BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed
Volume 8, Nomor 3 (2026): 172-180
DOI. 10.20884/1.bioe.2026.8.3.12996

Pengaruh Cekaman Salinitas dan Penambahan Metil Jasmonat Terhadap Kandungan Flavonoid Kangkung Darat (*Ipomoea Aquatica* Forssk.)

The Effect of Salinity Stress and the Addition of Methyl Jasmonate on the Flavonoid Content of Upland Water Spinach (Ipomoea aquatica Forssk.)

Elly Proklamasiningsih*, Iman Budisantoso, Kirana Lentik Sabitha

Program Studi Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, 53122, Indonesia
**corresponding author*, Email: ellyproklamasi@gmail.com.

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 13/10/2025
Disetujui : 26/09/2026

Abstract
Water spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk.) is a vegetable plant that contains flavonoids with antioxidant activity. Salinity stress has the potential to increase flavonoid accumulation through a defense response to oxidative stress, but it can also inhibit plant growth. The addition of methyl jasmonate (MJ) as an elicitor is expected to modulate this response. This study aims to analyze the effect of the interaction between NaCl and MJ on flavonoid content and the vegetative growth of land water spinach and to determine the treatment combination that yields the highest flavonoid content. The study used a factorial Complete Randomized Design with two factors: NaCl (0, 50, and 100 mM) and MJ (0, 100, and 200 µM), each with three replicates, resulting in 27 experimental units. The observed parameters included total flavonoid content, plant height growth rate, leaf number growth rate, fresh weight, and dry weight. The data were analyzed using ANOVA and Duncan's test at the 5% significance level. The results showed a significant interaction between NaCl and MJ on flavonoid content ($p = 0.037$). The highest average flavonoid content was obtained with the combination of 100 mM NaCl and 100 µM MJ, at 92.14 ± 6.36 mg QE/g. Conversely, increased salinity tended to reduce vegetative growth, although the application of 100 µM MJ was able to improve some growth parameters under saline conditions. Thus, the combination of 100 mM NaCl and 100 µM MJ has the potential to increase flavonoid accumulation in land water spinach, although this increase was not fully accompanied by a recovery in vegetative growth.
Key Words: Flavonoid, Methyl Jasmonate, NaCl, Salinity, Water Spinach

Abstrak
Kangkung darat (*Ipomoea aquatica* Forssk.) merupakan tanaman sayuran yang mengandung flavonoid dengan aktivitas antioksidan. Cekaman salinitas berpotensi meningkatkan akumulasi flavonoid melalui respons pertahanan terhadap stres oksidatif, tetapi juga dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Penambahan metil jasmonat (MJ) sebagai elisitor diharapkan dapat memodulasi respons tersebut. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh interaksi NaCl dan MJ terhadap kandungan flavonoid serta pertumbuhan vegetatif kangkung darat dan menentukan kombinasi perlakuan yang menghasilkan kandungan flavonoid tertinggi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan dua faktor, yaitu NaCl (0, 50, dan 100 mM) serta MJ (0, 100, dan 200 µM), masing-masing dengan tiga ulangan sehingga diperoleh 27 satuan percobaan. Parameter yang diamati meliputi kandungan flavonoid total, laju pertumbuhan tinggi tanaman, laju pertumbuhan jumlah daun, bobot basah, dan bobot kering. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji Duncan pada taraf 5%. Hasil menunjukkan adanya interaksi nyata antara NaCl dan MJ terhadap kandungan flavonoid ($p = 0{,}037$). Rata-rata kandungan flavonoid tertinggi diperoleh pada kombinasi NaCl 100 mM dan MJ 100 µM sebesar 92,14 ± 6,36 mg QE/g. Sebaliknya, peningkatan salinitas cenderung menurunkan pertumbuhan vegetatif, meskipun pemberian MJ 100 µM mampu memperbaiki beberapa parameter pertumbuhan pada kondisi salin. Dengan demikian, kombinasi NaCl 100 mM dan MJ 100 µM berpotensi meningkatkan akumulasi flavonoid kangkung darat, meskipun peningkatan tersebut belum sepenuhnya diikuti oleh pemulihan pertumbuhan vegetatif.
Kata kunci : Flavonoid, Kangkung darat, Metil Jasmonat, NaCl, Salinitas

PENDAHULUAN

Kangkung darat (*Ipomoea aquatica* Forssk.) merupakan salah satu tanaman sayur yang banyak digemari karena kaya akan zat gizi seperti protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, kalium, fosfor, zat besi, natrium, vitamin A, B, C, dan karoten (Yulianingsih *et al.* 2024). Kangkung darat juga mengandung senyawa aktif berupa flavonoid, polifenol, dan kuinon dengan berbagai manfaatnya (Wulan & Langit, 2021). Kandungan flavonoid pada daun kangkung darat bersifat sebagai antimikroba, antifungi, dan antioksidan (Mustika *et al.*, 2024). Pada tanaman, flavonoid berkontribusi pada berbagai proses fisiologis, terutama melindungi tanaman dari

stres biotik yang disebabkan oleh serangga, herbivora, nematoda, patogen, dan organisme lainnya, serta stres abiotik seperti radiasi ultraviolet (UV), kekeringan, dan salinitas (Patil *et al.,* 2024).

