

Pengaruh Cekaman Salinitas Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.)

*Effect Of Salinity Stress on The Growth and Development of Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.)*

Fuad Bahrul Ulum*, Salahuddin M. Akbar, Jocelin Andiana, Achmad Rosyadi & Dwi Setyati

Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Jember, Indonesia

Diterima: 02 November 2023; Direview: 06 November 2023; Disetujui: 07 Desember 2023

*Corresponding Email: fuad.fmipa@unej.ac.id

Abstrak

Cekaman salinitas pada tumbuhan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan, sehingga menurunkan produktivitas. Bandotan atau *Ageratum conyzoides* L. merupakan tumbuhan invasif yang penyebarannya pada hampir seluruh kawasan Indonesia. Penelitian terkait mekanisme adaptasi tumbuhan ini dapat menjadi informasi mengenai tingkat toleransinya terhadap cekaman salinitas dan dapat menjadi informasi dasar untuk penanggulangan potensi dampak invasi yang ditimbulkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh cekaman salinitas terhadap pertumbuhan dan perkembangan *A. conyzoides*. Perlakuan salinitas dilakukan dengan cekaman salinitas sedang (2000 ppm) dan ekstrim (75000 ppm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *A. conyzoides* mampu beradaptasi dengan pada kondisi salinitas sedang. Pada kondisi stres yang ekstrim, *A. conyzoides* mengalami stress dengan indikasi penurunan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah stomata. Tumbuhan ini mengembangkan mekanisme adaptasi dengan perkembangan bunga menjadi lebih cepat sebagai mekanisme pertahanan untuk memperbanyak generasi.

Kata kunci: *Ageratum conyzoides*; invasive; Perkembangan; Pertumbuhan; Salinitas

Abstract

Salinity stress enhances plants' growth and development, leading to decreased productivity. Ageratum conyzoides L., also known as Bandotan, is an invasive plant that has spread throughout almost all regions in Indonesia. Investigating the adaptation mechanisms of this plant offered insights into the stress tolerance levels to the salinity and was important for the mitigation of the consequences of its invasiveness nature. The objective of this research was to investigate the impact of salinity stress on the growth and development of A. conyzoides. The study was carried out in a greenhouse between April and May 2022. The plants were grown under two degrees of salinity stress (i.e., 2000 ppm for moderate stress, and 75000 ppm for extreme stress). The results indicated that A. conyzoides was adaptive to moderate salinity conditions. In extreme stress conditions, A. conyzoides expressed stress by decreasing the plant height and total stomata. The plant adapted by developing flowers at a faster rate as a defense mechanism for the propagation of future generations.

Keywords: *Ageratum conyzoides*; Development; Growth; Invasive; Salinity

How to Cite: Ulum, F.B., Akbar, S. M., Andiana, J., Rosyadi, A., & Setyati, D., (2023). Pengaruh Cekaman Salinitas terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.). *Journal of Natural Sciences*. 4 (3): 152-162.



PENDAHULUAN

Ageratum conyzoides atau dikenal juga sebagai bandotan atau wedusan merupakan salah satu tumbuhan liar yang banyak dijumpai hampir di semua tempat. *A. conyzoides* biasanya banyak dijumpai di lahan terbuka dalam koloni yang besar. *A. conyzoides* merupakan salah satu spesies yang termasuk dalam famili Asteraceae. Tumbuhan herba tahunan dengan batang tegak, bercabang-cabang, tingginya dapat mencapai 1 meter dengan akar yang dangkal. Batang berbentuk silinder, berwarna hijau saat muda dan coklat saat tua, memiliki daun tunggal dengan kedudukan berseling, serta bunga dengan mahkota bentuk lonceng. Pada seluruh permukaan batang dan daun diselubungi bulu halus pendek berwarna putih yang disebut trikoma. Trikoma non glandular terdapat di bagian batang sedangkan pada daun memiliki trikoma glanduler. *A. conyzoides* memiliki aroma khas seperti kambing, yang berasal dari jaringan sekretoris di bagian organ utamanya (Kaur et al., 2012; Santos et al., 2016).

