

- Stanbury, P. F., Whitaker, A., & Hall, S. J. (2016). *Principles of Fermentation Technology: Third Edition*. Butterworth Heinemann.
- Susanti, B. P., Yuliani, A. E., Hidayatullah, A. F., & Sutrisno, S. (2024). Activity test of catalase enzyme in rhizospheric soil bacteria. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 10(1), 70–78. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v10i1.22957>
- Vaara, M. (2020). Lipopolysaccharide and the permeability of the bacterial outer membrane. In *Endotoxin in Health and Disease* (pp. 31–38). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003064961-2>
- Wahyuningsih, N., & Zulaika, E. (2019). Perbandingan pertumbuhan bakteri selulolitik pada media nutrient broth dan carboxy methyl cellulose. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36283>
- Willey, J. M., Sherwood, L. M., & Woolverton, C. J. (2008). *Prescott, Harley, and Klein's microbiology* (Seventh). McGraw-Hill Higher Education.
- Yumoto, I., Iwata, H., Sawabe, T., Ueno, K., Ichise, N., Matsuyama, H., Okuyama, H., & Kawasaki, K. (1999). Characterization of a facultatively psychrophilic bacterium, *Vibrio rumoiensis* sp. nov., that exhibits high catalase activity. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(1), 67–72. <https://doi.org/10.1128/AEM.65.1.67-72.1999>
- Yurnaliza, Y., Nurwahyuni, I., Lenny, S., & Lutfia, A. (2024). Bioprospecting study of plant growth promoting rhizospheric bacteria from oil palm plantation as biological control agent of *Ganoderma boninense*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 27(5), 256–267. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2024.256.267>
- Zhu, A. X., Yang, L., Li, B., Qin, C., English, E., Burt, J. E., & Zhou, C. (2008). Purposive sampling for digital soil mapping for areas with limited data. In *Digital Soil Mapping with Limited Data* (pp. 233–245). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8592-5\\_20](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8592-5_20)

## STUDI KANDUNGAN OKSALAT BAYAM HIJAU (*Amaranthus tricolor* L.) PADA SISTEM BUDIDAYA HIDROPONIK DAN NON-HIDROPONIK

(Study of Oxalate Content in Green Amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) Cultivated under Hydroponic and Non-Hydroponic Systems)

Nisrina Salsabila<sup>1</sup>, Tiara Septirosya<sup>1\*</sup>, Riska Dian Oktari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan,  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim  
JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

\*Email korespondensi: [tiara.septirosya@uin-suska.ac.id](mailto:tiara.septirosya@uin-suska.ac.id)

### ABSTRACT

*Green amaranth (Amaranthus tricolor L.) is commonly cultivated by the community using both hydroponic and non-hydroponic systems. This plant contains antinutritional compounds, notably oxalates. The present study aimed to determine the oxalate content in green amaranth cultivated under hydroponic and non-hydroponic conditions. This study was using a single-factor experimental design with two treatment levels: P1 = hydroponic cultivation and P2 = non-hydroponic cultivation of green amaranth. Parameters observed included light intensity, temperature, air humidity, pH, leaf thickness, nitrogen uptake, phosphorus uptake, and oxalate concentration. The results indicated that light intensity, temperature, and air humidity did not differ significantly between the two cultivation systems. However, pH values showed notable differences, while leaf thickness and phosphorus uptake remained consistent across treatments. Nitrogen uptake varied between systems. Furthermore, leaf thickness, nitrogen uptake, and phosphorus uptake exhibited no significant correlation with oxalate levels. Overall, oxalate content in green amaranth was statistically similar between hydroponic and non-hydroponic cultivation methods.*

*Keywords: nitrogen, nutrition absorption, pH, phosphorous*

### PENDAHULUAN

Bayam (*Amaranthus* sp.) merupakan tanaman semusim yang mampu mengikat gas CO<sub>2</sub> secara efisien sehingga memiliki siklus hidup yang relatif singkat dengan umur panen 3 hingga 4 minggu (Puspitasari dkk., 2021). Jenis bayam yang digemari oleh masyarakat Indonesia adalah bayam hijau (Manurung dkk., 2020). Fitriani dkk. (2016) menyatakan bahwa bayam hijau mengandung berbagai nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh, seperti vitamin A, B, C, E, dan K.

Meskipun memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, ternyata bayam hijau juga merupakan akumulator kuat oksalat anti-nutrisi. Natesh *et al.* (2017) menyatakan bahwa sebagai antinutrisi, oksalat membatasi bioavailabilitas beberapa nutrisi karena dapat mengikat mineral, sehingga mengurangi penyerapan dan penggunaan nutrisi tersebut. Salgado *et al.* (2023), menyebutkan bahwa bayam hijau mengandung kadar oksalat yang tinggi yaitu 329,6–2.350 mg total oksalat/100 g berat segar. Kadar tersebut dinilai tinggi karena seharusnya untuk tanaman kadar oksalat dinyatakan aman jika tidak melebihi 413-859 mg/100 g berat basah tanaman tersebut (Agustin dkk., 2023). Salgado *et al.* (2023) menambahkan bahwa oksalat jika dikonsumsi secara berlebihan oleh manusia akan menyebabkan pengaruh buruk bagi kesehatan seperti hiperoksaluria, pembentukan batu ginjal, dan dalam kasus yang lebih parah adalah oksalosis sistematis.

