

Efek Cekaman Salinitas Tanah Terhadap Kandungan Prolin Dan Klorofil Serta Dampak Pada Morfologis Tanaman Bawang Daun (*Allium fistulosum* L)

Muhammad Alief Ramadhan Putra Laksono¹, Bagus Tripama^{1*}, Hudaini Hasbi¹
Universitas Muhammadiyah Jember

*Correspondensi: Bagus Tripama

Email: bagustripama@unmuhjember.ac.id

Published: September, 2025



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

dan klorofil b, jumlah total klorofil serta tinggi tanaman dan diameter batang pada 42 HST, hal ini diindikasikan oleh penurunan ion osmotik pada tanaman yang menghambat pertumbuhan dan pembelahan sel pada tanaman. Peningkatan salinitas cenderung menurunkan kandungan klorofil karena gangguan pada proses fotosintesis, sementara kandungan prolin meningkat sebagai respons adaptif tanaman terhadap stres salin.

Keywords: Bawang daun, Salinitas, Klorofil, Prolin

PENDAHULUAN

Bawang daun (*Allium fistulosum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura dari famili Liliaceae yang banyak dikonsumsi masyarakat karena aromanya yang khas dan penggunaannya sebagai bumbu penyedap berbagai masakan (Kibria et al., 2017). Tingginya permintaan terhadap bawang daun menuntut peningkatan produksi secara berkelanjutan. Namun, penyusutan lahan pertanian di wilayah subur, khususnya di daerah pesisir, menjadi ancaman nyata bagi produksi nasional. Oleh karena itu, perlu dilakukan ekstensifikasi ke lahan-lahan marginal seperti lahan pasir pantai yang luas tersebar di pesisir selatan dan utara Indonesia.

Lahan pasir pantai memiliki potensi pengembangan pertanian, tetapi menghadapi tantangan utama berupa salinitas tanah. Salinitas merupakan salah satu faktor pembatas produktivitas tanaman yang signifikan di wilayah kering dan semi-kering, dengan dampak fisiologis seperti terganggunya penyerapan air akibat tekanan osmotik, akumulasi ion toksik (Na^+ dan Cl^-), serta ketidakseimbangan nutrisi akibat kompetisi ion (Safdar et al., 2019; USDA-ARS, 2008). Kandungan garam yang tinggi dalam tanah ($\text{EC} \geq 4 \text{ dS m}^{-1}$ atau setara 40 mM NaCl) dapat

menimbulkan tekanan osmotik hingga 0,2 MPa, yang secara langsung menghambat pertumbuhan tanaman dan menyebabkan kerusakan jaringan (USDA-ARS, 2008).

Beberapa studi menunjukkan bahwa stres salinitas berdampak negatif terhadap proses fotosintesis, yang ditandai dengan penurunan kandungan klorofil daun, serta peningkatan produksi senyawa pelindung seperti prolin untuk mempertahankan keseimbangan osmotik dan menangkal kerusakan akibat radikal bebas (Nawaz et al., 2010; Bouda & Haddoui, 2011; Salim, 2023). Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak difokuskan pada *Allium cepa* dan *Allium sativum*. Meskipun beberapa studi telah mengkaji pengaruh salinitas pada tanaman genus *Allium*, penelitian pada *Allium fistulosum* L. khususnya terkait hubungan antara prolin, klorofil, dan pertumbuhan morfologis masih terbatas.

Selain itu, belum banyak kajian yang secara sistematis mengamati respon fisiologis tanaman bawang daun terhadap cekaman salinitas dengan berbagai tingkat konsentrasi NaCl, khususnya pada media pasir pantai sebagai representasi lahan marginal. Padahal, pemahaman terhadap mekanisme adaptasi fisiologis seperti perubahan kandungan prolin dan klorofil sangat penting untuk menilai toleransi tanaman terhadap cekaman salin dan keberlanjutan budidaya di lahan tersebut.

Hingga saat ini, kajian tentang respon fisiologis bawang daun terhadap cekaman salinitas pada berbagai tingkat konsentrasi NaCl di lahan marginal masih jarang dilakukan, khususnya yang mengaitkan perubahan prolin, klorofil, dan pertumbuhan morfologis tanaman (Megersa et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh pemberian beberapa konsentrasi NaCl terhadap aktivitas enzim abiotik berupa enzim katalase, kandungan asam amino prolin, dan respon morfologis tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.) sebagai indikator adaptasi terhadap cekaman salinitas di media tanam pasir pantai.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Green House Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jember Jl. Karimata No. 49 Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember pada bulan Desember – Februari 2025 dengan ketinggian tempat + 89 mdpl. alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas meram, wadah plastik, gelas ukur, pipet ukur, alat tulis, kertas label, kamera, polibag, penggaris, alat tulis, pengaduk, blender, saringan, botol, baskom, timbangan analitik, handsprayer, gunting, saringan dan jangka sorong micro pipet, microtube, spektrofotometri, tuvet, mortsar, alu, sentrifuse, tabung reaksi, rak tabung reaksi vortex, waterbath. bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih daun bawang, alcohol, asam asetat, asam ninhdryn, asam fosfat, asam sulfosilat buffer fosfat, ammonium molydate.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari satu factor yaitu konsentrasi NaCl pada media tanam yang masing – masing diulang sebanyak 4 kali. Penggunaan RAL non-faktorial untuk fokus pada satu faktor saja tanpa interaksi dengan faktor lain, sehingga analisis statistik lebih sederhana dan jelas.

