

## PEMANFAATAN SISIK IKAN DAN DAUN TURI SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR UNTUK PERTUMBUHAN KANGKUNG HIDROPONIK

Puji Ulviati, Muhamad Qidam Kholiq\*, Devi Arviani, Ellisa Mutiara

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 lt. 1 Kampus UNNES Sekaran, Gunungpati, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50229

E-mail: [qidamkholiq0405@students.unnes.ac.id](mailto:qidamkholiq0405@students.unnes.ac.id)

### Abstrak

Kangkung (*Ipomoea aquatica*) merupakan sayuran bernutrisi tinggi yang mudah dibudidayakan dan tidak memerlukan lahan luas. Sistem hidroponik menjadi alternatif relevan karena mampu menyalurkan unsur hara secara optimal melalui pupuk organik cair. Limbah sisik ikan yang mengandung kitosan dan daun turi yang kaya nitrogen dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pupuk organik cair ramah lingkungan yang inovatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian pupuk organik cair (POC) berbahan kombinasi limbah sisik ikan dan daun turi (*Sesbania grandiflora*) terhadap pertumbuhan kangkung hidroponik, parameter tinggi batang, diameter batang, dan jumlah daun. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu dosis POC (1,5; 2,5; 3,5; 4,5 ml) dan frekuensi penyiraman (1x, 2x, dan 3x per minggu). Data dianalisis menggunakan Two-Way ANOVA pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi dosis dan frekuensi penyiraman berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman, namun tidak terdapat interaksi antar keduanya. Perlakuan dosis tertinggi (4,5 ml) dan frekuensi penyiraman satu kali per minggu memberikan pertumbuhan tinggi batang paling optimal. Diameter batang tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan, meskipun terdapat kecenderungan peningkatan pada dosis tinggi dan frekuensi penyiraman rendah. Variasi dosis POC tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun, tetapi frekuensi penyiraman satu kali per minggu memberikan jumlah daun tertinggi. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair (POC) berbahan limbah sisik ikan dan daun turi berpotensi mendukung pertumbuhan kangkung hidroponik. Efektivitas POC tidak hanya ditentukan oleh peningkatan dosis, tetapi lebih dipengaruhi oleh frekuensi penyiraman yang tepat. Kombinasi dosis tertinggi (P4) dengan frekuensi penyiraman satu kali per minggu terbukti menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman paling optimal, tanpa memberikan pengaruh yang signifikan terhadap diameter batang dan jumlah daun. Temuan ini menegaskan bahwa pengaturan frekuensi penyiraman POC memiliki peran yang lebih dominan dibandingkan peningkatan dosis dalam mendukung pertumbuhan kangkung hidroponik sehingga lebih ekonomis, mengurangi risiko akumulasi unsur hara berlebih, serta mendukung praktik budidaya kangkung hidroponik yang berkelanjutan.

Kata Kunci: **daun turi; hidroponik; kangkung; pupuk organik cair; sisik ikan**

### Abstract

*Water spinach (Ipomoea aquatica) is a highly nutritious vegetable that is easy to cultivate and does not require large areas of land. Hydroponic systems are a relevant alternative because they are able to deliver nutrients optimally through the use of liquid organic fertilizers. Fish*

scale waste, which contains chitosan, and turi leaves (*Sesbania grandiflora*), which are rich in nitrogen, can be utilized as base materials for an innovative and environmentally friendly liquid organic fertilizer. This study aimed to analyze the effect of liquid organic fertilizer (LOF) made from a combination of fish scale waste and turi leaves on the growth of hydroponic water spinach, specifically plant height, stem diameter, and number of leaves. The research employed a factorial completely randomized design (CRD) with two factors: LOF dosage (1.5; 2.5; 3.5; and 4.5 ml) and application frequency (once, twice, and three times per week). The data were analyzed using Two-Way ANOVA at a 5% significance level. The results showed that variations in dosage and application frequency had a significant effect on plant height, but there was no interaction between the two factors. The highest dosage (4.5 ml) combined with an application frequency of once per week resulted in the most optimal increase in plant height. Stem diameter did not show significant differences among treatments, although there was a tendency for higher values at higher dosages and lower application frequencies. Variations in LOF dosage did not significantly affect the number of leaves, but an application frequency of once per week produced the highest leaf number. Overall, the results indicate that liquid organic fertilizer derived from fish scale waste and turi leaves has the potential to support the growth of hydroponic water spinach. The effectiveness of the LOF is not solely determined by increasing dosage, but is more strongly influenced by the appropriate application frequency. The combination of the highest dosage (P4) with an application frequency of once per week was proven to produce the most optimal plant height growth, without significantly affecting stem diameter and leaf number. These findings emphasize that regulating the frequency of liquid organic fertilizer (LOF) application plays a more dominant role than increasing the dosage in supporting hydroponic water spinach growth, thereby improving economic efficiency, reducing the risk of excessive nutrient accumulation, and promoting sustainable hydroponic cultivation practices.

**Keywords:** *fish scales; hydroponic; liquid organic fertilizer (LOF), Sesbania grandiflora leaves; water spinach*

## 1. PENDAHULUAN

Kangkung merupakan salah satu jenis sayuran yang sangat populer di kalangan masyarakat Indonesia dan sering dikonsumsi dalam berbagai hidangan. Sayuran ini menjadi bagian penting dalam pola makan masyarakat Indonesia karena mengandung berbagai zat gizi bermanfaat, seperti vitamin A, B, dan C, protein, kalsium, fosfor, sitosterol, serta mineral, terutama zat besi yang berperan penting bagi pertumbuhan dan kesehatan tubuh. Tanaman ini tergolong tanaman semusim dengan umur yang relatif singkat serta tidak membutuhkan lahan yang luas untuk dibudidayakan (Rantung *et al.*, 2025). Secara umum, kangkung terbagi menjadi dua jenis, yaitu kangkung darat (*Ipomoea reptans*) dan kangkung air (*Ipomoea aquatica*). Kedua jenis kangkung sama-sama memiliki siklus hidup singkat yaitu sekitar 20-30 hari hingga

siap panen, sehingga sangat responsif terhadap pemupukan, terutama pemupukan organik (Zahanis *et al.*, 2018).

Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman yang dilakukan tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Sebagai gantinya, sistem ini memanfaatkan air yang telah diperkaya dengan nutrisi sebagai media utama. Dengan metode ini, kegiatan bercocok tanam dapat dilakukan secara efisien meskipun pada lahan yang terbatas (Asmbangnirwana *et al.*, 2022). Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dalam sistem hidroponik terbagi menjadi dua kategori, yaitu faktor utama dan faktor pendukung. Faktor utama meliputi air, mineral, nutrisi atau pupuk, media tanam, serta bibit. Sementara itu, faktor pendukung atau lingkungan mencakup intensitas cahaya, oksigen, suhu, kelembapan, curah hujan, dan angin. Di antara semua faktor tersebut, air menjadi elemen yang paling penting untuk diperhatikan, karena sekitar 80–90% komponen tanaman hidroponik terdiri dari air. Ketersediaan air yang mengandung nutrisi dalam jumlah cukup akan mempercepat proses pertumbuhan tanaman (Asmbangnirwana *et al.*, 2022).

Dalam sistem budidaya hidroponik, diperlukan larutan nutrisi yang dilarutkan dalam air agar tanaman dapat memperoleh unsur hara secara merata melalui media tanam (Anzila & Asngad, 2022). Umumnya, nutrisi yang digunakan berasal dari pupuk organik cair yang dibuat dari bahan-bahan organik di sekitar lingkungan dan diolah sedemikian rupa sehingga mampu menyediakan kebutuhan nutrisi bagi tanaman (Irawan & Tampubolon, 2021). Pupuk organik cair merupakan hasil olahan bahan organik yang kini semakin banyak dikembangkan di kalangan masyarakat. Jenis pupuk ini mengandung unsur hara makro dan mikro yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Untuk mendukung pertumbuhan optimal pada sistem hidroponik, tanaman membutuhkan enam unsur hara makro, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan sulfur (S), serta tujuh unsur mikro, yakni besi (Fe), klorin (Cl), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), boron (B), dan molibdenum (Mo) (Anzila & Asngad, 2022). Pupuk Organik Cair (POC) adalah larutan hasil fermentasi

bahan organik baik dari limbah tanaman, residu hewan, maupun mikroorganisme lokal yang kaya akan unsur hara makro (N, P, K), mikro, senyawa bioaktif, dan mikroba bermanfaat. Karena berbentuk cair, POC dapat dengan mudah diserap melalui akar maupun daun sehingga mampu meningkatkan efisiensi serapan hara, mempercepat respons pertumbuhan, serta memperbaiki kualitas fisiologis tanaman dibanding pupuk organik padat (Syamsia, 2024).

Pengelolaan limbah perikanan dan pemanfaatan sumber daya biomassa lokal merupakan tantangan sekaligus peluang penting dalam pertanian berkelanjutan. Salah satu limbah yang melimpah namun kurang dimanfaatkan adalah sisik ikan, yang mengandung kolagen, mineral (kalsium fosfat) dan fraksi kitin/kitosan yang bernilai. Ekstraksi kitin dan deasetilasinya menjadi kitosan membuka jalur untuk mengubah limbah sisik menjadi produk bernilai tambah yang ramah lingkungan sebagai bahan untuk pupuk, biostimulator, atau agen perlindungan tanaman sehingga mengurangi beban pencemaran dan menambah nilai ekonomi samping industri perikanan (Coppola *et al.*, 2021). Kitosan yang diekstraksi dari sisik ikan telah banyak diteliti secara kimiawi maupun fungsional, dan terbukti memiliki potensi besar dalam bidang pertanian. Dari perspektif agronomi, kitosan berperan sebagai elisitor dan biostimulator alami yang dapat mempengaruhi berbagai proses fisiologis tanaman. Pengaplikasian kitosan mampu mempercepat perkembahan, merangsang pertumbuhan dan percabangan akar, serta meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi (Molina-Ramírez *et al.*, 2021). Selain itu, kitosan juga diketahui mampu mengaktifkan mekanisme pertahanan tanaman terhadap tekanan biotik seperti serangan patogen maupun hama, serta tekanan abiotik termasuk kekeringan, salinitas, dan paparan logam berat (Alencar *et al.*, 2025). Dengan berbagai mekanisme tersebut, kitosan menjadi kandidat prospektif untuk dikembangkan sebagai komponen utama dalam formulasi pupuk organik cair (POC) ramah lingkungan, baik sebagai sumber hara tambahan maupun sebagai bahan aditif yang mendukung pertumbuhan serta ketahanan tanaman secara alami.

Daun turi (*Sesbania grandiflora*) merupakan salah satu sumber biomassa hijau yang memiliki kandungan nitrogen tinggi serta senyawa organik yang mudah terdegradasi, sehingga berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam formulasi pupuk organik cair (POC). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Anzila & Asngad, 2022; Aditya *et al.*, 2023) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik cair (POC) berbasis daun turi mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen kangkung (*Ipomoea reptans*) secara signifikan, di mana tingkat efektivitasnya dipengaruhi oleh variasi dosis dan frekuensi pemberian. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan daun turi tidak hanya relevan sebagai alternatif pupuk organik, tetapi juga berpotensi mendukung produktivitas pertanian hortikultura dengan pendekatan berkelanjutan.

Dengan demikian, kombinasi pemanfaatan limbah sisik ikan sebagai sumber kitosan dan daun turi sebagai bahan dasar pupuk organik cair dapat menjadi solusi inovatif dalam pengembangan POC ramah lingkungan. Limbah organik dari sektor perikanan, khususnya sisik ikan, masih belum dimanfaatkan secara optimal dan berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Sisik ikan diketahui mengandung kitosan, memperbaiki ketahanan tanaman, serta mendukung pertumbuhan akar (Coppola *et al.*, 2021; Molina-Ramírez *et al.*, 2021). Selain itu, daun turi merupakan sumber bahan organik dan nutrisi yang mudah terdegradasi serta berpotensi meningkatkan kandungan hara makro dan mikro dalam POC (Susilastuti, 2024). Keterbaruan penelitian ini terletak pada pengintegrasian kedua sumber biomaterial tersebut dalam satu formulasi POC yang diaplikasikan pada sistem hidroponik. Pendekatan ini berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya memanfaatkan sisik ikan atau daun turi secara terpisah. Formulasi ini berpotensi memberikan manfaat ganda, yaitu mengurangi limbah perikanan sekaligus menyediakan pupuk alternatif yang efektif, murah, dan berkelanjutan untuk mendukung pertumbuhan tanaman sayuran seperti kangkung. Berdasarkan uraian diatas dilakukanlah penelitian pemanfaatan kombinasi limbah sisik ikan dan daun turi

(*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) sebagai pupuk organik cair ramah lingkungan untuk pertumbuhan kangkung (*Ipomoea aquatica*) dengan metode hidroponik.

