

Growth Characteristics of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) under Various Salinity Levels and Altitudes

Karakter Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Beberapa Taraf Garam Dapur dan Ketinggian Tempat

Luluk Hidayanti Utami^{1*}, Sri Devi Octavia¹

¹Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi

Email: hidautami@unsrat.ac.id

ABSTRACT

The experiment aimed to determine the growth and relationship between mungbean growth parameters in various levels of table salt at different altitudes. The experiment was conducted in Palembang (178 masl), Wonogiri (245 masl), and Banjarnegara (285 masl) from April to May 2021. The design used was a nested plot design. Three levels of table salt were nested at three different altitudes. There were nine experimental plots replicated three times. The levels of table salt consisted of G0 (control), G1 (2 grams), and G2 (4 grams). The application of 100 ml of salt solution was carried out every three days, starting seven days after planting. The observed variables included growth parameters, namely plant height, root length, number of leaves and leaf colour, while environmental parameters included temperature, air humidity and light intensity. The results show that there is an effect on the growth of mungbean by providing several levels of table salt at different altitudes. The provision of 4 grams of table salt reduced the growth of mungbean plants at 178 masl and 245 masl.

Keywords: *altitude, mungbean, table salt*

ABSTRAK

Percobaan ini bertujuan mengetahui pertumbuhan serta hubungan antar parameter pertumbuhan kacang hijau pada beberapa taraf garam dapur dalam ketinggian tempat berbeda. Percobaan dilakukan di Palembang (178 mdpl), Wonogiri (245 mdpl) dan Banjarnegara (285 mdpl) pada bulan April sampai Mei 2021. Rancangan yang digunakan adalah rancangan petak tersarang (*nested design*). Tiga taraf garam dapur tersarang pada tiga ketinggian tempat yang berbeda. Terdapat sembilan plot percobaan yang diulang tiga kali. Taraf garam dapur terdiri dari G0 (kontrol), G1 (2 gram) dan G2 (4 gram). Pemberian larutan garam per 100 ml dilakukan setiap tiga hari sekali dimulai pada umur tujuh hari setelah tanam. Variabel yang diamati meliputi parameter pertumbuhan yaitu tinggi tanaman, panjang akar, jumlah daun dan warna daun sedangkan parameter lingkungannya meliputi suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya. Hasil menunjukkan terdapat pengaruh pertumbuhan kacang hijau dengan pemberian beberapa taraf garam dapur pada ketinggian tempat berbeda. Pemberian taraf gram dapur 4 gram menurunkan pertumbuhan tanaman kacang hijau pada ketinggian 178 mdpl dan 245 mdpl.

Kata Kunci: garam dapur, kacang hijau, ketinggian tempat

PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) adalah sumber protein nabati yang menempati urutan ketiga setelah kedelai dan kacang tanah. Kandungan protein kacang hijau sekitar 22% menjadikannya komponen penting sebagai bahan diet nabati. Kandungan proteinnya dapat mengatasi masalah perut kembung dibandingkan dengan jenis kacang-kacangan lainnya. Oleh karena itu banyak konsumen yang menyukainya (Desai et al., 2020). Kacang hijau memiliki karakteristik berumur genjah (55-65 hari), tahan kekeringan, variasi jenis penyakit relatif sedikit, dan harga jual relatif tinggi serta stabil. Menurut Fitriani & Taryono (2022) produksi kacang hijau di tingkat nasional masih bersifat dinamis dengan fokus pemerintah pada peningkatan mutu untuk ekspor dan optimalisasi sentra produksi seperti Jawa Tengah. Berbagai faktor yang menyebabkan penurunan produksi kacang hijau, antara lain kesuburan tanah rendah, alih fungsi lahan, faktor iklim tidak mendukung, dan praktik budidaya yang tidak tepat.