Faktor Konsentrasi NaCl Pada Media Tanam terdiri dari 5 taraf:

S1 : Kontrol

S2 : 100 mM NaCl

S3 : 150 mM NaCl

S4 : 200 mM NaCl

S5 : 250 mM NaCl

Analisis penelitian ini menggunakan *Anova Of Varian* (ANOVA), jika hasil perlakuan menunjukkan perbedaan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multipel Range Test* (DMRT) taraf 5%.

Pembuatan larutan menghitung kebutuhan NaCl setiap perlakuan dihitung berdasarkan berat bahan kimia dengan rumus sebagai berikut:

Massa NaCl : mol X Mr

Di konversi ke ppm dengan rumus. $\text{Ppm} = (\text{massa zat terlarut}) / (\text{massa air}) \times 10^{-6}$

Kemudian di konversi ke g L⁻¹

Perlakuan Pemberian larutan NaCl dilakukan 1 kali seminggu dimulai dari 3 minggu setelah tanam (setelah benih dipindahkan) sampai satu minggu sebelum tanaman bawang dipanen. Penyiraman larutan NaCl dilakukan setelah sebelumnya dilakukan penyiraman air pada bagian media tanam. Jumlah larutan NaCl yang diberikan sesuai dengan konsentrasi yang sudah tertera dengan dosis 20 ml.

Pengukuran parameter diameter batang menggunakan satuan mm dan tinggi tanaman menggunakan satuan cm dilakukan pada 14 sampai 42 HST dengan

Uji kandungan kandungan klorofil yaitu menggunakan ekstraksi dari sampel daun sebanyak 0,1 gram berat basah, ekstraksi sampel daun dicampur dengan menggunakan 2 ml methanol 90%. Kemudian dihomogenkan sampai klorofil terlarut. Dilakukan sentrifus dengan kecepatan 10.000 rpm selama 15 menit dengan suhu 4 C. Pindahkan supernatan ke microtube yang baru kemudian supernatan yang terbentuk diukur absorbansi menggunakan spektrofotometer dengan pengukuran Optical Density (OD) dengan panjang gelombang 664 nm dan 649 nm (Sumanta et al., 2014) dengan rumus sebagai berikut:

Klorofil a = $(13,36 * \text{Abs.664}) - (5,19 * \text{Abs, 649})$

Klorofil b = $(27,43 * \text{Abs. 649}) - (8,12 * \text{Abs, 664})$

Produksi prolin merupakan respons yang perlu diamati pada tanaman yang mengalami berbagai tekanan, khususnya tekanan osmotik. Penentuan kandungan prolin dilakukan mengikuti metode Bates. Bahan yang digunakan yaitu sampel sebanyak 0,5 g daun yang dihaluskan dengan mortar didalam larutan sulfosalisat 3% sebanyak 2 ml. Kemudian hasil tumbukan disaring dengan kertas saring dan diambil filtrat sebanyak 0,4 ml, dimasukkan kedalam tabung reaksi dan tambahkan 0,4 ml asam ninhydrin. Asam ninhydrin dibuat dengan cara memanaskan 1,25 gr ninhidrin dalam campuran 30 ml asam asetat glacial dan 20 ml asam fosfat, pemanasan dilakukan didalam waterbath pada suhu 100 C. Filtrat dalam asam ninhydrin ditambah 0,4 ml asam asetat kemudian dipanaskan pada suhu 100 C selama 1 jam. Reaksi diakhiri dengan memasukkan tabung reaksi kedalam gelas piala yang berisi es. Campuran filtrat, asam ninhydrin dan asam asetat ditambahkan 0,8 ml toluen kemudian stirrer selama 15-20 detik sehingga terbentuk dua lapisan cairan terpisah. Toluene warna merah yang mengandung prolin dibagian atas diambil menggunakan pipet. Absorbansi larutan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm. Kandungan prolin ditentukan sesuai dengan bacaan larutan prolin murni.

Katalase sebagai antioksidan endogen mempunyai peran yang sangat penting dalam mengontrol radikal bebas berupa konsentrasi H₂O₂, dengan mengkatalisis H₂O₂, menjadi oksigen (O₂) dan air (H₂O) Katalase (CAT).

Enzim katalase (CAT) adalah metaloenzim tetramerik yang mengandung hem dan secara spesifik mengkatalisis dekomposisi hidrogen peroksida (H₂O₂) menjadi air (H₂O) dan oksigen (O₂).

$2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{katalase}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

Reaksi ini sangat penting untuk menjaga konsentrasi H₂O₂ pada tingkat yang tidak berbahaya di dalam sel. H₂O₂ adalah salah satu ROS utama yang dihasilkan di peroksisom selama fotorespirasi dan metabolisme lainnya. Oleh karena itu, aktivitas katalase sering kali dianggap sebagai indikator penting dari respons tanaman terhadap stres oksidatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Table 1. Hasil analisis sidik ragam semua parameter penelitian

Variabel Pengamatan	F Hitung	
	Konstrasi NaCl (S)	
Tinggi Tanaman 14 Hst	0,57	Ns
Tinggi Tanaman 21 Hst	0,54	Ns
Tinggi Tanaman 28 Hst	0,51	Ns
Tinggi Tanaman 35 Hst	0,62	Ns
Tinggi Tanaman 42 Hst	4,27	*
Diameter Batang 14	0,18	Ns
Diameter Batang 21	1,61	Ns
Diameter Batang 28	0,23	Ns
Diameter Batang 35	0,29	Ns
Diameter Batang 42	3,68	*
Klorofil A	5,75	**
Klorofil B	6,25	**
Klorofil Total	4,77	*
Protein	2,05	Ns