## **2. METODE PENELITIAN**

### *2.1 Waktu dan Tempat Penelitian*

Penelitian dilakukan pada tanggal 2 November 2025 sampai 30 November 2025 di Asrama Putri 1 Jl. Ampel Gading Raya, Kelurahan Kalisegoro, Kecamatan Gunungpati, Semarang.

### *2.2 Rancangan Penelitian*

Penelitian dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAK Faktorial) dimana digunakan 65 Netpot diantaranya 5 netpot kontrol, 15 netpot perlakuan 1 (P1), 15 netpot perlakuan 2 (P2), 15 netpot perlakuan 3 (P3), dan 15 netpot perlakuan 4 (P4). Faktorial pertama yaitu dosis pupuk organik cair (POC) kombinasi daun turi (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) dan sisik ikan terdiri dari 5 perlakuan yaitu 0 ml, 1,5 ml, 2,5 ml, 3,5 ml, dan 4,5 ml. Faktor kedua, yaitu frekuensi pemberian POC, terdiri dari 3 perlakuan yaitu satu kali per minggu, dua kali per minggu, dan tiga kali per minggu. Variabel yang diamati meliputi tinggi batang (cm), diameter batang (cm), dan jumlah daun (helai).

### *2.3 Analisis Data*

Data pengamatan dianalisis menggunakan aplikasi SPSS. Tahap awal analisis meliputi uji normalitas untuk memastikan distribusi data, dilanjutkan dengan uji homogenitas untuk mengetahui keseragaman varians antar kelompok. Apabila data berdistribusi normal dan homogen, perbedaan antar perlakuan dianalisis menggunakan Two-Way ANOVA dengan tingkat signifikansi  $p < 0,05$ . Namun, jika data tidak memenuhi asumsi normalitas, maka analisis dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik Kruskal-Wallis dengan kriteria Asymp. Sig  $< 0,05$ .

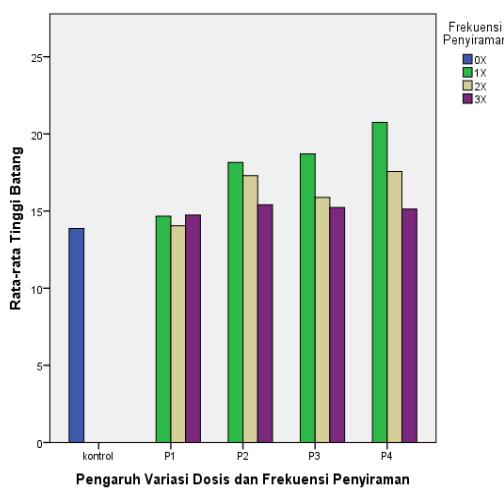
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Tinggi Batang

Tabel 3.1 Rata-rata tinggi batang pada berbagai variasi dosis POC dan frekuensi Penyiraman

Variasi Dosis	Frekuensi Penyiraman			
	0x	1x	2x	3x
P0	13.875	-	-	-
P1	-	14.670	14.050	14.740
P2	-	18.150	17.290	15.408
P3	-	18.700	15.880	15.230
P4	-	20.745	17.565	15.130

Ket: Tanda (-) menunjukkan kombinasi perlakuan dosis dan frekuensi penyiraman yang tidak diamati dalam penelitian.



Gambar 3.1 Grafik pengaruh variasi dosis dan frekuensi penyiraman terhadap tinggi batang

Rata-rata tinggi batang hasil dari interaksi kedua faktor, yaitu variasi dosis dan frekuensi penyiraman dapat dilihat pada Tabel 3.1. Berdasarkan tabel tersebut, Perlakuan P4 dengan frekuensi penyiraman 1x memberikan rata-rata tinggi batang tertinggi (20.745 cm) di antara seluruh perlakuan. Gambar 3.1 memberikan gambaran visual mengenai rata-rata tinggi batang pada setiap kelompok. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa kelompok perlakuan

menunjukkan rata-rata tinggi batang yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa POC sisik ikan dan daun turi berpengaruh terhadap tinggi batang tanaman kangkung.

Tabel 3.2 Hasil uji Anova dua arah terhadap tinggi batang

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Tinggi Batang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	255.122 <sup>a</sup>	12	21.260	4.854	.000
Intercept	14394.040	1	14394.040	3286.172	.000
VariasiDosis	89.780	3	29.927	6.832	.001
FrekuensiPenyiraman	88.536	2	44.268	10.106	.000
VariasiDosis *	45.890	6	7.648	1.746	.129
FrekuensiPenyiraman					
Error	227.770	52	4.380		
Total	17676.623	65			
Corrected Total	482.892	64			

a. R Squared = .528 (Adjusted R Squared = .419)

Berdasarkan hasil analisis ANOVA dua arah (Two-Way ANOVA), variasi dosis berpengaruh signifikan (Sig. = 0.001) dan frekuensi penyiraman berpengaruh signifikan (Sig. = 0.000) terhadap tinggi tanaman. Namun, interaksi antara variasi dosis dan frekuensi penyiraman tidak berpengaruh signifikan (Sig. = 0.129) terhadap tinggi tanaman.

Interaksi antara variasi dosis dan frekuensi penyiraman menunjukkan tidak berpengaruh signifikan terhadap tinggi batang tanaman. Tidak signifikannya pengaruh terhadap tinggi tanaman diduga disebabkan oleh kondisi lingkungan yang kurang mendukung sehingga penyerapan unsur hara tidak berlangsung secara optimal. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Suroso & Antoni (2016), menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman, kemungkinan disebabkan oleh faktor lingkungan, ketersediaan unsur hara, serta belum maksimalnya kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara.