Salinitas merupakan salah satu faktor penghambat pertumbuhan tanaman. Kacang hijau termasuk tanaman yang peka terhadap kadar garam dalam tanah atau salinitas. Salinitas menimbulkan masalah bagi tanaman melalui tiga cara: 1) cekaman kekeringan karena meningkatnya tekanan osmotik air, 2) keracunan ion Cl^- dan Na^+ karena konsentrasi yang berlebihan, dan 3) ketidakseimbangan unsur hara akibat penghambatan penyerapan hara, serta kombinasi dari faktor-faktor tersebut (Ferreira et al., 2024). Intensifikasi pemberian pupuk kimia terhadap tanaman budidaya, pestisida yang berlebihan dan kurang efektifnya manajemen irigasi membuat tanah mengalami salinisasi (Shahid, 2013). NaCl merupakan salah satu garam terlarut dalam tanah yang merupakan unsur penting untuk pertumbuhan tanaman, akan tetapi kelebihan garam dalam tanah dapat mempengaruhi pola pertumbuhan (Zörb et al., 2019). Salinitas lahan yang tinggi menyebabkan menurunnya tingkat kesesuaian lahan bagi komoditas pertanian. Salinitas menyebabkan tanaman mengalami nekrosis dan klorosis, serta berakibat menurunkan bahan kering dan hasil (Sehrawat et al., 2015).

Ketinggian tempat (elevasi) mempengaruhi proses pertumbuhan suatu tanaman budidaya (Rahman et al., 2020). Tinggi tempat berpengaruh terhadap temperatur udara dan intensitas cahaya. Temperatur dan intensitas cahaya akan semakin kecil dengan semakin tingginya tempat tumbuh. Berkurangnya temperatur dan intensitas cahaya dapat menghambat pertumbuhan karena proses fotosintesis terganggu (Liu et al., 2020). Daerah yang memiliki elevasi tinggi jumlah konsentrasi CO_2 relatif lebih kecil jika dibandingkan pada daerah yang lebih rendah. Hal ini menyebabkan laju fotosintesis menjadi terhambat (Driesen et al., 2020). Penelitian terhadap pengaruh taraf garam dapur dalam ketinggian tempat berbeda masih sangat terbatas. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pertumbuhan kacang hijau pada pemberian beberapa taraf garam dapur dalam ketinggian tempat berbeda.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yang dilaksanakan pada bulan April-Mei 2021 di tiga lokasi yang berbeda yaitu Palembang (178 mdpl), Wonogiri (245 mdpl) dan Banjarnegara (285 mdpl). Alat yang digunakan ialah botol, suntikan, kertas label, penggaris, alat tulis dan *smartphone* (luxmeter, termometer, *color* meter dan higrometer). Adapun bahan yang digunakan yaitu benih kacang hijau, tanah, pupuk kandang, polibag (15 cm x 15 cm), air dan garam dapur.

Metode yang digunakan adalah rancangan tersarang (*nested design*). Faktor pertama yaitu ketinggian tempat berupa K1: 178 mdpl (Palembang), K2: 245 mdpl (Wonogiri) dan K3: 285 mdpl (Banjarnegara). Faktor kedua yaitu taraf garam dapur yang digunakan G0: 0 gram; G1: 2 gram dan G3: 4 gram. Faktor kedua tersarang pada faktor kesatu dengan tiga ulangan dan disusun secara berurutan. Terdapat 27 total tanaman yang diamati.

Perlakuan garam dapur dilakukan setiap tiga hari sekali dengan cara melarutkan masing-masing taraf garam dapur ke dalam satu liter air, kemudian dituangkan sebanyak 100 ml per polibag. Pengamatan dilakukan pada pertumbuhan tanaman dengan mengamati

