

Respon Morfologi, Fisiologi dan Biokimia Bawang (*Allium cepa* L.) terhadap Cekaman Salinitas

Kiky Nurfitri Sari^{1*}, Indriati Meilina Sari¹, Andika Prawanto¹, Kansa Dianti Putri¹,
Mutmainnah¹, Paisal Ansiska²

Budidaya Tanaham Hortikultura, Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong¹
Pendidikan Geografi, Universitas Pattimura²

*Email Korespondensi: nurfitrisarikiky@gmail.com

Sejarah Artikel:

Diterima 17-12-2025
Disetujui 27-12-2025
Diterbitkan 29-12-2025

ABSTRACT

Salinity stress is one of the major limiting factors for onion (*Allium cepa* L.) production, affecting multiple levels of plant biological organization. This review aims to comprehensively synthesize the morphological, physiological, and biochemical responses of onion to salinity stress based on published research findings. The study employed a qualitative approach using an integrated literature review design encompassing 27 relevant scientific articles. The literature was selected according to criteria that included experimental studies reporting plant responses to salinity, either as a single stress or in combination with other stresses, as well as studies involving ameliorative treatments. The synthesis results indicate that salinity stress consistently reduces onion morphological performance, including germination capacity, vegetative growth, and bulb weight, primarily due to osmotic stress and impaired cell expansion. At the physiological level, salinity leads to decreased photosynthesis, disrupted water balance, reduced cell membrane stability, and ionic imbalance. Biochemical responses are characterized by increased accumulation of osmolytes, activation of antioxidant defense systems, and elevated indicators of oxidative stress, reflecting adaptive mechanisms employed by plants under saline conditions. Several studies also report that the application of beneficial microbes and natural biostimulants can improve the physiological and biochemical responses of onion under salinity stress. This review underscores the importance of integrating morphological, physiological, and biochemical responses in understanding onion salinity tolerance. The findings provide a scientific basis for the development of selection criteria and breeding strategies for salinity-tolerant onion cultivars, and they support the implementation of adaptive cultivation approaches in saline-prone environments.

Keywords: *Allium cepa*, Salinity Stress, Morphology, Physiology, Biochemistry

ABSTRAK

Cekaman salinitas merupakan salah satu faktor pembatas utama produksi bawang (*Allium cepa* L.) yang berdampak pada berbagai tingkat organisasi biologis tanaman. Kajian ini bertujuan untuk mensintesis secara komprehensif respon morfologi, fisiologi, dan biokimia bawang terhadap cekaman salinitas berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah dipublikasikan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain literature review terintegrasi terhadap 27 artikel ilmiah yang relevan. Literatur diseleksi berdasarkan kriteria yang mencakup studi eksperimental yang melaporkan respon tanaman terhadap salinitas, baik sebagai stres tunggal maupun kombinasi, serta perlakuan amelioratif. Hasil sintesis menunjukkan bahwa cekaman salinitas secara konsisten menurunkan respon morfologi bawang, seperti daya kecambah, pertumbuhan vegetatif, dan bobot umbi, akibat stres osmotik dan gangguan ekspansi

sel. Pada tingkat fisiologis, salinitas menyebabkan penurunan fotosintesis, keseimbangan air, stabilitas membran sel, serta terganggunya keseimbangan ion. Respon biokimia ditandai oleh peningkatan akumulasi osmolit, aktivasi sistem antioksidan, dan meningkatnya indikator stres oksidatif, yang mencerminkan mekanisme adaptif tanaman dalam menghadapi kondisi salin. Beberapa studi juga menunjukkan bahwa aplikasi mikroba dan biostimulan alami mampu memperbaiki respon fisiologis dan biokimia bawang pada kondisi salinitas. Kajian ini menegaskan pentingnya integrasi respon morfologi, fisiologi, dan biokimia dalam memahami toleransi salinitas bawang. Temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan kriteria seleksi dan strategi pemuliaan bawang toleran salinitas serta mendukung penerapan pendekatan budidaya adaptif di lahan salin.

Kata kunci: *Allium cepa*, Cekaman Salinitas, Morfologi, Fisiologi, Biokimia

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Sari, K. N., Sari, I. M., Prawanto, A., Putri, K. D., Mutmainnah, & Ansiska, P. (2025). Respon Morfologi, Fisiologi, dan Biokimia Bawang (*Allium cepa* L.) terhadap Cekaman Salinitas. *Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(1), 1140-1152. <https://doi.org/10.63822/vgf3j217>

PENDAHULUAN

Salinitas tanah merupakan salah satu bentuk degradasi lahan yang paling serius dan terus meningkat akibat perubahan iklim, intensifikasi pertanian, serta penggunaan air irigasi berkualitas rendah. Akumulasi garam terlarut di zona perakaran memicu stres osmotik, toksisitas ion, dan gangguan keseimbangan nutrisi, yang secara langsung menurunkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Dampak salinitas menjadi semakin kompleks karena melibatkan interaksi antara faktor lingkungan, fisiologi tanaman, dan mekanisme adaptasi internal. Bawang (*Allium cepa* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi yang diketahui memiliki toleransi salinitas relatif rendah. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan salinitas, bahkan pada tingkat sedang, dapat menurunkan daya kecambah, pertumbuhan vegetatif, serta pembentukan dan kualitas umbi bawang secara signifikan (Alam et al., 2023; Patil et al., 2025). Sensitivitas ini menjadikan bawang sebagai model penting dalam studi toleransi salinitas sekaligus menimbulkan tantangan serius bagi keberlanjutan produksi di lahan marginal. Pada tingkat respons tanaman, cekaman salinitas memicu perubahan berlapis yang mencakup aspek morfologi, fisiologi, dan biokimia. Penurunan fotosintesis, keseimbangan air, serta stabilitas membran sel dilaporkan sebagai respon fisiologis utama, yang diikuti oleh peningkatan stres oksidatif dan aktivasi sistem antioksidan pada tingkat biokimia (Gökçe et al., 2022; Romo-Pérez et al., 2024). Dalam konteks ini, pemahaman terintegrasi mengenai respon-respon tersebut menjadi penting sebagai dasar pengembangan strategi adaptasi dan pemuliaan bawang toleran salinitas.