Tabel 3.3 Hasil Uji Lanjut Duncan terhadap tinggi batang pada kombinasi variasi dosis dan frekuensi penyiraman

Post hoc	N	Subset				
		1	2	3	4	5
Variasi dosis 0 frekuensi penyiraman 0	5	13.88				
Variasi dosis 1 Frekuensi penyiraman 2	5	14.05				
Variasi dosis 1 frekuensi penyiraman 1	5	14.67	14.67			
Variasi dosis 1 Frekuensi Penyiraman 3	5	14.74	14.74			
Variasi dosis 4 Frekuensi Penyiraman 3	5	15.13	15.13	15.13		
Variasi dosis 3 Frekuensi Penyiraman 3	5	15.23	15.23	15.23		
Variasi dosis 2 Frekuensi Penyiraman 3	5	15.41	15.41	15.41		
Variasi dosis 3 Frekuensi Penyiraman 2	5	15.88	15.88	15.88	15.88	
Variasi dosis 2 Frekuensi Penyiraman 2	5		17.29	17.29	17.29	
Variasi dosis 4 Frekuensi Penyiraman 2	5		17.56	17.56	17.56	
Variasi dosis 2 Frekuensi Penyiraman 1	5			18.15	18.15	18.15
Variasi dosis 3 Frekuensi Penyiraman 1	5				18.70	18.70
Variasi dosis 4 Frekuensi Penyiraman 1	5					20.75
Sig.		.203	.065	.052	.061	.069

Hasil uji lanjut Duncan (Tabel 3.3) terhadap variabel tinggi batang menunjukkan adanya perbedaan nyata antar kombinasi perlakuan dosis POC dan frekuensi penyiraman. Nilai rata-rata tinggi batang berkisar antara 13,88 cm hingga 20,75 cm, dengan pola peningkatan yang konsisten seiring dengan kenaikan dosis pupuk organik cair (POC) dari sisik ikan dan daun turi. Kelompok kontrol dengan dosis 0 ml dengan frekuensi penyiraman 0 kali menunjukkan pertumbuhan batang terendah, sedangkan perlakuan dosis 4 ml dengan frekuensi penyiraman 1 kali per minggu memberikan pertumbuhan tertinggi. Pola ini menegaskan bahwa pemberian POC pada dosis yang lebih tinggi mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, khususnya pada parameter tinggi batang. Kandungan nitrogen, fosfor, dan unsur mikro dalam POC berperan penting dalam mempercepat pembelahan sel, pembentukan jaringan batang, serta memperluas area fotosintesis tanaman. Hasil Uji Lanjut Duncan juga memperlihatkan bahwa frekuensi penyiraman 1 kali per minggu justru memberikan hasil yang lebih baik dibanding penyiraman 2–3 kali per minggu. Hal ini menunjukkan

bawa kelebihan frekuensi penyiraman tidak selalu berdampak positif terhadap pertumbuhan tanaman. Penyiraman yang terlalu sering dapat menyebabkan peningkatan ketoksikan unsur hara terhadap tanaman kangkung sehingga menghambat aerasi dan aktivitas akar, bahkan dapat menyebabkan pencucian unsur hara dari pupuk cair yang diberikan. Sebaliknya, penyiraman yang lebih teratur namun tidak berlebihan membantu menjaga keseimbangan air dan oksigen di zona perakaran, yang pada akhirnya mempercepat penyerapan nutrien dari POC. Pengaruh kedua faktor bersifat aditif, bukan interaktif, di mana variasi dosis dan pengaturan frekuensi penyiraman secara terpisah sama-sama berkontribusi terhadap pertumbuhan tanaman yang optimal.

Batang merupakan organ vegetatif tanaman yang berfungsi untuk mendukung tanaman agar dapat berdiri kokoh. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah ketersediaan unsur hara. Menurut (Sisriana *et al.*, 2021), pertumbuhan tinggi tanaman ditentukan oleh ketersediaan unsur hara nitrogen dan fosfor. Kedua unsur ini berperan penting dalam mendukung proses fisiologis tanaman, khususnya pada fase pertumbuhan vegetatif. Unsur nitrogen (N) memiliki peran penting dalam proses pertumbuhan tinggi tanaman. Nitrogen berfungsi utama dalam merangsang pertumbuhan vegetatif secara keseluruhan, terutama pada bagian batang, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan tinggi tanaman. Sedangkan unsur fosfor (P) merupakan hara penting yang diperlukan tanaman untuk mendukung pembentukan sel-sel baru pada jaringan yang sedang mengalami pertumbuhan. Selain itu, fosfor juga berperan dalam memperkuat struktur batang tanaman (Nurfadilah *et al.*, 2024).

Pupuk organik cair mengandung berbagai unsur hara makro maupun mikro yang esensial bagi tanaman dalam mendukung proses pertumbuhannya (Kurniawan *et al.*, 2022). Sisik ikan merupakan bahan yang mengandung kitosan. Kitosan yang dimanfaatkan dalam pupuk organik cair berperan sebagai *growth promoter* karena mampu menyediakan senyawa amino yang menstimulasi fase awal pertumbuhan tanaman. Penggunaan kitosan memberikan pengaruh positif terhadap perkembangan tanaman. Kitin dan kitosan sendiri merupakan biopolimer alami terbanyak kedua di

bumi setelah selulosa, dengan kandungan nitrogen (N) yang tinggi di antara senyawa organik alami (Kahar *et al.*, 2022). Selain itu, sisik ikan yang telah dihancurkan atau melalui proses fermentasi mengandung banyak unsur hara penting seperti fosfor, kalsium, serta berbagai mikronutrien lainnya.

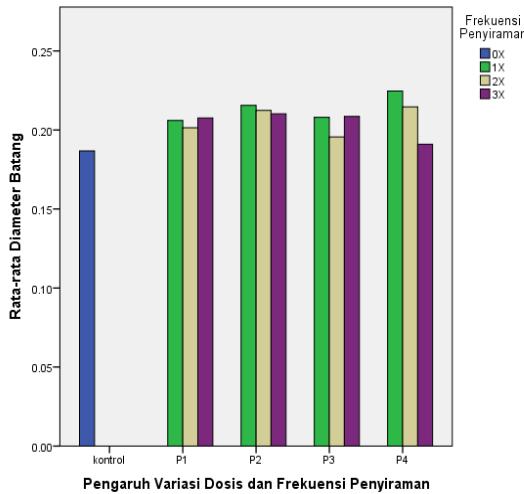
Tanaman turi juga memberikan kontribusi penting terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman karena merupakan tanaman yang kaya akan nitrogen, terutama pada daunnya. Selain itu, daun turi juga mengandung air, karbohidrat, lemak, protein, fosfor, folat, kalsium, vitamin C, tiamin, serta niasin (Rizkullah *et al.*, 2024). Kombinasi antara pupuk organik cair sisik ikan dan ekstrak daun turi memberikan sumber hara makro dan mikro yang seimbang, sehingga mampu meningkatkan tinggi batang tanaman. Nitrogen yang terdapat dalam pupuk berperan penting dalam proses pemanjangan dan pembelahan sel, karena unsur ini merupakan komponen utama protoplasma pada jaringan meristem. Ketersediaan nitrogen yang memadai dapat mendorong pertumbuhan batang menjadi lebih tinggi (Simbolon *et al.*, 2024). Sedangkan unsur fosfor (P) memiliki peran penting dalam proses transfer energi di dalam sel tanaman, membantu perkembangan akar serta mempercepat pembungaan dan pembuahan, memperkuat batang agar tidak mudah rebah, dan meningkatkan penyerapan nitrogen (N) pada fase awal pertumbuhan (Prasetyo *et al.*, 2022).