Ageratum conyzoides merupakan spesies asli dari Meksiko Selatan hingga Amerika Tengah. Distribusi *A. conyzoides* yang semakin luas dikarenakan proses naturalisasi ke beberapa wilayah seperti China, India dan Jepang. *A. conyzoides* dianggap sebagai tumbuhan invasif di Indonesia. *A. conyzoides* memiliki daya adaptasi yang tinggi dengan perubahan kondisi lingkungan. Kemampuan adaptasi tersebut salah satunya karena adanya trikoma diseluruh permukaan tubuhnya. Trikoma ini berfungsi untuk pertahanan terhadap fluktuasi kondisi lingkungan serta melindungi dari serangga (Santos et al., 2016). Selain itu *A. conyzoides* memiliki senyawa alelopati yang dapat menghambat pertumbuhan spesies lain (Dewi et al., 2015; Einhellig, 1995). Informasi mengenai tingkat toleransi *A. conyzoides* terhadap cekaman lingkungan seperti salinitas dan intensitas cahaya masih sedikit. Informasi ini dapat menjadi salah satu upaya untuk menekan populasi *A. conyzoides* di lingkungan.

Salinitas merupakan salah satu faktor penyebab munculnya cekaman abiotik terhadap pertumbuhan dan perkembangan beberapa tumbuhan. Adanya kandungan garam mampu mengakumulasi osmolit dalam jaringan tumbuhan (Sun et al., 2012). Cekaman salinitas akan memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan tumbuhan, karena rendahnya potensial osmotik larutan tanah, ketidakseimbangan unsur hara, pengaruh ion spesifik, dan kombinasi dari berbagai faktor. Tingginya kadar garam pada media tumbuh dapat berpengaruh terhadap fisiologi, morfologi dan biokimia tumbuhan.



Akumulasi ion Na dan Cl pada konsentrasi meracun akan menyebabkan daun berwarna kuning/klorosis, nekrosis serta tepi daun mengering dan menggulung. Keseimbangan osmotik sangat penting bagi tumbuhan, ketidakseimbangan osmotik akan berpengaruh terhadap turgor, dehidrasi sel, hingga berakibat kematian sel. Cekaman salinitas menyebabkan tumbuhan menderita kekeringan fisiologis sehingga tumbuhan tidak dapat menyerap air secara optimal, sehingga kadar air relatif tumbuhan akan menurun (Purwaningrahayu dan Taufiq, 2017). Penelitian terkait kemampuan adaptasi tumbuhan invasif dapat bermanfaat dalam memberikan informasi terkait kemampuan adaptasi tumbuhan tersebut. Sehingga dapat dilakukan manipulasi terkait pengelola spesies invasif (Huston, M.A, 2004).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cekaman salinitas terhadap pertumbuhan dan perkembangan bandotan (*Ageratum conyzoides*). Data hasil penelitian ini dapat menjadi informasi mengenai tingkat toleransi *A. conyzoides* terhadap cekaman salinitas. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi rujukan untuk penelitian lanjutan mengenai upaya pengendalian atau menekan populasi spesies invasif *A. conyzoides*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di *greenhouse* Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember pada bulan April hingga Mei 2022. Anakan *A. conyzoides* dikoleksi dari anakan yang tumbuh secara liar disekitar *greenhouse* jurusan biologi.

Penelitian ini menggunakan perlakuan cekaman salinitas yang terdiri dari 3 perlakuan konsentrasi garam (NaCl) yaitu 2000 ppm, 7500 ppm dan 0 ppm sebagai kontrol. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 9 kali ulangan. Media tanam berupa campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1 kemudian dimasukkan ke dalam pot seberat 2,5 kg. Perlakuan penyiraman menggunakan air garam dilakukan setelah proses aklimatisasi dengan waktu penyiraman 2 kali seminggu pada sore hari. Perlakuan cekaman salinitas dilakukan selama 3 minggu.

Pengamatan dan pengukuran pertumbuhan dan perkembangan dilakukan setiap seminggu sekali. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi batang yang diukur dari permukaan tanah hingga ujung batang. Jumlah cabang yang dihitung dari



cabang pertama hingga terakhir. Jumlah daun meliputi semua daun segar dan tidak rusak. Luas daun yaitu panjang dan lebar daun. Serta jumlah stomata pada satu luas bidang pandang mikroskop perbesaran 400 kali. Pengamatan stomata menggunakan metode nail polish yaitu dengan mengoleskan cat kuku bening, kemudian setelah kering cat kuku dilepas dengan menempelkan selotip bening dan mengangkatnya. Cetakan stomata dari cat kuku diletakan pada kaca objek dan diamati menggunakan mikroskop. Pengamatan struktur anatomi stomata dan trikoma dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Parameter perkembangan yang diamati meliputi proporsi jumlah tanaman yang menghasilkan bunga dan jumlah total bunga.