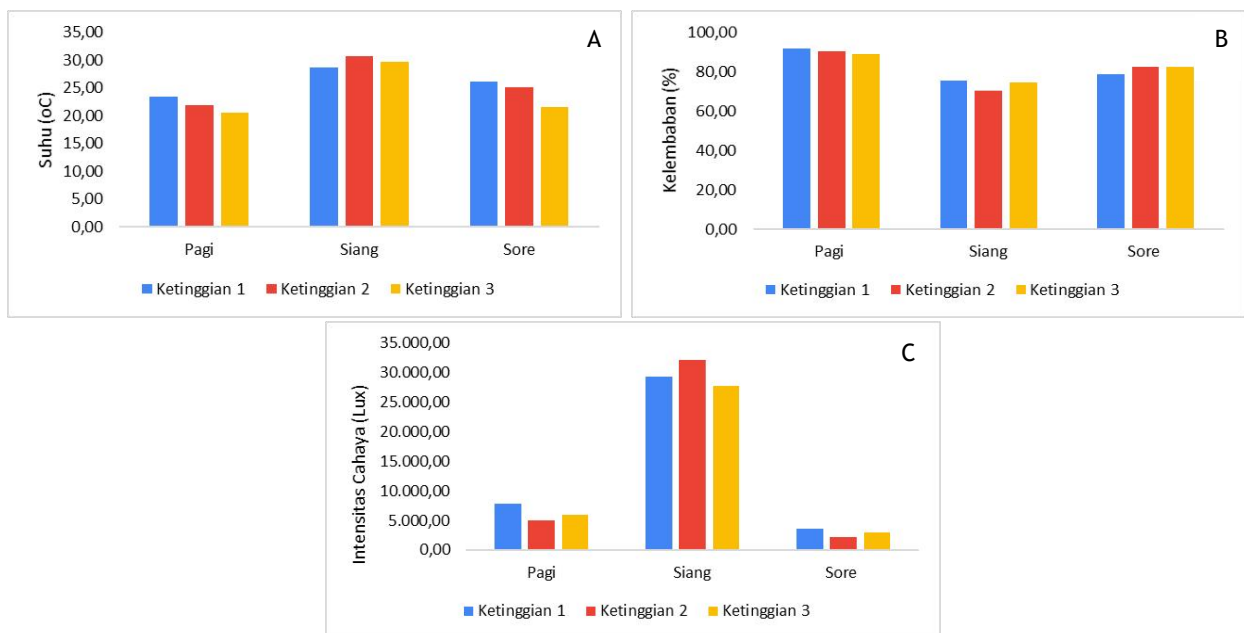
beberapa parameter pertumbuhan seperti (tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, diameter batang dan panjang akar) dan kondisi lingkungan dengan mengamati beberapa parameter lingkungan seperti (suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya). Pengamatan lima variabel pertumbuhan tanaman dan tiga variabel lingkungan dilakukan setiap tiga hari sekali dimulai dari tujuh hari setelah tanam kecuali variabel panjang akar (37 hari setelah tanam).

Data hasil pengamatan per variabel kemudian dianalisis varian (ANOVA), apabila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan uji Tukey ($\alpha = 5\%$) dan uji korelasi. Semua data diolah dan dianalisis menggunakan aplikasi Microsoft Excel dan Rstudio.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketinggian Tempat

Kondisi iklim pada tiga lokasi ketinggian tempat berbeda yaitu Ketinggian 1 berada di Palembang dengan ketinggian 178 mdpl, ketinggian 2 berada di Wonogiri dengan ketinggian 253 mdpl dan ketinggian 3 berada di Banjarnegara dengan ketinggian 286 mdpl menunjukkan bahwa suhu rata-rata pada pagi hari tertinggi terdapat pada ketinggian 1 ($23,45^{\circ}\text{C}$), pada siang hari suhu rata-rata tertinggi pada lokasi ketinggian 2 ($30,64^{\circ}\text{C}$), sedangkan pada sore hari berada pada lokasi ketinggian 1 ($26,18^{\circ}\text{C}$). Hasil pengamatan terhadap kelembaban menunjukkan bahwa pada pagi hari kelembaban tertinggi pada lokasi ketinggian 1 (91,49%) sedangkan pada siang hari tertinggi pada lokasi ketinggian 3 (74,35%), dan pada sore hari tertinggi pada lokasi 2 (82,47%). Hasil pengamatan terhadap intensitas cahaya menunjukkan bahwa pada pagi hari intensitas cahaya tertinggi pada lokasi ketinggian 1, pada siang hari berada pada lokasi ketinggian 2 dan pada sore hari pada lokasi ketinggian 3 (Gambar 1).



Gambar 1. Suhu (A), intensitas cahaya (B) dan kelembaban udara (C) pada tiga ketinggian tempat.

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh suhu. Pada tahap tertentu pada kondisi tertentu tiap varietas mempunyai suhu minimum, optimum dan maksimum. Tumbuhan yang tumbuh mendekati suhu minimum atau maksimumnya akan sering mengalami cekaman (Salisbury and Ross, 1995). Tanaman kacang hijau mampu tumbuh pada ketinggian 5-700 mdpl dengan suhu udara antara $25-27^{\circ}\text{C}$. Tanaman kacang hijau menyukai daerah yang memiliki

kelembaban udara antara 50-89% dan memerlukan cahaya matahari lebih dari 10 jam/hari (Harris, 2022). Pada ketiga lokasi ketinggian sudah sesuai dengan syarat tumbuh dari tanaman kacang hijau. Suhu mempengaruhi produk sintesa dan metabolisme tanaman. Pada suhu rendah tanaman terangsang membentuk polisakarida lebih banyak karena respirasi menurun. Cuaca yang panas cenderung menghidrasi banyak tumbuhan, penutupan stomata sebagai respon terhadap stres ini (Aslam et al., 2022).

