

Pengaruh Cekaman Salinitas terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai Edamame (*Glycine max*)

Sandivaluna Pariswati¹, Anis Tatik Maryani¹, Budiyati Ichwan¹

¹ Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

Jl. Raya Jambi Muara Bulian Km. 15, Desa Mandalo Darat, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi.

Email korespondensi : Anistatik@unja.ac.id

Abstrak

Edamame (*Glycine max*) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi dengan permintaan yang terus meningkat, baik di pasar domestik maupun ekspor. Upaya peningkatan produksi edamame melalui perluasan areal tanam masih menghadapi kendala berupa semakin terbatasnya lahan subur yang bebas dari cekaman lingkungan, salah satunya cekaman salinitas yang mengganggu keseimbangan osmotik dan ionik tanaman akibat akumulasi ion Na^+ dan Cl^- sehingga menurunkan pertumbuhan dan hasil. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh cekaman salinitas NaCl terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman edamame varietas Biomax 1 serta menentukan tingkat salinitas yang masih mampu dipertahankan tanaman. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Jambi pada Februari–Mei 2026 menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan lima taraf konsentrasi NaCl (0, 1000, 2000, 3000, dan 4000 ppm) serta empat ulangan. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa peningkatan konsentrasi NaCl menurunkan pertumbuhan dan hasil edamame, sedangkan varietas Biomax 1 masih mampu mempertahankan pertumbuhan dan hasil yang baik pada konsentrasi NaCl di bawah 1000 ppm.

Kata kunci: edamame, Glycine max, cekaman salinitas, NaCl, pertumbuhan dan hasil

Abstract

Edamame (*Glycine max*) is a high-value horticultural crop with increasing demand in domestic and export markets. Efforts to increase edamame production through cultivated area expansion are constrained by the limited availability of fertile land free from environmental stresses, particularly salinity. Salinity stress disrupts the osmotic and ionic balance of plants through the accumulation of Na^+ and Cl^- ions, thereby reducing growth and yield. This study aimed to evaluate the effects of NaCl-induced salinity stress on the growth and yield of Biomax 1 edamame and to determine the salinity level at which plants can still maintain satisfactory growth and yield. The experiment was conducted in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Universitas Jambi, from February to May 2026 using a Completely Randomized Design with five NaCl concentrations (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 ppm) and four replications. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% significance level. Increasing NaCl concentrations reduced edamame growth and yield, while the Biomax 1 variety maintained satisfactory growth and yield at NaCl concentrations below 1000 ppm.

Keywords: edamame, Glycine max, salinity stress, NaCl, growth and yield

Pendahuluan

Edamame (*Glycine max*) merupakan komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang terus meningkat, baik di dalam maupun luar negeri. Berbeda dengan kedelai biji kering, edamame dipanen pada fase polong muda ketika biji masih berwarna hijau sehingga memiliki cita rasa lebih manis, tekstur lebih lembut, serta kandungan protein, vitamin, mineral, dan isoflavon yang tinggi (Pambudi, 2019). Tingginya nilai gizi menjadikan edamame semakin diminati sebagai pangan sehat sekaligus memberikan peluang pengembangan agribisnis yang menjanjikan. Permintaan edamame dunia, khususnya dari Jepang sebagai negara tujuan utama ekspor, mencapai sekitar 75.000 ton per tahun, sedangkan produksi Indonesia baru mampu memenuhi sekitar 6.000–7.000 ton per tahun (Catriana dan Sukmana, 2021). Kondisi tersebut menunjukkan masih besarnya peluang peningkatan produksi edamame nasional.