Oksalat pada tanaman lebih banyak di daun dibandingkan tangkai daun (Hasim dan Zain, 2019). Chairiyah dkk. (2011) melengkapi bahwa tanaman yang kadar oksalatnya tinggi dicirikan dengan daun yang lebih tebal dari daun pada umumnya. Selain dicirikan dengan ketebalan daun, tinggi rendahnya oksalat pada bayam hijau juga dipengaruhi oleh teknik budidaya. Kadar oksalat yang terkandung di dalam bayam hijau dapat diakibatkan karena penggunaan dan serapan pupuk anorganik, baik pada budidaya secara hidroponik maupun non hidroponik. Meilisa dan Serafinah (2013) menunjukkan bahwa dengan tingginya serapan dosis Fosfor (P), menyebabkan kadar oksalat rendah pada tanaman. Jayadi dkk. (2022) menambahkan bahwa nilai pH juga mempengaruhi ketersediaan P dan kadar oksalat. Salgado *et al.* (2023) menambahkan kondisi budidaya misalnya penggunaan pupuk nitrat juga

mempengaruhi akumulasi oksalat pada tanaman. Sesuai dengan penelitian Liu *et al.* (2015) yang mendapatkan hasil bahwa akumulasi oksalat pada daun tanaman bayam berhubungan erat dengan serapan nitrat oleh akar.

Peningkatan suplai nitrat pada tanaman akan meningkatkan kandungan oksalat total pada tanaman bayam hijau tersebut. Akumulasi tinggi rendahnya oksalat pada bayam hijau ini dipengaruhi oleh teknik budidaya. Masih terbatasnya informasi terkait kandungan oksalat pada bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik, maka penelitian ini perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar oksalat pada bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Tempat dan Waktu**

Budidaya bayam hijau secara hidroponik dan non hidroponik telah dilaksanakan di lahan penelitian UARDS Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Analisis serapan hara Fosfor (P) dan Nitrogen (N) telah dilaksanakan di Laboratorium Central Plantation Services Analisis kadar oksalat telah dilaksanakan di Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2025.

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang telah digunakan untuk budidaya bayam yaitu tanah topsoil, benih bayam hijau varietas Maestro, pupuk NPK, pupuk kandang ayam, rockwool, dan AB Mix. Bahan yang telah digunakan untuk analisis kadar oksalat pada bayam yaitu aquades, HCl,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , metil red,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{KMnO}_4$ , dan kertas filter Whatman. Alat yang telah digunakan untuk budidaya bayam adalah polybag 14 x 22 cm, instalasi hidroponik, wadah semai, TDS meter, pisau, timbangan analitik, soil meter, lux meter, *humidity meter*, dan netpot. Alat yang telah digunakan untuk analisis kadar oksalat pada bayam adalah neraca analitik tiga desimal, tabung digestion, pengocok tabung, alat destilasi, labu didih 250 ml, erlenmeyer 100 ml bertera, tabung reaksi, buret, erlenmeyer, gelas ukur, timbangan analitik, *hot plate*, kamera, pipet gondok, mortar, corong gelas, baki, botol ukuran 1500 ml, labu ukur, dan termometer raksa.

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan sistem hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) dan budidaya secara non hidroponik. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan dua taraf perlakuan yaitu: P1=Budidaya bayam hijau secara hidroponik P2=Budidaya bayam hijau secara non hidroponik. Setiap perlakuan tanaman bayam hijau diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 6 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 100 sampel tanaman bayam hijau. Sehingga secara keseluruhan populasi tanaman dalam penelitian ini adalah 600 tanaman bayam.

### **Pelaksanaan Penelitian**

Budidaya secara hidroponik meliputi pembuatan media tanam, penyemaian dan penanaman benih bayam, pemberian nutrisi, pemeliharaan, dan pemanenan. Budidaya secara non hidroponik meliputi persiapan media tanam, penanaman, pemeliharaan yang meliputi pemupukan, penyiraman, dan pengendalian hama dan pemanenan.

### Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan terdiri dari intensitas cahaya, pengukuran suhu, kelembaban udara, pengukuran pH, pengukuran ketebalan daun, analisis serapan hara fosfor dan nitrogen pada daun bayam hijau, dan analisis kadar oksalat.

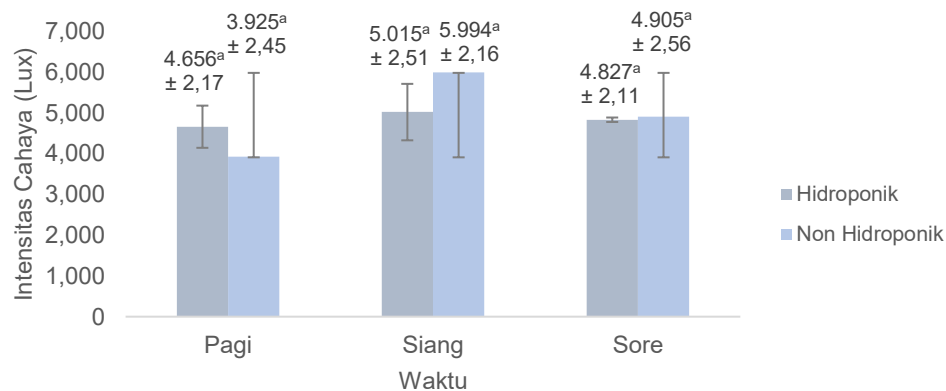
### Analisis Data

Data yang telah didapatkan diolah menggunakan Uji T dengan software SPSS 23 pada tingkat signifikansi 95% dan data ketebalan daun, serapan hara N, dan P juga diolah menggunakan uji Korelasi Pearson dengan software SPSS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya merupakan jumlah energi yang diterima tanaman persatuan luas dan persatuan waktu (Suci dan Heddy, 2018). Pengukuran Intensitas cahaya dapat dilihat pada Gambar 1.