### 3.2 Diameter Batang

Tabel 3.4 Rata-rata diameter batang pada berbagai variasi dosis POC dan frekuensi Penyiraman

Variasi Dosis	Frekuensi Penyiraman			
	0x	1x	2x	3x
<b>P0</b>	0.187	-	-	-
<b>P1</b>	-	0.206	0.201	0.208
<b>P2</b>	-	0.216	0.212	0.210
<b>P3</b>	-	0.208	0.196	0.209
<b>P4</b>	-	0.225	0.215	0.208

Ket: Tanda (-) menunjukkan kombinasi perlakuan dosis dan frekuensi penyiraman yang tidak diamati dalam penelitian.



Gambar 3.2 Grafik pengaruh variasi dosis dan frekuensi penyiraman terhadap diameter batang

Tabel 3.5 Hasil uji Anova Dua Arah terhadap diameter batang

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Diameter Batang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.005 <sup>a</sup>	12	.000	1.187	.317
Intercept	2.372	1	2.372	6429.775	.000
VariasiDosis	.001	3	.000	1.354	.267
FrekuensiPenyiraman	.001	2	.000	.796	.457
VariasiDosis * FrekuensiPenyiraman	.001	6	.000	.367	.897
Error	.019	52	.000		
Total	2.827	65			
Corrected Total	.024	64			

a. R Squared = .215 (Adjusted R Squared = .034)

Hasil analisis ANOVA dua arah (Two-Way ANOVA) menunjukkan bahwa variasi dosis POC limbah sisik ikan dan daun turi tidak berpengaruh signifikan terhadap diameter batang kangkung ( $p = 0,267$ ). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian POC pada dosis P1–P4 belum mampu menghasilkan perbedaan pertumbuhan diameter batang yang nyata bila dibandingkan dengan kontrol. Meskipun demikian, rerata marginal pada Tabel 3.5 menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan diameter batang seiring peningkatan dosis, dimana perlakuan P4 menghasilkan nilai rerata tertinggi (0,216 cm). Hal ini menunjukkan bahwa POC sebenarnya memiliki potensi untuk meningkatkan ketebalan batang melalui suplai nutrisi organik dari limbah sisik

ikan yang kaya kalsium serta daun turi yang mengandung nitrogen, namun peningkatan tersebut belum cukup kuat secara statistik untuk menghasilkan perbedaan yang signifikan.

Faktor frekuensi penyiraman juga tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap diameter batang kangkung ( $p = 0,457$ ). Meskipun demikian, rerata marginal pada Gambar 3.2 menunjukkan bahwa penyiraman POC 1–3 kali per minggu memiliki diameter batang yang lebih besar dibandingkan kangkung tanpa penyiraman (0X). Tanaman dengan penyiraman POC 1X dalam seminggu menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan 2x maupun 3x per minggu. Fenomena ini sangat berkaitan dengan karakteristik sistem hidroponik yang digunakan. Pasaribu *et al.*, 2025 mengungkapkan bahwa pada sistem budidaya hidroponik, larutan unsur hara atau nutrisi berperan sebagai satu-satunya sumber air dan mineral bagi tanaman, sehingga sangat menentukan laju pertumbuhan dan kualitas hasil tanaman. Larutan yang terlalu pekat dapat menyebabkan keracunan ion, sedangkan larutan dengan nutrisi terlalu rendah akan menghambat pertumbuhan tanaman (Lailiyah & Luthfiyah, 2020).

Dalam penelitian ini, larutan nutrisi hanya diganti satu kali dalam seminggu. Kondisi tersebut menyebabkan setiap penambahan POC, terutama pada frekuensi penyiraman 2-3 kali seminggu mengalami akumulasi nutrien dan bahan organik. Akumulasi tersebut dapat mempengaruhi nilai EC (Electrical Conductivity) pada sistem hidroponik yang digunakan. EC merupakan indikator konsentrasi ion terlarut dalam larutan nutrisi, di mana semakin tinggi kandungan kation-anion, semakin tinggi kemampuan larutan menghantarkan listrik. Dengan demikian, nilai EC menggambarkan tingkat kepekatan nutrisi yang tersedia bagi tanaman (Depi *et al.*, 2021). Ketika EC meningkat terlalu tinggi, tekanan osmotik larutan bertambah sehingga akar lebih sulit menyerap air dan nutrisi, menyebabkan tanaman mengalami stres osmotik. Kondisi ini dapat menurunkan efisiensi penyerapan unsur hara penting bagi pembentukan jaringan batang, sehingga diameter batang tidak meningkat secara signifikan meskipun frekuensi penyiraman POC lebih banyak. Fenomena ini sejalan

dengan temuan Depi *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa tanaman hidroponik sensitif terhadap perubahan EC, di mana nilai EC yang terlalu tinggi dapat menghambat metabolisme dan pertumbuhan vegetatif termasuk diameter batang.

Selain itu, pupuk organik cair (POC) mengandung berbagai senyawa organik kompleks yang berasal dari bahan baku organik. Senyawa-senyawa ini mengalami proses dekomposisi selama fermentasi maupun setelah diaplikasikan, sehingga melepaskan unsur hara yang dapat diserap tanaman (Dwivsimiar *et al.*, 2023). Ketika diaplikasikan terlalu sering tanpa penggantian larutan, bahan organik dapat terdekomposisi di dalam thinwall dan menurunkan oksigen terlarut (DO). (Oktora *et al.*, 2024) mengungkapkan bahwa dalam sistem hidroponik, kadar oksigen terlarut atau Dissolved Oxygen (DO) merupakan faktor penting pada pertumbuhan tanaman, karena proses respirasi akar memerlukan oksigen yang memadai di daerah perakaran tanaman. Sehingga kadar DO yang tinggi akan mendukung pertumbuhan akar yang lebih panjang dan lebat serta meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara. Kebutuhan DO optimal bagi tanaman hidroponik berada pada kisaran 4–8 mg/L (Dwiratna *et al.*, 2022). Dalam penelitian ini, frekuensi pemberian POC yang lebih tinggi berpotensi menurunkan DO karena adanya akumulasi bahan organik yang mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme di dalam thinwall. Proses dekomposisi tersebut memerlukan oksigen sehingga dapat meningkatkan konsumsi DO oleh mikroba. Ketika DO menurun di bawah ambang optimal, respirasi akar menjadi tidak efisien dan penyerapan hara menurun, sehingga pertumbuhan diameter batang tidak meningkat meskipun frekuensi penyiraman POC ditingkatkan. Hal ini mengungkapkan bahwa perlakuan penyiraman 1× per minggu menghasilkan rerata diameter batang yang lebih tinggi dibandingkan 2× dan 3× per minggu, meskipun hasil tersebut tidak signifikan secara statistik. Kombinasi tingginya EC dan rendahnya DO menyebabkan pertumbuhan diameter batang menjadi fluktuatif dan tidak menunjukkan pola peningkatan yang konsisten pada perlakuan frekuensi penyiraman 2–3 kali seminggu.