Peningkatan produksi edamame dapat dilakukan melalui intensifikasi maupun ekstensifikasi lahan (Suryaman et al., 2022). Namun, upaya perluasan areal tanam masih menghadapi kendala berupa semakin terbatasnya lahan subur yang bebas dari cekaman lingkungan. Salah satu faktor pembatas utama adalah salinitas tanah, yang banyak dijumpai pada lahan pesisir, lahan pasang surut, maupun daerah dengan curah hujan rendah akibat akumulasi garam (Karolinoerita dan Annisa, 2020). Permasalahan salinitas ini menjadi semakin penting karena wilayah pesisir merupakan salah satu sasaran potensial pengembangan lahan pertanian. FAO (2025) melaporkan bahwa lebih dari 800 juta hektare lahan pertanian dunia telah terdampak akumulasi garam. Di Indonesia, luas lahan salin diperkirakan mencapai sekitar 440.300 ha, sementara kawasan pesisir yang berpotensi mengalami salinisasi mencapai lebih dari 12 juta ha dan terus bertambah akibat perubahan iklim serta kenaikan muka air laut (BRIN, 2023). Kondisi tersebut berpotensi membatasi produktivitas tanaman budidaya, termasuk edamame, sehingga diperlukan informasi mengenai kemampuan tanaman dalam beradaptasi pada lingkungan salin.

Salinitas umumnya disebabkan oleh tingginya akumulasi natrium klorida (NaCl) di dalam tanah. Pada konsentrasi tinggi, NaCl terdisosiasi menjadi ion Na^+ dan Cl^- yang meningkatkan tekanan osmotik, menghambat penyerapan air oleh akar, mengganggu keseimbangan unsur hara, serta menimbulkan toksisitas ion. Akibatnya, aktivitas fisiologis tanaman, seperti fotosintesis dan metabolisme enzim, terganggu sehingga pertumbuhan vegetatif maupun pembentukan hasil mengalami penurunan (Jalil et al., 2018).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa tanaman kedelai tergolong sensitif terhadap cekaman salinitas. Nasution et al. (2024) melaporkan bahwa perlakuan 2.000 ppm NaCl menurunkan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering, dan jumlah polong kedelai secara nyata. Khairunisa et al. (2023) juga menunjukkan bahwa konsentrasi NaCl 50 mM telah menghambat pertumbuhan vegetatif kedelai secara signifikan, sedangkan Linh et al. (2021) melaporkan bahwa cekaman 100 mM NaCl menyebabkan kematian kultivar kedelai toleran pada 45 hari setelah tanam. Selain itu, Purwaningrahayu (2016) menyatakan bahwa kedelai memiliki ambang toleransi salinitas sekitar 2–5 dS m⁻¹. Mengingat edamame merupakan varietas dari spesies yang sama, tanaman ini diduga memiliki respons yang serupa terhadap cekaman salinitas. Namun demikian, informasi mengenai respons pertumbuhan dan hasil edamame terhadap berbagai tingkat salinitas, khususnya pada varietas Biomax 1, masih terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai tingkat cekaman salinitas NaCl terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman edamame varietas Biomax 1. Penelitian ini juga bertujuan menentukan tingkat salinitas yang masih mampu mempertahankan pertumbuhan dan hasil tanaman, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan budidaya edamame pada lahan salin.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Mendalo, pada Februari–Mei 2026. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu konsentrasi NaCl yang terdiri atas lima taraf perlakuan, yaitu 0, 1000, 2000, 3000, dan 4000 ppm. Setiap perlakuan diulang empat kali sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Media tanam berupa campuran topsoil, pasir, dan pupuk kandang sapi (2:1:1) yang ditanam dalam polybag menggunakan benih edamame varietas Biomax 1.

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, penjarangan, dan pengendalian organisme pengganggu tanaman sesuai kebutuhan. Perlakuan salinitas mulai diberikan pada umur 14 hari setelah tanam (HST) melalui penyiraman larutan NaCl setiap hari hingga fase berbunga, dengan salinitas media dipantau menggunakan EC meter. Panen dilakukan ketika polong telah terisi 80–90%.