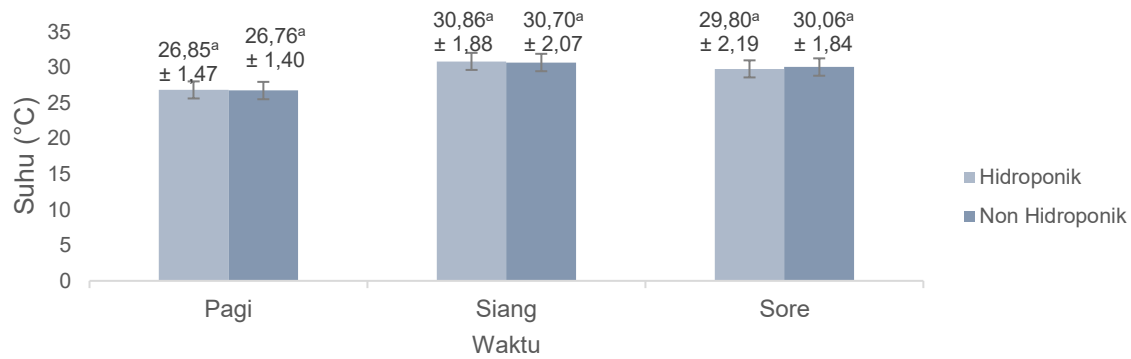
Gambar 1. Rata-rata Intensitas Cahaya Matahari

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ )  
 (b) Simbol  $\pm$  yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik maupun non hidroponik mendapatkan intensitas cahaya matahari yang sama. Hasil uji t menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara intensitas cahaya hidroponik bayam hijau dengan intensitas cahaya matahari non hidroponik bayam hijau ( $p > 0,05$ ). Kedua sistem baik hidroponik maupun non hidroponik menunjukkan intensitas cahaya matahari tertinggi terjadi di siang hari dan intensitas cahaya yang lebih rendah terjadi pada pagi dan sore hari. Hal ini diduga karena faktor lingkungan yang sama. Penelitian Buyeye *et al.* (2024) yang membandingkan pertumbuhan tanaman *Fordhook Giant Swiss* dalam struktur hidroponik vertikal dengan penanaman di tanah di bawah kondisi cahaya yang berbeda menunjukkan hasil bahwa meskipun terdapat perbedaan dalam metode penanaman, intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman dalam kedua sistem tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa kemampuan bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik maupun non hidroponik dalam menerima intensitas cahaya matahari adalah setara. Hal ini dapat dijelaskan karena kemampuan tanaman dalam menyerap cahaya dipengaruhi oleh karakteristik fisiologis daun dan adaptasi tanaman, yang tidak berubah signifikan akibat perbedaan media tanam.

### Suhu

Suhu udara adalah ukuran panas atau dinginnya udara di suatu tempat dan waktu tertentu (Rahma dkk., 2023). Hasil pengukuran suhu pada budidaya bayam secara hidroponik dan non hidroponik dapat dilihat pada Gambar 2.