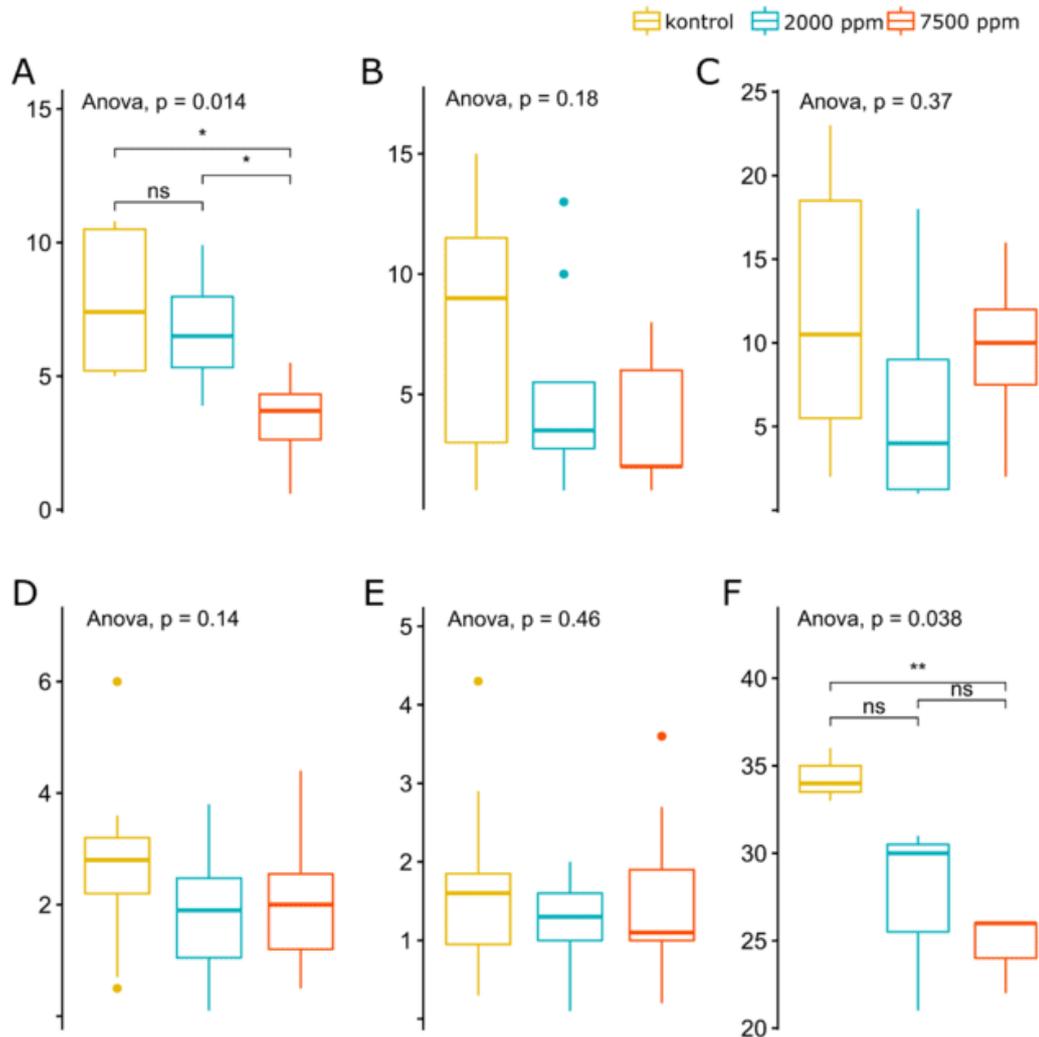
Data dianalisis dengan R versi 4.1.2 untuk Windows (*R Foundation for Statistical Computing*) dan R studio 2021.09.1. Visualisasi data statistik menggunakan ggplot2 (Wickham et al., 2016). Uji beda nyata dilakukan dengan uji parametrik (ANOVA) atau non-parametrik (Kruskal Wallis). Post hoc dengan uji *Student-t test*, uji *Wilcoxon*, atau *Duncan's* menggunakan paket '*agricolae*' (de Mendiburu & de Mendiburu, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Salinitas Terhadap Pertumbuhan