Tinggi Tanaman

Pertumbuhan tanaman didefinisikan sebagai peningkatan ireversibel dari ukuran sel dan organ tanaman karena terjadi pembesaran sel. Salishbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa pengukuran tinggi tanaman dapat dilakukan dengan metode non-destruktif. Hasil pengamatan menunjukkan terjadi peningkatan dan secara signifikan berbeda nyata (Tabel 1) pada tiga taraf garam dapur dalam ketinggian tempat berbeda. Pertambahan tinggi tanaman tertinggi terjadi pada ketinggian tempat 285 mdpl (Banjarnegara) yaitu 6,82 cm (M2) dan 7,70 cm (M3) dibandingkan kedua ketinggian lainnya.

Taraf G0 (kontrol) mampu memberikan tinggi tanaman tertinggi pada K3. Sedangkan pada K1 dan K2, taraf G1 dapat meningkatkan tinggi tanaman tertinggi pada M3, masing-masing 3,00 cm dan 9,70 cm. Hal ini dikarenakan bahwa terdapat kondisi lingkungan pada ketiga ketinggian tempat berbeda (Tabel 1). Kacang hijau merupakan tanaman leguminosae yang dapat beradaptasi luas di berbagai daerah yang beriklim panas atau tropik. Di Indonesia, kacang hijau dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di dataran rendah sampai ketinggian 500 m dpl. Keadaan iklim yang ideal untuk tanaman kacang hijau adalah daerah yang bersuhu 25-27 °C dengan kelembaban udara 50-80%, curah hujan antara 50-200 mm per bulan, dan cukup mendapatkan sinar matahari. Hampir semua varietas kacang hijau dapat beradaptasi dengan lahan kering, namun tidak semua varietas mampu menunjukkan daya hasil yang tinggi (Aybar-Peve et al., 2025).

Tabel 1. Tinggi tanaman (cm) dan panjang akar (cm) kacang hijau pada tiga taraf garam dapur dalam ketinggian tempat berbeda.

Perlakuan	Tinggi Tanaman			Panjang Akar	
	M1	M2	M3		
Ketinggian Tempat 1 (K1)	1,81 b	2,51 b	2,27 c	22,51 a	
Ketinggian Tempat 2 (K2)	3,58 a	5,07 c	3,96 b	23,40 a	
Ketinggian Tempat 3 (K3)	2,79 ab	6,82 a	7,70 a	14,28 b	
Ketinggian Tempat 1 (K1)	Kontrol (G0)	1,93 cd	2,33 c	2,13 cd	21,03 a
	Garam Dapur 2 gr (G1)	1,94 cd	2,30 c	3,00 cd	22,00 a
	Garam Dapur 4 gr (G2)	1,57 d	2,90 c	1,67 cd	24,50 a
Ketinggian Tempat 2 (K2)	Kontrol (G0)	4,16 a	2,17 bc	4,97 bcd	24,30 a
	Garam Dapur 2 gr (G1)	3,60 b	4,63 c	3,63 cd	23,20 a
	Dosis 4 gr (G2)	2,97 c	5,06 bc	3,26 cd	22,70 a
Ketinggian Tempat 3 (K3)	Kontrol (G0)	2,94 c	8,90 ab	6,77 b	12,30 b
	Garam Dapur 2 gr (G1)	1,46 d	8,10 a	9,70 a	12,63 b
	Garam Dapur 4 gr (G2)	3,97 ab	3,47 c	6,63 b	17,90 b

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata; M1: selisih rerata hasil pengamatan pada hari ke-13 dengan hari ke-7 setelah tanam; M2: selisih rerata hasil pengamatan pada hari ke-25 dengan hari ke-16 setelah tanam; M3: selisih rerata hasil pengamatan pada hari ke-37 dengan hari ke-28 setelah tanam; K1: 178 mdpl (Palembang); K2: 245 mdpl (Wonogiri); K3: 285 mdpl (Banjarnegara)

Panjang Akar

Panjang akar tanaman kacang hijau tertinggi pada K2 (23,40 cm), berbeda nyata dengan K3 (14,28 cm), namun signifikan tidak berbeda dengan K1 (22,51 cm). Hasil pengamatan (Tabel 1) menunjukkan pada taraf G3 di K1 dan K3 menghasilkan panjang akar tertinggi, masing-masing 24,50 cm dan 17,90 cm. Perubahan penyerapan air dan ion oleh akar akibat pemberian garam dapur, akan memproduksi sinyal hormonal yang menyampaikan informasi ke tunas dan perubahan pola ekspresi dapat menyebabkan perubahan dalam perkembangan tanaman. pertumbuhan akar biasanya kurang sensitif terhadap cekaman garam daripada pertumbuhan pucuk, peningkatan rasio akar atau tunas sering diamati ketika tanaman mengalami kondisi salin (Ishka et al., 2025). Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan pada tiap pemberian taraf garam di masing-masing ketinggian tempat yang menunjukkan signifikan tidak berbeda nyata.