Ket: *: berbeda nyata **: berbeda sangat nyata ns: tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), perlakuan salinitas tanah menggunakan larutan NaCl dengan berbagai konsentrasi (S) memberikan pengaruh yang berbeda nyata hingga sangat nyata terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan fisiologis tanaman bawang daun. Parameter yang menunjukkan perbedaan sangat nyata ($p < 0,01$) adalah kandungan klorofil a dan klorofil b, sedangkan klorofil total, tinggi tanaman 42 HST, dan diameter batang 42 HST (Hari Setelah Tanam) menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$). Sementara itu, parameter lainnya menunjukkan tidak berbeda nyata (ns) antar perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian larutan NaCl dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda terhadap parameter morfologi dan fisiologi tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.), khususnya pada kandungan klorofil dan pertumbuhan tanaman pada 42 HST. Perlakuan salinitas berdampak signifikan terhadap kandungan klorofil a, klorofil b, serta klorofil total, yang menunjukkan penurunan seiring meningkatnya konsentrasi NaCl. Penurunan ini mengindikasikan gangguan pada proses fotosintesis akibat cekaman salinitas, sesuai dengan temuan Nawaz et al. (2010) bahwa stres salin menurunkan kandungan klorofil melalui kerusakan struktur kloroplas dan penghambatan biosintesis pigmen.

Pada parameter morfologis, tinggi tanaman dan diameter batang pada 42 HST juga menurun secara nyata pada perlakuan dengan konsentrasi NaCl tinggi, terutama pada S4 (200 mM) dan S5 (250 mM). Hasil ini menunjukkan bahwa akumulasi ion Na⁺ dalam jaringan tanaman mengganggu proses pemanjangan dan pembelahan sel, serta menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi yang menghambat pertumbuhan (Safdar et al., 2019; Megersa et al., 2022).

Kandungan prolin meningkat seiring peningkatan konsentrasi NaCl, dengan nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan S5 (250 mM). Meskipun secara statistik tidak berbeda nyata antar perlakuan, akumulasi prolin ini tetap mencerminkan respon adaptif tanaman terhadap stres osmotik dengan memperbaiki tekanan turgor dan menstabilkan struktur protein sel (Salim, 2023; Bouda & Haddoui, 2011). Prolin berfungsi sebagai osmolit kompatibel, sehingga peningkatan kadarnya menunjukkan upaya tanaman dalam mempertahankan homeostasis sel di bawah kondisi salinitas tinggi.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, sebagian besar studi lebih menitikberatkan pada respon *Allium cepa* dan *Allium sativum* terhadap cekaman salinitas. Penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam memahami respon fisiologis *Allium fistulosum* terhadap stres salin, khususnya pada aspek klorofil dan prolin. Hasil ini menguatkan potensi penggunaan kandungan klorofil dan prolin sebagai indikator seleksi varietas toleran salinitas di lahan marginal. Secara praktis, temuan ini menunjukkan bahwa *Allium fistulosum* memiliki toleransi yang relatif baik pada konsentrasi salinitas rendah (hingga 100 mM NaCl), namun mengalami penurunan fisiologis dan morfologis signifikan pada konsentrasi di atas 150 mM. Oleh karena itu, budidaya bawang daun di lahan bersalinitas sebaiknya memperhatikan ambang batas toleransi tersebut atau dilakukan dengan strategi manajemen salinitas seperti penggunaan varietas toleran, pemupukan adaptif, dan amandemen tanah.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan analisis lebih lanjut pada level molekuler seperti ekspresi gen atau aktivitas enzim antioksidan, guna memahami lebih dalam mekanisme adaptasi bawang daun terhadap salinitas tinggi. Selain itu, uji lapang pada berbagai jenis tanah marginal juga diperlukan untuk menguji konsistensi hasil dan aplikabilitas strategi budidaya di skala luas.

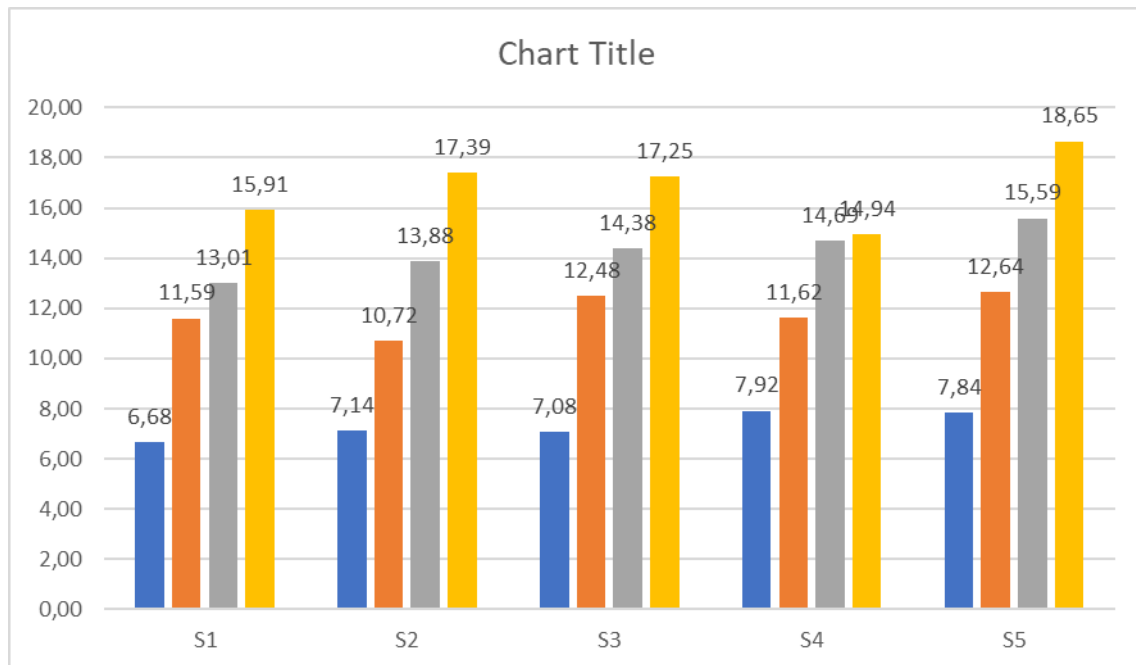
Table 2. Pengaruh Konsentrasi Cekaman NaCl Terhadap Tinggi Tanaman 42 HST

