

PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KACANG HIJAU PADA BERBAGAI TINGKAT SALINITAS DAN DOSIS SILIKA

GROWTH AND YIELD OF MUNG BEAN PLANTS AT DIFFERENT LEVELS OF SALINITY AND DOSES OF SILICA

Didik Darmono*, Sakhidin, dan Ponendi Hidayat

Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: didikdarmono82@gmail.com

ARTICLE HISTORY:

Received: 12 August 2023

Peer Review: 14 September 2023

Accepted: 15 Februari 2025

KATA KUNCI:

Kacang hijau, salinitas, silika

KEYWORDS:

Mung bean, salinity, silica

ABSTRAK

Produksi kacang hijau di Indonesia masih rendah karena luas penanaman yang terbatas. Penambahan luas penanaman melalui pemanfaatan lahan suboptimal seperti lahan salin dapat menjadi pemecahan masalah rendahnya produksi kacang hijau dalam negeri. Tanah salin memiliki keterbatasan berupa garam berlebih yang merugikan pertumbuhan tanaman. Pupuk silika dilaporkan dapat meningkatkan kemampuan tanaman menghadapi cekaman salinitas. Penelitian ditujukan untuk mengkaji bagaimana pengaruh dosis pupuk silika, tingkat salinitas, dan interaksi keduanya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau. Penelitian di dalam greenhouse ini memakai Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor penelitian yaitu. dosis pupuk silika (P) sebagai faktor pertama dan tingkat salinitas (S) sebagai faktor kedua. Dosis pupuk silika terdiri atas 4 taraf yaitu 0 ml L⁻¹ = P1, 2 mL L⁻¹ = P2, 4 mL L⁻¹ = P3 dan 6 mL L⁻¹ = P4. Salinitas terdiri atas 3 tingkat yaitu < 2 dS m⁻¹ = S1, 4 dS m⁻¹ = S2 dan 8 dS m⁻¹ = S3. Kombinasi faktor penelitian menghasilkan 12 bentuk perlakuan dan di ulang 3 kali sehingga terbentuk 36 unit percobaan. Data penelitian menunjukkan bahwa dosis pupuk silika hanya berpengaruh pada jumlah daun trifoliat kacang hijau pada umur 42 hari setelah tanam. Jumlah daun trifoliat tertinggi diperoleh pada dosis pupuk silika 0 mL L⁻¹, yaitu 6,89 helai. Tingkat salinitas menurunkan hampir seluruh variabel pertumbuhan, hasil dan fisiologi tanaman kacang hijau. Interaksi dosis pupuk silika dan tingkat salinitas mempengaruhi jumlah polong per tanaman. Jumlah polong tertinggi diperoleh melalui pemberian pupuk silika 6 mL L⁻¹ pada kondisi salinitas < 2 dS m⁻¹.

ABSTRACT

Mung bean production is still insufficient in Indonesia due to the limited scope of planting. The extensive addition of planting through suboptimal land utilization such as saline land can be a solution to the low domestic production of green beans. Salt soils have a limitation of excess salt that can interfere with plant growth. According to reports, silica fertilizer improves a plant's capacity to tolerate salinity. The research is aimed at studying how the dosage of silica fertilizer, the rate of salinity, and the interaction of both affects the growth and yield of green bean crops. The research in this greenhouse uses a Complete Random Design (CRD) with two research factors namely, silica fertilizer dosage (P) as the first factor and salinity (S) as a second factor. The dosage of silica fertilizer consists of 4 degrees: 0 ml L⁻¹ = P1, 2 ml L⁻¹, P2, 4 ml L⁻¹, P3 and 6 mL L⁻¹ = P4. The salinity consists of three levels: < 2 dS m⁻¹ = S1, 4 dSm⁻¹= S2 and 8 dSmsm⁻¹ =S3. The combination of research factors resulted in 12 forms of treatment and repeated 3 times to form 36 units of experiment. Research data demonstrated that only the number of mung bean trifoliate leaves was impacted by the silica fertilizer dosage at the age of 42 days after planting. The most trifoliate-containing leaves was obtained at a dose of silica fertilizer of 0 mL L⁻¹, which is 6,89 strands. The level of salinity decreases almost the entire variable growth, yield and physiology of mung bean crops. The interaction of the dose of silica fertilizer and the level of salinity affects the number of pods per plant. The highest number of pods is obtained by administering silica fertilizer 6 mL L⁻¹ under salinity conditions < 2 dS m⁻¹.

1. PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) memiliki prospek pasar dalam negeri maupun ekspor yang menjanjikan. Produksi kacang hijau tahun 2020-2022 sejumlah 222.929 ton, 198.057 ton dan 132.539 ton (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2023) belum mencukupi permintaan pasar kacang hijau nasional yang mencapai 304.000 ton/tahun (Pusat Data dan Informasi Pertanian, 2022). Permasalahan utama yang menyebabkan rendahnya produksi kacang hijau nasional antara lain produktivitas yang masih rendah (Widiyawati *et al.*, 2016) dan luas panen dalam negeri yang sangat kecil (Paiman *et al.*, 2020).

Penambahan luas lahan dengan memanfaatkan lahan suboptimal menjadi pemecahan masalah rendahnya produksi kacang hijau nasional. Tanah salin merupakan tanah suboptimal yang memiliki potensi besar hal tersebut. Luas tanah salin di Indonesia diperkirakan mencapai 0,6 juta hektar (Masganti *et al.*, 2022). Namun demikian tanah salin memiliki beberapa kendala antara lain menurunkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, keracunan akibat serapan Na^+ dan Cl^- dan ketidakseimbangan nutrisi (Isayenkov & Maathuis, 2019). Lebih lanjut dilaporkan bahwa salinitas dapat menurunkan persentase perkecambahan, panjang tunas, panjang akar, bobot kering bibit, kadar klorofil daun, menyebabkan gangguan osmotik, meningkatkan aktivitas oksidatif yang pada akhirnya berdampak pada penurunan hasil (Taufiq & Purwaningrahyu, 2013; Awasthi *et al.*, 2016; Al Murad *et al.*, 2020).

Cekaman salinitas menghambat proses pengisian biji dan menyebabkan biji mengkerut sehingga menurunkan produksi (Ahmed, 2009). Cekaman salinitas juga menyebabkan penurunan bobot segar tajuk dan jumlah bintil akar (Anugrahtama *et al.*, 2020). Salinitas menurunkan berat kering tajuk dan akar, konsentrasi kalium (K^+) di akar dan daun, namun meningkatkan kadar natrium (Na^+), peroksidasi lipid, hidrogen peroksida, dan konsentrasi radikal oksigen (Farhangi-Abriz & Torabian, 2018).

Silika banyak dilaporkan dapat membantu tanaman menjadi lebih tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik, termasuk cekaman salinitas. Aplikasi pupuk silika meningkatkan kadar air relatif, meningkatkan kapasitas fotosintesis, mempertahankan homeostasis ion dan meningkatkan konsentrasi enzim antioksidan dalam jaringan tanaman yang tercekam salinitas (Abbasi *et al.*, 2020). Silika juga membantu daun menjadi lebih tebal, dengan membentuk lapisan kutikula ganda sehingga membatasi kehilangan air melalui transpirasi (More *et al.*, 2019). Silika meningkatkan pertumbuhan tanaman selama cekaman salinitas, menurunkan kadar Na^+ di dalam jaringan daun, mengurangi penurunan kadar air relatif dan membatasi reduksi K^+ (Zuccarini, 2008).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh silika pada tanaman legum yang tercekam salinitas. Taufiq *et al.* (2020) melaporkan bahwa kombinasi zeolit dan pupuk silika meningkatkan komponen pertumbuhan dan produksi kedelai yang ditanam pada media tanam dengan salinitas sedang (3 dS m^{-1}), sedangkan pada media tanam dengan salinitas tinggi (6 dS m^{-1}) mampu mengurangi penurunan produksi kedelai. Ahmad *et al.* (2018) juga menyatakan bahwa pemupukan silika dengan dosis 2 mM pada kacang hijau meningkatkan akumulasi K^+ dan Ca^{2+} dan menurunkan kadar Na^+ . Murillo-Amador *et al.* (2007) menambahkan bahwa pemberian kalsium silika (CaSiO_3) dengan konsentrasi 0,5 - 1 mM meningkatkan keseimbangan nutrisi pada tanaman kacang tunggak dan kacang merah pada kondisi salin. Garg & Bhandari (2015) juga menambahkan bahwa pemberian silika (K_2SiO_3) dengan konsentrasi 4mM mampu mengurangi penyerapan ion Na^+ dan meningkatkan rasio K^+ / Na^+ pada tanaman kacang arab pada kondisi salin. Penelitian ditujukan untuk mengkaji bagaimana pengaruh dosis pupuk silika, tingkat salinitas, dan interaksi keduanya pada pertumbuhan vegetatif dan hasil biji kacang hijau.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian bertempat di greenhouse UPTD Benih Pertanian Kabupaten Cilacap di Desa Jenang Kecamatan Majenang Kabupaten Cilacap pada bulan Maret - Mei 2023. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 23 mdpl dan memiliki topografi yang relatif datar. Suhu rerata harian 27,86°C, kelembaban rerata harian 83,7% dan curah hujan rerata harian 14,11 mm. Suhu rerata pagi hari 25,1°C dan suhu rerata siang hari 31,71°C. Jenis tanah yang dipakai dalam penelitian adalah Entisol.

