



Efek *Seed Priming* KNO₃ terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Awal Benih Padi Varietas IR 64 pada Beberapa Tingkat Salinitas

Puji Ramadhani^{1*}, Annisa Mardhatillah¹, Violita Violita¹

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia

*Corresponding author E-mail: ramadhanipuji556@gmail.com

DOI : <https://doi.org/10.30605/hcqyq463>

Accepted : 10 April 2026 Approved : 28 April 2026 Published : 29 April 2026

Abstract

Salinity is one of the major limiting factors in rice cultivation, negatively affecting seed germination and early plant growth. One approach that can be taken to improve seed tolerance under saline conditions is seed priming. This study aims to examine the effect of potassium nitrate (KNO₃) seed priming on the germination and early growth of IR 64 rice seeds at various salinity levels. This study was an experiment designed using a completely randomized design with a single treatment factor, namely NaCl salinity levels (0, 50, 100, and 150 mM), in which all seeds were treated with 1% KNO₃ seed priming prior to stress application. Each treatment was replicated four times. The observed parameters included germination percentage, root length, shoot length, seedling length, and seed vigor index. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's multiple range test at a 5% significance level. The results showed that KNO₃ seed priming was able to maintain the germination percentage of IR 64 seeds at all salinity levels, with values that were not statistically significantly different. However, increasing NaCl concentrations had a significant negative effect on the morphological growth of seedlings, as indicated by a decrease in root length, shoot length, seedling length, and seed vigor index. The treatment without salinity produced the best early growth, while high salinity significantly inhibited seedling growth. Based on these results, it can be concluded that KNO₃ seed priming plays an effective role in maintaining the viability of IR 64 rice seeds under saline conditions, but it is not yet fully capable of overcoming the negative effects of salinity on early plant growth.

Keywords: *Seed priming, KNO₃, salinity, IR 64 rice, germination*

PENDAHULUAN

Salinitas tanah merupakan salah satu permasalahan utama dalam pertanian global yang secara signifikan membatasi pertumbuhan dan produktivitas tanaman, termasuk padi (*Oryza sativa* L.) (Coca *et al.*, 2023). Peningkatan salinitas umumnya terjadi pada lahan pesisir, lahan pasang surut, serta daerah irigasi dengan drainase yang kurang baik, yang menyebabkan akumulasi garam terlarut di dalam tanah. Kondisi ini memicu stres osmotik, ketidakseimbangan ionik, serta toksisitas ion, terutama akibat tingginya konsentrasi ion natrium (Na^+) dan klorida (Cl^-), yang pada akhirnya mengganggu fungsi fisiologis tanaman (Munns & Tester, 2008).

Pada tanaman padi, dampak cekaman salinitas paling nyata terjadi pada fase awal pertumbuhan. Fase perkecambahan dan pembentukan kecambah merupakan tahap kritis yang sangat menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman selanjutnya. Pada kondisi salin, proses imbibisi air oleh benih menjadi terhambat, aktivitas enzim hidrolitik menurun, serta mobilisasi cadangan makanan tidak berlangsung optimal. Selain itu, cekaman salinitas meningkatkan pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang dapat merusak membran sel, protein, dan struktur seluler lainnya. Akibatnya, persentase perkecambahan menurun, kecepatan tumbuh terhambat, dan vigor kecambah menjadi rendah (Guan *et al.*, 2024; Theerakulpisut *et al.*, 2017).

Respons tanaman padi terhadap salinitas sangat bergantung pada faktor genetik, sehingga setiap varietas menunjukkan tingkat toleransi yang berbeda. Dalam kajian fisiologi stres, varietas padi umumnya diklasifikasikan menjadi toleran, moderat, dan sensitif terhadap salinitas. Salah satu varietas yang banyak digunakan dalam penelitian cekaman salinitas adalah varietas IR 64, yang dikenal luas sebagai varietas unggul berdaya hasil tinggi pada kondisi normal, namun memiliki toleransi yang relatif rendah terhadap salinitas. Karena sifat tersebut, IR 64 sering digunakan sebagai varietas indikator atau kontrol sensitif dalam penelitian salinitas untuk mengamati perubahan fisiologis dan pertumbuhan tanaman secara jelas dan terukur (Purwestri *et al.*, 2023; Yadav *et al.*, 2022).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa varietas IR 64 mengalami penurunan daya berkecambah, pemanjangan akar dan tunas,

serta gangguan keseimbangan ionik ketika terpapar salinitas, bahkan pada tingkat cekaman yang relatif moderat (Pharmawati & Wijaya, 2019). Respons yang sensitif namun konsisten ini menjadikan IR 64 sebagai varietas yang tepat untuk mengevaluasi efektivitas perlakuan yang ditujukan untuk meningkatkan toleransi terhadap cekaman salinitas, khususnya pada fase perkecambahan dan pertumbuhan awal tanaman.

Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan untuk meningkatkan ketahanan benih terhadap cekaman salinitas pada fase awal pertumbuhan adalah *seed priming*. *Seed priming* merupakan perlakuan pra-tanam yang melibatkan perendaman benih dalam larutan tertentu untuk menginisiasi aktivitas metabolik awal tanpa memicu perkecambahan sempurna. Perlakuan ini bertujuan untuk mempercepat kesiapan fisiologis benih, sehingga benih mampu berkecambah lebih cepat, seragam, dan memiliki vigor yang lebih baik ketika ditanam pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan (Janata *et al.*, 2024; Rhaman *et al.*, 2020; Talavera-Mateo *et al.*, 2023).

Di antara berbagai bahan priming, kalium nitrat (KNO_3) merupakan salah satu agen yang banyak dilaporkan efektif dalam meningkatkan performa perkecambahan padi pada kondisi cekaman. KNO_3 termasuk dalam metode *osmo-priming*, yang bekerja dengan mengatur imbibisi air secara terkendali serta mengaktifkan metabolisme benih secara bertahap (Rathinavel *et al.*, 2020). Senyawa ini menyediakan ion kalium (K^+) yang berperan penting dalam pengaturan potensial osmotik dan keseimbangan ionik sel, serta ion nitrat (NO_3^-) yang berfungsi sebagai sumber nitrogen awal untuk mendukung sintesis protein, pembentukan enzim, dan aktivasi jalur metabolisme selama perkecambahan (MacDonald & Mohan, 2025).

Selain itu, perlakuan *seed priming* dengan KNO_3 dilaporkan mampu meningkatkan aktivitas sistem antioksidan benih, terutama enzim *superoxide dismutase* (SOD) dan *catalase* (CAT). Aktivasi enzim-enzim tersebut berperan dalam menekan akumulasi ROS selama cekaman salinitas, sehingga membantu menjaga stabilitas membran sel dan meningkatkan vigor kecambah pada fase awal pertumbuhan (Ali *et al.*, 2021; Rehman *et al.*, 2024).

Meskipun varietas IR 64 telah banyak digunakan sebagai varietas sensitif dalam studi cekaman salinitas, kajian yang secara khusus mengevaluasi pengaruh *seed priming* KNO₃ terhadap perkecambahan dan pertumbuhan awal benih padi varietas IR 64 pada beberapa tingkat salinitas masih perlu dilakukan secara terintegrasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efek *seed priming* KNO₃ dalam meningkatkan kemampuan perkecambahan dan pertumbuhan awal benih padi IR 64 pada kondisi salinitas yang berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah yang kuat bagi pengembangan strategi sederhana dan aplikatif untuk meningkatkan keberhasilan budidaya padi pada lahan terdampak salinitas.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilaksanakan pada bulan Oktober hingga November 2025 di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih padi varietas IR 64, kalium nitrat (KNO₃) sebagai agen *seed priming*, natrium klorida (NaCl) sebagai sumber cekaman salinitas, natrium hipoklorit (NaClO) 2,5% untuk sterilisasi permukaan benih, aquades, serta kertas merang sebagai media perkecambahan. Alat yang digunakan antara lain cawan petri, gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, timbangan analitik, penggaris, dan alat tulis.

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan, yaitu tingkat salinitas NaCl. Perlakuan salinitas terdiri atas empat taraf, yaitu 0 mM, 50 mM, 100 mM, dan 150 mM NaCl. Seluruh benih pada setiap taraf salinitas diberi perlakuan *seed priming* menggunakan larutan KNO₃ dengan konsentrasi 1% sebelum proses perkecambahan. Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali, dengan masing-masing unit percobaan terdiri atas 25 butir benih.