Meskipun literatur mengenai respon bawang terhadap salinitas relatif melimpah, sebagian besar penelitian masih berfokus pada satu tingkat respon secara terpisah, seperti morfologi, fisiologi, atau biokimia, sehingga pemahaman hubungan kausal antarrespons dan mekanisme adaptasi bawang secara menyeluruh masih terbatas (Grant & Booth, 2009). Variasi metode eksperimen, tingkat salinitas, serta keberagaman perlakuan tambahan juga menyebabkan hasil-hasil penelitian sulit dibandingkan dan disintesis secara komprehensif (Green et al., 2006). Perkembangan penelitian mutakhir telah memperluas kajian toleransi salinitas hingga tingkat molekuler dan genomik, misalnya melalui analisis keluarga gen transkripsi GATA yang berperan dalam regulasi stres abiotik (Bose et al., 2025). Namun, kajian genomik tersebut umumnya belum secara langsung mengaitkan perubahan ekspresi gen dengan respon morfologi, fisiologi, dan biokimia tanaman di lapangan, sehingga menegaskan adanya kesenjangan antara pemahaman mekanisme molekuler dan implikasi praktis pada tingkat fenotip (Solouki et al., 2023). Pendekatan amelioratif melalui perlakuan benih menggunakan senyawa kimia ringan telah dilaporkan mampu memperbaiki respon awal tanaman bawang terhadap cekaman salinitas (Çavuşoğlu et al., 2019). Strategi *seed priming* menggunakan asam salisilat juga terbukti meningkatkan ketahanan fisiologis bawang pada kondisi salin (da Silva et al., 2019). Aplikasi *plant growth-promoting rhizobacteria* (PGPR) yang dikombinasikan dengan pupuk organik dilaporkan efektif dalam meningkatkan toleransi bawang terhadap cekaman salinitas (Kurniawan et al., 2025). Selain itu, penggunaan biostimulan dan senyawa alami, termasuk minyak atsiri, menunjukkan potensi besar dalam memperbaiki respon fisiologis dan biokimia bawang di bawah kondisi salin (Vojnović et al., 2023).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa respon morfologi bawang terhadap salinitas ditandai oleh penurunan daya kecambah, tinggi tanaman, luas daun, dan bobot umbi, yang terutama dipicu oleh stres osmotik dan gangguan pembelahan sel (Alam et al., 2023; Patil et al., 2025). Akumulasi ion tertentu, khususnya Cl^- , juga dilaporkan menyebabkan respon pertumbuhan yang bersifat spesifik organ (Romo-Pérez et al., 2024). Pada tingkat fisiologis, salinitas menyebabkan penurunan fotosintesis, konduktansi stomata, dan kandungan air relatif akibat terganggunya potensi air jaringan serta fungsi akuaporin dalam

transport air seluler (Gökçe et al., 2022; Solouki et al., 2023). Gangguan keseimbangan ion dan stabilitas membran sel menjadi faktor kunci yang memperparah penurunan efisiensi fisiologis tanaman. Respon biokimia bawang terhadap salinitas ditandai oleh peningkatan akumulasi prolin, aktivasi enzim antioksidan, dan peningkatan indikator stres oksidatif. Beberapa studi menunjukkan bahwa pendekatan amelioratif, seperti PGPR, pupuk organik, biostimulan, dan senyawa antioksidan alami, mampu menekan stres oksidatif dan memperbaiki respon tanaman pada kondisi salin (Abd El-Aal et al., 2024; dos Santos et al., 2025; Kurniawan et al., 2025). Namun, sintesis yang menghubungkan ketiga tingkat respon tersebut secara terpadu masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis secara komprehensif respon morfologi, fisiologi, dan biokimia bawang (*Allium cepa* L.) terhadap cekaman salinitas berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah dipublikasikan. Kajian ini menggunakan pendekatan literature review naratif-terintegrasi dengan mengacu pada prinsip sintesis ilmiah yang dikemukakan oleh Grant dan Booth (2009) serta Green et al. (2006), dan dilandasi transparansi seleksi literatur sebagaimana direkomendasikan oleh Liberati et al. (2009). Kajian genomik dan pascapanen non-bawang disertakan sebagai konteks konseptual, namun tidak menjadi fokus analisis utama. Kajian ini memberikan kontribusi dengan menyajikan sintesis terstruktur dan terintegrasi mengenai respon bawang terhadap cekaman salinitas pada berbagai tingkat organisasi biologis. Secara akademik, penelitian ini menjembatani kesenjangan antara temuan eksperimental yang terfragmentasi dan pemahaman mekanisme adaptasi bawang. Secara praktis, hasil kajian ini menyediakan dasar ilmiah bagi pengembangan kriteria seleksi dan strategi pemuliaan bawang toleran salinitas serta mendukung penerapan pendekatan budidaya adaptif di lahan salin.

METODE PELAKSANAAN

1. Pendekatan dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain literature review naratif-terintegrasi (*integrative qualitative literature review*). Desain ini dipilih untuk memungkinkan sintesis mendalam terhadap berbagai temuan penelitian yang mengkaji respon bawang (*Allium cepa* L.) terhadap cekaman salinitas pada tingkat morfologi, fisiologi, dan biokimia. Pendekatan ini dinilai tepat karena tujuan penelitian bukan untuk melakukan meta-analisis kuantitatif, melainkan untuk mengidentifikasi pola respon, mekanisme yang mendasari, serta implikasi pemuliaan berdasarkan hasil-hasil penelitian eksperimental yang beragam.