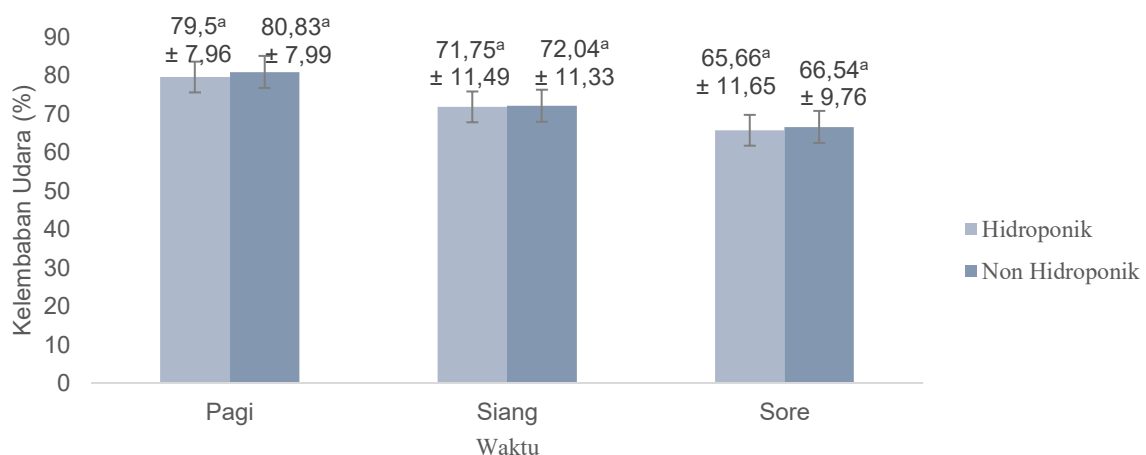
Gambar 2. Rata-rata Suhu Harian

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ )  
 (b) Simbol  $\pm$  yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 2. dapat dilihat bahwa bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik maupun non hidroponik menunjukkan suhu yang cenderung sama. Hasil uji t menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara suhu pada penanaman secara hidroponik bayam hijau dengan suhu pada penanaman non hidroponik bayam hijau ( $p > 0,05$ ). Budidaya bayam hijau dengan sistem hidroponik dan non hidroponik menunjukkan tinggi rendahnya suhu yang hampir sama, yaitu mengalami peningkatan suhu dari pagi hari, mencapai puncak pada siang hari sekitar pukul 12.00 hingga 13.00, kemudian menurun kembali menjelang sore hari yang menunjukkan bahwa kedua sistem merespon penurunan suhu yang sama. Hal ini ditegaskan oleh Kementerian Pertanian RI (2021) bahwa suhu rata-rata harian pada kedua sistem budidaya di lapangan cenderung serupa karena dikendalikan oleh iklim mikro yang sama.

### Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah kondisi yang menyatakan banyaknya uap air dalam udara (Sari dkk., 2020). Hasil pengukuran kelembaban udara pada budidaya bayam secara hidroponik dan non hidroponik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata Kelembaban Udara Harian

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ )  
 (b) Simbol  $\pm$  yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan bahwa bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik memiliki kelembaban udara yang sama. Hasil uji t menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelembaban udara hidroponik bayam hijau dengan kelembaban udara non hidroponik bayam hijau ( $p > 0,05$ ). Pada sistem hidroponik dan non hidroponik kelembaban udara pagi, siang, dan sore hari secara umum berada dalam kisaran 60–80%. Nilai tertinggi umumnya terjadi pada pagi hari, kemudian menurun pada siang hari, dan diikuti saat sore hari. Kelembaban udara dalam penelitian ini berada dalam kelembaban yang sesuai. Berdasarkan pernyataan Febriansyah dkk. (2023), kelembaban yang sesuai untuk pertumbuhan bayam yaitu berkisar

antara 40–80%, apabila kelembaban udara sesuai maka tanaman bayam hijau akan tumbuh secara optimal.

## pH

*Potential of hydrogen* (pH) menunjukkan ukuran kuantitatif keasaman atau kebasaan dari larutan berair atau larutan cair (Winoto dkk., 2023). Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa nilai pH pada sistem hidroponik dan non-hidroponik menunjukkan perbedaan. Pada sistem hidroponik, pH awal sebesar 5,5 meningkat menjadi 5,9 pada akhir pengamatan. Nilai ini tergolong asam lemah, namun masih berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan tanaman hidroponik (pH 5,5–6,5) sebagaimana dinyatakan oleh Haq et al. (2025). Kestabilan pH tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi larutan nutrisi yang digunakan. Ulum (2018) menyebutkan bahwa pH larutan nutrisi dapat berubah seiring waktu akibat interaksi antar komponen hara yang memengaruhi keseimbangannya.

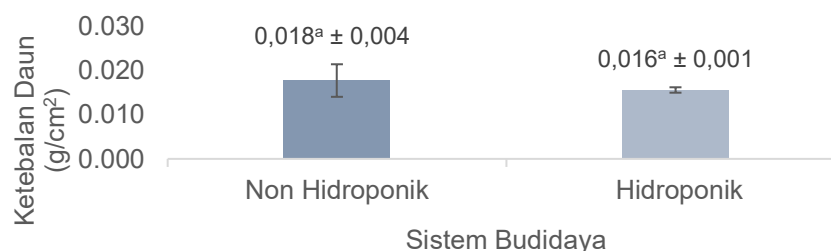
Tabel 1. pH media tanam pada budidaya hidroponik dan non hidroponik

Perlakuan	Awal	Akhir
Hidroponik	5,5	5,9
Non Hidroponik	7,1	6,8

Sebaliknya, pada sistem non-hidroponik, pH awal tanah sebesar 7,1 menurun menjadi 6,8 setelah masa tanam. Penurunan ini menunjukkan adanya aktivitas biokimia di dalam tanah, seperti proses nitrifikasi, pelarutan mineral, dan eksudasi akar. Proses nitrifikasi oleh bakteri menghasilkan ion  $H^+$  yang dapat menurunkan pH (Damanik et al., 2013), sedangkan eksudat akar berupa asam organik turut melarutkan mineral tanah seperti fosfat, kalsium, dan besi (Fadhil, 2024). Aktivitas ini meningkatkan ketersediaan hara tetapi juga berkontribusi pada penurunan pH. Hasil ini sejalan dengan Widia et al. (2022) yang melaporkan bahwa perubahan pH tanah dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dan senyawa organik. Dengan demikian, media tanah bersifat dinamis dan lebih sulit dikontrol dibandingkan sistem hidroponik yang kondisinya lebih stabil.

## Ketebalan Daun

Secara umum, ketebalan daun dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, seperti intensitas cahaya, ketersediaan air, kelembaban relative, curah hujan, serta suhu udara (Adisti dan Vauzia, 2025). Hasil pengukuran ketebalan daun tanaman bayam yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik dapat dilihat pada Gambar 4.5.