Cekaman salinitas akibat akumulasi NaCl pada media tanam dapat meningkatkan konsentrasi ion Na^+ dan Cl^- di sekitar perakaran sehingga mengganggu keseimbangan ion dan penyerapan unsur hara esensial, seperti K^+, Ca^{2+}, dan Mg^{2+}. Selain menyebabkan cekaman osmotik dan toksisitas ion, kondisi salin juga dapat meningkatkan pembentukan reactive oxygen species (ROS) yang memicu stres oksidatif dan kerusakan komponen sel tanaman (Masganti *et al.,* 2022). Stres osmotik membuat tanaman terkena dehidrasi akibat kesulitan dalam menyerap air, sementara stres oksidatif dapat menyebabkan rusaknya membran sel akibat radikal bebas (Suryaman *et al.,* 2022). Terganggunya penyerapan air akibat stres osmotik juga menekan aktivitas pembelahan dan pembesaran sel sehingga proses pertumbuhan tanaman terhambat (Oematan *et al.,* 2024). Kandungan garam tinggi juga berdampak pada pertumbuhan daun yang tidak optimal sehingga kapasitas fotosintesis menurun dan produktivitas tanaman terganggu (Matondang *et al.,* 2024). Ketika terjadi cekaman salinitas, tanaman akan memproduksi lebih banyak metabolit sekunder seperti flavonoid sebagai upaya untuk melawan radikal bebas (Azeem *et al.,* 2023).

Upaya yang dapat dilakukan guna meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman salinitas yaitu dengan penambahan elisitor seperti metil jasmonat (MJ). MJ merupakan pengatur seluler penting dalam pertumbuhan tanaman serta respons pertahanan terhadap stres, baik biotik maupun abiotik (Wang *et al.,* 2022). MJ bekerja sebagai molekul sinyal yang menangani stres abiotik lewat aktivasi sistem antioksidan tanaman, serta interaksi dengan faktor transkripsi dan fitohormon lain (Gul *et al.,* 2023). MJ membantu menyeimbangkan produksi dan pembuangan ROS, serta berperan krusial dalam proses transduksi sinyal, mempercepat kerja enzim, mendorong produksi senyawa khusus seperti polifenol, terpenoid, flavonoid, dan alkaloid sebagai agen pertahanan tanaman (Ho *et al.,* 2020).

Kajian tentang pengaruh cekaman salinitas terhadap respons fisiologis dan akumulasi senyawa fenolik tanaman telah banyak dilaporkan, namun informasi mengenai interaksi antara cekaman salinitas dan aplikasi metil jasmonat (MJ) dalam menginduksi akumulasi flavonoid pada kangkung darat (*Ipomoea aquatica* Forssk.) masih perlu dikaji lebih lanjut. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa cekaman salinitas dapat meningkatkan produksi senyawa antioksidan sebagai respons terhadap peningkatan reactive oxygen species (ROS), sedangkan aplikasi MJ diketahui berperan sebagai molekul sinyal yang mengatur respons pertahanan dan biosintesis metabolit sekunder tanaman (\` Namun, kedua faktor tersebut memiliki mekanisme regulasi yang kompleks dan responsnya dapat berbeda bergantung pada spesies tanaman, tingkat cekaman, serta konsentrasi elisitor yang diberikan.

Penelitian mengenai aplikasi MJ pada kondisi salinitas, seperti yang dilaporkan pada tanaman padi oleh Hussain *et al*. (2022), lebih menitikberatkan pada aktivitas enzim antioksidan dan keseimbangan ion. Sementara itu, penelitian mengenai pengaruh MJ terhadap akumulasi flavonoid pada tanaman finger millet menunjukkan bahwa MJ berpotensi meningkatkan biosintesis flavonoid (Ye *et al*., 2025). Meskipun demikian, informasi mengenai respons kandungan flavonoid kangkung darat terhadap kombinasi tingkat salinitas dan konsentrasi MJ, khususnya dalam kaitannya dengan perubahan pertumbuhan vegetatif, masih belum dijelaskan dalam konteks penelitian ini. Oleh karena itu, diperlukan kajian eksperimental untuk mengetahui apakah aplikasi MJ dapat memodulasi akumulasi flavonoid kangkung darat pada kondisi salin serta menentukan kombinasi konsentrasi NaCl dan MJ yang menghasilkan kandungan flavonoid optimal tanpa menyebabkan penurunan pertumbuhan tanaman secara berlebihan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi respons akumulasi flavonoid kangkung darat terhadap interaksi cekaman salinitas dan aplikasi metil jasmonat, serta identifikasi kombinasi konsentrasi yang menghasilkan akumulasi flavonoid tertinggi dengan mempertimbangkan respons pertumbuhan vegetatif tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi NaCl 100 mM dan MJ 100 µM menghasilkan kandungan flavonoid tertinggi, sehingga memberikan informasi awal mengenai potensi pemanfaatan cekaman salinitas terkontrol dan elisitasi MJ untuk meningkatkan kualitas fitokimia kangkung darat. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh interaksi NaCl dan MJ terhadap kandungan flavonoid kangkung darat serta menentukan kombinasi konsentrasi yang paling efektif untuk menghasilkan flavonoid tinggi tanpa menurunkan pertumbuhan tanaman secara signifikan. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya informasi mengenai respons fisiologis tanaman terhadap cekaman salinitas serta mendukung pemanfaatan MJ sebagai strategi peningkatan kualitas nutrisi tanaman hortikultura.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di *greenhouse* dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto selama 3 bulan dari bulan Februari hingga April 2026. Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain benih tanaman kangkung darat (*Ipomoea aquatica* Forssk.) berasal dari Toko Pertanian, NaCl, metil jasmonat ($C_{13}H_{20}O_3$), tanah, kompos, arang sekam, polybag tanpa lubang berukuran 20×20 cm, kertas label, akuades, etanol 96% kertas saring, aluminium foil,

natrium hidroksida 10 % (NaOH), kuersetin, aluminium klorida 10% (AlCl3), dan natrium asetat 1 M (CH3COONa). Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain, sekop tangan, sprayer, alat tulis, timbangan analitik, oven, amplop, *beaker glass*, gelas ukur, tabung reaksi, rak tabung reaksi, labu Erlenmeyer, labu ukur, pipet tetes, mikropipet, tip, *hot plate*, spektrofotometer UV-Vis, spatula, jar kaca, corong, dan jerigen. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu konsentrasi NaCl (0, 50, dan 100 mM) serta konsentrasi MJ (0, 100, dan 200 µM), masing-masing diulang tiga kali sehingga diperoleh 27 unit percobaan.