Sebelum perlakuan *priming*, benih disterilisasi permukaannya menggunakan larutan NaClO 2,5% selama 15 menit, kemudian dibilas dengan aquades steril. Selanjutnya, benih direndam dalam larutan *priming* KNO₃ 1% perbandingan 1:5 (b/v) selama 24 jam, kemudian dibilas kembali

dengan aquades dan rehidrasi selama 20 jam. Benih yang telah *priming* kemudian dikecambahkan pada cawan petri yang dialasi kertas merang dan dibasahi dengan larutan NaCl sesuai taraf perlakuan. Perlakuan salinitas diberikan setiap 72 jam sekali selama tujuh hari pengamatan.

Parameter yang diamati meliputi persentase perkecambahan, panjang akar, panjang tajuk, panjang kecambah, dan indeks vigor benih. Persentase perkecambahan ditentukan berdasarkan jumlah benih yang berkecambah hingga hari ke-7 pengamatan. Benih yang dianggap berkecambah jika plumula atau radikula memiliki panjang 2 mm lebih. Pengukuran panjang akar dan panjang tajuk dilakukan pada hari ke-7 menggunakan penggaris, sedangkan panjang kecambah ditentukan sebagai hasil penjumlahan panjang akar dan panjang tajuk. Indeks vigor benih dihitung menggunakan rumus Abdul-Baki dan Anderson (1973), yaitu persentase perkecambahan dikali panjang rata-rata kecambah.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) untuk mengetahui pengaruh tingkat salinitas terhadap perkecambahan dan pertumbuhan awal benih padi varietas IR 64 yang telah *priming* dengan KNO₃ 1%. Apabila hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan, maka analisis dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *seed priming* menggunakan KNO₃ mampu mempertahankan viabilitas benih padi varietas IR 64 pada berbagai tingkat cekaman salinitas, namun peningkatan konsentrasi NaCl tetap memberikan dampak negatif yang nyata terhadap pertumbuhan awal kecambah. Persentase perkecambahan benih pada seluruh taraf salinitas, mulai dari 0 hingga 150 mM NaCl, berada pada kisaran yang sangat tinggi dan tidak berbeda nyata secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan *seed priming* KNO₃ efektif dalam menjaga kemampuan benih untuk berkecambah, bahkan pada kondisi cekaman salinitas yang relatif tinggi. Keberhasilan perkecambahan ini menunjukkan bahwa fase imbibisi air dan

aktivasi metabolisme awal benih masih dapat berlangsung dengan baik, meskipun terjadi penurunan potensial osmotik media akibat keberadaan ion Na^+ .

Meskipun persentase perkecambahan relatif stabil, pertumbuhan morfologis kecambah menunjukkan respons yang lebih sensitif terhadap peningkatan salinitas. Peningkatan konsentrasi NaCl secara konsisten menurunkan panjang akar, panjang tajuk, dan panjang kecambah. Pada perlakuan tanpa salinitas (0 mM NaCl), pertumbuhan akar dan tajuk mencapai nilai tertinggi, sedangkan pada konsentrasi salinitas yang lebih tinggi terjadi penurunan yang nyata. Penurunan panjang akar mengindikasikan bahwa sistem perakaran merupakan organ yang paling awal dan paling sensitif terhadap cekaman salinitas. Akumulasi ion Na^+ di daerah perakaran menyebabkan gangguan keseimbangan ionik, khususnya rasio K^+/Na^+ , serta menurunkan tekanan turgor sel, sehingga menghambat pemanjangan sel akar (Taratima *et al.*, 2022).

Dampak salinitas juga tercermin pada penurunan panjang tajuk dan panjang kecambah secara keseluruhan. Terhambatnya pertumbuhan tajuk berkaitan dengan menurunnya transpor air dan hara dari akar ke bagian atas tanaman, serta gangguan aktivitas pembelahan dan pemanjangan sel pada jaringan meristem (Hakim *et al.*, 2010). Meskipun KNO_3 menyediakan ion nitrat (NO_3^-) sebagai sumber nitrogen awal yang mendukung sintesis protein dan enzim, tekanan osmotik dan toksisitas ion Na^+ tetap membatasi pemanfaatan sumber daya tersebut untuk pertumbuhan optimal pada tingkat salinitas yang tinggi. Dengan demikian, priming KNO_3 berperan dalam mempertahankan proses awal perkecambahan, tetapi tidak sepenuhnya mampu meniadakan dampak fisiologis negatif salinitas terhadap pertumbuhan kecambah.