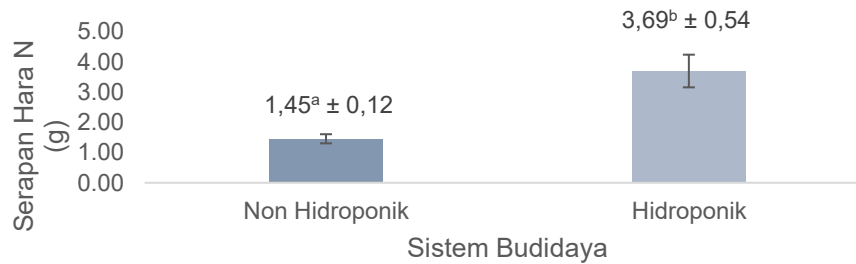
Gambar 4. Rata-rata Ketebalan Daun Bayam pada Sistem Budidaya yang berbeda

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ )  
 (b) Simbol  $\pm$  yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan hasil bahwa pengukuran ketebalan daun bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik tidak berbeda nyata. Hal ini diduga karena bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik diberikan sumber benih dan faktor lingkungan tumbuh yang hampir sama serta dikendalikan dengan baik. Penelitian oleh Chamoli et al. (2024) menunjukkan bahwa meskipun terdapat perbedaan dalam beberapa parameter pertumbuhan antara selada yang ditanam secara hidroponik dan non hidroponik, ketebalan daun tidak menunjukkan perbedaan signifikan, hal ini terjadi karena kondisi lingkungan yang dikendalikan dengan baik dalam kedua sistem.

### Serapan Hara Nitrogen (N) pada Daun Bayam Hijau

Pudjiwati dan Mariam (2022) menyatakan bahwa unsur hara Nitrogen mudah hilang melalui proses penguapan, pencucian, erosi dan denitrifikasi. Hasil analisis serapan hara N pada bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rata-rata Serapan Nitrogen pada Daun Bayam pada Sistem Budidaya yang berbeda

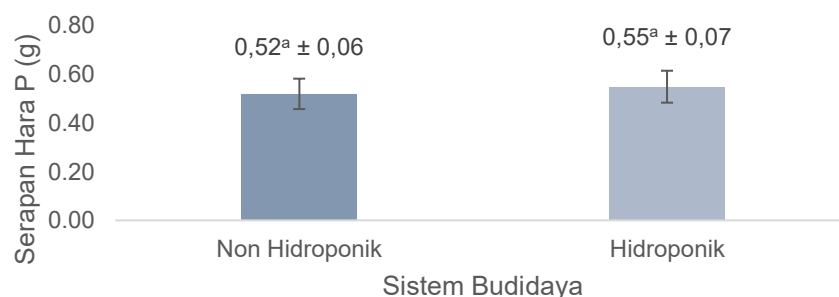
Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ( $P>0,05$ )

(b) Simbol  $\pm$  yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa serapan hara N pada daun bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik berbeda nyata. Serapan hara N daun bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik lebih tinggi dibandingkan dengan serapan hara N daun bayam hijau non hidroponik. Perbedaan tersebut diduga oleh ketersediaan nutrisi pada hidroponik. Dalam sistem hidroponik, nutrisi diberikan dalam bentuk larutan yang langsung tersedia bagi tanaman, hal ini memungkinkan penyerapan nitrogen yang lebih efisien. Sebaliknya, pada budidaya non hidroponik, ketersediaan nitrogen tergantung pada proses mineralisasi bahan organik dalam tanah, yang dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan aktivitas mikroorganisme. Hal ini sejalan dengan penelitian Safitri (2016) yang menyatakan bahwa tanaman yang ditanam secara hidroponik menyerap nutrisi lebih baik oleh tanaman dalam bentuk larutan yang langsung tersedia bagi akar. Fatihdarehniyeh *et al.* (2023) menambahkan dalam sistem hidroponik terutama yang menggunakan sistem tertutup, memungkinkan terjadinya resirkulasi larutan nutrisi, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen.

### Serapan Hara Fosfor (P) pada Daun Bayam Hijau

Fosfor (P) termasuk hara esensial bagi tanaman dengan fungsi sebagai pemindah energi, yang tidak dapat digantikan dengan hara lain (Lisdiyanti dan Guchi, 2018).



Gambar 6. Rata-rata Serapan Fosfor pada Daun Bayam pada Sistem Budidaya yang berbeda

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ( $P>0,05$ )

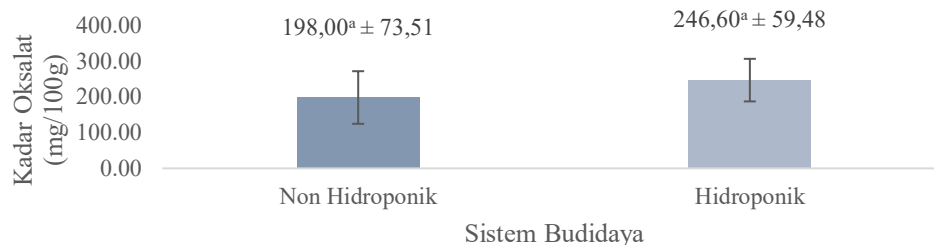
(b) Simbol  $\pm$  yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 6 hasil analisis serapan hara P pada daun bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik tidak berbeda nyata. Hal ini diduga terjadi karena kedua sistem budidaya baik hidroponik dan non hidroponik mampu menyediakan fosfor dalam jumlah yang cukup bagi tanaman, sehingga tidak terjadi kekurangan maupun kelebihan yang dapat mempengaruhi tingkat serapan oleh tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Gillespie *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa dengan pengelolaan nutrisi yang baik dan tepat, tanaman tetap dapat menyerap nutrisi termasuk fosfor secara optimal. Selain itu pH media tanam mempengaruhi ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Baik dalam sistem hidroponik maupun non hidroponik, pH yang optimal memungkinkan nutrisi tersedia secara tepat yang dapat diserap oleh tanaman. Hal ini