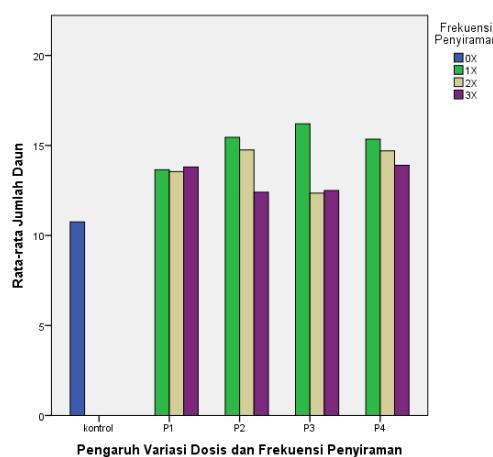
Interaksi antara variasi dosis dan frekuensi penyiraman POC juga tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap diameter batang. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh kedua faktor tersebut bersifat independen dan tidak saling memperkuat atau melemahkan. Dengan kata lain, peningkatan dosis POC tidak memberikan efek yang berbeda ketika dikombinasikan dengan frekuensi penyiraman tertentu, demikian pula sebaliknya.

### 3.3 Jumlah Daun

Tabel 3.6 Rata-rata jumlah daun pada berbagai variasi dosis POC dan frekuensi Penyiraman

Variasi Dosis	Frekuensi Penyiraman			
	0x	1x	2x	3x
P0	10.750	-	-	-
P1	-	13.650	13.550	13.800
P2	-	15.450	14.750	12.400
P3	-	16.200	12.350	12.500
P4	-	15.350	14.700	13.900

Ket: Tanda (-) menunjukkan kombinasi perlakuan dosis dan frekuensi penyiraman yang tidak diamati dalam penelitian.



Gambar 3.3 Grafik pengaruh variasi dosis dan frekuensi penyiraman terhadap jumlah daun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan kontrol memiliki jumlah daun paling rendah, sedangkan seluruh perlakuan dosis (P1, P2, P3 & P4)

menunjukkan peningkatan jumlah daun. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian dosis berperan penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Pada semua tingkat dosis, frekuensi penyiraman 1x secara konsisten menghasilkan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan frekuensi 2x dan 3x. Jumlah daun tertinggi diperoleh pada kombinasi dosis P3 dengan frekuensi penyiraman 1x. Kondisi ini menunjukkan bahwa dosis P3 mampu dimanfaatkan secara optimal oleh tanaman ketika ketersediaan air berada pada tingkat yang sesuai.

Sebaliknya, peningkatan frekuensi penyiraman 2x dan 3x cenderung menurunkan jumlah daun, terutama pada dosis P2 dan P3. Hal ini mengindikasikan bahwa penyiraman berlebihan menyebabkan kondisi lingkungan yang kurang optimal bagi tanaman yang menyebabkan stres osmotik dan keterbatasan pertumbuhan vegetatif seperti jumlah daun pada beberapa tahap pertumbuhan tanaman hidroponik (Sakamoto & Suzuki, 2020). Dengan demikian, peningkatan dosis tanpa diikuti pengaturan frekuensi penyiraman yang tepat tidak selalu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Tabel 3.7 Hasil uji Anova Dua Arah terhadap jumlah daun

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: JumlahDaun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	138.737 <sup>a</sup>	12	11.561	2.542	.010
Intercept	10181.024	1	10181.024	2238.534	.000
VariasiDosis	9.958	3	3.319	.730	.539
FrekuensiPenyiraman	41.856	2	20.928	4.602	.014
VariasiDosis * FrekuensiPenyiraman	36.660	6	6.110	1.343	.255
Error	236.500	52	4.548		
Total	12746.938	65			
Corrected Total	375.237	64			

a. R Squared = .370 (Adjusted R Squared = .224)

Hasil analisis Two-Way ANOVA pada terhadap variabel jumlah daun menunjukkan bahwa pemberian Pupuk Organik Cair (POC) berbahan kombinasi limbah sisik ikan dan daun turi memberikan respons yang berbeda pada pertumbuhan vegetatif tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*). Variasi dosis POC tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun ( $p = 0,539$ ). Meski demikian, seluruh perlakuan dosis tetap menunjukkan rata-rata jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan kontrol,

sehingga dapat diinterpretasikan bahwa pada dosis rendah (1,5 ml/L) kebutuhan unsur hara utama bagi pembentukan daun, terutama nitrogen, telah tercukupi secara optimal. Dengan demikian, peningkatan dosis hingga 4,5 ml/L tidak lagi memberikan peningkatan pertumbuhan daun yang signifikan dalam periode 28 hari penelitian, karena respons positif kitosan dan hara sering bersifat ambang (threshold) dan tidak selalu meningkat secara linear pada dosis yang lebih tinggi (Suwanchaikasem *et al.*, 2024). Berbeda dengan faktor dosis, frekuensi penyiraman POC menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah daun ( $p = 0,014$ ), di mana frekuensi satu kali per minggu menghasilkan jumlah daun tertinggi.

Sementara itu, interaksi antara dosis dan frekuensi penyiraman POC tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun ( $p = 0,255$ ). Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh frekuensi penyiraman dalam meningkatkan pembentukan daun bersifat independen terhadap variasi dosis dalam rentang yang diuji. Dengan kata lain, pengaturan frekuensi penyiraman merupakan faktor yang lebih menentukan dibandingkan peningkatan dosis dalam upaya mengoptimalkan pertumbuhan jumlah daun kangkung pada sistem hidroponik dengan POC limbah sisik ikan dan daun turi.