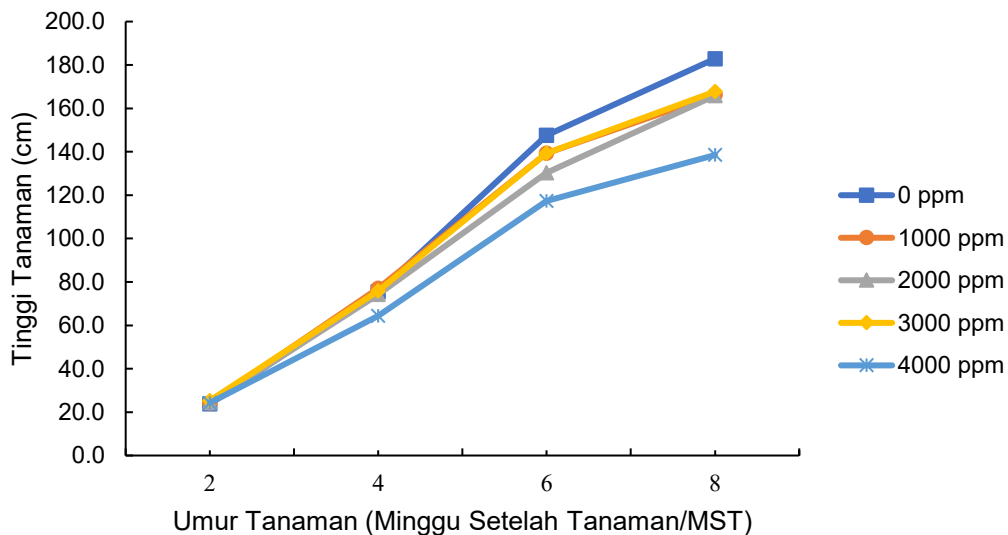
Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun total, jumlah cabang produktif, umur berbunga, umur panen, jumlah polong muda per tanaman, bobot polong muda per tanaman, bobot 100 polong muda, dan panjang

akar. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% apabila perlakuan berpengaruh nyata.

Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman pada berbagai tingkat konsentrasi cekaman garam NaCl dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Tinggi Tanaman Edamame Umur 2-8 MST

Tinggi tanaman edamame meningkat seiring bertambahnya umur pada seluruh taraf cekaman NaCl, dengan percepatan pertumbuhan yang jelas antara umur 4–6 MST. Perbedaan antarperlakuan mulai tampak sejak umur 4 MST dan semakin melebar hingga 8 MST, di mana taraf konsentrasi yang lebih tinggi secara konsisten menghasilkan pertumbuhan yang lebih lambat. Hasil sidik ragam pada umur 8 MST menunjukkan bahwa cekaman NaCl berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Tanaman tanpa cekaman mencapai tinggi tertinggi (182,9 cm), tidak berbeda nyata hingga taraf 3000 ppm (166,3–167,8 cm), namun turun signifikan menjadi 138,5 cm pada 4000 ppm, atau setara penurunan 24,3% dari kontrol.

Penurunan tinggi tanaman pada konsentrasi tinggi berkaitan dengan meningkatnya tekanan osmotik larutan media, yang tercermin dari kenaikan DHL media tanam dari 0,45 dS/m (kontrol) menjadi 4,86 dS/m (4000 ppm). Kondisi ini menghambat penyerapan air oleh akar meski air tersedia secara fisik di media (kekeringan fisiologis), sehingga turgor sel menurun dan pemanjangan sel pada meristem apikal terganggu (Sopandie, 2013). Tidak berbedanya taraf 1000–3000 ppm terhadap kontrol

mengindikasikan edamame varietas Biomax 1 masih mampu mentoleransi cekaman salinitas hingga 3000 ppm tanpa gangguan pertumbuhan tinggi yang berarti, sejalan dengan Khairunisa et al. (2023) yang melaporkan pertumbuhan vegetatif kedelai relatif normal pada NaCl di bawah 50 mM.

Vase Vegetatif

Cekaman NaCl berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, luas daun total, dan panjang akar, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang maupun jumlah cabang produktif (Tabel 1).