Pembatasan pertumbuhan akar oleh salinitas, mengurangi volume tanah yang dapat dieksplorasi oleh akar dan karenanya ketersediaan dan penyerapan air dan mineral penting, mengurangi pasokan nutrisi ke pucuk yang dapat berkontribusi pada pengurangan pertumbuhan (Hoque et al., 2022; Batista da Silva et al., 2025). Peningkatan rasio akar atau pucuk mengurangi permintaan pasokan elemen ke pucuk dan dengan demikian memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan akar untuk memasok unsur-unsur tersebut dan menghadirkan keuntungan adaptif (Cheeseman, 1988). Efek negatif yang berpotensi dari perubahan tersebut adalah penurunan kapasitas tunas untuk memasok asimilat ke akar dan jaringan yang tumbuh, yang kemungkinan akan mempengaruhi perkembangan dan kelangsungan hidup tanaman kacang tanah terutama di bawah salinisasi jangka panjang.

Tabel 2. Jumlah daun (helai) kacang hijau pada tiga taraf garam dapur dalam ketinggian tempat berbeda.

Perlakuan		Jumlah Daun		
		M1	M2	M3
Ketinggian Tempat 1 (K1)		3 a	7 b	1 b
Ketinggian Tempat 2 (K2)		3 a	8 a	5 a
Ketinggian Tempat 3 (K3)		2 b	6 a	3 b
Ketinggian Tempat 1 (K1)	Kontrol (G0)	0 a	1 b	1 ab
	Garam Dapur 2 gr (G1)	2 a	3 a	0 b
	Garam Dapur 4 gr (G2)	1 a	3 a	0 b
Ketinggian Tempat 2 (K2)	Kontrol (G0)	3 a	2 a	1 a
	Garam Dapur 2 gr (G1)	0 a	3 a	2 ab
	Garam Dapur 4 gr (G2)	0 a	3 a	2 ab
Ketinggian Tempat 3 (K3)	Kontrol (G0)	2 a	2 ab	1 ab
	Garam Dapur 2 gr (G1)	0 a	2 ab	1 ab
	Garam Dapur 4 gr (G2)	0 a	2 ab	1 ab

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata; M1: selisih rerata hasil pengamatan pada hari ke-13 dengan hari ke-7 setelah tanam; M2: selisih rerata hasil pengamatan pada hari ke-25 dengan hari ke-16 setelah tanam; M3: selisih rerata hasil pengamatan pada hari ke-37 dengan hari ke-28 setelah tanam; K1: 178 mdpl (Palembang); K2: 245 mdpl (Wonogiri); K3: 285 mdpl (Banjarnegara)