Media tanam berupa campuran tanah, kompos, dan arang sekam (1:1:1) dimasukkan ke dalam polybag, kemudian ditanami benih kangkung. Polibag yang digunakan sesuai dengan jumlah perlakuan dikalikan dengan ulangan, sehingga ada 27 polibag. Larutan NaCl dan MJ (dengan pelarut etanol) disiapkan pada masing-masing konsentrasi. Perlakuan NaCl (sesuai kapasitas lapang) diberikan melalui penyiraman media tanam pada umur 15 HST, sedangkan MJ diaplikasikan dengan penyemprotan hingga mencapai drip point pada umur 22 HST. Selama penelitian dilakukan penyiraman dengan larutan NaCl sesuai kapasitas lapang serta penyiangan gulma secara rutin. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi laju pertumbuhan tinggi tanaman dan laju pertumbuhan jumlah daun yang diukur setiap 7 hari sekali (14,21,28,35 HST), serta bobot basah dan bobot kering yang diukur setelah panen (35 HST). Pengukuran kandungan flavonoid diawali dengan pembuatan simplisia daun yang dikeringkan pada suhu 45°C, kemudian diekstraksi menggunakan etanol 96% dengan metode maserasi selama 3×24 jam hingga diperoleh ekstrak pekat. Kandungan flavonoid dianalisis secara kualitatif menggunakan pereaksi NaOH 10% dan secara kuantitatif menggunakan metode kolorimetri AlCl3 yang diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 435 nm. Penentuan kadar flavonoid dilakukan berdasarkan kurva standar kuersetin. Seluruh data penelitian dianalisis menggunakan uji *analysis of variance* (ANOVA) taraf kesalahan 5% dan 1% untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dilanjutkan uji Duncan taraf kesalahan 5% untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar kelompok perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Flavonoid

Berdasarkan hasil uji kualitatif flavonoid pada sampel ekstrak sebanyak 9 perlakuan daun kangkung darat menggunakan pereaksi NaOH 10%, diketahui bahwa terjadi perubahan warna sampel dari hijau pekat menjadi kuning bening (Shaikh and Patil, 2020). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa seluruh sampel yang diamati positif mengandung flavonoid. Perubahan warna ini disebabkan reaksi deprotonasi pada gugus hidroksil fenolik dalam flavonoid yang berikatan dengan ion OH^-. Reaksi tersebut menghasilkan anion fenolat yang memiliki sistem konjugasi elektron lebih luas. Akibatnya, terjadi pergeseran serapan cahaya ke panjang gelombang yang lebih tinggi (Octaviana & Parbuntari, 2025). Berdasarkan hasil uji kualitatif tersebut, selanjutnya dilakukan uji kuantitatif untuk mengetahui nilai kandungan flavonoid tiap sampel. Hasil uji kuantitatif kemudian dianalisis untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh interaksi antara NaCl dan MJ terhadap kandungan flavonoid daun kangkung darat (Tabel 1.).

Berdasarkan Tabel 1., diketahui bahwa interaksi antara NaCl dan MJ memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan flavonoid daun kangkung darat dengan nilai signifikansi 0,037. Menurut Susilo *et al.* (2025), kandungan flavonoid suatu tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti faktor abiotik yang sangat bergantung pada kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman tersebut. Konsentrasi NaCl yang tinggi di sekitar akar menurunkan potensial air tanah sehingga tanaman lebih sulit menyerap air. Ion Na^+ dan Cl^- yang berlebihan juga dapat mengganggu keseimbangan ion, sehingga mengganggu aktivitas fotosintesis dan respirasi seluler. Hal ini menyebabkan elektron tidak digunakan secara optimal, yang dapat meningkatkan pembentukan ROS. Pada kadar terkendali, ROS tidak hanya bersifat merusak, tetapi juga berfungsi sebagai molekul sinyal yang mengaktifkan respons pertahanan tanaman. Respons pertahanan dapat meningkatkan aktivitas enzim-enzim pada jalur fenilpropanoid dan biosintesis flavonoid, sehingga tanaman cenderung lebih banyak memproduksi flavonoid ketika dalam kondisi stres (Shah & Smith, 2020). Penambahan elisitor pada tanaman efektif meningkatkan respons stres sehingga memacu tanaman untuk memproduksi lebih banyak senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid (Razzaq *et al.*, 2025).

Tabel 1. Rangkuman hasil analisis ragam kandungan flavonoid

Sumber Keragaman	Nilai signifikansi (*p-value*)
NaCl	0,008
MJ	0,003
Interaksi NaCl dan MJ	0,037

Keterangan : $p<0,01$ (berpengaruh sangat nyata pada taraf signifikansi 1%), $p<0,05$ (berpengaruh nyata pada taraf signifikansi 5%)

Interaksi antara NaCl dan MJ terjadi melalui mekanisme stres-respons yang saling melengkapi. Cekaman NaCl memicu stres oksidatif, sementara MJ berperan sebagai penginduksi jalur pertahanan, sehingga keduanya bersama-sama mendorong peningkatan biosintesis flavonoid. Pemberian NaCl memicu stres osmotik, toksisitas ion, dan terutama peningkatan produksi Reactive Oxygen Species (ROS) yang dapat merusak sel tanaman, sehingga tanaman memproduksi lebih banyak flavonoid sebagai respons pertahanan. Sesuai dengan Setiawati *et al.* (2021), peningkatan salinitas akibat cekaman NaCl menyebabkan stres oksidatif sehingga penumpukan ROS terjadi dalam sel. Kondisi ini mengaktifkan enzim *Phenylalanine Ammonia-Lyase* (PAL*), Cinnamate 4-Hydroxylase* (C4H), *4-Coumarate CoA Ligase* (4CL), *Chalcone Synthase* (CHS), *Chalcone Isomerase* (CHI), dan *Chalcone Reductase* (CHR) serta menstimulasi ekspresi gen yang terlibat dalam jalur biosintesis fenilpropanoid, yang penting untuk sintesis flavonoid dan senyawa fenolik lainnya. Akibatnya, tanaman meningkatkan produksi flavonoid sebagai respons adaptif untuk melindungi diri dari kerusakan sel dan meningkatkan ketahanan terhadap kondisi salinitas yang merugikan (Wang *et al.*, 2024).