ditegaskan oleh Karoba dan Nurjasmi (2015), bahwa dalam kondisi pH berada pada kondisi normal dan sesuai, maka penyerapan unsur hara oleh tanaman tidak mengalami hambatan.

### Kadar Oksalat

Oksalat merupakan senyawa anti-nutrisi yang dapat berikatan dengan mineral seperti kalsium, membentuk kristal kalsium oksalat yang tidak larut (Emawati dkk., 2023). Hasil analisis kadar oksalat dalam dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rata-rata Serapan Fosfor pada Daun Bayam pada Sistem Budidaya yang berbeda

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ )  
 (b) Simbol  $\pm$  yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 7 hasil analisis kadar oksalat pada bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik tidak memiliki perbedaan yang nyata. Dalam penelitian ini, kadar oksalat bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik sebesar 246,60 mg/100g sedangkan kadar oksalat bayam hijau yang dibudidayakan secara non hidroponik sebesar 198,0 mg/100g. Nilai tersebut termasuk aman konsumsi karena seharusnya untuk tanaman kadar oksalat dinyatakan aman jika tidak melebihi 413-859mg/100 g berat basah tanaman (Agustin dkk., 2023). Tidak adanya perbedaan yang signifikan antara kadar oksalat bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik diduga berdasarkan hasil uji korelasi Pearson ketebalan daun, serapan hara N (nitrogen), dan serapan hara P (fosfor) terhadap kadar oksalat juga tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Hal ini dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi Ketebalan Daun, N dan P dengan Oksalat.

Variabel	Teknik Budidaya	r (Pearson)	p (value)	Signifikansi
Ketebalan Daun	Hidroponik	-0,03	0,97	Tidak Signifikan
	Non Hidroponik	0,37	0,75	Tidak Signifikan
Serapan Hara N pada Daun Bayam Hijau	Hidroponik	0,92	0,24	Tidak Signifikan
	Non Hidroponik	-0,29	0,80	Tidak Signifikan
Serapan Hara P pada Daun Bayam Hijau	Hidroponik	0,99	0,08	Tidak Signifikan
	Non Hidroponik	-0,51	0,65	Tidak Signifikan

Variabel ketebalan daun menunjukkan korelasi yang tidak signifikan dengan kadar oksalat, baik pada sistem hidroponik ( $r = -0,03$ ;  $p = 0,97$ ) maupun non-hidroponik ( $r = 0,37$ ;  $p = 0,75$ ). Korelasi negatif sangat lemah pada sistem hidroponik menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan daun cenderung menurunkan kadar oksalat, sedangkan pada sistem non-hidroponik korelasi positif sangat lemah mengindikasikan hubungan yang tidak searah antara keduanya. Oksalat tersimpan di vakuola sel mesofil daun, sehingga bila luas jaringan penyimpanan relatif sama, kadar oksalat antar perlakuan tidak berbeda signifikan. Menurut Onoda *et al.* (2017), ketebalan dinding sel mesofil dapat memengaruhi difusi  $\text{CO}_2$  dan kapasitas fotosintesis, yang berimplikasi pada akumulasi metabolit sekunder seperti oksalat. Dengan demikian, keseragaman struktur anatomi daun menyebabkan pengaruh ketebalan terhadap kadar oksalat menjadi minimal.

Variabel serapan hara N pada daun bayam hijau menunjukkan korelasi yang tidak signifikan dengan kadar oksalat, baik pada sistem hidroponik maupun non-hidroponik. Berdasarkan uji korelasi Pearson (Tabel 2), diperoleh nilai ( $r = 0,92$ ;  $p = 0,24$ ) pada sistem hidroponik dan ( $r = -0,29$ ;  $p = 0,80$ ) pada sistem non-hidroponik. Korelasi positif sangat kuat namun tidak signifikan secara statistik pada sistem hidroponik ( $p > 0,05$ ) menunjukkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan peningkatan kadar oksalat seiring meningkatnya serapan N, hubungan tersebut belum dapat dibuktikan secara signifikan.



Secara fisiologis, peningkatan serapan N dapat merangsang pembentukan oksalat melalui peningkatan aktivitas enzim dan metabolit sekunder yang terlibat dalam jalur biosintesis oksalat (Aprilliani dan Yuliani, 2020).

Sebaliknya, pada sistem non-hidroponik, korelasi negatif sangat lemah dan tidak signifikan ( $p > 0,05$ ) mengindikasikan bahwa peningkatan serapan N cenderung diikuti oleh penurunan kadar oksalat. Variasi ini dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, interaksi ion dalam larutan hara, serta kondisi mikro di sekitar akar yang memengaruhi metabolisme oksalat (Fitriani *et al.*, 2016). Selain itu, kadar oksalat juga dipengaruhi oleh tahap pertumbuhan dan faktor genetik tanaman, sehingga respons terhadap serapan N tidak selalu sejalan (Lestari dan Hadi, 2023). Dengan demikian, kondisi lingkungan yang kurang terkontrol pada sistem non-hidroponik dapat menyebabkan hubungan serapan N dan kadar oksalat menjadi tidak konsisten.