Tinggi Tanaman	Rata Rata	Notasi
S1	111,51	a
S2	96,90	b
S3	95,10	bc
S4	83,93	c
S5	74,88	c

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) taraf 5%

Pemberian NaCl dengan konsentrasi tinggi mengakibatkan tinggi tanaman bawang daun menurun hal tersebut diakibatkan dengan beberapa anion seperti Cl^- dapat menyebabkan kerusakan membran sel yang cukup parah dalam jumlah berlebih dan menyebabkan kebocoran pada membran sel. NaCl dapat menyebabkan kerusakan pada komponen fotosintesis. Perusakan membran oleh NaCl merupakan dasar dari asumsi keracunan tanaman oleh garam. Bentuk monovalen dari ion Na dapat menggantikan jembatan divalen ion Ca sehingga melemahkan jembatan Ca yang menjadi penguat struktur membran sel (Staples dan Toennissen 1984). Penurunan laju fotosintesis juga dapat dikaitkan dengan perilaku stomata. Pada tanaman yang mengalami stress garam, dimana juga mengalami defisiensi air, konsentrasi CO_2 pada kloroplas menurun karena berkurangnya konduktansi stomata. (Karolinoerita and Annisa 2020)

Akibatnya muncul masalah lain mengenai kekurangan air dan ketidakseimbangan cairan sel. Kondisi terparah pada tanaman saat tercekam garam dapat mengakibatkan terjadinya stres oksidatif, dimana tanaman tidak mampu bertahan sehingga mengalami kematian. (Zhao et al. 2021).



Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Cekaman NaCl Terhadap Tinggi Tanaman

Pada pengamatan 14 hst sampai 35 hst tanaman bawang daun tidak terlihat berpengaruh dengan cekaman salinitas yang diberikan dikarenakan tanaman bawang daun masih bisa toleran terhadap pemberian berbagai macam NaCl, dari data yang ditunjukkan pada tanaman bawang daun masih mengalami kenaikan yang tidak terlalu jauh, jarak antara kenaikan tinggi tanaman pada perlakuan tertinggi sudah mengalami perlambatan secara fisiologis dimana pada Tabel 2 tinggi tanaman mulai melambat yang dapat diartikan cekaman salinitas sudah masuk dan memperlambat laju nutrisi dan fotosintesis. Pada tanaman bawang daun yang masuk pada tanaman C3 pemasukan Na^+ pada kondisi salin akan mengubah jalur fotosintesis ke C4, hal tersebut berpengaruh pada keseimbangan antara enzim fosfo enol piruvat karboksilase dan riboluse bifosfat karboksilase. Berlimpahnya Na^+ dan Cl^- dapat mengakibatkan ketidakseimbangan ion sehingga aktivitas metabolisme dalam tumbuhan menjadi terganggu. (Karolinoerita and Annisa 2020)

Tanaman yang toleran memiliki 2 mekanisme dalam mengatasi kelebihan garam yaitu salt inclusions dan salt excluders. Salt excluders adalah mencegah agar garam tidak sampai ke tajuk dalam konsentrasi yang tinggi. Garam yang diserap dalam jumlah yang tinggi di reabsorb kembali dari jaringan xylem kemudian disimpan atau dikeluarkan kembali ke dalam tanah. Sedangkan salt inclusions melakukan mekanismenya dengan menyimpan sejumlah besar garam ke dalam bagian-bagian tertentu tubuhnya seperti dalam vakuola sel mesofil. Kebanyakan jenis salt inclusions ini adalah tanaman sukulen. Beberapa tanaman juga memiliki kelenjar khusus pada daun yang mampu mengeluarkan garam dalam konsentrasi yang tinggi (Staples dan Toeniessen 1984).

Pada Table anova diameter menunjukkan hasil cekaman salinitas pada tanaman bawang daun S1 berbeda tidak yata dengan perlakuan S2 dapat diartikan bahwasannya konsentrasi 100mM tidak berpengaruh pada diameter batang bawang daun, sedangkan pada konsentrasi 150 mM sampai 250

mM dengan kode S3 sampai S5 berpengaruh sangat nyata pada pembentukan diameter batang bawang daun dengan nilai rata rata terendah 2,144 cm. Hal tersebut diakibatkan dengan masuknya Na^+ kedalam jaringan sel bawang daun yang menghambat laju perkembangan morfologis tanaman.