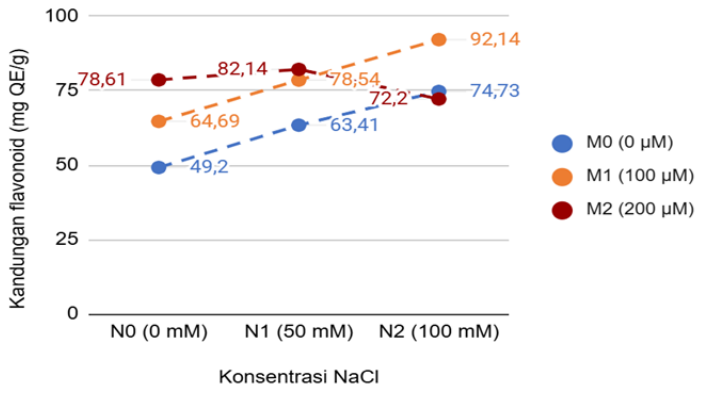
MJ berperan sebagai molekul sinyal yang kemudian memperkuat respons stress NaCl yang terjadi. MJ merupakan elisitor yang ketika ditambahkan dalam jumlah kecil ke dalam sel hidup dapat merangsang biosintesis senyawa tertentu dengan mengaktifkan sinyal transduksi dan ekspresi gen yang berkaitan dengan metabolit sekunder, termasuk flavonoid (Setyorini & Yusnawan, 2016). Penelitian Ye *et al.* (2025), membuktikan bahwa aktivitas enzim PAL dan C4H mengalami peningkatan yang signifikan akibat perlakuan MJ dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa MJ berperan dalam meningkatkan kandungan flavonoid melalui peningkatan aktivitas enzim utama jalur sintesis fenilpropanoid.

Interaksi NaCl dan MJ juga berkaitan erat dengan sistem antioksidan enzimatik, khususnya *superoxide dismutase* (SOD), *peroxidase* (POX), serta *catalase* (CAT) (Sana *et al.*, 2025). Cekaman salinitas meningkatkan pembentukan ROS seperti superoksida (O_2^-) yang bersifat toksik. Enzim SOD berperan mengubah radikal superoksida menjadi O_2 dan H_2O_2, yang selanjutnya diuraikan oleh POX dan CAT menjadi air dan oksigen sehingga menekan stres oksidatif dalam sel. MJ memperkuat aktivitas enzim-enzim antioksidan tersebut melalui peningkatan ekspresi gen terkait. Penambahan MJ menyebabkan aktivitas enzim menjadi lebih tinggi dibandingkan tanaman yang hanya mengalami cekaman salinitas. Aktivasi enzim antioksidan oleh MJ membantu menjaga keseimbangan ROS pada tingkat optimal, yang berfungsi sebagai sinyal untuk menginduksi produksi flavonoid, namun tidak sampai menyebabkan kerusakan sel (Wang *et al.*, 2022 ; Hussain *et al.*, 2022).

Tabel 2. Hasil Uji Lanjut Pengaruh Interaksi NaCl dan MJ terhadap Kandungan Flavonoid

Perlakuan	Rata-rata Kandungan Flavonoid ±SD(mg QE/g)
N0M0	49,20 ±14,86a
N0M1	64,69 ±9,71abc
N0M2	78,61 ±8,94bcd
N1M0	63,41 ±9,56ab
N1M1	78,54 ±14,28bcd
N1M2	82,14 ±5,42cd
N2M0	74,73 ±1,91bcd
N2M1	92,14 ±6,36d
N2M2	72,2 ±5,17bc

Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan 5%
N0M0: 0 mM NaCl dan 0 µM MJ
N0M1: 0 mM NaCl dan 100 µM MJ
N0M2: 0 mM NaCl dan 200 µM MJ
N1M0: 50 mM NaCl dan 0 µM MJ
N1M1: 50 mM NaCl dan 100 µM MJ
N1M2: 50 mM NaCl dan 200 µM MJ
N2M0: 100 mM NaCl dan 0 µM MJ
N2M1: 100 mM NaCl dan 100 µM MJ
N2M2: 100 mM NaCl dan 200 µM MJ



Gambar 1. Grafik interaksi NaCl dengan Metil Jasmonat terhadap kandungan flavonoid

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan pada taraf 5% (Tabel 2.), perlakuan dengan kandungan flavonoid tertinggi diperoleh pada kombinasi NaCl 100 mM dan MJ 100 µM (N2M1), dengan nilai mencapai 92,14 ±6,36 mg QE/g, berbeda nyata dibandingkan perlakuan kontrol (N0M0) yang hanya mengandung flavonoid sebesar 49,20 ±14,86 mg QE/g. Dapat diartikan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan akibat kombinasi kedua faktor tersebut. Selaras dengan Das *et al.* (2020), ketika tanaman mengalami cekaman salinitas dan diberi MJ, terjadi peningkatan aktivitas sistem antioksidan serta akumulasi flavonoid yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Didukung pula oleh penelitian Hussain *et al.* (2022), yang menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tanaman padi meningkat hingga 32,9% pada perlakuan MJ 125 µM dalam stres NaCl 90 mM.