2. Sumber Data dan Kriteria Seleksi Literatur

Sumber data penelitian berupa artikel ilmiah yang diperoleh dari kumpulan 27 jurnal internasional dan nasional yang disediakan oleh peneliti. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel yang meneliti bawang (*Allium cepa* L.) atau genus *Allium* yang relevan (Kumar et al., 2020), (2) penelitian yang mengkaji cekaman salinitas, baik sebagai stres tunggal maupun kombinasi, (3) artikel yang melaporkan data respon morfologi, fisiologi, dan/atau biokimia tanaman (Koca et al., 2007), serta (4) publikasi dalam rentang sepuluh tahun terakhir, dengan beberapa rujukan dasar yang lebih lama dipertahankan untuk konteks mekanisme. Artikel yang berfokus murni pada analisis molekuler, genomik, atau sitogenetik tanpa data respon pertumbuhan atau biokimia dikecualikan dari sintesis utama.

3. Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui penelaahan sistematis terhadap setiap artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Informasi yang diekstraksi meliputi: peneliti dan tahun publikasi, jenis dan tingkat cekaman salinitas, parameter morfologi (misalnya daya kecambah, tinggi tanaman, ukuran umbi), parameter fisiologi (misalnya fotosintesis, RWC, stabilitas membran), serta parameter biokimia (misalnya prolin, aktivitas enzim antioksidan, MDA). Data tambahan terkait mekanisme respon dan implikasi pemuliaan juga dicatat untuk mendukung analisis kualitatif.

4. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan analisis tematik kualitatif. Tahapan analisis meliputi: (1) pengelompokan artikel berdasarkan jenis respon (morfologi, fisiologi, biokimia), (2) identifikasi tema utama dan pola respon yang berulang antar penelitian, (3) interpretasi mekanisme biologis yang mendasari respon tersebut, serta (4) sintesis implikasi temuan bagi pemuliaan bawang toleran salinitas. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel sintesis dan narasi pembahasan yang terstruktur.

5. Validitas dan Kredibilitas Penelitian

Untuk menjamin validitas dan kredibilitas, penelitian ini menerapkan triangulasi sumber, yaitu membandingkan temuan dari berbagai penelitian dengan konteks dan metode yang berbeda. Selain itu, konsistensi tema dan kecenderungan respon diuji melalui perbandingan lintas studi guna memastikan kesesuaian pola dan makna, dengan menerapkan prinsip transparansi, reflektivitas, serta keteraturan dalam proses analisis untuk meningkatkan kredibilitas dan dependabilitas temuan. Proses analisis juga didokumentasikan secara sistematis sebagai audit trail, sehingga memungkinkan replikasi dan penelusuran kembali proses sintesis data (Wiling & Stainton-Roger, 2008).

6. Reflektivitas Peneliti

Peneliti menyadari potensi subjektivitas dalam proses interpretasi literatur. Oleh karena itu, reflektivitas dijaga dengan membatasi sintesis pada data empiris yang dilaporkan secara eksplisit dalam artikel dan menghindari generalisasi berlebihan. Interpretasi temuan selalu dikaitkan dengan konteks penelitian masing-masing studi dan dibahas secara kritis dalam kaitannya dengan literatur terkait.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Respon Morfologi

Respon morfologi merupakan indikator awal yang paling mudah diamati dalam mengevaluasi toleransi tanaman terhadap cekaman salinitas. Perubahan pada parameter seperti daya kecambah, pertumbuhan akar dan tajuk, jumlah daun, serta ukuran dan bobot umbi mencerminkan kemampuan tanaman dalam mempertahankan pertumbuhan dan perkembangan pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Tabel 1 menyajikan sintesis hasil penelitian terdahulu mengenai respon morfologi bawang (*Allium cepa* L.) terhadap berbagai tingkat dan jenis cekaman salinitas, termasuk perlakuan salinitas tunggal maupun yang dikombinasikan dengan faktor biotik dan aplikasi amelioran. Selain itu, tabel ini juga mengaitkan perubahan morfologi yang diamati dengan mekanisme yang mendasarinya serta implikasinya dalam konteks pemuliaan tanaman bawang toleran salinitas.

Tabel 1. Respon Morfologi Bawang (*Allium cepa* L.) terhadap Cekaman Salinitas

No	Peneliti (Tahun)	Jenis Stres	Respon Morfologi	Mekanisme Terkait	Implikasi Pemuliaan
1	Patil et al. (2025)	Salinitas bertingkat	↓ tinggi tanaman, ↓ luas daun, ↓ bobot umbi	Stres osmotik dan hambatan ekspansi sel	Penentuan ambang toleransi varietas
2	Alam et al. (2023)	Salinitas (8–12 dS m ⁻¹)	↓ daya kecambah, ↓ jumlah daun, ↓ ukuran umbi	Gangguan pembelahan dan pemanjangan sel	Seleksi genotipe toleran
3	Romo-Pérez et al. (2024)	Na ⁺ dan Cl ⁻	↓ pertumbuhan daun dan umbi (organ-spesifik)	Ketidakseimbangan ion dan toksisitas Cl ⁻	Seleksi toleransi ion
4	Abd El-Aal et al. (2024)	Salinitas + PGPR	↑ tinggi tanaman, ↑ diameter umbi	Peningkatan serapan hara dan pertumbuhan akar	Integrasi PGPR dalam pemuliaan
5	Çavuşoğlu & Çavuşoğlu (2024)	NaCl (0.15 M)	↓ panjang akar, ↓ perkecambahan	Hambatan mitosis jaringan meristem	Indikator toleransi awal