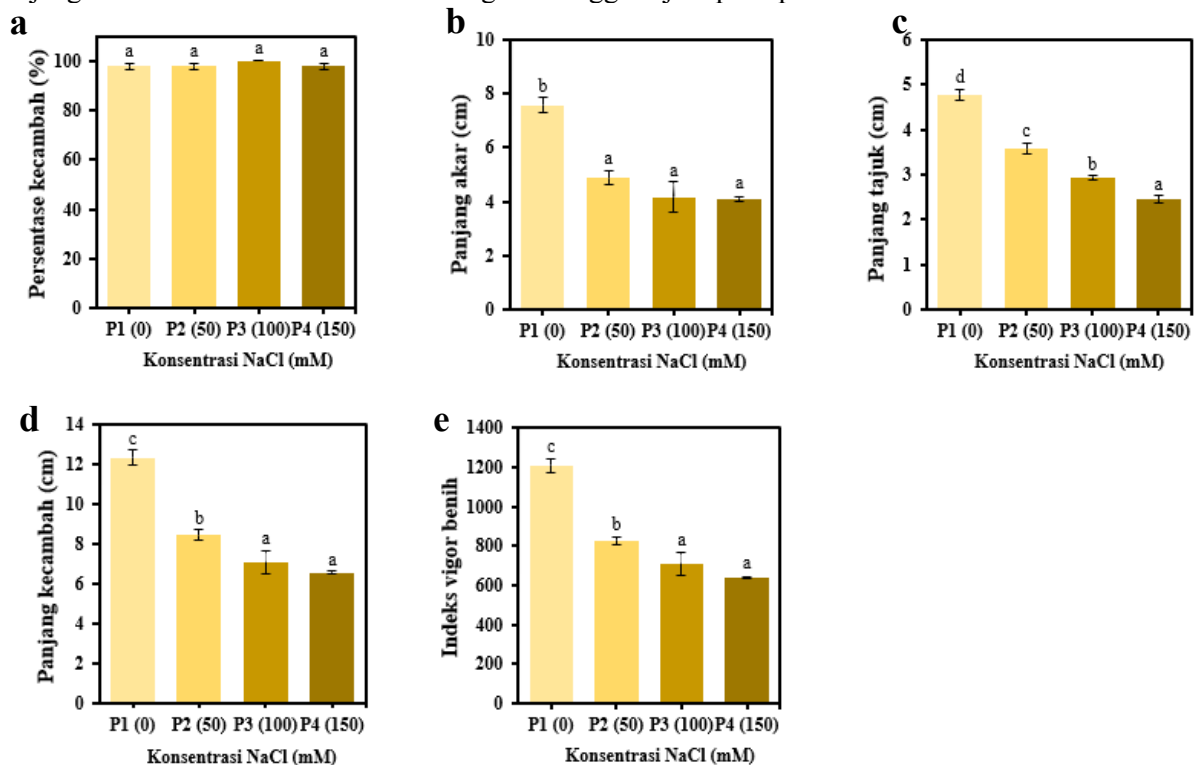
Penurunan pertumbuhan morfologis ini selaras dengan nilai indeks vigor benih yang menunjukkan kecenderungan menurun seiring dengan meningkatnya tingkat salinitas. Indeks vigor tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa salinitas dan menurun secara signifikan pada perlakuan salinitas yang lebih tinggi. Indeks vigor mencerminkan kemampuan benih untuk tumbuh cepat dan menghasilkan kecambah yang kuat, sehingga penurunan nilai indeks vigor menunjukkan bahwa cekaman salinitas menekan performa fisiologis benih setelah proses perkecambahan berlangsung. Meskipun benih tetap mampu berkecambah, kecambah yang dihasilkan pada kondisi salinitas tinggi memiliki pertumbuhan yang lebih lambat dan struktur yang lebih lemah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa varietas IR 64 menunjukkan respons yang sensitif namun konsisten terhadap cekaman salinitas pada fase perkecambahan dan pertumbuhan awal. *Seed priming* KNO_3 terbukti efektif dalam mempertahankan persentase perkecambahan pada berbagai tingkat salinitas, namun peningkatan salinitas tetap memberikan pengaruh negatif yang nyata terhadap pertumbuhan akar, tajuk, panjang kecambah, dan indeks vigor benih (Tabel 1 dan Gambar 1). Temuan ini konsisten dengan bukti literatur bahwa salinitas adalah stres abiotik yang kuat yang mempengaruhi pertumbuhan vegetatif awal tanaman padi secara signifikan melalui mekanisme osmotik dan ion toksisitas yang menghambat pemanjangan sel dan keberlanjutan fisiologis normal selama tahap awal pertumbuhan (Sackey *et al.*, 2025). Oleh karena itu, penggunaan varietas IR 64 sebagai varietas indikator dalam penelitian ini tepat untuk mengevaluasi efektivitas perlakuan priming pada kondisi cekaman salinitas, khususnya pada fase awal pertumbuhan tanaman.