Perlakuan N1M1, N1M2, N2M0, dan N0M2 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan N2M1, sehingga dapat diartikan bahwa kombinasi perlakuan tersebut juga tergolong efektif meningkatkan kandungan flavonoid. Penambahan MJ dosis tinggi pada salinitas tinggi (N2M2) justru menunjukkan hasil yang lebih rendah dibandingkan beberapa perlakuan sebelumnya. Hal ini mengindikasikan bahwa ketika konsentrasi NaCl dan MJ melebihi batas toleransi tanaman, terjadi kondisi stres berlebih yang justru menyebabkan biosintesis flavonoid tidak dapat berjalan secara optimal. Diperkuat oleh hasil penelitian Moreno-Escamilla *et al.* (2020), bahwa pada konsentrasi terlalu tinggi, elisitor cenderung bersifat antagonis dengan memicu kematian sel dan penurunan senyawa fitokimia. Respons tanaman terhadap elisitor dapat dipengaruhi berbagai faktor, termasuk interaksi dengan faktor lain seperti kondisi lingkungan (Ndruru *et al.*, 2024). Interaksi antara konsentrasi NaCl dan MJ terhadap kandungan flavonoid daun kangkung darat dapat dilihat lebih lanjut pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1., tampak bahwa pada perlakuan M0 dan M1, terjadi peningkatan kandungan flavonoid seiring dengan kenaikan konsentrasi NaCl dari N0 sampai N2. Hasil berbeda ditunjukkan pada perlakuan M2, kandungan flavonoid menurun pada konsentrasi NaCl tinggi (N2). Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan MJ dalam cekaman salinitas efektif meningkatkan kandungan flavonoid daun kangkung darat hingga tingkat konsentrasi tertentu. Selaras dengan pernyataan Razzaq *et al.* (2025), penambahan elisitor MJ pada tanaman efektif meningkatkan kandungan metabolit sekunder apabila diberikan dalam konsentrasi yang tepat. Peningkatan flavonoid pada kombinasi NaCl dan MJ sangat bergantung pada keseimbangan antara tingkat stres yang diberikan dan kapasitas regulasi metabolisme tanaman tersebut terhadap stress. Setiap tanaman memiliki toleransi stres yang berbeda-beda (Akmalia, 2021).

Parameter Pertumbuhan

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang berbanding terbalik antara parameter pertumbuhan tanaman dan kandungan flavonoid. Perlakuan cekaman salinitas dan pemberian MJ diikuti oleh peningkatan kandungan flavonoid, namun pertumbuhan tanaman cenderung menurun pada kondisi tersebut. Didukung oleh pernyataan Zhang *et al.* (2023), dalam kondisi stres, tanaman cenderung mengalokasikan energi untuk mempertahankan kelangsungan hidup melalui peningkatan sistem pertahanan, termasuk produksi flavonoid, dibandingkan untuk pertumbuhan vegetatif. Hasil pengamatan parameter pertumbuhan dianalisis untuk mengetahui resistensi tanaman terhadap perlakuan yang diberikan (Tabel 3.)

Berdasarkan Tabel 3., diketahui bahwa interaksi antara NaCl dan MJ berpengaruh nyata pada parameter laju pertumbuhan tinggi tanaman dengan nilai signifikansi serta berpengaruh sangat nyata pada parameter laju pertumbuhan jumlah daun, bobot basah, dan bobot kering tanaman. Oleh karena itu, dilakukan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan rerata antar kelompok perlakuan (Tabel 4).

Berdasarkan Tabel 4., dapat dilihat bahwa pada seluruh parameter pertumbuhan cenderung terjadi penurunan nilai seiring meningkatnya cekaman salinitas dengan hasil terbaik didapat pada perlakuan kontrol (N0M0). Menurut Masganti *et al.* (2022), cekaman salinitas menyebabkan gangguan pertumbuhan tanaman melalui tekanan osmotik, ketidakseimbangan ion, serta toksisitas Na^+ dan Cl^- yang menghambat penyerapan air dan hara. Sebagai akibatnya, terjadi penurunan pembelahan dan pemanjangan sel, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, serta biomassa menjadi terhambat (Matondang *et al.*, 2024).

Tabel 3. Rangkuman hasil analisis ragam parameter pertumbuhan

Sumber Keragaman	Laju pertumbuhan tinggi	Laju pertumbuhan jumlah daun	Bobot basah	Bobot kering
NaCl	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
MJ	0,355	0,027*	0,022*	0,886
Interaksi Nacl dan MJ	0,031*	0,008**	0,005**	0,004**

Keterangan : *) signifikan, **) sangat signifikan

Tabel 4. Hasil Uji Lanjut Pengaruh Interaksi NaCl dan MJ terhadap Parameter Pertumbuhan

Perlakuan	Laju pertumbuhan tinggi (cm/minggu)	Laju pertumbuhan jumlah daun (helai/minggu)	Bobot basah (g)	Bobot kering (g)
N0M0	11,03±0,56f	6,33±0,58d	16,38±0,56d	1,88±0,06e
N0M1	10,31±0,13ef	5,56±0,51cd	15,81±0,94d	1,60±0,03d
N0M2	11,04±0,82f	5,44±0,19cd	16,09±0,61d	1,77±0,12e
N1M0	9,17±0,38cd	4,00±0,67ab	10,99±0,08a	1,32±0,11abc
N1M1	10,07±0,44de	5,44±1,07cd	13,63±0,35c	1,47±0,06cd
N1M2	9,89±0,85cde	4,67±0,33abc	12,32±1,14b	1,39±0,04bc
N2M0	8,13±0,33ab	3,67±0,33a	10,61±0,46a	1,15±0,17a
N2M1	9,00±0,10bc	5,33±0,33cd	11,19±0,35a	1,34±0,09bc
N2M2	8,07±0,36a	4,78±0,51bc	10,99±0,08a	1,22±0,10ab