Cekaman salinitas terhadap bandotan (*Ageratum conyzoides*) mempengaruhi tinggi tanaman dan jumlah stomata, namun tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah cabang, jumlah daun, dan ukuran daun (Gambar 1). Perlakuan stress salinitas menurunkan rerata pertambahan tinggi *A. conyzoides* yakni 7.78 cm (perlakuan kontrol) dan 6.7 cm (salinitas sedang) menjadi 3.4 cm pada salinitas tinggi (7500 ppm) (Tabel 1). Uji lanjut post hoc menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh signifikan perlakuan penambahan NaCl konsentrasi 2000 ppm terhadap pertambahan tinggi *A. conyzoides* (Gambar 1A). Jumlah stomata *A. conyzoides* mengalami penurunan secara signifikan (uji post hoc, gambar 1 F), setelah diberi perlakuan salinitas konsentrasi tinggi (7500 ppm), yakni dari rerata 34.3 (kontrol) dan 27.3 (NaCl 2000 ppm) menjadi sebanyak 24.7. Uji ANOVA terhadap parameter jumlah cabang, jumlah daun, lebar daun, dan panjang daun menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara perlakuan stress terhadap kontrol (Gambar 1B-E).





Gambar 1. Pengaruh perlakuan salinitas terhadap pertumbuhan *A. conyzoides*: A) Tinggi tanaman (cm); B) Jumlah cabang; C) Jumlah daun; D) Panjang daun; E) Lebar daun; F) Jumlah stomata. Boxplot dan whiskerplot mewakili distribusi data (rentang persentil 25 dan 75 dan median). Uji Statistik dilakukan dengan ANOVA pada $p < 0,005$ dan post-hoc dengan student-t test, * = signifikan; ns = tidak signifikan

Tumbuhan yang hidup terpapar cekaman abiotik akan memberikan respon yang unik dan kompleks. Respon tumbuhan sangat dipengaruhi oleh tingkat plastisitas fenotipnya dengan memunculkan perubahan morfologi, struktur seluler, anatomi, fisiologi (Fahad et al., 2015). Cekaman salinitas di tanah terjadi jika konsentrasi NaCl terlarut mencapai ambang 50 – 80 %. Konsentrasi Na^+ yang berlebihan dalam substrat tumbuhan menyebabkan penurunan penyerapan ion K^+ . Ion tersebut berperan penting dalam menjaga turgor sel, potensial membran, dan aktivitas enzim. Defisiensi K^+ menyebabkan penurunan pertumbuhan (Zeeshan et al., 2020). *A. conyzoides* merupakan tumbuhan invasif dengan kemampuan germinasi biji tinggi dan toleran terhadap lingkungan

kering dan suhu tinggi, hingga mencapai 40 °C (Yuan, et. Al, 2018). Ketahanan adaptasi spesies ini menyebabkan cekaman salinitas tinggi hanya berdampak pada penurunan tinggi tanaman. Penurunan pertumbuhan tinggi tanaman dimungkinkan sebagai mekanisme pertahanan diri tumbuhan terhadap cekaman salinitas dengan tujuan mengurangi menyerap air. Penurunan pertumbuhan tunas mungkin disebabkan oleh sinyal hormon yang dihasilkan oleh akar. Jumlah garam yang berlebihan masuk ke dalam tumbuhan akan menyebabkan bersifat racun dan menyebabkan penuaan dini. Tumbuhan toleran cekaman salinitas memiliki kemampuan transport Na⁺ dan Cl⁻ yang rendah ke daun, dan mampu menyortir ion tersebut ini dalam vakuola, sehingga dapat mencegah penumpukannya di sitoplasma atau dinding sel agar terhindar dari toksisitas garam (Munns, 2022).

Tabel 1. Data pertumbuhan *A. conyzoides* pada perlakuan konsentrasi salinitas berbeda