Tabel 3.8 Hasil uji lanjut Duncan pengaruh frekuensi penyiraman terhadap jumlah daun

**Jumlah Daun**

		Subset		
Posthoc	N	1	2	3
Frekuensi 0	5	10.75		
Frekuensi 3	20		13.15	
Frekuensi 2	20		13.84	13.84
Frekuensi 1	20			15.16
Sig.		1.000	.448	.147

Hasil uji lanjut Duncan pada faktor frekuensi menunjukkan pembagian menjadi tiga subset homogen. Frekuensi penyiraman 1 kali memberikan rata-rata jumlah daun tertinggi (15,16) dan termasuk subset tertinggi, sehingga berbeda signifikan dengan frekuensi 3 (13,15) dan frekuensi 0 (10,75). Frekuensi 2 (13,84) menempati posisi intermediate dan muncul pada dua subset (2 dan 3), sehingga tidak berbeda signifikan

baik dengan frekuensi 1 maupun frekuensi 3. Dengan demikian, penyiraman sebanyak 1 kali cenderung menghasilkan jumlah daun yang paling optimal secara rata-rata, sementara penyiraman 2–3 kali memberikan hasil yang secara statistik tidak berbeda secara konsisten satu sama lain.

Kondisi ini menunjukkan bahwa pemberian nutrisi dengan interval yang cukup memungkinkan akar menyerap hara secara efisien tanpa menyebabkan kejemuhan media yang dapat menghambat fungsi fisiologis akar. Secara fisiologis, kitosan dapat merangsang pembelahan dan pemanjangan sel melalui peningkatan aktivitas hormon pertumbuhan seperti auksin serta enzim metabolismik yang berperan pada asimilasi fotosintetik, sehingga pembentukan daun baru menjadi lebih optimal (El Amerany *et al.*, 2022). Selain itu, kitosan memiliki kemampuan sebagai *carrier* nutrisi dengan mekanisme pelepasan ion secara perlahan (*slow-release*), sehingga penyerapan unsur hara berlangsung stabil dan tidak menimbulkan ketidakseimbangan osmotik yang berpotensi mengganggu pertumbuhan tanaman (Nandini *et al.*, 2025). Kandungan nitrogen dari daun turi turut meningkatkan sintesis klorofil sehingga mendukung peningkatan laju fotosintesis dan akumulasi biomassa daun.

Sementara itu, interaksi antara dosis dan frekuensi penyiraman POC tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun ( $p = 0,255$ ). Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh frekuensi penyiraman dalam meningkatkan pembentukan daun bersifat independen terhadap variasi dosis dalam rentang yang diuji. Dengan kata lain, pengaturan frekuensi penyiraman merupakan faktor yang lebih menentukan dibandingkan peningkatan dosis dalam upaya mengoptimalkan pertumbuhan jumlah daun kangkung pada sistem hidroponik dengan POC limbah sisik ikan dan daun turi.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*) dipengaruhi secara signifikan oleh variasi dosis dan frekuensi penyiraman, meskipun tidak terdapat interaksi antara kedua faktor tersebut. Perlakuan dosis tertinggi (P4) dengan frekuensi penyiraman satu kali per minggu menghasilkan tinggi tanaman paling

optimal. Sementara itu, diameter batang tidak menunjukkan perbedaan signifikan akibat variasi dosis maupun frekuensi penyiraman, meskipun terdapat kecenderungan peningkatan diameter pada dosis tinggi (P4) dan penyiraman satu kali per minggu. Jumlah daun juga tidak dipengaruhi oleh variasi dosis POC, namun frekuensi penyiraman memberikan pengaruh signifikan, dengan hasil terbaik pada perlakuan penyiraman satu kali per minggu. Kondisi ini mengimplikasikan bahwa pemberian POC dengan frekuensi yang tepat dapat memaksimalkan pemanfaatan hara tanpa harus meningkatkan dosis, sehingga lebih efisien secara ekonomi dan berpotensi mengurangi risiko akumulasi unsur hara berlebih pada sistem hidroponik. Secara praktis, hasil ini memberikan dasar ilmiah bagi penerapan POC pada budidaya kangkung hidroponik dengan menekankan pengaturan frekuensi penyiraman yang optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan.

#### 4.2 Saran

Tanaman kangkung hidroponik sebaiknya ditempatkan di lokasi yang terhindar dari hujan tetapi tetap mendapatkan cahaya matahari yang cukup. Hal ini penting untuk menjaga konsentrasi larutan nutrisi tetap stabil dan mencegah pengenceran akibat air hujan, sekaligus memastikan proses fotosintesis berjalan optimal.

### 5. REFERENSI

- Alencar, R. S. D., Viana, P. M. D. O., Dias, G. F., Bonou, S. I., Ribeiro, L. D., Lourenço de Araujo, Y. M., Cavalcante, I. E., Almeida, H. A. D., Viégas, P. R. A., & Melo, A. S. D. (2025). Chitosan mitigates water stress in cowpea plants through modulation of growth, homeostasis, and antioxidant activities. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1591920. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1591920>
- Anzila, S. M., & Asngad, A. (2022). Efektivitas kombinasi POC bonggol pisang dan daun kelor terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan metode hidroponik. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 168–178. <https://doi.org/10.31849/bl.v9i2.10754>
- Asmbangnirwana, I., Endryansyah, E., Rusimamto, P. W., & Zuhrie, M. S. (2022). Pengendalian suhu air nutrisi pada hidroponik NFT (nutrient film technique) berbasis fuzzy logic controller. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 108–116. <https://doi.org/10.26740/jte.v11n1.p108-116>
- Coppola, D., Lauritano, C., Palma Esposito, F., Riccio, G., Rizzo, C., & De Pascale, D. (2021). *Coppola, D., Lauritano, C., Palma Esposito, F., Riccio, G., Rizzo, C., & De Pascale, D. (2021).*

Fish waste: From problem to valuable resource. *Marine Drugs*, 19(2), 116. <https://doi.org/10.3390/md19020116>

Dwivimiar, I., Kusumaningsih, R., & Efriyanto. (2023). Pembuatan pupuk organik cair (POC). *JILPI: Jurnal Ilmiah Pengabdian dan Inovasi*, 1(4), 679–690. <https://doi.org/10.57248/jilpi.v1i4.190>

Dwiratna, S., Amaru, K., & Nanda, M. A. (2022). The potential of hydroponic kit-based growing on a self-fertigation system for pagoda mustard (*Brassica narinosa* L.) production. *The Scientific World Journal*, 2022, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2022/1984297>

El Amerany, F., Rhazi, M., Balcke, G., Wahbi, S., Meddich, A., Taourirte, M., & Hause, B. (2022). The effect of chitosan on plant physiology, wound response, and fruit quality of tomato. *Polymers*, 14(22), 5006. <https://doi.org/10.3390/polym14225006>

Irawan, S., & Tampubolon, K. (n.d.). *Pelatihan Pembuatan Pupuk Cair Organik dari Air Kelapa dan Molase, Nasi Basi, Kotoran Kambing Serta Activator Jenis Produk EM4*.