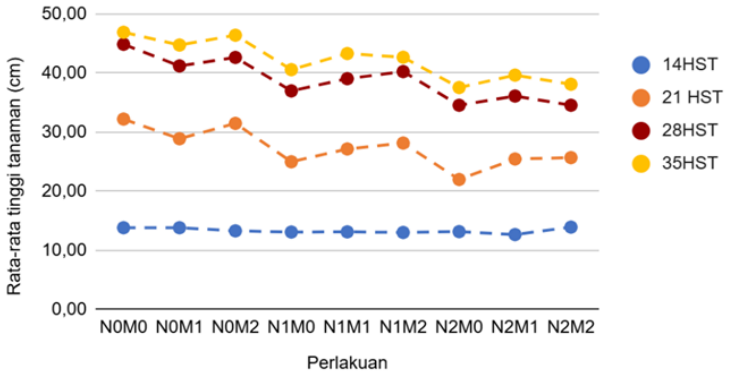
Keterangan : Angka yang diikuti huruf sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan 5%

Selain itu, peningkatan ROS akibat salinitas juga mempercepat kerusakan membran sel dan menurunkan efisiensi fotosintesis (Setiawati *et al.*, 2021). MJ membantu meminimalisir dampak tersebut dengan mengaktifkan sistem pertahanan tanaman, terutama melalui peningkatan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD, POX, dan CAT. Enzim-enzim ini bekerja secara berurutan dalam mendetoksifikasi ROS, sehingga mengurangi kerusakan oksidatif pada sel tanaman (Sana *et al.*, 2025). Selain itu, MJ juga berperan dalam menjaga stabilitas membran sel dan meningkatkan toleransi terhadap cekaman lingkungan (Kanu *et al.*, 2022). Kemampuan MJ dalam memperbaiki pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh tingkat cekaman yang diberikan, di mana efektivitas MJ cenderung menurun pada kondisi salinitas tinggi. Hal ini karena MJ cenderung berperan untuk meningkatkan ketahanan fisiologis tanaman, bukan secara langsung merangsang pertumbuhan. Dengan kata lain, MJ membantu tanaman bertahan di bawah stres, tetapi tidak sepenuhnya mampu mengembalikan pertumbuhan seperti kondisi normal tanpa cekaman (Hussain *et al.*, 2022).

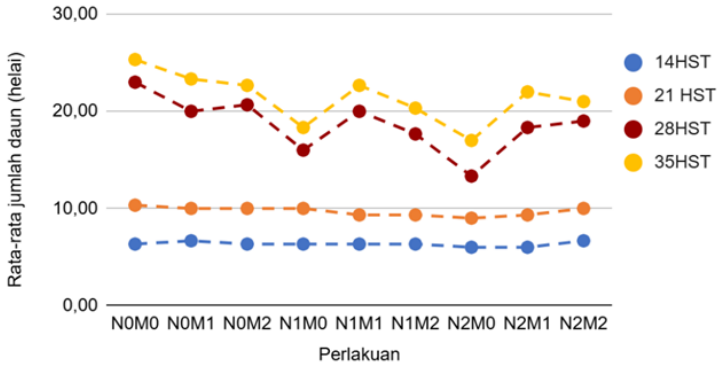
Laju Pertumbuhan Tinggi Tanaman

Pertumbuhan tinggi tanaman cenderung menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaCl yang diberikan, terutama pada perlakuan N2M2 (8,07±0,36 cm/minggu) dan N2M0 (8,13±0,33 cm/minggu) yang menunjukkan nilai terendah. Seluruh perlakuan tetap mengalami kenaikan tinggi secara bertahap dari umur 14 HST sampai 35 HST, yang menandakan bahwa perlakuan salinitas yang diberikan masih dapat ditoleransi oleh tanaman.

Berdasarkan grafik laju pertumbuhan tinggi tanaman (Gambar 2.), dapat dilihat bahwa pada minggu awal sebelum perlakuan (14 HST), tinggi tanaman relatif seragam pada seluruh perlakuan, yaitu antara 12-13 cm. Memasuki umur 21 HST, terjadi peningkatan tinggi tanaman yang signifikan, menunjukkan bahwa tanaman berada pada fase vegetatif aktif, di mana pembelahan dan pemanjangan sel berlangsung secara optimal, terutama pada perlakuan kontrol. Pada 28 HST, kenaikan tinggi tanaman masih cukup signifikan meskipun lebih lambat dibanding minggu sebelumnya. Sementara, pada 35 HST, pertumbuhan tinggi tanaman jauh melambat dibanding minggu-minggu sebelumnya karena tanaman telah memasuki fase vegetatif akhir. Sejalan dengan Nasrudin dan Firmansyah (2020), pada fase vegetatif akhir, tanaman mengalihkan hasil fotosintesis dari pertumbuhan batang dan daun untuk persiapan pembentukan bunga dan buah.



Gambar 2. Grafik laju pertumbuhan tinggi tanaman



Gambar 3. Grafik laju pertumbuhan jumlah daun

Laju Pertumbuhan Jumlah Daun

Pemberian MJ 100 µM pada cekaman salinitas sedang dan tinggi cukup mampu meningkatkan jumlah daun dibanding perlakuan salinitas tanpa MJ. Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan MJ pada cekaman salinitas cukup efektif dalam memperbaiki pembentukan daun.

Berdasarkan grafik laju pertumbuhan jumlah daun (Gambar 3.), Pada interval 14-21 HST, kenaikan jumlah daun masih relatif kecil, dari sekitar 6-7 helai menjadi 9-10 helai sebab tanaman masih berada pada fase adaptasi awal setelah perlakuan NaCl. Pada fase ini, energi tanaman masih banyak digunakan untuk pembentukan sistem akar dan penyesuaian fisiologis terhadap kondisi media. Kenaikan paling nyata terjadi pada interval 21-28 HST (setelah penambahan MJ), hampir semua perlakuan mengalami lonjakan jumlah daun yang cukup tajam. Hal ini menunjukkan bahwa fase vegetatif aktif terjadi pada minggu tersebut, ditandai oleh aktivitas meristem pucuk yang tinggi dalam membentuk daun baru. Sama halnya dengan tinggi tanaman, pada interval 28-35 HST, laju pertumbuhan menjadi lebih lambat. Perlambatan ini menunjukkan bahwa tanaman mulai memasuki fase vegetatif akhir, sehingga pembentukan daun baru tetap berlangsung namun tidak secepat sebelumnya. Perlakuan N2M0 mengalami pertumbuhan daun paling lambat dibanding kombinasi lainnya karena salinitas tinggi menghambat kemampuan tanaman dalam menyerap air. Menurut Aisy dan Rachmawati (2022), ketika kekurangan air, tanaman cenderung mengurangi penguapan dengan meminimalkan pembentukan dan pertumbuhan daun.