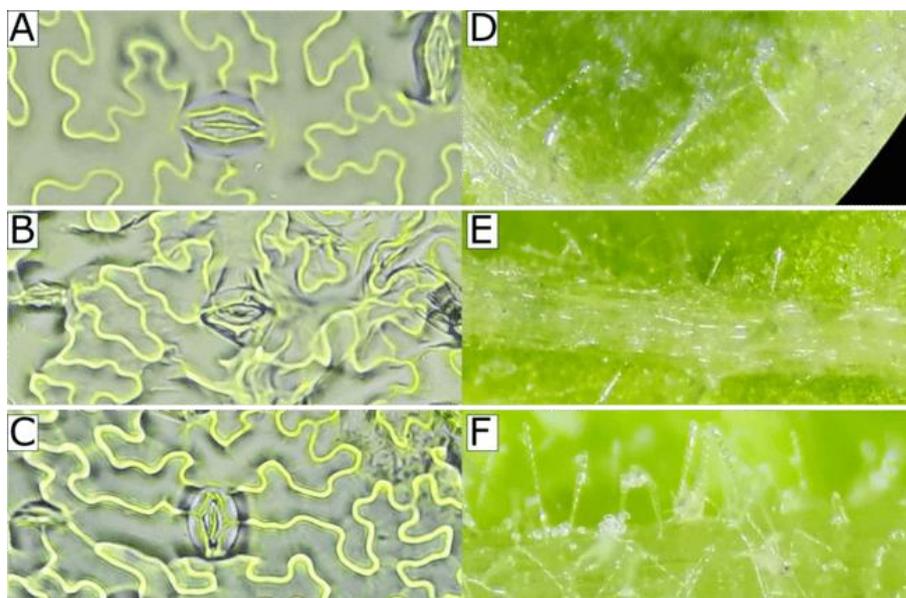
Pertumbuhan	Perlakuan	N	Mean	SD	Median	Minimum	Maksimum
Tinggi (cm)	Kontrol	5	7.78	2.79	7.4	5	10.8
	2000 ppm	6	6.7	2.21	6.5	3.9	9.9
	7500 ppm	6	3.38	1.72	3.7	0.6	5.5
Jumlah cabang	Kontrol	7	7.71	5.47	9	1	15
	2000 ppm	9	3.67	2.87	2	1	8
	7500 ppm	8	5	4.21	3.5	1	13
Jumlah daun	Kontrol	6	11.83	8.61	10.5	2	23
	2000 ppm	6	6.33	6.71	4	1	18
	7500 ppm	8	9.75	4.59	10	2	16
Panjang daun (cm)	Kontrol	19	2.62	1.27	2.8	0.5	6
	2000 ppm	18	1.9	1.06	1.9	0.1	3.8
	7500 ppm	19	2.09	1.04	2	0.5	4.4
Lebar daun (cm)	Kontrol	19	1.58	0.94	1.6	0.3	4.3
	2000 ppm	17	1.25	0.58	1.3	0.1	2
	7500 ppm	20	1.48	0.78	1.1	0.2	3.6
Jumlah stomata	Kontrol	3	34.33	1.53	34	33	36
	2000 ppm	3	27.33	5.51	30	21	31
	7500 ppm	3	24.67	2.31	26	22	26

Cekaman salinitas meningkatkan akumulasi reaktif oksigen reaktif (ROS) yang menyebabkan gangguan homeostasis ionik, sehingga mempengaruhi metabolisme sel. ROS dapat berinteraksi dengan berbagai hormon seperti asam absisat, brassinolide (BL), atau asam gibberelat (GA) sebagai mekanisme pengaktifan toleransi terhadap cekaman salinitas (Tanveer and Ahmed, 2020). Akumulasi ion Na⁺ yang tinggi pada tumbuhan mempengaruhi konduktivitas stomata dan menurunkan transpirasi (Ali et al., 2021). *A. conyzoides* mengalami penurunan jumlah stomata setelah perlakuan salinitas 7500 ppm,



hal ini terkait dengan mekanisme penurunan transpirasi air. Tumbuhan melakukan efisiensi penyerapan air tanah untuk metabolisme tubuh, sehingga dapat mengurangi resiko akumulasi garam berlebihan di dalam tubuh.

Struktur anatomi stomata dan trikoma *A. conyzoides* tidak menunjukkan perbedaan baik yang ditumbuhkan pada konsentrasi salinitas menengah, tinggi dan perlakuan kontrol (Gambar 2). Tipe stomata pada semua sampel perlakuan adalah anomositik yang ditandai dengan sel stomata yang dikelilingi oleh sel epidermis dengan bentuk dan ukuran yang sama (Gambar 2A-C). Stomata tampak tertanam dalam sel epidermis. Tidak ada jumlah dan susunan sel yang pasti yang mengelilingi stomata (Santos et al., 2016). Cekaman salinitas mengganggu proses metabolisme tumbuhan yang dapat menyebabkan perubahan morfologi karakter anatomi seperti stomata dan trikoma. *A. conyzoides* dilaporkan memiliki kemampuan adaptasi terhadap stres salinitas pada rentang 2000 ppm (Sun et al., 2012). Stomata merupakan pori mikroskopis pada permukaan daun yang berfungsi sebagai organ transpirasi bagi tumbuhan dan mempengaruhi kemampuan adaptasinya terhadap kondisi lingkungan (Ulum et al., 2023).



Gambar 2. Struktur anatomi stomata dan trikoma *A. conyzoides* pada konsentrasi salinitas yang berbeda. A-C: stomata, A) 7500 ppm; B) 2000 ppm; C) kontrol (0 ppm); D-E: trikoma, D) 7500 ppm; E) 2000 ppm; F) kontrol (0 ppm)

Karakter lain yang dimiliki oleh *A. conyzoides* adalah trikoma yaitu derivat epidermis berupa sel-sel memanjang seperti rambut yang berfungsi sebagai proteksi tumbuhan terhadap fluktuasi lingkungan. *A. conyzoides* memiliki trikoma di seluruh permukaan tubuhnya. Namun demikian, trikoma yang ditemukan pada organ batang dan daun memiliki bentuk yang berbeda.