Tabel 1. Pertumbuhan vegetatif edamame pada berbagai tingkat cekaman NaCl

Cekaman Garam NaCl (ppm)	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (Helai)	Luas Daun Total (cm ²)	Diameter Batang (cm)	Jumlah Cabang Produktif (Cabang)	Pajang Akar (cm)
0	182,9 a	100,8 a	8063,5 a	7,4	2,6	63,4 a
1000	166,3 a	93,8 a	6296,0 b	7,9	3,1	54,5 b
2000	165,9 a	77,0 b	4971,8 c	7,8	2,1	38,8 c
3000	167,8 a	68,3 b	4357,4 c	7,1	2,1	37,9 c
4000	138,5 b	50,1 c	3445,2 d	6,9	1,4	27,1 d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf $\alpha = 5\%$

Tabel 1 menunjukkan jumlah daun menurun dari 100,8 helai pada kontrol menjadi 50,1 helai pada 4000 ppm (turun 50,3%), sementara luas daun total menurun dari 8.063,5 cm² menjadi 3.445,2 cm² (turun 57,3%). Panjang akar menunjukkan pola penurunan paling konsisten, dari 63,4 cm pada kontrol menjadi 27,1 cm pada 4000 ppm (turun 57,2%), dengan perbedaan nyata pada hampir seluruh taraf kecuali antara 2000 dan 3000 ppm.

Penurunan jumlah dan luas daun berkaitan dengan terhambatnya aktivitas meristematik serta ekspansi sel akibat cekaman osmotik yang meningkat seiring nilai DHL, ditambah akumulasi ion Cl⁻ berlebih yang mengganggu sintesis klorofil dan mempercepat senesen daun (Yadav *et al.*, 2019). Pengurangan luas daun juga merupakan respons adaptif untuk menekan laju transpirasi (Seleiman *et al.*, 2021), meski berkonsekuensi pada menurunnya kapasitas fotosintesis total.

Akar sebagai organ pertama yang kontak langsung dengan larutan garam, paling sensitif terhadap cekaman ini (Hasana dan Miyake, 2017): penurunan potensial air tanah menghambat penyerapan air dan pembelahan sel pada meristem akar, sementara akumulasi Na⁺ dan Cl⁻ bersifat toksik terhadap keseimbangan ion dan aktivitas enzim, diperparah oleh peningkatan ROS yang merusak membran sel (Zou *et al.*, 2022).

Sebaliknya, diameter batang dan jumlah cabang produktif relatif tidak terpengaruh, diduga karena pertumbuhan kambium tidak sesensitif meristem apikal terhadap tekanan osmotik, serta pola pembentukan cabang yang sudah ditentukan sejak awal fase vegetatif sebelum cekaman mencapai taraf yang cukup mengganggu (Sopandie, 2013). Keragaman data yang tinggi pada jumlah cabang (KK 35,8%) turut menyulitkan deteksi perbedaan antarperlakuan secara statistik.

Vase Generatif

Cekaman NaCl tidak berpengaruh nyata terhadap umur berbunga (58,9–59,9 hari) maupun umur panen (86,9–87,9 hari), tetapi berpengaruh nyata terhadap jumlah polong, bobot polong per tanaman, dan bobot 100 polong (Tabel 2).

Tabel 2. Komponen hasil tanaman edamame pada berbagai tingkat cekaman NaCl

Cekaman Garam NaCl (ppm)	Umur Berbunga (hari)	Umur Panen (hari)	Jumlah Polong Muda per Tanaman (polong)	Bobot Polong Muda per Tanaman (g)	Bobot 100 Polong Muda (g)
0	58,9	86,9	36,9 a	71,2 a	196,5 a
1000	59,9	87,9	38,8 a	66,1 ab	171,2 b
2000	59,0	87,0	32,9 a	55,3 b	169,4 b
3000	59,1	87,1	24,0 b	30,6 c	129,0 c
4000	59,3	87,3	19,3 b	24,6 c	127,5 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT pada taraf $\alpha = 5\%$

