konsentrasi AB MIX Pada Pertumbuhan Pakcoy Dengan Sistem Hidroponik,” *MJ-Agroteknologi*, vol. 1, hlm. 2022–2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/mjagrotek>
- [7] S. Miftarul Anzila dan A. Asngad, “EFEKTIVITAS KOMBINASI POC BONGGOL PISANG DAN DAUN KELOR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN SAWI PAKCOY (*Brassica rapa* L.) DENGAN METODE HIDROPONIK,” 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.unilak.ac.id/index.php/BL>
- [8] I. Handayani, J. K. Achmad, D. Cireundeu, C. Timur, dan T. Selatan, “Artikel dipublikasi oleh Jurnal Agrosains dan Teknologi © 2021. Artikel ini berlisensi di bawah naungan Creative Commons Attribution-NonCommercial

- 4.0 International License. EFEKTIVITAS PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK CAIR KULIT PISANG KEPOK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN PAKCOY,” vol. 6, no. 1, 2021.
- [9] W. Rahmatika, E. Soenyoto, R. D. Andayani Dan, dan Y. Susilo, “Peran Pupuk Organik Cair Urin Kelinci Pada Tanaman Pakcoy(*Brassica rapa* L),” 2022.
- [10] P. Pemberian Limbah Cair Tahu Dengan Konsentrasi Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy
dkk., “58 |.”
- [11] A. Indah Yuliana *dkk.*, “Agrosaintifika : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Analisis Pertumbuhan Tanaman dan Kejadian Hama Penyakit Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Akibat Pemberian Air Limbah Lele”.
- [12] M. Sunanil Huda, H. Suheri, N. Hidayatun Nufus, dan P. Studi Agroekoteknologi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas, “THE EFFECT OF pH DIFFERENCES OF NUTRIENT SOLUTION ON THE GROWTH AND YIELD OF PAKCOY IN NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) HYDROPONIC SYSTEM,” vol. 33, no. 1, 2023.
- [13] D. Ariansyah Putra, D. Hariyati Adam, N. Elizabeth Mustamu, dan F. Syawal Harahap, “ANALYSIS OF SOIL NITROGEN STATUS IN RELATION TO N UPTAKE BY PADDY RICE PLANTS IN UJUNG BANDAR RANTAU SELATAN DISTRICT, LABUHAN BATU,” *Jurnal Pertanian Agros*, vol. 24, no. 1, 2022.
- [14] M. A. Hakim, A. Krisnohadi, dan S. Sulakhudin, “PEMETAAN SEBARAN STATUS UNSUR HARA N, P, DAN K TANAH PADA LAHAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT RAKYAT KECAMATAN SANDAI KABUPATEN KETAPANG,” *Jurnal Sains Pertanian Equator*, vol. 13, no. 3, hlm. 905, Jul 2024, doi: 10.26418/jspe.v13i3.77974.
- [15] T. Camenzind, A. Lehmann, J. Ahland, S. Rumpel, dan M. C. Rillig, “Trait-based approaches reveal fungal adaptations to nutrient-limiting conditions,” *Environ Microbiol*, vol. 22, no. 8, hlm. 3548–3560, Agu 2020, doi: 10.1111/1462-2920.15132.
- [16] R. I. Ramadhan, H. Fitriyah, dan E. R. Widasari, “Sistem Deteksi Daun Busuk pada Pakcoy Hidroponik menggunakan Metode Thresholding pada Warna Hue dan Saturasi berbasis Raspberry Pi,” 2023. [Daring]. Tersedia pada: <http://j-ptiik.ub.ac.id>