Penurunan respon morfologi bawang (*Allium cepa* L.) pada kondisi salinitas berkaitan erat dengan stres osmotik dan gangguan ekspansi sel. Pada perlakuan salinitas bertingkat, tinggi tanaman bawang dilaporkan menurun sebesar 20–40%, luas daun berkurang 25–45%, dan bobot umbi mengalami penurunan hingga 30–50% dibandingkan kontrol non-salin (Patil et al., 2025). Penurunan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan tekanan osmotik menghambat turgor sel yang diperlukan untuk pemanjangan jaringan vegetatif dan pembentukan umbi. Pada tingkat salinitas tinggi (8–12 dS m⁻¹), Alam et al. (2023) melaporkan penurunan daya kecambah sebesar 20–35%, jumlah daun menurun sekitar 25–40%, serta ukuran umbi berkurang hingga ±45%. Penurunan ini dikaitkan dengan terganggunya aktivitas pembelahan dan pemanjangan sel pada jaringan meristem. Selain itu, Romo-Pérez et al. (2024) menunjukkan bahwa akumulasi ion Cl⁻ menyebabkan penurunan pertumbuhan daun dan umbi secara spesifik organ, dengan reduksi panjang daun dan bobot umbi masing-masing berkisar 20–40%, tergantung organ dan perlakuan ion. Sebaliknya, pendekatan amelioratif menunjukkan efek positif terhadap respon morfologi. Abd El-Aal et al. (2024) melaporkan bahwa aplikasi PGPR pada kondisi salin mampu meningkatkan tinggi tanaman dan diameter umbi sebesar 15–30% dibandingkan tanaman yang hanya diberi perlakuan salinitas. Pada fase awal pertumbuhan, perlakuan 0,15 M NaCl menurunkan panjang akar hingga ±40% dan persentase perkecambahan lebih dari 25%, yang dikaitkan dengan hambatan aktivitas mitosis jaringan meristem (Çavuşoğlu & Çavuşoğlu, 2024).

Secara teoretis, hasil ini menegaskan bahwa respon morfologi bawang terhadap salinitas merupakan indikator awal dari kegagalan tanaman dalam mempertahankan keseimbangan seluler. Penurunan tinggi tanaman, luas daun, dan bobot umbi hingga 30–50% mencerminkan dampak langsung stres osmotik dan toksisitas ion terhadap proses pertumbuhan sel (Patil et al., 2025; Alam et al., 2023). Respon spesifik organ yang dipengaruhi oleh dominansi ion Cl⁻ memperkaya pemahaman mengenai mekanisme adaptasi morfologi bawang terhadap cekaman salinitas (Romo-Pérez et al., 2024). Secara praktis, parameter morfologi seperti daya kecambah, panjang akar, dan bobot umbi yang mengalami penurunan signifikan (>25%) pada kondisi salin dapat dimanfaatkan sebagai indikator seleksi awal dalam program pemuliaan

bawang toleran salinitas. Hasil peningkatan pertumbuhan sebesar 15–30% melalui aplikasi PGPR menunjukkan bahwa integrasi pendekatan biologis tidak hanya relevan untuk budidaya, tetapi juga berpotensi diadopsi dalam strategi pemuliaan berbasis lingkungan stres (Abd El-Aal et al., 2024). Selain itu, penurunan panjang akar dan daya kecambah pada fase awal pertumbuhan dapat digunakan sebagai parameter cepat untuk mengidentifikasi genotipe sensitif dan toleran (Çavuşoğlu & Çavuşoğlu, 2024).

Temuan dalam kajian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa bawang merupakan tanaman yang relatif sensitif terhadap salinitas, dengan penurunan pertumbuhan vegetatif dan hasil sebagai respon utama. Penurunan tinggi tanaman dan bobot umbi hingga 40–50% pada salinitas menengah–tinggi yang dilaporkan oleh Patil et al. (2025) konsisten dengan hasil Alam et al. (2023) pada salinitas 8–12 dS m⁻¹, yang juga menunjukkan penurunan signifikan pada parameter morfologi utama. Namun demikian, penelitian yang lebih mutakhir memperluas perspektif dengan menunjukkan adanya strategi mitigasi yang efektif. Abd El-Aal et al. (2024) melaporkan perbaikan pertumbuhan morfologi bawang pada kondisi salin melalui aplikasi PGPR, yang kontras dengan laporan penurunan pertumbuhan akibat salinitas tunggal (Çavuşoğlu & Çavuşoğlu, 2024; Alam et al., 2023). Selain itu, penekanan pada peran spesifik ion Cl⁻ dalam menurunkan pertumbuhan organ tertentu memberikan sudut pandang baru dibandingkan pendekatan klasik yang memandang salinitas hanya sebagai efek gabungan NaCl (Romo-Pérez et al., 2024). Dengan demikian, sintesis ini tidak hanya mengonfirmasi temuan sebelumnya, tetapi juga menegaskan pentingnya pendekatan terintegrasi dalam memahami dan meningkatkan toleransi morfologi bawang terhadap cekaman salinitas.

2. Respon Fisiologi

Respon fisiologi mencerminkan perubahan fungsi internal tanaman dalam mempertahankan keseimbangan air, proses fotosintesis, serta stabilitas seluler ketika menghadapi cekaman salinitas. Parameter fisiologis seperti laju fotosintesis, transpirasi, kandungan air relatif (relative water content/RWC), stabilitas membran sel, serta keseimbangan ion merupakan indikator penting yang menggambarkan tingkat toleransi tanaman terhadap kondisi salin. Tabel 2 menyajikan sintesis hasil penelitian mengenai respon fisiologi bawang (*Allium cepa* L.) terhadap berbagai tingkat salinitas dan kombinasi stres, termasuk perlakuan amelioratif. Informasi ini memberikan gambaran hubungan antara gangguan fisiologis yang terjadi, mekanisme yang terlibat, serta implikasinya bagi pengembangan dan pemuliaan bawang toleran salinitas.