Kahar, A., Busyairi, M., Siswoyo, E., Wijaya, A., & Nurcahya, D. (2022). Pemanfaatan limbah rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk memproduksi pupuk organik cair kitosan sebagai growth promotor. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 14(2), 122–135. <https://doi.org/10.20885/jst.vol14.iss2.art3>

Kurniawan, D., Berliana, Y., Putra, I. A., Juniorsih, T., Nadhira, A., Razali, Sijabat, O. S., Wahyudi, E., Suprayetno, E., & Sugiarto, A. (2022). Pembuatan pupuk organik cair (POC) dengan menggunakan limbah kulit pisang. *Jurnal Abdimas Maduma*, 1(1), 23–27. <https://doi.org/10.52622/jam.v1i1.65>

Lailiyah, W. N., & Luthfiyah, S. (2020). Uji konsentrasi EC (electro conductivity) dan tingkat naungan pada hasil dan pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica chinensis* L.) pada greenhouse paronet. *TropicCrops (Indonesian Journal of Tropical Crops)*, 3(2), 21. <https://doi.org/10.30587/tropicrops.v3i2.1834>

Molina-Ramírez, C., Mazo, P., Zuluaga, R., Gañán, P., & Álvarez-Caballero, J. (2021). Characterization of chitosan extracted from fish scales of the Colombian endemic species *Prochilodus magdalena* as a novel source for antibacterial starch-based films. *Polymers*, 13(13), 2079. <https://doi.org/10.3390/polym13132079>

Nandini, T., Sudhalakshmi, C., Sivakumar, K., Parameswari, E., & Thangamani, C. (2025). A review: Chitosan nanoparticles towards enhancing nutrient use efficiency in crops. *International Journal of Biological Macromolecules*, 306, 141433. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.141433>

Oktora, G. I., Yusuf, A., Dwiratna, S., & Alam, H. S. (2024). Uji kinerja dan penerapan nanobubble generator pada hidroponik nutrient film technique (NFT) terhadap pertumbuhan selada. *Jurnal Teknotan*, 18(3), 189–198. <https://doi.org/10.24198/jt.vol18n3.4>

Prasetyo, A., Winarti, S., Zubaidah, S., Sulistiyanto, Y., & Chotimah, H. E. N. C. (2022). Pengaruh pupuk organik cair dan pupuk majemuk NPK terhadap pertumbuhan setek batang cincau hijau (*Premna oblongifolia* Merr) pada tanah gambut. *AgriPeat*, 23(2), 82–95. <https://doi.org/10.36873/agp.v23i2.5960>

- Rantung, R. C., Supit, C. H. P., Paulus, M. J., Rantung, M. R., Wanget, S. A., & Inkiriwang, E. B. A. (2025). Pengaruh pemberian pupuk organik cair limbah dapur terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). *Eugenia*, 30(3), 14–20. <https://doi.org/10.35791/eug.v30i3.60642>
- Rizkullah, Z. A., Udiyani, F. N., Urningsih, N., Antini, I., Asmatullah, P., Azzahra, R., Perdana, M. R. O., Hidayatullah, W., Andrian, M., & Alamsyah, A. (2024). Pembuatan teh herbal dari daun turi (*Sesbania grandiflora*) sebagai upaya pencegahan stunting. *Jurnal Wicara Desa*, 2(2), 76–82. <https://doi.org/10.29303/wicara.v2i2.4111>
- Sakamoto, M., & Suzuki, T. (2020). Effect of nutrient solution concentration on the growth of hydroponic sweetpotato. *Agronomy*, 10(11), 1708. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111708>
- Simbolon, V. A., Samosir, K., Erda, G., & Rahmi, A. (2024). Pengaruh campuran limbah cucian beras dan air kelapa terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). *Sulolipu*, 24(2), 184–193. <https://doi.org/10.32382/sulo.v24i2.684>
- Sisriana, S., Suryani, S., & Sholihah, S. M. (2021). Pengaruh berbagai media tanam terhadap pertumbuhan dan kadar pigmen microgreens selada. *Jurnal Ilmiah Respati*, 12(2), 163–176. <https://doi.org/10.52643/jir.v12i2.1886>
- Suroso, B., & Antoni, N. E. R. (2016). Respon pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) terhadap pupuk biobost dan pupuk ZA. *Agritrop*, 14(1), 98–108.
- Suwanchaikasem, P., Idnurm, A., Selby-Pham, J., Walker, R., & Boughton, B. A. (2024). The impacts of chitosan on plant root systems and its potential to be used for controlling fungal diseases in agriculture. *Journal of Plant Growth Regulation*, 43(10), 3424–3445. <https://doi.org/10.1007/s00344-024-11356-1>
- Syamsia, S. (2024). The potential of liquid organic fertilizer for hydroponic nutrition: A systematic literature review. *Journal of Agriculture*, 3(1), 39–46. <https://doi.org/10.47709/joa.v3i01.3720>
- Yenni, F., Murnita, M., & Taher, Y. A. (2025). Respon Tanaman Kangkung Darat (*Ipomea Reptans* Poir.) Terhadap Pemberian Konsentrasi Pupuk Organik Cair Infarm. *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah*, 19(1), 23–32.
- Yeri., Susilastuti, D., Aditiameri (2024). Pengaruh lama fermentasi dan takaran bahan pembuatan pupuk organik cair turi (*Sesbania grandiflora* L.) terhadap kandungan bahan organik. *Jurnal Agrisia*, 17(1).
- Zahanis, Z., Haryoko, W., & Martavia, M. (2018). Pengaruh Pemberian Bahan Organik yang Diperkaya Mikroba Bambu Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kangkung Darat (*Ipomoea reptans*). *Jurnal Embrio*, 10(1), 57–72.