Tabel 2 menunjukkan variabel hasil menurun tajam pada taraf tertinggi jumlah polong dari 36,9 (kontrol) menjadi 19,3 polong (4000 ppm), bobot polong per tanaman dari 71,2 g menjadi 24,6 g, dan bobot 100 polong dari 196,5 g menjadi 127,5 g. Taraf 1000 ppm justru menghasilkan jumlah polong tertinggi (38,8 polong), meski tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Stabilnya umur berbunga dan umur panen diduga terkait dengan metode aplikasi cekaman yang dihentikan saat tanaman memasuki fase generatif, sehingga perkembangan reproduktif berlangsung tanpa tekanan salinitas berkelanjutan; inisiasi pembungaan pada edamame juga lebih banyak dikendalikan oleh fotoperiode dan faktor genetik varietas dibanding salinitas (Hakim, 2012). Penurunan jumlah dan bobot polong berkaitan dengan terhambatnya translokasi fotosintat dari daun ke polong akibat cekaman osmotik yang meningkat serta gangguan penyerapan K^+ yang berperan penting dalam translokasi via floem akibat kompetisi ion Na^+/K^+ (Mindari, 2009), diperparah oleh berkurangnya luas daun sebagai sumber fotosintat sehingga bakal polong lebih banyak mengalami aborsi (Balasubramaniam *et al.*, 2023).

Respons positif pada taraf 1000 ppm diduga merupakan efek hormesis, yaitu stimulasi mekanisme pertahanan tanaman pada cekaman ringan (Liu *et al.*, 2024), yang masih berada dalam batas toleransi kedelai terhadap NaCl menurut Khasanah (2013), salah satunya melalui aktivasi akumulasi prolin sebagai osmoprotektan yang menjaga keseimbangan osmotik sel dan menetralkan ROS (Singh *et al.*, 2017; Hosseinifard *et al.*, 2022). Nilai bobot 100 polong yang jauh di bawah deskripsi varietas Biomax 1 (298–356 g) juga mengindikasikan bahwa suhu rumah kaca yang tinggi dan pH media yang masam turut membatasi pengisian polong secara optimal, sejalan dengan laporan Nasution *et al.* (2024) bahwa cekaman salinitas dapat menurunkan hasil kedelai hingga 64,7%.

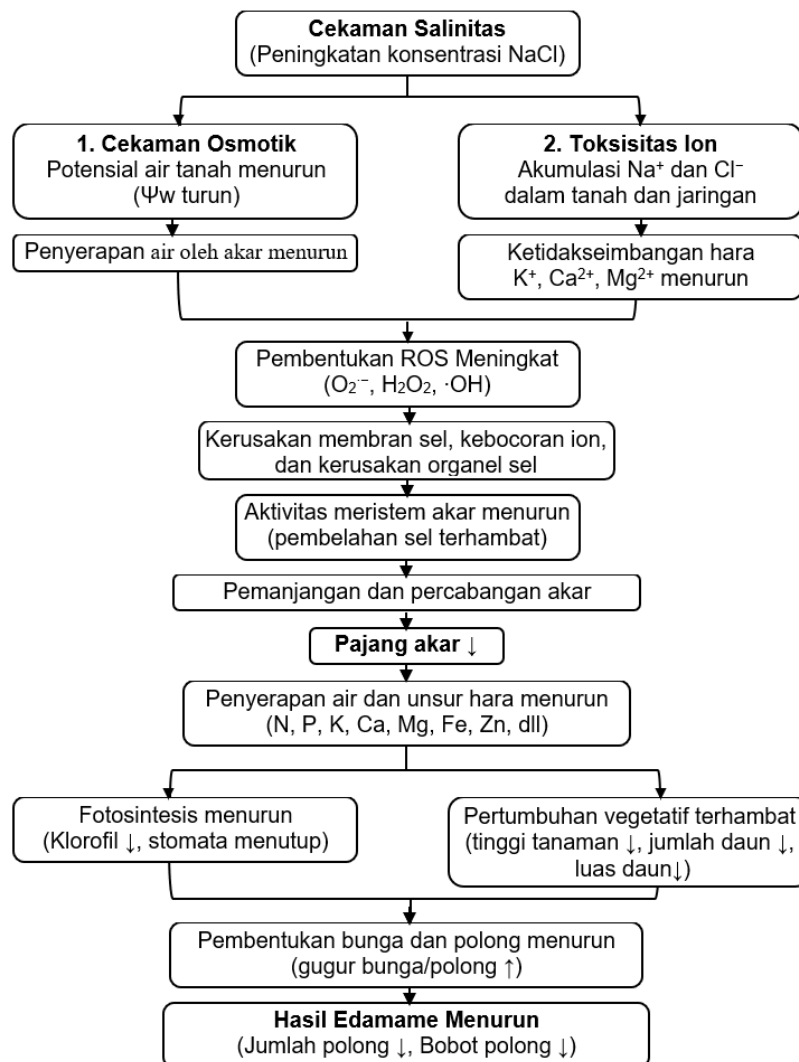
Mekanisme Cekaman Salinitas terhadap Pertumbuhan dan Hasil Edamame