Tabel 2. Respon Fisiologi Bawang (*Allium cepa* L.) terhadap Cekaman Salinitas

No	Peneliti (Tahun)	Jenis Stres	Respon Fisiologi	Mekanisme Terkait	Implikasi Pemuliaan
1	Patil et al. (2025)	Salinitas bertingkat	↓ klorofil, ↓ MSI, ↓ stabilitas membran	Kerusakan membran akibat stres osmotik	Penentuan ambang fisiologis varietas
2	Alam et al. (2023)	Salinitas (8–12 dS m ⁻¹)	↓ fotosintesis, ↓ transpirasi, ↓ efisiensi pertumbuhan	Gangguan pertukaran gas & status air	Seleksi efisiensi fisiologi
3	Romo-Pérez et al. (2024)	Na ⁺ dan Cl ⁻	Gangguan keseimbangan Na ⁺ /K ⁺ , dominansi Cl ⁻	Disfungsi transport ion spesifik	Seleksi toleransi ion

4	Gökçe et al. (2022)	Salinitas + kekeringan	↓ RWC, ↓ klorofil, ↓ konduktansi stomata	Penurunan potensi air jaringan	Pemuliaan toleransi multistres
5	Çavuşoğlu & Çavuşoğlu (2024)	NaCl (0.15 M)	↓ indeks mitosis, ↓ aktivitas meristem	Gangguan siklus sel	Indikator fisiologi awal
6	Abd El-Aal et al. (2024)	Salinitas + PGPR	↑ fotosintesis, ↑ status air, ↑ biomassa	Peningkatan serapan hara & air	Integrasi PGPR
7	dos Santos et al. (2025)	NaCl + rutin	↑ vigor kecambah, ↑ laju pertumbuhan	Proteksi fisiologis oleh antioksidan	Biostimulan toleransi stres
8	Mansha et al. (2023)	Salinitas + patogen	↓ efisiensi fisiologis tanaman	Beban stres ganda	Seleksi ketahanan kompleks
9	Febriana et al. (2024)	Salinitas bertingkat	↓ kapasitas fisiologis, variasi antar varietas	Adaptasi fisiologi spesifik varietas	Evaluasi varietas lokal

Sintesis hasil penelitian menunjukkan bahwa cekaman salinitas menyebabkan penurunan signifikan pada parameter fisiologis utama bawang (*Allium cepa* L.), meliputi kandungan klorofil, laju fotosintesis, transpirasi, kandungan air relatif (RWC), stabilitas membran sel, serta keseimbangan ion. Pada kondisi salinitas bertingkat, kandungan klorofil total dan indeks stabilitas membran (MSI) dilaporkan menurun masing-masing sebesar 20–45% dan 25–50% dibandingkan kontrol, yang menunjukkan meningkatnya kerusakan membran sel akibat stres osmotik (Patil et al., 2025). Pada tingkat salinitas tinggi (8–12 dS m⁻¹), Alam et al. (2023) melaporkan penurunan laju fotosintesis dan transpirasi sebesar 30–50%, yang diikuti oleh penurunan efisiensi pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Kombinasi salinitas dengan cekaman kekeringan semakin memperparah gangguan fisiologis, dengan penurunan RWC sekitar 15–35%, kandungan klorofil 25–40%, serta konduktansi stomata yang menurun tajam (Gökçe et al., 2022). Sebaliknya, aplikasi PGPR dan senyawa antioksidan alami dilaporkan mampu meningkatkan kembali parameter fisiologis utama, seperti fotosintesis, status air, dan biomassa tanaman hingga 20–40% dibandingkan perlakuan salinitas tanpa amelioran (dos Santos et al., 2025; Abd El-Aal et al., 2024).

Penurunan respon fisiologis bawang pada kondisi salinitas terutama dipicu oleh stres osmotik yang menghambat keseimbangan air dan pertukaran gas. Peningkatan salinitas media tumbuh menurunkan potensi air tanah, sehingga mengurangi kemampuan akar menyerap air dan menyebabkan penurunan RWC serta penutupan stomata, yang berdampak langsung pada penurunan fotosintesis dan transpirasi (Patil et al., 2025; Gökçe et al., 2022). Penurunan kandungan klorofil dan MSI mencerminkan terjadinya peroksidasi lipid dan kerusakan membran sel yang mengganggu fungsi fotosistem. Selain faktor osmotik, gangguan keseimbangan ion berperan penting dalam menurunkan kinerja fisiologis bawang. Romo-Pérez et al. (2024) menunjukkan bahwa akumulasi ion Cl⁻ lebih dominan dibandingkan Na⁺ dalam mengganggu rasio Na⁺/K⁺, yang berdampak negatif terhadap aktivitas enzimatik dan efisiensi fotosintesis. Hambatan pada tingkat seluler juga terlihat dari penurunan indeks mitosis dan aktivitas jaringan meristem hingga ±40–50%, yang berkontribusi terhadap rendahnya kapasitas fisiologis tanaman (Çavuşoğlu & Çavuşoğlu, 2024). Sebaliknya, perlakuan PGPR dan rutin mampu memperbaiki fungsi fisiologis melalui peningkatan serapan hara, air, serta perlindungan sel dari stres oksidatif (dos Santos et al., 2025; Abd El-Aal et al., 2024).

Secara teoretis, hasil ini menegaskan bahwa respon fisiologi merupakan penghubung utama antara cekaman salinitas dan penurunan pertumbuhan serta produktivitas bawang. Penurunan fotosintesis, RWC,

dan stabilitas membran hingga 30–50% mencerminkan kegagalan tanaman dalam mempertahankan homeostasis internal pada kondisi salin (Patil et al., 2025; Alam et al., 2023). Selain itu, bukti mengenai dominansi ion Cl^- dalam mengganggu keseimbangan ion menambah pemahaman mengenai mekanisme fisiologis spesifik yang mendasari toleransi salinitas pada bawang (Romo-Pérez et al., 2024). Secara praktis, peningkatan respon fisiologis sebesar 20–40% melalui aplikasi PGPR dan biostimulan alami menunjukkan potensi besar pendekatan ini dalam mitigasi dampak salinitas di lahan pertanian (dos Santos et al., 2025; Abd El-Aal et al., 2024). Variasi respon fisiologis antar varietas, dengan perbedaan penurunan kapasitas fisiologis hingga $\pm 20\text{--}30\%$, juga mendukung pemanfaatan karakter fisiologis sebagai kriteria seleksi lanjutan dalam program pemuliaan bawang toleran salinitas (Febriana et al., 2024).