Bagian batang di selimuti trikoma non glandular, sedangkan daun memiliki trikoma glandular (Santos et al., 2016). Pengamatan trikoma pada penelitian ini menunjukkan tidak adanya perbedaan karakter yang mencolok antara sampel daun dari semua perlakuan salinitas (Gambar 2D-F).

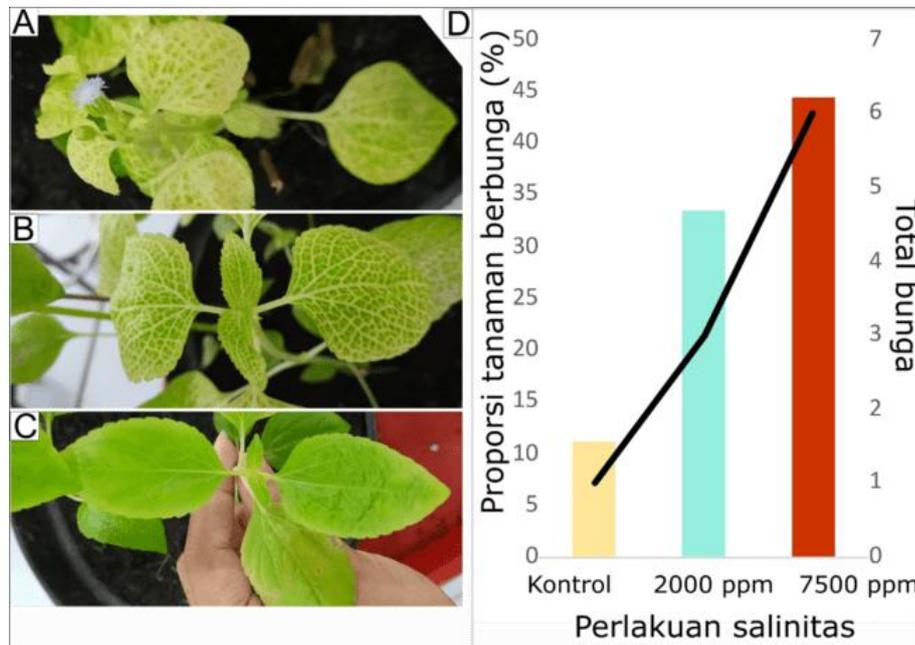
Lingkungan dengan salinitas tinggi dapat menyebabkan potensial osmotik dan menurunkan potensial air yang ada pada lingkungan. Potensial air lingkungan yang rendah akan mengakibatkan air di dalam sel tumbuhan keluar untuk menjaga keseimbangannya. Sel tumbuhan yang kehilangan kesetimbangan turgor akan mengalami plasmolisis pada selnya. Bastomi (2018) menyatakan terjadi penurunan pertumbuhan tinggi tumbuhan, jumlah daun, rata-rata luas daun, kadar klorofil, berat kering total tumbuhan, berat kering akar dan berat basah buah pada tumbuhan cabai rawit (*Capasicum frutescens*) seiring bertambahnya kadar salinitas 1000 – 2500 ppm. Berdasarkan penelitian Rahmawati et al., (2012) mengenai pengaruh kadar NaCl terhadap hasil dan mutu buah tomat menyatakan bahwa, kekerasan buah dan ketebalan daging buah tomat mengalami penurunan terhadap kadar NaCl sebesar 5000 ppm. Pratiwi et al., (2021) menyatakan bahwa pemberian konsentrasi NaCl diatas 1000 ppm mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan tomat cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme). Lain halnya dengan *A. conyzoides* yang pada penelitian ini memiliki ketahanan terhadap stress salinitas hingga pada konsentrasi 7500 ppm. Perubahan jumlah stomata dan tinggi batang merupakan adaptasi yang dikembangkan oleh spesies ini agar dapat bertahan pada lingkungan ekstrim. Lebih lanjut penelitian yang dilaporkan oleh Wang et al., (2023) melaporkan bahwa spesies ini memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan tercemar Kadmium (100 mg kg⁻¹ Cd) dan kondisi asam (pH 3.5), sehingga tumbuhan ini berpotensi dimanfaatkan sebagai fitoremediator.