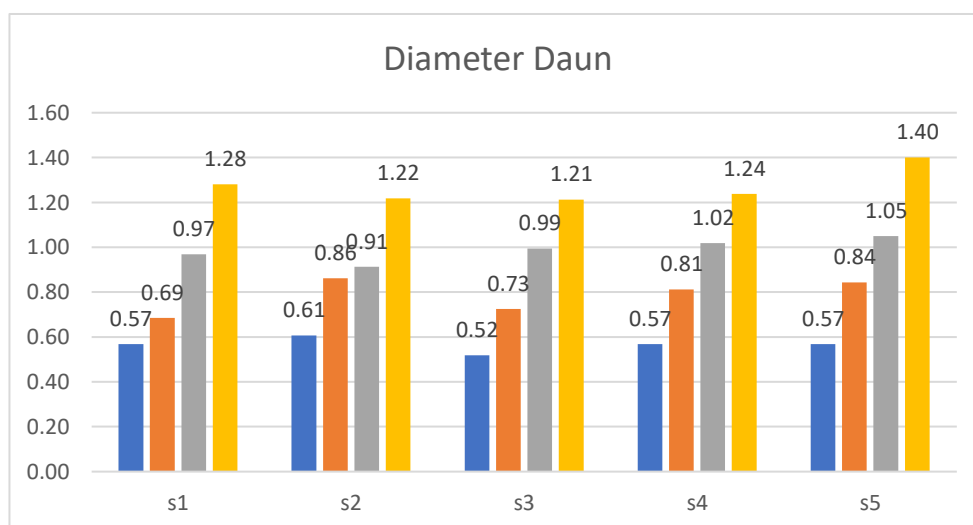
Kadar garam yang tinggi di tanah akan menurunkan potensial osmotik sehingga tanaman kesulitan menyerap air, yang menyebabkan tanaman mengalami kekeringan fisiologis. Beberapa anion seperti Cl^- dapat menyebabkan kerusakan membran sel yang cukup parah dalam jumlah berlebih dan menyebabkan kebocoran pada membran sel. $NaCl$ dapat menyebabkan kerusakan pada komponen fotosintesis. Perusakan membran sel oleh $NaCl$ merupakan dasar dari asumsi keracunan tanaman oleh garam. Kation Na dapat menggantikan jembatan divalen ion Ca sehingga melemahkan jembatan Ca yang menjadi penguat struktur membran sel (Staples dan Toennissen 1984).

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi Cekaman $NaCl$ Terhadap Diameter Batang Tanaman 42 HST

Perlakuan	Rata Rata	Notasi
S1	2,981	a
S2	2,575	a
S3	2,250	b
S4	2,213	b
S5	2,144	b

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) taraf 5%

Salinitas yang tinggi menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat karena turunnya tekanan osmotik, sehingga menyulitkan pengambilan unsur hara oleh akar. Sosisitas tinggi menyebabkan keracunan Na dan ion-ion sejenis, seperti Boron dan Molibdenum. Disamping itu, terdapat efek tidak langsung dari keduanya berupa peningkatan nilai pH tanah yang menyebabkan imobilitas beberapa unsur hara penting seperti Ca , Mg , P , Fe , Mn , dan Zn sehingga unsurunsur tersebut tidak dapat di ambil oleh akar tanaman.



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Cekaman $NaCl$ Terhadap Diameter Batang Tanaman 42 HST

Diameter daun biasanya merujuk pada ukuran atau lebar maksimum daun, yang dapat diukur dengan cara menggunakan jangka sorong dan pengamatan dilakukan 1 minggu dari pengaplikasian

larutan. Pada table anova diameter batang pada usia 14 hst sampai 35 hst tidak berbeda nyata, dengan nilai rata rata pada pengukuran pertama dengan nilai 0,57 cm dan mengalami kenaikan yang tidak terlalu jauh dengan pengukuran terakhir, hal ini disebabkan oleh tanaman bawang daun yang masih toleran dengan cekaman salinitas. Menurut (Hamayun et al. 2010) penambahan hormon NaCl pada tanaman dapat meningkatkan hormon asam absisat (ABA), namun akan menurunkan konsentrasi hormon auksin, giberelin dan sitokinin. Hal tersebut merupakan mekanisme tanaman untuk bertahan dalam kondisi salin dengan cara menutup stomata untuk mencegah tanaman kekurangan air, sedangkan menurunnya hormon auksin, sitokinin dan giberelin akan menghambat pembelahan dan pertumbuhan tanaman bawang daun.

Konsentrasi garam yang meningkat pada tanah akan menyebabkan tanaman mengalami cekaman osmotik, ketidakseimbangan hara, toksisitas ion dan cekaman oksidatif, selain itu akan menurunkan kemampuan tanaman untuk menyerap air dan mengurangi kemampuan fotosintesis sehingga mempengaruhi proses metabolisme. (Kedelai, Tanah, and Kacang 2013). Penyerapan unsur Na yang berlebih menyebabkan penurunan penyerapan air dan kalium (K).

Pada Table 4 menunjukkan hasil ANOVA pada kandungan klorofil pada tanaman bawang daun yang diberikan perlakuan NaCl dengan berbagai macam konsentrasi. Pada table anova untuk klorofil a menunjukkan jumlah klorofil S1 lebih besar dari pada perlakuan lainnya, sedangkan pada perlakuan dengan konsentrasi tertinggi yaitu S5 memiliki jumlah klorofil yang terendah. Hal ini dapat disimpulkan bahwasannya NaCl dengan konsentrasi tertinggi dapat menurunkan jumlah klorofil pada tanaman bawang daun.

Menurut (Salim 2023) kadar klorofil menurun sejalan dengan meningkatnya perlakuan kadar garam baik pada tanaman tomat. Penurunan jumlah klorofil akibat salinitas dapat berdampak negatif pada fotosintesis dan pertumbuhan tanaman. Klorofil berperan penting dalam menyerap energi cahaya yang digunakan untuk mengubah karbon dioksida dan air menjadi glukosa dan oksigen.