Bobot Tanaman

Bobot basah tertinggi diperoleh pada perlakuan kontrol tanpa pemberian NaCl (N0M0, N0M2, dan N0M1) dengan nilai masing-masing 16,38±0,56 ; 16,09±0,61 ; dan 15,81±0,94 g, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, terutama perlakuan cekaman salinitas tinggi (N2). Penurunan bobot basah tanaman terjadi secara otomatis apabila proses fotosintesis terhambat. Konsentrasi garam terlalu tinggi menekan konsentrasi ion lain pada tanah sehingga suplai nutrisi terhambat (Aisy & Rachmawati, 2022). Pada cekaman NaCl 50 mM, penambahan MJ cukup efektif meningkatkan bobot basah dibandingkan tanpa MJ dengan nilai berturut-turut N1M0 10,99±0,08 ; N1M1 13,63±0,35 ; dan N1M2 12,32±1,14 g.

Bobot kering tertinggi diperoleh pada perlakuan N0M0 sebesar 1,88±0,06 g, sementara nilai terendah diperoleh perlakuan N2M0 sebesar 1,15±0,17 g. Nilai bobot kering cenderung meningkat pada cekaman salinitas (N1 dan N2) dengan penambahan MJ, terutama konsentrasi 100 µM dibandingkan perlakuan tanpa penambahan MJ. Penurunan bobot kering merepresentasikan terjadinya penurunan hasil fotosintesis bersih dan biomassa struktural yang diakibatkan stres ionik dan osmotik (Salsabila *et al.*, 2024).

SIMPULAN

Interaksi antara NaCl dan MJ berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan flavonoid daun kangkung darat. Kandungan flavonoid tertinggi terdapat pada kombinasi NaCl 100 mM dan MJ 100 µM dengan rata-rata kandungan flavonoid sebesar 92,14 ±6,36 mg QE/g.

DAFTAR REFERENSI

Aisy, S.P. & Rachmawati, D. 2022. Respons pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap perlakuan priming PEG dalam mengatasi cekaman salinitas. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*. 10(2): pp. 868–880.

Akmalia, H.A. 2021. Adaptasi anatomis tumbuhan terhadap perbedaan stress lingkungan. *Stigma*. 14(1): pp. 18–27.

Azeem, M., Pirjan, K., Qasim, M., Mahmood, A., Javed, T., Muhammad, H., Yang, S., Dong, R., Ali, B. & Rahimi, M. 2023. Salinity stress improves antioxidant potential by modulating physio-biochemical responses in *Moringa oleifera* Lam. *Scientific Reports.* 13: pp. 2895. doi: 10.1038/s41598-023-29954-6.

Das, S., Shil, S., Rime, J., Alice, A.K., Yumkhaibam, T., Mounika, V., Singh, A.P., Kundu, M., Lalhmangaihzuali, H.P., Hazarika, T.K. & Singh, A.K. 2025. Phytohormonal signaling in plant resilience: Advances and strategies for enhancing abiotic stress tolerance. *Plant Growth Regulation*. 105: pp. 329–360. doi: 10.1007/s10725-025-01279-6.

Gul, N., Masoodi, K.Z., Ramazan, S., Mir, J.I. & Aslam, S. 2023. Study on the impact of exogenously applied methyl jasmonate concentrations on *Solanum lycopersicum* under low temperature stress. *BMC Plant Biology*. 24: pp. 437. doi: 10.1186/s12870-023-04449-8.

Ho, T., Murthy, H.N. & Park, S. 2020. Methyl jasmonate induced oxidative stress and accumulation of secondary metabolites in plant cell and organ cultures. *International Journal of Molecular Sciences*. 21: pp. 716. doi: 10.3390/ijms21030716.

Hussain, S., Zhang, R., Liu, S., Li, R., Wang, Y., Chen, Y., Hou, H. & Dai, Q. 2022. Methyl jasmonate alleviates the deleterious effects of salinity stress by augmenting antioxidant enzyme activity and ion homeostasis in rice (*Oryza sativa* L.). *Agronomy*. 12: pp. 2343. doi: 10.3390/agronomy12102343.

Kanu, A.S., Ashraf, U., Mansaray, L.R., Abbas, F., Fiaz, S., Amanullah, S., Charley, C.S. & Tang, X. 2022. Exogenous methyl jasmonate application improved physio-biochemical attributes, yield, quality, and cadmium tolerance in fragrant rice. *Frontiers in Plant Science*. 13: pp. 849477. doi: 10.3389/fpls.2022.849477.

Masganti, Abduh, A.M., Agustina, R., Noor, M.A.M. & Rina, Y. 2022. Pengelolaan lahan dan tanaman padi di lahan salin. Jurnal Sumberdaya Lahan. 16(2): pp. 83–95. doi: 10.21082/jsdl.v16n2.2022.83-95.

Matondang, S., Nurahmi, E. & Ichsan, C.N. 2024. Pengaruh bahan organik, salinitas dan varietas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 9(2): pp. 1–11.

Moreno-Escamilla, J.O., Jiménez-Hernández, F.E., Alvarez-Parrilla, E., de-la-Rosa, L.A., Martínez-Ruiz, N.D.R., González-Fernández, R., Orozco-Lucero, E., Gonzalez-Aguilar, G.A., García-Fajardo, J.A. & Rodrigo-García, J. 2020. Effect of elicitation on polyphenol and carotenoid metabolism in butterhead lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata). *ACS Omega*. 5(18): pp. 10210–10221. doi: 10.1021/acsomega.0c00680.