Pengaruh Salinitas Terhadap Perkembangan

Cekaman salinitas mempengaruhi perkembangan *A. conyzoides*. Persentase tanaman yang menghasilkan bunga dan jumlah total bunga yang dihasilkan menunjukkan adanya peningkatan setelah satu minggu perlakuan cekaman salinitas (Gambar 3). Pada perlakuan kontrol sebanyak 10 % *A. conyzoides* berbunga. Namun pada perlakuan cekaman salinitas sedang (2000 ppm) terjadi peningkatan proporsi tumbuhan berbunga menjadi 35 %. Pada perlakuan cekaman salinitas tertinggi (7500 ppm) proporsi tanaman yang berbunga menjadi yang paling tinggi, yakni sebanyak 45 % tanaman (Gambar 3D). Jumlah bunga yang dihasilkan pada kondisi



cekaman salinitas juga lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Setelah 7 hari perlakuan salinitas sebanyak 6 bunga muncul pada salinitas tertinggi dan 5 bunga pada salinitas sedang (2000 ppm), sedangkan pada perlakuan kontrol hanya diketahui satu kuncup bunga yang muncul.



Gambar 3. Pengaruh cekaman salinitas terhadap pembungaan *A. conyzoides*. A-C: tanaman setelah 7 hari perlakuan cekaman salinitas, A) 7500 ppm, B) 2000 ppm, C) kontrol (0 ppm), D) Diagram batang dan grafik garis yang menunjukkan proporsi tanaman berbunga (diagram batang) dan jumlah bunga (grafik garis)

Kondisi *A. conyzoides* diamati pada fase vegetatif sampai dengan fase generatif yang ditandai dengan munculnya bunga. Perlakuan cekaman salinitas berpengaruh pada pembungaan *A. conyzoides*. Kristanto dan Purwono (2017) menyatakan pembungaan tebu *Saccharum officinarum* yang ditanam di lahan salin mengalami penurunan, yang menyebabkan produktivitas tebu menurun. Rahmawati et al., (2012) menyatakan aplikasi NaCl hingga kadar 7500 ppm tidak menurunkan bobot kering akar dan tajuk, luas daun, dan jumlah bunga tomat *Lycopersicon esculentum*. Pertumbuhan dan perkembangan tomat masih dapat berlangsung normal pada cekaman salinitas hingga 7500 ppm. Pertumbuhan vegetatif yang baik dapat menginduksi pembentukan organ reproduksi yaitu pembentukan bunga. Suplai hasil fotosintesis pada organ bunga masih berlangsung dengan normal pada tumbuhan tomat yang mendapatkan perlakuan NaCl hingga 7500 ppm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaCl, semakin tinggi pula produktivitas bunga pada *A. conyzoides*, (Gambar 3).

Kecenderungan peningkatan proporsi reproduksi seksual pada tumbuhan salah satunya dapat diinduksi dengan cekaman lingkungan (Ulum et al., 2020). Kelimpahan populasi *C. lappacea* di kawasan konservasi dan perkebunan sawit di Sumatera menunjukkan bahwa penyebaran secara cepat melalui biji menjadikan spesies tersebut mendominasi area penelitian (Hodač et al., 2016). Oleh karena itu, produktivitas organ bunga yang meningkat pada *A. conyzoides* berkaitan dengan mekanisme spesies ini untuk mengokupasi kawasan yang lebih luas dan menjaga jumlah populasi guna menghadapi perubahan kondisi lingkungan.