Tabel 4. Pengaruh Cekaman Salinitas Terhadap Klorofil A

perlakuan	rata rata	notasi
S1	18,462	a
S2	15,425	a
S3	8,751	b
S4	6,419	bc
S5	3,804	c

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) taraf 5%

Besarnya kadar NaCl dalam tanah dapat terjadi karena tingginya masukan air yang mengandung garam atau karena mengalami tingkat evaporasi yang melebihi presipitasi. Hal ini berarti tanah salin tidak hanya ditemukan pada kawasan pantai semata, tetapi juga pada kawasan kering dengan curah hujan yang rendah. NaCl menyebabkan stres osmotik dan ionik pada tanaman. Stres osmotik mengurangi kemampuan tanaman untuk menyerap air, sementara stres ionik disebabkan oleh akumulasi ion natrium (Na⁺) dan klorida (Cl⁻) yang berlebihan dalam jaringan tanaman. Kelebihan ion-ion ini dapat mengganggu proses fisiologis dan biokimia dalam sel, termasuk sintesis klorofil. (Bidaye, Patidar, and Hadvani 2025)

Salinitas tanah dapat menyebabkan penurunan kandungan klorofil pada tanaman melalui berbagai mekanisme, termasuk stres osmotik dan ionik, kerusakan membran dan organel sel, gangguan metabolisme hara, dan peningkatan produksi ROS. Penurunan kandungan klorofil dapat menghambat fotosintesis dan mengurangi pertumbuhan tanaman.(STILES 1946)

Bentuk adaptasi morfologi dan anatomi yang dapat diturunkan dan unik dapat ditemukan pada halofit yang mengalami evolusi melalui seleksi alami pada kawasan pantai dan rawarawa asin. Salinitas menyebabkan perubahan struktur yang memperbaiki keseimbangan air tanaman sehingga potensial air dalam tanaman dapat mempertahankan turgor dan seluruh proses biokimia untuk pertumbuhan dan aktivitas yang normal. Perubahan struktur mencakup ukuran daun yang lebih kecil, stomata yang lebih kecil per satuan luas daun, peningkatan sukulensi, penebalan kutikula dan lapisan lilin pada permukaan daun, serta lignifikasi akar yang lebih awal (Harjadi dan Yahya 1988).

Studi pada *Allium cepa* menunjukkan bahwa ekspresi gen aquaporin (PIP1, PIP2, TIP2) berbeda tergantung kadar NaCl. Aktivasi PIP2 pada kadar tinggi (~75 mM NaCl) membantu pengambilan Zn dan mempertahankan pertumbuhan.(Meriem 2020). Bawang daun yang toleran mampu mensinkronisasi pengambilan dengan penyaluran ke vakuola sel, menjaga keasaman sel dan volumenya agar tetap seimbang, menghindari akumulasi toksik di sitosol.

Tabel 5. Pengaruh Cekaman Salinitas Terhadap Klorofil B

perlakuan	rata rata	
S1	5,02	c
S2	6,89	bc
S3	13,37	b
S4	32,04	a
S5	36,81	a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) taraf 5%

Pada Table 5 menunjukkan hasil perlakuan tertinggi memiliki jumlah klorofil terendah yaitu 5,02 dan disusul oleh perlakuan S4 dengan jumlah terkecil sedangkan pada S1 memiliki jumlah klorofil yang banyak karena pada perlakuan S1 tanpa perlakuan, NaCl membuat jumlah klorofil tanaman rendah dikarenakan tekanan osmotik pada tanaman bawang daun menghambat penyerapan hara tanah ke jaringan fotosintesis yang mengakibatkan daun pada tanaman mengalami karat kemudian akan mati.

Salinitas tanah, sebagai masalah lingkungan yang signifikan, berdampak luas pada fisiologi tanaman, termasuk kandungan klorofil. Klorofil b, salah satu pigmen fotosintetik utama selain klorofil a, berperan penting dalam menyerap energi cahaya dan mentransfernya ke klorofil a untuk digunakan dalam fotosintesis. Pengaruh salinitas terhadap klorofil b seringkali serupa dengan pengaruhnya terhadap klorofil a.(Akyol et al. 2020) Salinitas menyebabkan stres osmotik, yang mengurangi kemampuan tanaman untuk menyerap air, serta stres ionik akibat akumulasi ion natrium (Na⁺) dan klorida (Cl⁻) yang berlebihan. Stres ini mengganggu metabolisme sel dan dapat menghambat sintesis klorofil b. (Yildiz and Terzi 2013) Ion-ion toksik seperti Na⁺ dan Cl⁻ dapat merusak struktur kloroplas, tempat klorofil a dan b berada. Kerusakan ini dapat mengganggu sintesis dan stabilitas klorofil b.

Salinitas dapat mengganggu penyerapan dan transportasi unsur hara penting seperti magnesium (Mg), yang merupakan komponen penting dari molekul klorofil b. Kekurangan Mg dapat menghambat sintesis klorofil b dan menyebabkan klorosis. Salinitas dapat memicu produksi ROS (Reactive Oxygen Species), yang menyebabkan kerusakan oksidatif pada pigmen fotosintetik seperti klorofil b. (Hossain and Dietz 2016)