Secara keseluruhan, peningkatan cekaman NaCl memicu rangkaian perubahan fisiologis yang saling berkaitan, diawali oleh cekaman osmotik dan toksisitas ion Na^+/Cl^- , yang berlanjut pada gangguan metabolisme, penyerapan hara, dan pertumbuhan akar, hingga akhirnya menekan pertumbuhan vegetatif dan komponen hasil (Gambar 2). Pola ini konsisten dengan penurunan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, jumlah polong, bobot polong, dan bobot 100 polong, sementara umur berbunga, diameter batang, jumlah cabang, dan umur panen relatif stabil.

Kondisi lingkungan rumah kaca turut menjadi faktor pembatas di luar perlakuan salinitas: suhu berkisar 31–37,4°C (di atas kisaran optimum edamame 20–25°C; Pambudi, 2019) dan pH media masam 4,4–4,6 (di bawah kisaran optimal 5,8–7,0; Budiati, 2019) yang tidak banyak berubah meski telah dilakukan pengapuran, diduga akibat kapasitas buffer tanah yang tinggi (Hardjowigeno, 2010). pH masam ini juga berpotensi mengganggu simbiosis *Bradyrhizobium japonicum* pada akar, sehingga menghambat fiksasi nitrogen dan memperparah keterbatasan hara (Anugrahtama *et al.*, 2020).

Berdasarkan pola respons yang teramati, tanaman edamame pada penelitian ini tidak menunjukkan indikasi mekanisme *escape*, karena umur berbunga dan panen tidak mengalami percepatan yang seharusnya menyertai strategi tersebut (Seleiman *et al.*, 2021), maupun mekanisme *avoidance*, mengingat panjang akar justru menurun alih-alih meningkat sebagaimana dicirikan oleh strategi tersebut (Farooq *et al.*, 2021). Oleh karena itu, mekanisme adaptasi tanaman terhadap cekaman salinitas belum dapat dipastikan hanya berdasarkan parameter pertumbuhan dan hasil; diperlukan pengukuran parameter fisiologis dan biokimia tambahan seperti kadar prolin, kandungan

ion Na^+/K^+ , aktivitas enzim antioksidan, dan kandungan klorofil untuk menjelaskan mekanisme toleransi secara lebih komprehensif (Sharma, 2023).



Gambar 2. Bagan mekanisme cekaman salinitas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman edamame

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa cekaman garam NaCl menurunkan pertumbuhan dan hasil tanaman edamame. Tanaman edamame masih mampu tumbuh dan menghasilkan dengan baik pada konsentrasi NaCl di bawah 1000 ppm. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada rentang konsentrasi NaCl 0–1000 ppm untuk menentukan batas konsentrasi garam yang belum menyebabkan penurunan pertumbuhan dan hasil tanaman edamame.