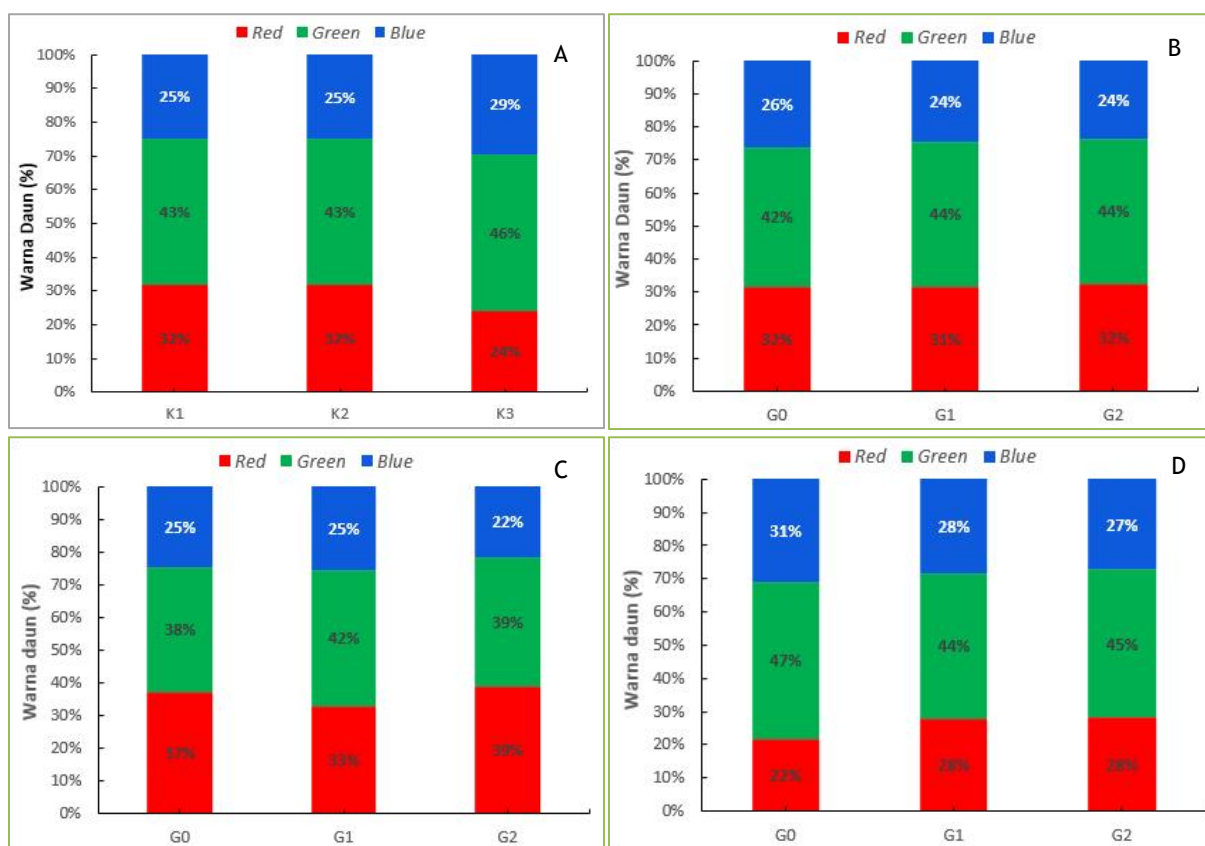
Jumlah Daun

Hasil pengamatan jumlah daun menunjukkan penambahan jumlah daun yang berbeda-beda pada setiap pengamatan (Tabel 2). Namun penambahan jumlah daun cenderung mengalami penurunan dari M1, M2 hingga M3 pada tanaman yang tercekam salinitas. Peningkatan salinitas tanah menurunkan jumlah daun per tanaman (Alam et al., 2016). Salinitas memberikan efek negatif pada pertumbuhan tanaman dengan menurunkan potensi air daun, menginduksi perubahan morfologi dan fisiologi, produksi *Reactive Oksigen Species* (ROS),

peningkatan tekanan osmotik, toksisitas ion dan dengan mengubah proses biokimia (Kotagiri & Kolluru, 2017).

Penambahan jumlah daun pada pengamatan M1 menunjukkan penambahan yang tidak berbeda nyata pada semua tanaman yang diamati, penambahan jumlah daun terbanyak terjadi pada tanaman K1G0 sebanyak 3 helai. Pada pengamatan M2 penambahan jumlah daun terlihat berbeda nyata pada K1G0 dengan penambahan jumlah daun paling sedikit. Sedangkan pada pengamatan M3, rata-rata penambahan jumlah daun terlihat berbeda nyata pada K2, namun pada K1 dengan ketinggian tempat yang hampir sama dengan K2 tidak terjadi penambahan jumlah daun pada tanaman G1 dan G2.

Hal tersebut terjadi akibat adanya kecenderungan dan perubahan bersifat merugikan sebagai dampak cekaman salinitas pada tanaman yang bervariasi karena varietas atau genotip yang ditanam berbeda-beda (Suassuna et al., 2017; Siddiki et al., 2020). Selain itu Alam et al., (2016) juga mengatakan bahwa kemampuan tanaman untuk bertahan hidup dengan adanya cekaman salinitas pada suatu lokasi tertentu bervariasi sesuai jenis genotip yang ditanam. Genotip dengan karakter toleransi terhadap salinitas akan memiliki daun yang lebih luas dengan konsentrasi klorofil yang lebih tinggi (Siddiki et al., 2020).



Gambar 2. Warna daun kacang hijau berdasarkan ketinggian tempat (A), taraf garam dapur pada 178 mdpl (B), taraf garam dapur pada 245 mdpl (C) dan taraf garam dapur pada 285 mdpl (D).