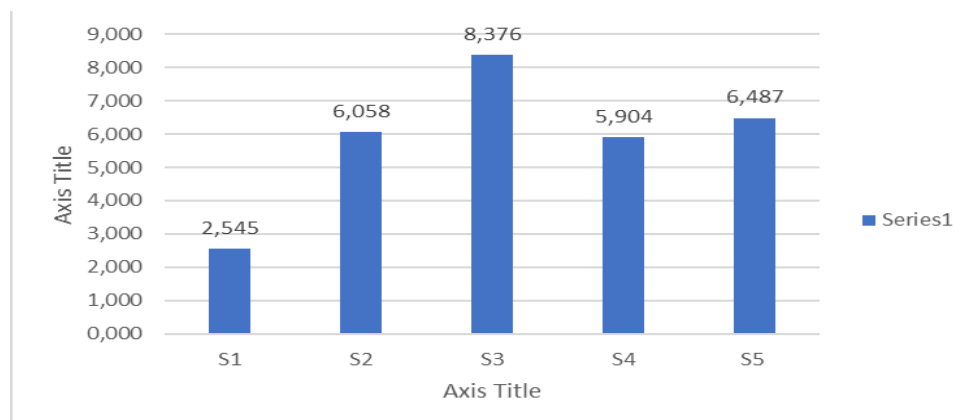
Tabel 6. Pengaruh Cekaman Salinitas Terhadap Total Klorofil

perlakuan	rata rata	notasi
S1	48,964	a
S2	45,723	a
S3	31,328	b
S4	21,425	bc
S5	15,203	c

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) taraf 5%

Pada klorofil total konsentrasi 250mM menunjukkan jumlah klorofil terendah 15,20 sedangkan jumlah klorofil tertinggi pada S1 tanpa perlakuan pada table uji lanjut S1 tanpa perlakuan berbeda tidak nyata dengan S2 100mM dan berbeda nyata pada perlakuan S3, pada perlakuan S3 150 mM berbeda tidak nyata dengan perlakuan S4 200mM dan berbeda nyata dengan S5 250mM. jumlah klorofil sangat mempengaruhi fotosintesis pada tanaman yang berfungsi sebagai penunjal nutrisi dan pembentukan sel baru pada tanaman bawang daun. Jadi dapat ditarik kesimpulan dari Table 4 sampai Table 6 jumlah klorofil paling kecil yaitu perlakuan s5 dengan konsentrasi 250mM.

Kadar garam yang tinggi di tanah akan menurunkan potensial osmotik sehingga tanaman kesulitan menyerap air, yang menyebabkan tanaman mengalami kekeringan fisiologis. Beberapa anion seperti Cl⁻ dapat menyebabkan kerusakan membran sel yang cukup parah dalam jumlah berlebih dan menyebabkan kebocoran pada membran sel. NaCl dapat menyebabkan kerusakan pada komponen fotosintesis. Perusakan membran sel oleh NaCl merupakan dasar dari asumsi keracunan tanaman oleh garam. Kation Na dapat menggantikan jembatan divalen ion Ca sehingga melemahkan jembatan Ca yang menjadi penguat struktur membran sel.



Gambar 3. Pengaruh Cekaman Salinitas Terhadap Kandungan Prolin

Pada gambar menunjukkan jumlah prolin terbanyak yaitu S3 150mM dengan jumlah 8,4 dan dilanjutkan pada perlakuan S5 250 mM yaitu 6,4 dan jumlah prolin paling sedikit yaitu pada perlakuan S1 tanpa perlakuan. Prolin merupakan bentuk defensive tanaman bawang daun untuk menghadapi cekaman salinitas yang diberikan beberapa peneliti sebelumnya menyatakan kadar prolin yang tinggi juga terlibat dalam pengaturan redoks sel dan penyiapan sinyal stres, termasuk interaksi dengan hormon seperti ABA dan SA yang memicu peningkatan P5CS. (Kovács et al. 2019)

Tumbuhan memproduksi lebih banyak prolin sebagai osmolit kompatibel untuk mempertahankan homeostasis osmotik sel ketika terkena tekanan salinitas (NaCl tinggi). Prolin membantu menjaga turgor, menstabilkan membran dan protein, serta menjadi scavenger ROS saat stres oksidatif meningkat, (Hnilickova et al. 2021) Prolin berperan sebagai osmoprotektan, yaitu senyawa yang melindungi enzim dan protein dari denaturasi akibat stres salinitas. Prolin membantu menjaga stabilitas struktur protein dan enzim, sehingga memungkinkan mereka untuk tetap berfungsi dengan baik dalam kondisi stres.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa cekaman salinitas akibat pemberian NaCl berpengaruh signifikan terhadap kandungan klorofil dan pertumbuhan morfologis tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.), sementara akumulasi prolin meningkat pada tingkat salinitas tertinggi, meskipun tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan. Temuan ini menegaskan adanya respons fisiologis dan morfologis tanaman terhadap stres salin, yang mencerminkan mekanisme adaptasi terhadap lingkungan dengan kadar garam tinggi. Hasil ini dapat menjadi dasar dalam pengembangan strategi budidaya bawang daun di lahan marginal bersalinitas tinggi serta seleksi varietas yang lebih toleran terhadap stres salin. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi interaksi antara salinitas dan faktor lingkungan lainnya, serta mengeksplorasi ekspresi gen atau enzim terkait adaptasi osmotik secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Akyol, Turgut Yiğit, Oğuzhan Yılmaz, Barış Uzilday, Rengin Özgür Uzilday, and İsmail Türkan. 2020. "Plant Response to Salinity: An Analysis of ROS Formation, Signaling, and Antioxidant Defense." *Turkish Journal of Botany* 44(1):1–13. doi:10.3906/bot-1911-15.
- Bidaye, Mohak, Pravin Patidar, and Rohan Hadvani. 2025. "International Journal of Research Publication and Reviews Impact of Data Visualization on Decision Making." *International Journal of Research Publication and Reviews* (6):754–57. www.ijrpr.com.
- BOUDA, Said, and Abdelmajid HADDIOUI. 2011. "Effet Du Stress Salin Sur La Germination de Quelques Espèces Du Genre *Atriplex*." *Revue «Nature & Technologie»*. N 5:73. files/833/BOUDA et HADDIOUI - 2011 - Effet du stress salin sur la germination de quelqu.pdf.
- Dan Puji Astuti, Mariatul Qibtiah. 2016. "Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Daun (*Allium Fistulosum* L.) Pada Pemotongan Bibit Anakan Dan Pemberian Pupuk Kandang Sapi Dengan Sistem Vertikultur." *Agrifor* 15(2):249. doi:10.31293/af.v15i2.2080.
- Hamayun, Muhammad, Sumera Afzal Khan, Abdul Latif Khan, Zabta Khan Shinwari, Javid Hussain, Eun Young Sohn, Sang Mo Kang, Yoon Ha Kim, M. Ajmal Khan, and In Jung Lee.