Tabel 1. Data hasil analisis statistik parameter pengamatan

Perlakuan	Persentase kecambah (%)	Panjang akar (cm)	Panjang tajuk (cm)	Panjang kecambah (cm)	Indeks vigor benih
P1 (0 mM)	98 ^a	7,5675 ^b	4,7675 ^d	12,3350 ^c	1208,4100 ^c
P2 (50 mM)	98 ^a	4,8800 ^a	3,5725 ^c	8,4525 ^b	827,4600 ^b
P3 (100 mM)	100 ^a	4,1775 ^a	2,9325 ^b	7,1100 ^a	711,0000 ^a
P4 (150 mM)	98 ^a	4,1075 ^a	2,4400 ^a	6,5475 ^a	641,4200 ^a

Berdasarkan data table 1 dapat disimpulkan bahwa panjang akar maksimal, panjang tajuk maksimal, panjang kecambah maksimal dan index vigor tertinggi terjadi pada perlakuan ke 1.



Gambar 1. Pengaruh *seed priming* KNO₃ 1% terhadap (a) persentase perkecambahan, (b) panjang akar, (c) panjang tajuk, (d) panjang kecambah, dan (e) indeks vigor benih padi varietas IR 64 pada beberapa tingkat salinitas NaCl.

SIMPULAN DAN SARAN

Seed priming menggunakan KNO₃ 1% terbukti efektif dalam mempertahankan persentase perkecambahan benih padi varietas IR 64 pada berbagai tingkat salinitas hingga 150 mM NaCl. Namun, peningkatan salinitas memberikan pengaruh negatif yang nyata terhadap pertumbuhan awal kecambah, yang tercermin dari penurunan panjang akar, panjang tajuk, panjang kecambah, dan indeks vigor benih. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun *seed priming* KNO₃ mampu menjaga viabilitas benih pada kondisi salin, perlakuan tersebut belum sepenuhnya mampu menekan dampak fisiologis cekaman salinitas terhadap pertumbuhan awal tanaman. Varietas IR 64 menunjukkan respons yang sensitif namun konsisten terhadap salinitas, sehingga sesuai digunakan sebagai varietas indikator dalam penelitian cekaman garam pada fase awal pertumbuhan.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar penelitian selanjutnya mengevaluasi berbagai konsentrasi KNO₃ atau

mengombinasikan *seed priming* dengan agen lain yang berpotensi meningkatkan toleransi terhadap salinitas, serta menguji respons tanaman pada fase pertumbuhan selanjutnya hingga tahap vegetatif atau generatif. Selain itu, penggunaan varietas padi dengan tingkat toleransi salinitas yang berbeda perlu dilakukan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas *seed priming* dalam meningkatkan ketahanan tanaman padi pada lahan terdampak salinitas.