Keterangan: Persentase hasil rerata pengamatan warna daun selama 30 hari; K1: 178 mdpl (Palembang); K2: 245 mdpl (Wonogiri) dan K3: 285 mdpl (Banjarnegara); G0: garam dapur 0 gram; G1: garam dapur 2 gram dan G2: garam dapur 4 gram.

Warna Daun

Pengaruh kondisi salinitas terhadap tanaman pada setiap lokasi berbeda-beda. Warna daun dengan komposisi warna hijau terbanyak terdapat pada tanaman dengan cekaman salinitas yang ditanam di Banjarnegara (46%) (Gambar 2). Keadaan tersebut dipengaruhi oleh genotip

tanaman yang ditanam yang berbeda-beda. Pada beberapa spesies tanaman, pertumbuhannya oleh tidak adanya atau adanya kelebihan NaCl dalam substrat (Siddiki et al., 2020). Salinitas mempengaruhi kekuatan atau gaya yang membawa pigmen kompleks protein dalam struktur kloroplas, karena kloroplas yang berada di dalam membran memiliki keterikatan stabilitas pada tingkat stabilitas membran pada kondisi tingkat salinitas yang tinggi (Alam et al., 2016). Persentase hasil pengamatan komponen warna daun pada tingkat salinitas yang berbeda mengakibatkan penurunan kandungan warna hijau pada daun (Gambar 2C dan 2D). Akibat adanya penurunan penyerapan air karena keadaan salin, maka toksisitas natrium dan klorida pada sel mengakibatkan penurunan fotosintesis. Penguurangan konsentrasi klorofil disebabkan oleh efek penghambatan akumulasi ion berbagai garam pada biosintesis fraksi klorofil yang berbeda (Alam et al., 2016). Hasil studi menunjukkan bahwa salinitas mengurangi konten pigmen fotosintesis pada tanaman yang dirawat. Kandungan protein juga dapat dipengaruhi secara negatif atau positif oleh stres garam (Ahmed et al., 2021; Popova et al., 2023).

KESIMPULAN

Toleransi tanaman kacang hijau terhadap salinitas beragam pada setiap ketinggian lokasi. Pemberian taraf garam dapur 4 gram mampu menurunkan pertumbuhan tanaman kacang hijau pada lokasi ketinggian 178 mdpl dan 245 mdpl terhadap komponen tinggi tanaman dan panjang akar. Sedangkan pemberian taraf garam dapur 2 gram pada lokasi ketinggian 285 mdpl meningkatkan pertumbuhan akar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, K. B. M., Singh, S., Sadiq, Y., Khan, M. M. A., Uddin, M., Naeem, M., & Aftab, T. (2021). Photosynthetic and Cellular Responses in Plants Under Saline Conditions (pp. 293-365). Academic Press.
- Alam, Md. A., Juraimi, A. S., Rafii, M. Y., Hamid, A. A., Aslani, F., & Hakim, Md. A. (2016). Salinity-Induced Changes in The Morphology and Major Mineral Nutrient Composition of Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Accessions. *Biological Research*, 49(1), 24.
- Aslam, M., Fakher, B., Ashraf, M. A., Cheng, Y., Wang, B., & Qin, Y. (2022). Plant Low-Temperature Stress: Signaling and Response. *Agronomy*, 12(3), 702, 1-21.
- Aybar-Peve, L., Cervantes-Zamudio, R., Camargo-Cobeñas, M., Chihuan-Palomino, E., Rojas-Meza, M., & Terán-Rojas, J. (2025). Phenology, Growth and Yield of Nine Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Lines Under Agroclimatic Conditions of Chincha, Peru. *Bioagro*, 37(3), 277-288.
- Batista da Silva, T., Gomes da Cunha, J., Souza Coelho, B. E., & Ramalho Vilar, F. C. (2025). Do Solo à Colheita Princípios e Práticas da Produção Vegetal: Impacts of Salinity on Plant Development and Adaptation Strategies for Sustainable Agriculture (pp 17-27). Editora Científica Digital.
- Cheeseman, John. (1988). Mechanisms of Salinity Tolerance in Plants. *Plant Physiol*, 87 (3): 547-50.
- Desai, V. K., Parmar, L. D., Chaudhary, A. R., & Chaudhary, N. B. (2020). Genetic Variability, Correlation, Path Coefficient and Stability Analysis for Yield and Its Attributing Traits in Summer Green Gram [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] Accessions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(6), 2942-2955.
- Driesen, E., Van den Ende, W., De Proft, M., & Saeys, W. (2020). Influence of Environmental Factors Light, CO₂, Temperature, and Relative Humidity on Stomatal Opening and Development: A review. *Agronomy*, 10(12), 1975.