Variabel serapan hara P pada daun bayam hijau menunjukkan korelasi yang tidak signifikan dengan kadar oksalat, baik pada sistem hidroponik maupun non-hidroponik. Berdasarkan uji korelasi Pearson (Tabel 2), diperoleh korelasi positif sangat kuat pada sistem hidroponik ( $r = 0,99$ ;  $p = 0,08$ ) dan korelasi negatif lemah pada sistem non-hidroponik ( $r = -0,51$ ;  $p = 0,65$ ). Perbedaan ini menunjukkan bahwa pengaruh fosfor terhadap kadar oksalat dipengaruhi oleh metode budidaya. Pada sistem hidroponik, kondisi lingkungan yang lebih terkontrol menyebabkan metabolisme oksalat dan serapan P berlangsung paralel, sehingga menghasilkan korelasi positif kuat meskipun tidak signifikan (Rukmi *et al.*, 2017).

Sebaliknya, pada sistem non-hidroponik, faktor lingkungan seperti pH tanah, kelembapan, dan aktivitas mikroorganisme memengaruhi ketersediaan P serta metabolisme oksalat (Jayadi *et al.*, 2022). Pada kondisi asam, peningkatan kelarutan Al dan Fe dapat mengikat P dan menurunkan penyerapannya, sehingga kadar oksalat cenderung meningkat. Hal ini sejalan dengan temuan Dotania *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa eksudasi asam oksalat menurun dengan meningkatnya konsentrasi P. Dengan demikian, peningkatan serapan P pada sistem non-hidroponik dapat menyebabkan penurunan kadar oksalat. Selain itu, oksalat juga berperan sebagai senyawa adaptif terhadap stres lingkungan (Meilisa & Serafinah, 2013), sehingga kadarnya dapat berfluktuasi tergantung kondisi lapangan, bukan hanya dipengaruhi oleh unsur fosfor semata.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa budidaya bayam hijau baik secara hidroponik maupun non hidroponik menghasilkan kadar oksalat yang setara dan masih berada dalam batas aman untuk dikonsumsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisti, H. Y., dan V. Vauzia. (2025). Literature Review: Respon Morfologi Daun Tumbuhan terhadap Faktor Lingkungan. *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 6(1): 52-60.
- Agustin, N. A., M. I. Syafutri, A. Yanuriati, N. Malahayati, D. Aryani, dan T. Airlangga. (2023). Penurunan Kadar Oksalat Pati Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) pada Berbagai Konsentrasi NaCl dan Lama Perendaman. *In Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 10(1):199-207.
- Aprilliani, N. Z., dan Y. Yuliani. (2020). Respons Anatomi dan Kadar Asam Oksalat Tumbuhan *Amorphophallus muelleri* Blume pada Lingkungan yang Berbeda. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 9(2): 137-145.
- Buyeye, Z., G. Lagerwall, A. Senzanje, and S. Sibanda. (2024). Assessment Of Vertical Hydroponic Structures Compared To Planting In Soil Under Different Light Conditions. *African Journal of Agricultural*, 20(6): 434-441.
- Chairiyah, N., N. Harijati, dan R. Mastuti. (2011). Kristal Kalsium Oksalat (Caox) pada Porang (*Amorphophallus muelleri blume*) yang Terpapar dan Tidak Terpapar Matahari. *Jurnal Natural B. Universitas Brawijaya*, 1(2): 130- 138.
- Chamoli, N., M. Kumar, S. Das, D. Prabha, and J. S. Chauhan. (2024). Comparative Analysis of Hydroponically and Soil-Grown Lettuce. *J. Mountain Res*, 19(2): 583-591.
- Damanik, A. R. B., H. Hanum, dan S. Sarifuddin. (2013). Dinamika N-NH<sub>4</sub> dan N-NO<sub>3</sub> Akibat Pemberian Pupuk Urea dan Kapur CaCO<sub>3</sub> pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala dan Kaitannya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(3): 1218-1227.
- Dotaniya, M. L., S. C. Datta, D. R. Biswas, and B. P. Meena. (2013). Effect of Solution Phosphorus Concentration on The Exudation of Oxalate Ions By Wheat (*Triticum aestivum* L.).

- Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 83: 305-309.
- Emawati, E., D. Indradinata, dan D. Y. Agustina. (2022). Analisis Kadar Oksalat pada Dua Jenis Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* dan *Brassica oleracea* var. *palmifolia*) dengan Metode Spektrofotometri UV. *JIIS (Jurnal Ilmiah Ibnu Sina): Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 7(1): 38-45.
- Fadhil, A. (2024). Kandungan Asam Organik Alifatik dan Ketersediaan Fosfat Tanah di Rhizosfer Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. *Saccharata*) Setelah Aplikasi Pupuk Kandang Ayam pada Ultisol. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Fathidarehniyeh, E., M. Nadeem, M. Cheema, R. Thomas, M. Krishnapillai, and L. Galagedara. (2023). Current Perspective on Nutrient Solution Management Strategies to Improve The Nutrient and Water Use Efficiency in Hydroponic Systems. *Canadian Journal of Plant Science*, 104(2): 88-102.
- Febriansyah, Z., H. Fitriyah, dan R. R. M. Putri. (2023). Sistem Kendali Suhu dan kelembapan udara pada Tanaman Bayam Microgreen dalam Ruangan Tertutup menggunakan Regresi Linier. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(5): 2542-2547.
- Fitriani, H., N. Nurlailah, dan D. Rakhmina. (2016). Kandungan Asam Oksalat Sayur Bayam. *Medical Laboratory Technology Journal*, 2(2): 51-55.
- Haq, M. S. N., M. N. Azizah, Z. Z. L. Alawiyah, W. N. Fitriyani, S. H. Tulloh, dan Y. S. Astuti. (2025). Optimalisasi Hidroponik Berbasis IoT untuk Pertanian Berkelanjutan di Desa Wanasigra Sindangkasih Ciamis. *Jurnal Penelitian UPR*, 5(1): 1-11.
- Hasin, A., dan R. Zain. (2019). Analisis Kadar Kalsium Oksalat ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) pada Daun dan Batang Tanaman Bayam di Pasar Tradisional Kota Makassar. *Jurnal Media Laboran*, 9(1): 6-11.
- Jayadi, M., N. Juita, dan H. Wulansari. 2022. Analisis Fosfor Tanah pada Lahan Sawah Irigasi dan Sawah Tadah Hujan di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang. *Jurnal Ecosolum*, 11(2): 191-207.
- Karoba, F., dan R. Nurjasmii. (2015). Pengaruh Perbedaan pH Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea*) Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*). *Jurnal Ilmiah Respati*, 6(2): 529-534.
- Lestari, S., dan S. Hadi. 2023. Variasi Genetik dan Lingkungan Terhadap Kadar Oksalat Pada Bayam. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 9(3): 200-209.
- Liu, X. X., Zhou, K., Hu, Y., Jin, R., Lu, L. L., Jin, C. W., and Lin, X. Y. (2015). Oxalate Synthesis in Leaves Is Associated With Root Uptake of Nitrate And Its Assimilation in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(10): 2105-2116.
- Manurung, F. S., Y. Nurchayati, dan N. Setiari. (2020). Pengaruh Pupuk Daun Gandasil D Terhadap Pertumbuhan, Kandungan Klorofil dan Karotenoid Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.). *Jurnal Biologi Tropika*, 1(1): 24-32.
- Meilisa, N. dan I. Serafinah. (2013). Kerapatan dan Bentuk Kristal Kalsium Oksalat Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Fase Pertengahan Pertumbuhan Hasil Penanaman dengan Perlakuan Pupuk P dan K. *Jurnal Biotropika*, 1(2): 66-70.
- Natesh, H. N., L. Abbey, and S. K. Asiedu. (2017). An Overview of Nutritional and Antinutritional Factors in Green Leafy Vegetables. *Horticulture International Journal*, 1(2): 58-65.
- Onoda, Y., I. J. Wright, J. R. Evans, K. Hikosaka, Kitajima, and M. Westoby. (2017). Physiological and Structural Tradeoffs Underlying the Leaf Economics Spectrum. *New Phytologist*, 214(4):1447-1463.
- Pudjiwati, E. H., dan A. S. Mariam. (2022). Efisiensi Serapan Hara Nitrogen Tanaman Jagung Manis dengan Aplikasi Bakteri Penambat Nitrogen dan Arang Sekam. *Jurnal Ilmiah Respati*, 13(2): 133-141.
- Puspitasari, A., dan A. Mahayana. (2021). Determination of Oxalid Acid in Green Spinach (*Amaranthus gangeticus*) An Red Spinach (*Amaranthus spinosus*) Using Spectrophotometry Method. *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 2(1): 32- 38.
- Rukmi, S. S., A. Aiyen, dan Rauf. (2017). Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) dengan Pemberian Kosentrasi Nutrisi Berbeda pada Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*). *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2): 222-230.
- Safitri, E. (2016). Pengaruh Aplikasi Formula Larutan Nutrisi Hidroponik Terhadap Serapan Hara dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) *Dissertation*. Universitas Brawijaya.
- Salgado, N., M. A. Silva, M. E. Figueira, H. S. Costa, and T. G. Albuquerque. (2023). Oxalate n Foods: Extraction Conditions, Analytical Methods, Occurrence, and Health Implications. *Foods*, 12(17): 3201.

- Sari, K. R. T. P., E. M. Indrawati, dan A. P. Nevita. (2020). Analisis Perbedaan Suhu dan Kelembaban Ruangan pada Kamar Berdinding Keramik. *Jurnal Inkofar*, 4(1): 5-11.
- Ulum, B. (2018). Pengaruh Konsentrasi Nutrisi dan Inokulasi Agen Hayati pada Pertumbuhan dan Hasil Selada Romaine (*Lactuca Sativa* L. Var. Longifolia) Melalui Sistem Hidroponik Irigasi Tetes. *Dissertation*. Universitas Brawijaya.
- Widia, I. H., S. Sumiyati, dan I. B. Gunadnya. (2022). Pengaruh Jenis Media Tanam Organik Terhadap Kualitas Media Tanam. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 10(1): 191.