SIMPULAN

Perlakuan cekaman salinitas pada konsentrasi 7500 ppm hanya mempengaruhi pertumbuhan tinggi dan jumlah stomata pada daun *A. conyzoides*, namun tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan cabang dan daun. Struktur stomata dan trikoma *A. conyzoides* tidak mengalami perubahan karakteristik dengan perlakuan cekaman salinitas hingga konsentrasi 7500 ppm. Adaptasi reproduksi dalam kondisi cekaman salinitas pada *A. conyzoides* dilakukan dengan cara produksi bunga secara lebih cepat dan dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Afzal, S., Parveen, A., Kamran, M., Javed, M. R., Abbasi, G. H., ... & Ali, S. (2021). Silicon mediated improvement in the growth and ion homeostasis by decreasing Na⁺ uptake in maize (*Zea mays* L.) cultivars exposed to salinity stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 158, 208-218.
- Bastomi, M. Y. (2018). Efek Cekaman Salinitas (NaCl) Terhadap Pertumbuhan Dua Varietas Cabai Rawit (*Capasicum frutescens* L). Skripsi. Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- De Mendiburu, F., & de Mendiburu, M. F. (2019). Package 'agricolae'. R Package, version, 1(3).
- Dewi, V. P., Hindun, I., & Wahyuni, S. (2015). Studi Trikoma Daun Pada Famili Solanaceae Sebagai Sumber Belajar Biologi. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 1(2).
- Einhelig, F. A. (1995). *Allelopathy: Current status and future goals*. Washington DC: American Chameical Society.
- Fahad, S., Hussain, S., Matloob, A. (2015). Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review. *Plant Growth Regul* 75, 391–404. <https://doi.org/10.1007/s10725-014-0013-y>
- Hodač, L., Ulum, F.B., Opfermann, N., Breidenbach, N., Hojsgaard, D., Tjitrosoedirdjo, S.S., Vornam, B., Finkeldey, R. and Hörandl, E., (2016.) Population Genetic Structure and Reproductive Strategy of the Introduced Grass *Centotheca lappacea* in Tropical Land-Use Systems in Sumatra. *Plos one*, 11(1), p.e0147633
- Huston, M.A., (2004). Management strategies for plant invasions: manipulating productivity, disturbance, and competition. *Diversity and distributions*, 10(3), pp.167-178.
- Kaur, S., D. R. Batish., and R. Kohli. (2012). *Ageratum conyzoides*: An Alien Invasif Weed in India. CAB International. Page 57-76.
- Kristiono, Afandi., Purwaningrahayu, Runik Diyah., Taufiq, Abdullah. (2013). Respons Tumbuhan Kedelai, Kacang Tanah, dan Kacang Hijau Terhadap Cekaman Salinitas. *Buletin Palawija*. no. 26: 45 – 60.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, cell & environment*, 25(2), 239-250.



- Pratiwi, A., Krisjayanti, E. W., & Utami, I. (2021). Respon pertumbuhan tomat cherry (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) terhadap konsentrasi salinitas NaCl. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 494-503.
- Purwaningrahayu, R. D., & Taufiq, A. (2017). Respon morfologi empat genotip kedelai terhadap cekaman salinitas. *Jurnal Biologi Indonesia*, 13(2).
- Rahmawati, H., Sulistyarningsih, E., & Putra, E. T. S. (2012). Pengaruh kadar NaCl terhadap hasil dan mutu buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Vegetalika*, 1(4), 44-54.
- Santos, R. F., Nunes, B. M., Sá, R. D., Soares, L. A., & Randau, K. P. (2016). Morpho-anatomical study of *Ageratum conyzoides*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 26, 679-687.
- Sun, P., Mantri, N., Moller, M., Shen, J., Shen, Z., Jiang, B., ... & Lu, H. (2012). Influence of light and salt on the growth of alien invasive tropical weed '*Ageratum conyzoides*'. *Australian Journal of Crop Science*, 6(4), 739-748.
- Tanveer, M., & Ahmed, H. A. I. (2020). ROS signalling in modulating salinity stress tolerance in plants. *Salt and Drought Stress Tolerance in Plants: Signaling Networks and Adaptive Mechanisms*, 299-314.
- Ulum, F. B., Setyati, D., & Su'udi, M. (2023). Epiphytic ferns and orchids adaptation mechanism based on stomatal structure and chlorophyll content in Urban Forest of Jember University, Indonesia. *Life Science and Biotechnology*, 1(1), 10-15.
- Ulum, F.B., Costa Castro, C. and Hörandl, E., (2020). Ploidy-dependent effects of light stress on the mode of reproduction in the *Ranunculus auricomus* complex (*Ranunculaceae*). *Frontiers in Plant Science*, 11, p.104.
- Wang, Z., Wang, H., Wang, H., Qin, Y., Cui, S. and Wang, G., (2023). Dual tolerance of *ageratum* (*Ageratum conyzoides* L.) to combined pollution of acid and cadmium: Field survey and pot experiment. *Journal of Environmental Management*, 326, p.116677.
- Wickham, H. and Wickham, H., (2016). Getting Started with ggplot2. *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*, pp.11-31.
- Yuan, X. and Wen, B., (2018). Seed germination response to high temperature and water stress in three invasive Asteraceae weeds from Xishuangbanna, SW China. *PloS one*, 13(1), p.e0191710.
- Zeeshan M, Lu M, Sehar S, Holford P, Wu F. (2020). Comparison of Biochemical, Anatomical, Morphological, and Physiological Responses to Salinity Stress in Wheat and Barley Genotypes Deferring in Salinity Tolerance. *Agronomy*. 10(1):127. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010127>