- Ferreira, J. F., Suarez, D. L., & Sandhu, D. (2024). Critical Questions About the Origins and Plant Responses to Soil Salinity and Sodicity. *Salinity and Sodicity: A Global Challenge to Food Security, Environmental Quality and Soil Resilience*, 143-155.
- Fitriani, R. S., & Taryono, T. (2022). Pengembangan Kacang Hijau Organik Sebagai Komoditas Pangan Indonesia. *Agrotechnology Innovation (Agrinova)*, 4(2), 7-15.
- Harris, E. M. (2022). A Critical Review on The Influence of Humidity for Plant Growth Forecasting. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1257(1), 012001.
- Hoque, M. N., Imran, S., Hannan, A., Paul, N. C., Mahamud, M. A., Chakroborty, J., Sarker, P., Irin, I.J., Brestic, M. & Rhaman, M. S. (2022). Organic Amendments for Mitigation of Salinity Stress in Plants: A Review. *Life*, 12(10), 1632.
- Iskha, R.M., Sussman, H., Hu, Y., Daghash Alqahtani, M., Craft, E., Sicat, R., Wang, M., Yu, L., Ait-Haddou, R., Li, B., Drakakaki, G., Nelson, A. D. L., Piñeros, M. A., Korte, A., Jaremko, Ł., Testerink, C., Tester, M., & Julkowska, M. (2025). Natural Variation in Salt-Induced Changes in Root:Shoot Ratio Reveals SR3G as A Negative Regulator of Root Suberization and Salt Resilience in Arabidopsis. *eLife*, 13. RP98896
- Kotagiri, D. and V. C. Kolluru. (2017). Effect of Salinity Stress on the Morphology & Physiology of Five Different Coleus Species. *Biomedical & Pharmacology Journal*. 10 (4): 639-1649.
- Liu, W., Zheng, L., & Qi, D. (2020). Variation in Leaf Traits at Different Altitudes Reflects the Adaptive Strategy of Plants to Environmental Changes. *Ecology and Evolution*, 10(15), 8166-8175.
- Popova, A. V., Borisova, P., & Vasilev, D. (2023). Response of Pea Plants (*Pisum sativum* cv. Ran 1) to NaCl Treatment in Regard to Membrane Stability and Photosynthetic Activity. *Plants*, 12(2), 324.
- Rahman, I. U., Afzal, A., Iqbal, Z., Hart, R., Abd_Allah, E. F., Alqarawi, A. A., ... & Bussmann, R. W. (2020). Response of plant physiological attributes to altitudinal gradient: Plant adaptation to temperature variation in the Himalayan region. *Science of The Total Environment*, 706, 135714.
- Salisbury, F. B and C.W. Ross. 1992. *Plant Physiology, Hormones and Plant Regulators: Auxins and Gibberellins*. *J. American Plant Sci.*, 5:357-381.
- Sehrawat. N., M. Yadav, K.V. Bhat, R.K. Sairam, & P.K. Jaiwal. (2015). Effect of Salinity Stress on Mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] During Consecutive Summer and Spring Seasons. *J. Agric. Sci.* 60:23-32.
- Shahid, S. A. (2013). Irrigation-Induced Soil Salinity Under Different Irrigation Systems-Assessment and Management, Short Technical Note. *Clim Chang Outlook Adapt: Int J*, 1(1), 19-24.
- Siddiki, S. A., Wagh, S. G., Sul, R. S., Pawar, K. R., & Harke, S. N. (2020). Comparative Studies among Different Genotypes of Soybean (*Glycine max* L.) Against Salinity Stress. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 91-100.
- Suassuna, J. F., Fernandes, P. D., Brito, M. E. B., Arriel, N. H. C., Melo, A. S. de, & Fernandes, J. D. (2017). Tolerance to Salinity of Sesame Genotypes in Different Phenological Stages. *American Journal of Plant Sciences*, 8(8), 1904-1920.
- Zörb, C., Geilfus, C. M., & Dietz, K. J. (2019). Salinity and Crop Yield. *Plant Biology (Stuttgart, Germany)*, 21 Suppl 1, 31-38.