Temuan dalam kajian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa penurunan fotosintesis, kandungan klorofil, dan status air merupakan respon fisiologis utama bawang terhadap cekaman salinitas. Penurunan fotosintesis hingga 40–50% pada kondisi salinitas tinggi yang dilaporkan oleh Patil et al. (2025) sejalan dengan hasil Alam et al. (2023) pada salinitas $8\text{--}12\text{ dS m}^{-1}$. Kombinasi salinitas dengan cekaman lain, seperti kekeringan dan patogen, secara konsisten dilaporkan memperburuk gangguan fisiologis tanaman (Febriana et al., 2024; Mansha et al., 2023). Namun demikian, penelitian mutakhir menunjukkan perkembangan penting dengan menekankan efektivitas pendekatan biologis dan penggunaan senyawa antioksidan dalam memperbaiki respon fisiologis bawang. Abd El-Aal et al. (2024) serta dos Santos et al. (2025) melaporkan bahwa intervensi berbasis PGPR dan rutin mampu meningkatkan fotosintesis, status air, dan biomassa tanaman secara signifikan pada kondisi salin. Dengan demikian, respon fisiologi tidak hanya berfungsi sebagai indikator tingkat stres, tetapi juga sebagai target strategis dalam pengembangan teknologi budidaya dan pemuliaan bawang toleran salinitas.

3. Respon Biokimia

Respon biokimia merupakan bentuk adaptasi internal tanaman yang berperan penting dalam mempertahankan fungsi seluler dan metabolisme ketika menghadapi cekaman salinitas. Perubahan pada akumulasi osmolit, aktivitas enzim antioksidan, stabilitas membran, serta keseimbangan metabolit mencerminkan kemampuan tanaman dalam mengatasi stres osmotik dan oksidatif yang ditimbulkan oleh kondisi salin. Tabel 3 menyajikan sintesis hasil penelitian mengenai respon biokimia bawang (*Allium cepa* L.) terhadap berbagai tingkat salinitas dan kombinasi stres, termasuk perlakuan amelioratif. Penyajian ini mengaitkan perubahan biokimia yang terjadi dengan mekanisme pertahanan yang mendasarinya serta implikasinya bagi pemuliaan bawang toleran salinitas.

Tabel 3. Respon Biokimia Bawang (*Allium cepa* L.) terhadap Cekaman Salinitas

No	Peneliti (Tahun)	Jenis Stres	Respon Biokimia	Mekanisme Terkait	Implikasi Pemuliaan
1	Patil et al. (2025)	Salinitas bertingkat	$\uparrow$ fenolik total, $\uparrow$ aktivitas antioksidan, $\uparrow$ MDA	Aktivasi sistem antioksidan & stres oksidatif	Marker biokimia toleransi
2	Alam et al. (2023)	Salinitas ($8\text{--}12\text{ dS m}^{-1}$)	$\uparrow$ prolin, $\uparrow$ SOD, CAT, $\uparrow$ MDA	Osmoregulasi & detoksifikasi ROS	Seleksi efisiensi antioksidan
3	Çavuşoğlu & Çavuşoğlu (2024)	NaCl (0.15 M)	$\uparrow$ prolin, $\uparrow$ SOD, CAT, $\uparrow$ MDA	Respons stres oksidatif seluler	Indikator biokimia stres awal

4	Abd El-Aal et al. (2024)	Salinitas + PGPR	↑ SOD, CAT, POD, ↓ MDA	Perlindungan oksidatif terpadu	Pemanfaatan mikroba fungsional
5	dos Santos et al. (2025)	NaCl + rutin	↓ ROS, ↓ TBARS, ↑ tiol protein	Antioksidan non-enzimatik	Biostimulan alami toleransi stres
6	Mansha et al. (2023)	Salinitas + patogen	↑ ROS, ↑ senyawa stres	Tekanan oksidatif ganda	Seleksi ketahanan kompleks
7	Febriana et al. (2024)	Salinitas bertingkat	↑ prolin (berbeda antar varietas)	Osmoregulasi spesifik varietas	Seleksi varietas adaptif
8	Ferrari et al. (2015)	Salinitas	↑ prolin, ↑ indikator stres oksidatif	Adaptasi biokimia terhadap salinitas	Rujukan dasar mekanisme stres

Sintesis hasil penelitian menunjukkan bahwa cekaman salinitas secara konsisten memicu perubahan signifikan pada parameter biokimia bawang (*Allium cepa* L.), terutama akumulasi osmolit, aktivitas enzim antioksidan, dan indikator stres oksidatif. Pada kondisi salinitas bertingkat, peningkatan kandungan fenolik total dan aktivitas enzim antioksidan dilaporkan berkisar 20–60%, disertai peningkatan malondialdehid (MDA) hingga 30–70%, yang mencerminkan terjadinya stres oksidatif pada jaringan tanaman (Patil et al., 2025). Pada tingkat salinitas tinggi (8–12 dS m⁻¹), akumulasi prolin meningkat signifikan, dengan kenaikan sebesar 2–4 kali lipat dibandingkan kontrol, bersamaan dengan peningkatan aktivitas superoksida dismutase (SOD) dan katalase (CAT) masing-masing sebesar 25–55% (Alam et al., 2023). Respon serupa juga dilaporkan pada perlakuan 0,15 M NaCl, di mana kandungan prolin dan aktivitas enzim antioksidan meningkat tajam, sementara MDA menunjukkan peningkatan hingga ±60%, mengindikasikan tingginya tekanan oksidatif pada sel (Çavuşoğlu & Çavuşoğlu, 2024). Sebaliknya, aplikasi PGPR dan rutin dilaporkan mampu menurunkan indikator stres oksidatif, seperti MDA dan TBARS, sebesar 20–45% dibandingkan perlakuan salinitas tanpa amelioran (dos Santos et al., 2025; Abd El-Aal et al., 2024).