Daftar Pustaka

- Anugrahtama, Supriyanta & Taryono. 2020. 'Pembentukan bintil akar dan ketahanan beberapa aksesion kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada kondisi salin', *Journal of Agriculture Innovation*, vol. 3, no. 1, hlm. 001-005.
- Balasubramaniam, T., Shen, G., Esmaeili, N. & Zhang, H. 2023. 'Plants' response mechanisms to salinity stress', *Plants*, vol. 12, no. 12, article 2253.
- Budiati. 2019. *Budidaya Edamame Mudah untuk Pemula*. Elementa Agro Lestari.
- Catriana, E. & Sukmana, Y. 2022. 'Peluang ekspor edamame Jember masih terbuka lebar', *Kompas*. Diakses 26 November 2025.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2025. 'Soil salinity | Global Soil Partnership', *Food and Agriculture Organization*.
- Hakim, L. 2012. 'Komponen hasil dan karakter morfologi penentu hasil kedelai', *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, vol. 31, no. 3, hlm. 125-266.
- Hasana, R. & Miyake, H. 2017. 'Salinity stress alters nutrient uptake and causes the damage of root and leaf anatomy in maize', *KnE Life Sciences*, vol. 3, no. 4, hlm. 219-225.
- Hosseinifard, M. 2022. 'Contribution of exogenous proline to abiotic stresses tolerance in plants: a review', *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 23, no. 9, article 5186.
- Jalil, M., Sakdiah, H., Deviana, E. & Akbar, I. 2018. 'Pertumbuhan dan produksi beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.) pada berbagai tingkat salinitas', *Jurnal Agrotek Lestari*, vol. 2, no. 2, hlm. 63-74.
- Karolinoerita, V. & Annisa, W. 2020. 'Salinisasi lahan dan permasalahannya di Indonesia', *Jurnal Sumberdaya Lahan*, vol. 14, no. 2, hlm. 91-99.
- Kasanah, N. 2013. *Tanggapan Anatomis Akar dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) Var. Wilis terhadap Cekaman Garam*. Universitas Gadjah Mada.
- Khairunisa, Y., Yuniati, R. & Nurusman, L.S. 2023. 'Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) varietas Jayawijaya', *Sains Indonesia*, vol. 8, no. 1, hlm. 13-18.
- Linh, N.T. & Thang, V.N. 2021. 'Effects of salinity stress on the growth, physiology, and yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.)', *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, vol. 4, no. 2, hlm. 1043-1055.
- Liu, C., Jiang, X. & Yuan, Z. 2024. 'Plant responses and adaptations to salt stress: a review', *Horticulturae*, vol. 10, no. 11, article 1221.
- Mindari, W. 2009. *Cekaman Garam dan Dampaknya pada Kesuburan Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UPN "Veteran" Jawa Timur.
- Nasution, S.N., Hanudin, E. & Purwanto, B.H. 2024. 'Impact of salinity stress on soybean growth and yield under saturated soil culture in tidal lands: A comparative study of tolerant varieties', *Tropical Agriculture Journal*, vol. 11, no. 3, hlm. 287-298.
- Pambudi, S. 2019. *Budidaya dan Khasiat Kedelai Edamame: Camilan Sehat dan Lezat Multimanfaat*. Pustaka Baru Press.
- Purwaningrahyu, R.D. 2016. 'Karakter morfologi dan agronomi kedelai toleran salinitas', *lptek Tanaman Pangan*, vol. 11, no. 1, hlm. 35-48.

- Seleiman, M.F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, H.H. & Battaglia, M.L. 2021. 'Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects', *Plants*, vol. 10, article 259.
- Sharman, M.K. 2023. 'Plants stress: salt stress and mechanisms of stress tolerance', *Green Agriculture Research Journal*, vol. 11, no. 2, hlm. 380-400. DOI:10.12944/CARJ.11.2.03.
- Singh, A., Sharman, M.K. & Sengar, R.S. 2017. 'Osmolytes: proline metabolism in plants as sensors of abiotic stress', *Journal of Applied and Natural Science*, vol. 9, no. 4, hlm. 2079-2092.
- Sopandie, D. 2013. *Fisiologi Adaptasi Tanaman terhadap Cekaman Abiotik pada Agroekosistem Tropika*. IPB Press.
- 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*, vol. 22, no. 2, hlm. 186-194.
- Yadav, S.P., Bharadwaj, R., Nayak, H., Mahto, R., Singh, R.K. & Prasad, S.K. 2019. 'Impact of salt stress on growth, productivity and physicochemical properties of plants: a review', *Int. J. Chem. Stud.*, vol. 7, no. 2, hlm. 1793-1798.
- Zou, Y., Zhang, Y. & Testerink, C. 2022. 'Root dynamic growth strategies in response to salinity', *Plant, Cell and Environment*, vol. 45, hlm. 695-704.