Berdasarkan data penelitian ini tingkat kematian kecambah cukup rendah yaitu maksimal 2% saja, sehingga dapat dipastikan semua konsentrasi cukup bagus diterapkan untuk pencegahan kematian kecambah.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdul-Baki, A. A., & Anderson, J. D. (1973). Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*, 13(6), 630-633.
- Ali, L. G., Nulit, R., Ibrahim, M. H., & Yien, C. Y. S. (2021). Efficacy of KNO₃, SiO₂ and SA priming for improving emergence,

- seedling growth and antioxidant enzymes of rice (*Oryza sativa*), under drought. *Scientific reports*, 11(1), 3864.
- Coca, L. I. R., García González, M. T., Gil Unday, Z., Jiménez Hernández, J., Rodríguez Jáuregui, M. M., & Fernández Cancio, Y. (2023). Effects of sodium salinity on rice (*Oryza sativa* L.) cultivation: A review. *Sustainability*, 15(3), 1804.
- Guan, R. X., Guo, X. Y., Qu, Y., Zhang, Z. W., Bao, L. G., Ye, R. Y., Chang, R. Z., & Qiu, L. J. (2024). Salt tolerance in soybeans: Focus on screening methods and genetics. *Plants*, 13(1), 97.
- Hakim, M. A., Juraimi, A. S., Begum, M., Hanafi, M. M., Ismail, M. R., & Selamat, A. (2010). Effect of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *African journal of biotechnology*, 9(13), 1911-1918.
- Janata, B. S., Grover, S., Ram, H., & Baath, G. S. (2024). Seed priming: Molecular and physiological mechanisms underlying biotic and abiotic stress tolerance. *Agronomy*, 14(12), 2901.
- MacDonald, M. T., & Mohan, V. R. (2025). Chemical seed priming: Molecules and mechanisms for enhancing plant germination, growth, and stress tolerance. *Current Issues in Molecular Biology*, 47(3), 177.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59(1), 651-681.
- Pharmawati, M., & Wijaya, I. M. A. S. (2019). Changes in growth, biochemical components and antioxidant genes expression in rice seedling (*Oryza sativa* L.) cultivar 'IR 64' under salt stress. *Indian Journal of Agricultural Research*, 53(4), 478-482.
- Purwestri, Y. A., Nurbaiti, S., Putri, S. P. M., Wahyuni, I. M., Yulyani, S. R., Sebastian, A., Nuringtyas, T. R., & Yamaguchi, N. (2023). Seed halopriming: A promising strategy to induce salt tolerance in Indonesian pigmented rice. *Plants*, 12(15), 2879.
- Rathinavel, K., Priyadarshini, C., & Kavitha, H. (2020). Effect of potassium nitrate (KNO₃) osmopriming on seed germination and seedling vigour in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *International Journal of Agriculture, Environment and Research (IJAER)*, 6(4), 694-702.
- Rhaman, M. S., Imran, S., Rauf, F., Khatun, M., Baskin, C. C., Murata, Y., & Hasanuzzaman, M. (2020). Seed priming with phytohormones: An effective approach for the mitigation of abiotic stress. *Plants*, 10(1), 37.
- Rehman, M. M. U., Liu, J., Nijabat, A., Alsudays, I. M., Saleh, M. A., Alamer, K. H., Attia, H., Ziaf, K., Zaman, Q. U., & Amjad, M. (2024). Seed priming with potassium nitrate alleviates the high temperature stress by modulating growth and antioxidant potential in carrot seeds and seedlings. *BMC Plant Biology*, 24(606).
- Sackey, O. K., Feng, N., Mohammed, Y. Z., Dzou, C. F., Zheng, D., Zhao, L., & Shen, X. (2025). A comprehensive review on rice responses and tolerance to salt stress. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1561280.
- Talavera-Mateo, L., García, A., & Santamaría, M. E. (2023). A comprehensive meta-analysis reveals the key variables and scope of seed defense priming. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1208449.
- Taratima, W., Chomarsa, T., & Maneerattanarungroj, P. (2022). Salinity stress response of rice (*Oryza sativa* L. cv. Luem Pua) calli and seedlings. *Scientifica*, 2022(1), 5616683.
- Theerakulpisut, P., Kanawapee, N., & Panwong, B. (2017). Seed priming alleviated salt stress effects on rice seedlings by improving Na⁺/K⁺ balance and maintaining membrane integrity. *Plant Biology*, 7(1), 39-46.
- Yadav, C., Bahuguna, R. N., Dhankher, O. P., Singla-Pareek, S. L., & Pareek, A. (2022). Physiological and molecular signatures reveal differential response of rice genotypes to drought and drought combination with heat and salinity stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 28(4), 899-910.