Perubahan respon biokimia bawang pada kondisi salinitas berkaitan erat dengan upaya tanaman dalam mengatasi stres osmotik dan oksidatif. Akumulasi prolin berfungsi sebagai osmoprotektan yang membantu menjaga keseimbangan osmotik dan stabilitas protein, sebagaimana ditunjukkan oleh peningkatan prolin hingga beberapa kali lipat pada kondisi salin (Alam et al., 2023; Ferrari et al., 2015). Peningkatan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD, CAT, dan peroksidase (POD) mencerminkan aktivasi sistem pertahanan seluler untuk menetralkan spesies oksigen reaktif (ROS) yang berlebihan. Namun demikian, peningkatan MDA dan TBARS menunjukkan bahwa sistem antioksidan endogen belum sepenuhnya mampu menekan kerusakan membran pada kondisi salinitas tinggi. Patil et al. (2025) dan Çavuşoğlu dan Çavuşoğlu (2024) melaporkan bahwa peningkatan MDA sebesar >50% berkorelasi dengan penurunan stabilitas membran dan fungsi fisiologis tanaman. Sebaliknya, penurunan ROS dan TBARS pada perlakuan PGPR dan rutin menunjukkan bahwa intervensi eksternal dapat memperkuat sistem pertahanan antioksidan dan mengurangi kerusakan oksidatif secara signifikan (dos Santos et al., 2025; Abd El-Aal et al., 2024).

Secara teoretis, temuan ini menegaskan bahwa respon biokimia merupakan lapisan pertahanan penting yang menentukan tingkat toleransi bawang terhadap cekaman salinitas. Peningkatan osmolit, enzim antioksidan, dan senyawa fenolik mencerminkan aktivasi mekanisme adaptif untuk menjaga integritas sel dan fungsi metabolisme pada kondisi stres (Patil et al., 2025; Alam et al., 2023). Selain itu, variasi

akumulasi prolin antar varietas yang dilaporkan oleh Febriana et al. (2024) menunjukkan adanya kontrol genetik terhadap respon biokimia bawang terhadap salinitas. Secara praktis, parameter biokimia seperti kandungan prolin, aktivitas SOD dan CAT, serta tingkat MDA dapat dimanfaatkan sebagai marker seleksi dalam program pemuliaan bawang toleran salinitas. Penurunan indikator stres oksidatif sebesar 20–45% melalui aplikasi PGPR dan biostimulan alami menunjukkan potensi besar pendekatan ini dalam meningkatkan toleransi tanaman di lahan salin (dos Santos et al., 2025; Abd El-Aal et al., 2024). Dengan demikian, integrasi karakter biokimia dalam seleksi varietas dan strategi budidaya berpotensi meningkatkan efisiensi pengembangan bawang toleran salinitas.

Hasil sintesis ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa peningkatan osmolit dan aktivitas enzim antioksidan merupakan respon biokimia utama tanaman terhadap cekaman salinitas. Peningkatan prolin hingga beberapa kali lipat dan kenaikan MDA sebesar 30–70% yang dilaporkan dalam studi terbaru sejalan dengan temuan klasik mengenai peran stres oksidatif dalam menurunkan kinerja tanaman pada kondisi salin (Ferrari et al., 2015). Penelitian Alam et al. (2023) dan Patil et al. (2025) memperkuat temuan tersebut dengan data kuantitatif pada bawang. Namun demikian, penelitian mutakhir memberikan perspektif baru dengan menunjukkan bahwa dampak stres oksidatif dapat ditekan secara signifikan melalui pendekatan biologis dan penggunaan senyawa antioksidan alami. Temuan Abd El-Aal et al. (2024) serta dos Santos et al. (2025) menunjukkan bahwa sistem pertahanan biokimia bawang dapat dimodulasi secara efektif, sehingga kerusakan membran dan akumulasi ROS dapat ditekan mendekati kondisi non-salin. Dengan demikian, respon biokimia tidak hanya berperan sebagai indikator stres, tetapi juga sebagai target strategis dalam pengembangan teknologi budidaya dan pemuliaan bawang toleran salinitas.

KESIMPULAN

Kajian literatur ini menunjukkan bahwa cekaman salinitas memberikan dampak signifikan terhadap respon morfologi, fisiologi, dan biokimia bawang (*Allium cepa* L.). Secara morfologis, salinitas menyebabkan penurunan daya kecambah, pertumbuhan vegetatif, serta ukuran dan bobot umbi, yang terutama dipicu oleh stres osmotik dan gangguan ekspansi sel. Pada tingkat fisiologis, penurunan fotosintesis, kandungan klorofil, stabilitas membran, dan keseimbangan air mencerminkan terganggunya homeostasis internal tanaman akibat akumulasi ion dan keterbatasan penyerapan air. Respon biokimia ditandai oleh peningkatan osmolit, aktivasi enzim antioksidan, serta akumulasi indikator stres oksidatif, yang berfungsi sebagai mekanisme adaptif sekaligus indikator tingkat stres. Kajian ini menegaskan bahwa integrasi ketiga tingkat respon tersebut penting untuk memahami toleransi salinitas secara komprehensif. Parameter morfologi, fisiologi, dan biokimia yang konsisten dapat dimanfaatkan sebagai kriteria seleksi dalam pemuliaan bawang toleran salinitas. Selain itu, pendekatan amelioratif berbasis mikroba dan biostimulan alami terbukti berpotensi meningkatkan toleransi tanaman. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan respon-respon ini dengan pendekatan molekuler guna memperkuat dasar pengembangan varietas bawang adaptif terhadap lahan salin.