Mustika, V.A., Pramushinta, I.A.K. & Hardani, P.T. 2024. Pengaruh metode ekstraksi terhadap kandungan flavonoid ekstrak tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk.) menggunakan spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Kesehatan Tambusai*. 5(3): pp. 8194–8203.

Nasrudin & Firmansyah, E. 2020. Analisis pertumbuhan tanaman padi varietas IPB 4S pada media tanam dengan tingkat cekaman kekeringan berbeda. *Jurnal Galung Tropika.* 9(2): pp. 154–162. doi: 10.31850/jgt.v9i2.604.

Ndruru, H.S., Telambanua, P.H., Nazara, R.V. & Gulo, S.D. 2024. Pemanfaatan elisitor pada tanaman. *Jurnal Sapta Agrica*. 3(1): pp. 39–51.

Octaviana, N. & Parbuntari, H. 2025. Pengaruh metode ekstraksi sonikasi terhadap total flavonoid content dari daun pare (*Momordica charantia* L.). *Masaliq: Jurnal Pendidikan dan Sains*. 5(6): pp. 2919–2928. doi: 10.58578/masaliq.v5i6.7822.

Oematan, S.S., Arsa, I.G.B.A., Due, E.F., Roefaida, E. & Bunga, W. 2024. Pengaruh tingkat salinitas media tumbuh terhadap pertumbuhan dan hasil tiga varietas kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Agrisa*. 13(1): pp. 178–194.

Patil, J.R., Mhatre, K.J., Yadav, K., Yadav, L.S., Srivastava, S. & Nikalje, G.C. 2024. Flavonoids in plant-environment interactions and stress responses. *Discover Plants*. 1: pp. 68. doi: 10.1007/s44372-024-00063-6.

Razzaq, A., Zafar, M.M., Ali, A., Ihsan, L., Qadir, F., Khan, M.N., Zhang, Y., Gao, L., Cong, H., Iqbal, R., Jiang, X. & Qiao, F. 2025. Elicitor-mediated enhancement of secondary metabolites in plant species. *Frontiers in Plant Science*. 16: pp. 1706600. doi: 10.3389/fpls.2025.1706600.

Salsabila, Budiyanto, S. & Rosyida. 2024. Respons pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merril) akibat cekaman kekeringan dan pemberian konsentrasi asam salisilat. *Jurnal Agro*. 11(1): pp. 59–74. doi: 10.15575/28244.

Sana, S., Aftab, T., Naeem, M., Jha, P.K. & Prasad, P.V. 2025. Production of secondary metabolites under challenging environments: Understanding functions and mechanisms of signalling molecules. *Frontiers in Plant Science*. 16: pp. 1569014. doi: 10.3389/fpls.2025.1569014.

Setiawati, T., Amadea, T.B., Nurzaman, M. & Ratningsih, N. 2021. Pemberian asam humat untuk meningkatkan pertumbuhan dan kandungan total flavonoid sawi hijau (*Brassica*

juncea L.) pada perbedaan kadar salinitas. *Jurnal Pro-Life*. 8(3): pp. 275–288.

Setyorini, S.D. & Yusnawan, E. 2016. Peningkatan kandungan metabolit sekunder tanaman aneka kacang sebagai respon cekaman biotik. *Iptek Tanaman Pangan*. 11(2): pp. 167–174.

Shah, A. & Smith, D.L. 2020. Flavonoids in agriculture: Chemistry and roles in biotic and abiotic stress responses and microbial associations. *Agronomy*. 10: pp. 1209. doi: 10.3390/agronomy10081209.

Shaikh, J.R. & Patil, M.K. 2020. Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview, *International Journal of Chemical Studies* 8(2): pp. 603-608

Suryaman, M., Kurniati, F. & Khaerunisa, H. 2022. Pertumbuhan kedelai pada kondisi cekaman salinitas dengan pemberian ekstrak kulit buah nanas (*Ananas comosus* L.). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 22(2): pp. 186–194. doi: 10.25181/jppt.v22i2.2148.

Wang, C., Zhang, J., Lv, J., Li, J., Gao, Y., Patience, B.E., Niu, T., Yu, J. & Xie, J. 2022. Effect of methyl jasmonate treatment on primary and secondary metabolites and antioxidant capacity of the substrate and hydroponically grown Chinese chives. *Frontiers in Nutrition*. 9: pp. 859035. doi: 10.3389/fnut.2022.859035.

Wang, S., Zhang, X., Wang, Y., Wu, J., Lee, Y.W., Xu, J. & Yang, R. 2024. NaCl stress stimulates phenolics biosynthesis and antioxidant system enhancement of quinoa germinated after magnetic field pretreatment. *Foods.* 13: pp. 3278. doi: 10.3390/foods13203278.

Wulan, A.A.H. & Langit, N.P.S. 2021. Uji ketoksikan akut ekstrak etanol kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) dan air (*Ipomoea aquatica* Forsk.) menggunakan metode OECD 423. *Journal of Pharmacy*. 10(2): pp. 20–24.

Ye, Z., Zhang, J., Tian, X., Yang, Z., Zhu, J. & Yin, Y. 2025. Effects of methyl jasmonate on flavonoid accumulation and physiological metabolism in finger millet (*Eleusine coracana* L.) sprouts. *Plants.* 14: pp. 2201. doi: 10.3390/plants14142201.

Yulianingsih, R., Sinaga, M. & Naftali. 2024. Peningkatan produksi kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) melalui pemberian pupuk kandang kotoran ayam. *PIPER*. 20(1): pp. 20–28.

Zhang, Y., Xu, J., Li, R., Ge, Y., Li, Y. & Li, R. 2023. Plants response to abiotic stress: Mechanisms and strategies. *International Journal of Molecular Sciences*. 24: pp. 10915. doi: 10.3390/ijms241310915.