2010. "Effect of Salt Stress on Growth Attributes and Endogenous Growth Hormones of Soybean Cultivar Hwangkeumkong." *Pakistan Journal of Botany* 42(5):3103–12.
- Hnilickova, Helena, Kamil Kraus, Pavla Vachova, and Frantisek Hnilicka. 2021. "Salinity Stress Affects Photosynthesis, Malondialdehyde Formation, and Proline Content in *Portulaca Oleracea* L." *Plants* 10(5). doi:10.3390/plants10050845.
- Hossain, M. Sazzad, and Karl Josef Dietz. 2016. "Tuning of Redox Regulatory Mechanisms, Reactive Oxygen Species and Redox Homeostasis under Salinity Stress." *Frontiers in Plant Science* 7(MAY2016). doi:10.3389/fpls.2016.00548.
- Karolinoerita, Vicca, and Wahida Annisa. 2020. "Salinisasi Lahan Dan Permasalahannya Di Indonesia." *Jurnal Sumberdaya Lahan* 14(2):91. doi:10.21082/jsdl.v14n2.2020.91-99.
- Kedelai, Respons Tanaman, Kacang Tanah, and D. A. N. Kacang. 2013. "225850-Respons-Tanaman-Kedelai-Kacang-Tanah-Dan-13900Cfe." (26):45–60.
- Kibria, Mohammad Golam, Mahmud Hossain, Yoshiyuki Murata, and Md Anamul Hoque. 2017. "Antioxidant Defense Mechanisms of Salinity Tolerance in Rice Genotypes." *Rice Science* 24(3):155–62. doi:10.1016/j.rsci.2017.05.001.
- Kovács, Hajnalka, Dávid Aleksza, Abu Imran Baba, Anita Hajdu, Anna Mária Király, Laura Zsigmond, Szilvia Z. Tóth, László Kozma-Bognár, and László Szabados. 2019. "Light Control of Salt-Induced Proline Accumulation Is Mediated by ELONGATED HYPOCOTYL 5 in *Arabidopsis*." *Frontiers in Plant Science* 10(December):1–14. doi:10.3389/fpls.2019.01584.
- MEGERSA DABA, REGESSA, GEMECHIS AMBECHA OLIKA, and CHALA EDOSSA ETISSA. 2022. "Growth, Physiology and Yield of Onion (*Allium Cepa* L.) Under Salt Stress." *Greener Journal of Agricultural Sciences* 12(2):154–67. doi:10.15580/gjas.2022.2.053022057.
- Meriem, Selis. 2020. "Mekanisme Toleransi Tanaman Pada Lahan Salin: Akumulasi Prolin Mekanisme Toleransi Tanaman Pada Lahan Salin: Akumulasi Prolin Kehilangan Menyebabkan Garam Terkonsentrasi Pada Pertumbuhan Dan Menurunkan Produksi." (September 2020).
- Nawaz, Khalid, Khalid Hussain, Abdul Majeed, Farah Khan, Shahid Afghan, and Kazim Ali. 2010. "Fatality of Salt Stress to Plants: Morphological, Physiological and Biochemical Aspects." *African Journal of Biotechnology* 9(34):5475–80.
- Safdar, Hamna, Aniq Amin, Yousuf Shafiq, Anum Ali, and Rabia Yasin. 2019. "Abbas Shoukat, Maqsood Ul Hussan, Muhammad Ishtiaq Sarwar. A Review: Impact of Salinity on Plant Growth." *Nature and Science* 17(1):34–40. doi:10.7537/marsnsj170119.06.
- Salim, Mohamad Agus. 2023. "Pengaruh Inokulasi *Glomus Etunicatum* Terhadap Biokimia Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum* L.) Yang Ditanam Pada Cekaman Garam Effect of *Glomus Etunicatum* Inoculation on The Biochemistry of Tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) Planted in Salt Stress Mohamad." *Jurnal Agrosainstek* 7(2):89–97.
- STILES, W. 1946. *Plant Physiology*. Vol. 34.
- Yildiz, M., and H. Terzi. 2013. "Effect of NaCl Stress on Chlorophyll Biosynthesis, Proline, Lipid Peroxidation and Antioxidative Enzymes in Leaves of Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Barley Cultivars [Tuza-Toleranslidotless ve Tuza-Hassas Arpa Çeşitlerinin Yapraklaridotlessnda Klorofil .]" *Tarim Bilimleri Dergisi* 19(2):79–88. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84879699105&partnerID=40&md5=612>

2be162c2ff1587689742a537a23fb.

Zhao, Shuangshuang, Qikun Zhang, Mingyue Liu, Huapeng Zhou, Changle Ma, and Pingping Wang. 2021. "Regulation of Plant Responses to Salt Stress." *International Journal of Molecular Sciences* 22(9):1–16. doi:10.3390/ijms22094609.