DAFTAR PUSTAKA

Abd El-Aal, M. S., Farag, H. R. M., Abd Elbar, O. H., Zayed, M. S., Khalifa, G. S., & Abdellatif, Y. M. R. (2024). Synergistic effect of *Pseudomonas putida* and endomycorrhizal inoculation on the

- physiological response of onion (*Allium cepa* L.) to saline conditions. *Scientific Reports*, 14, 21373. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-71165-0>
- Alam, M. A., Rahman, M. A., Rahman, M. M., Hasan, M. M., Naher, S., Fahim, A. H. F., & Hossain, A. (2023). Performance valuation of onion (*Allium cepa* L.) genotypes under different levels of salinity for the development of cultivars suitable for saline regions. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1154051. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1154051>
- Bose, C., Das, P. K., Roylawar, P., Rupawate, P., Khandagale, K., Nanda, S., & Gawande, S. (2025). Identification and analysis of the GATA gene family in onion (*Allium cepa* L.) in response to chromium and salt stress. *BMC Genomics*, 26, 201. <https://doi.org/10.1186/s12864-025-11251-3>
- Çavuşoğlu, D. (2020). The effects of green tea leaf extract on cytogenetical and physiological parameters of *Allium cepa* L. exposed to salinity. *Sakarya University Journal of Science*, 24(2), 338–346. <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.541835>
- Çavuşoğlu, K., Cadıl, S., & Çavuşoğlu, D. (2017). Role of potassium nitrate (KNO₃) in alleviation of detrimental effects of salt stress on some physiological and cytogenetical parameters in *Allium cepa* L. *Cytologia*, 82(3), 279–286. <https://doi.org/10.1508/cytologia.82.279>
- Çavuşoğlu, K., Doğu, F., & Çavuşoğlu, D. (2019). Effects of sodium hypochlorite on some physiological and cytogenetical parameters in *Allium cepa* L. exposed to salt stress. *Bangladesh Journal of Botany*, 48(2), 223–229.
- Çavuşoğlu, K., & Çavuşoğlu, D. (2024). Exogenous application of mycotoxin fusaric acid improves the morphological, cytogenetic, biochemical, and anatomical parameters in salt (NaCl) stressed *Allium cepa* L. *Scientific Reports*, 14, 6962. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57762-z>
- da Silva, J. E. S. B., de Paiva, E. P., Leite, M. de S., Torres, S. B., de Souza Neta, M. L., & Guirra, K. S. (2019). Salicylic acid in the physiological priming of onion seeds subjected to water and salt stresses. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 23(12), 919–924. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n12p919-924>
- dos Santos, C. A. L., Damasceno, U. S. H., Barros, L. M., Lacerda, S. R., Kamdem, J. P., Duarte, A. E., Ali, A., Ibrahim, M., El-Sherbeeney, A. M., & Abukhadra, M. R. (2025). Molecular analysis of the emergence of *Allium cepa* L. seeds response to saline stress and treatment with essential oil of *Cordia verbenacea*. *Scientific Reports*, 15, 24389. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94973-4>
- dos Santos, C. A. L., Monteiro, A. A. A., da Silva, P. A. G., Kamdem, J. P., Duarte, A. E., Almutairi, M. M., Ali, A., Anwar, S., & Ibrahim, M. (2025). Protective capacity of rutin against oxidative damage induced by saline stress in the roots of the model organism *Allium cepa*. *Scientific Reports*, 15, 24447. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-04235-6>
- Febriana, A., Jayaputra, Kisman, & Dewi, S. M. (2024). Respon pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.) varietas Biru Lancor terhadap cekaman salinitas. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 3(2), 121–126. <https://doi.org/10.29303/jima.v3i2.5193>
- Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24(4), 230–235. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329>
- Gökçe, Z. N. Ö., Gökçe, A. F., Junaid, M. D., & Chaudhry, U. K. (2022). Morphological, physiological, and biochemical responses of onion (*Allium cepa* L.) breeding lines to single and combined salt and drought stresses. *Euphytica*, 218, 29. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-02980-7>
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26(2), 91–108.

- <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: Secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine*, 5(3), 101–117.
- Hanci, F., & Cebeci, E. (2015). Comparison of salinity and drought stress effects on some morphological and physiological parameters in onion (*Allium cepa* L.) during early growth phase. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(6), 1204–1210.
- Koca, H., Bor, M., Özdemir, F., & Türkan, İ. (2007). The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes, and proline content of sesame cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 60(3), 344–351. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2006.12.005>
- Kumar, A., Kumari, P., & Sharma, S. (2020). Physiological and biochemical responses of onion (*Allium cepa* L.) under salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 272, 109562. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109562>
- Kurniawan, A., Karyawati, A. S., Rahayu, A. P., & Maghfoer, M. D. (2025). Enhancing shallot (*Allium cepa* L.) resilience to salt stress levels through the application of plant growth-promoting rhizobacteria and goat manure. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 9(4), 1506–1512. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v9i4.19>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Mansha, M. Z., Aatif, H. M., Ikram, K., Hanif, C. M. S., Sattar, A., Iqbal, R., & Ibrahim, M. F. M. (2023). Impact of various salinity levels and *Fusarium oxysporum* as stress factors on the morpho-physiological and yield attributes of onion. *Horticulturae*, 9(7), 786. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9070786>
- Patil, M. B., Pawar, A. R., Patil, S. S., Mahadule, P. A., Gade, K. A., Pandit, T. R., Arunachalam, T., & Mahajan, V. B. (2025). Salinity stress induced changes in onion genotypes: Biochemical and physiological traits, ion homeostasis, and bulb formation. *BMC Plant Biology*. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-07846-3>
- Romo-Pérez, M. L., Weinert, C. H., Egert, B., Kulling, S. E., & Zörb, C. (2024). The tale of two ions Na⁺ and Cl⁻: Unraveling onion plant responses to varying salt treatments. *BMC Plant Biology*, 24, 1022. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05719-9>
- Solouki, A., Berna-Sicilia, J. A., Martinez-Alonso, A., Ortiz-Delvasto, N., Bárzana, G., & Carvajal, M. (2023). Onion plants (*Allium cepa* L.) react differently to salinity levels according to the regulation of aquaporins. *Heliyon*, 9, e13815. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13815>
- Vojnović, Đ., Maksimović, I., Tepić Horecki, A., Karadžić Banjac, M., Kovačević, S., Daničić, T., Podunavac-Kuzmanović, S., & Ilin, Ž. (2023). Onion (*Allium cepa* L.) yield and quality depending on biostimulants and nitrogen fertilization—A chemometric perspective. *Processes*, 11(3), 684. <https://doi.org/10.3390/pr11030684>
- Willig, C., & Stainton-Rogers, W. (Eds.). (2008). *The SAGE handbook of qualitative research in psychology*. SAGE Publications.