2.2 Alat dan Bahan

Peralatan penelitian yaitu polibag, *sprayer*, penggaris, selotip, timbangan analitik, meteran, kamera, oven, klorofil meter SPAD (*Soil Plant Analysis Development*), EC (*Electrical Conductivity*) meter, kaca objek, mikroskop, *mortar*, tabung reaksi, gelas ukur, pipet, aluminium foil, kompor listrik, *stirrer* dan *spektrofotometer*. Bahan-bahan penelitian yaitu pupuk silika (kandungan SiO₂ minimal 20% dari beratnya), benih kacang hijau varietas Vima 1, pupuk dasar NPK (15% N, 15% P₂O₅, 15% K₂O), insektisida yang mengandung bahan aktif fipronil 50 g L⁻¹, aseton 80%, asam sulfosalisilat, toluena, asam asetat glasial, *ninhydrin*.

2.3 Rancangan Penelitian

Lingkungan penelitian dalam greenhouse dianggap homogen sehingga rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor penelitian ada 2 yaitu. dosis pupuk silika (P) sebagai faktor pertama dan tingkat salinitas air penyiraman (S) sebagai faktor kedua. Dosis pupuk silika terdiri atas 4 tingkat yaitu 0 ml L⁻¹ = P1, 2 mL L⁻¹ = P2, 4 mL L⁻¹ = P3 dan 6 mL L⁻¹ = P4. Salinitas terdiri atas 3 tingkat yaitu < 2 dS m⁻¹ = S1, 4 dS m⁻¹ = S2 dan 8 dS m⁻¹ = S3. Kombinasi faktor penelitian menghasilkan 12 bentuk perlakuan dan masing-masing di ulang 3 kali sehingga unit percobaan berjumlah 36. Jumlah unit percobaan dikalikan dengan 5 polibag, sehingga total terdapat 180 polibag. Setiap polibag ditanami 2 biji kacang hijau, selanjutnya dipilih tanaman yang paling sehat pada umur 14 hari setelah tanam (hst) sehingga menyisakan hanya 1 tanaman per polibag.

2.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian meliputi variabel pertumbuhan, hasil dan fisiologi tanaman. Variabel pertumbuhan terdiri atas tinggi tanaman, jumlah daun trifoliat, luas daun trifoliat, kehijauan daun, bobot tajuk segar, bobot akar segar, bobot tajuk kering, bobot akar kering, bobot brangkasian kering, lebar bukaan dan kerapatan stomata serta jumlah bintil akar. Pengambilan data variabel pertumbuhan diamati pada umur tanaman 14, 28 dan 42 hari setelah tanam.

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai daun tertinggi yang ditegakkan menggunakan meteran. Jumlah daun trifoliat dihitung berdasarkan pengamatan daun trifoliat yang sudah terbuka sempurna. (Rahmah *et al.*, 2022). Luas daun dihitung menggunakan rumus: $LD = P \times L \times k$, sedangkan LD = Luas daun; P = panjang daun; L = lebar daun; k = konstanta (Susilo, 2015). Kehijauan daun diukur menggunakan alat klorofil meter SPAD dengan cara menjepitkan bagian sensor di bagian tengah daun dan menghindari tulang daun. Hasil pengukuran kehijauan daun dinyatakan dalam satuan unit.

Bobot tajuk segar dihitung dengan cara menimbang seluruh bagian tajuk, sedangkan bobot akar segar dihitung dengan cara menimbang seluruh bagian akar yang sudah dibersihkan. Bobot tajuk kering, akar kering dan brangkasian kering dihitung dengan cara menimbang seluruh bagian tajuk, akar dan brangkasian yang sudah dibersihkan, kemudian dioven pada suhu 80°C selama 48 jam sampai mendapat bobot yang konstan.

Lebar bukaan dan kerapatan stomata diamati dengan metode *imprint*, yaitu mencetak stomata daun menggunakan kuteks (cat kuku) transparan. Cat kuku dioleskan dari arah tulang daun menuju tepi daun dengan lebar sekitar 0,5 cm. Penghitungan stomata hasil metode *imprint* menggunakan mikroskop (Adisyahputra *et al.*, 2011). Bintil akar dihitung secara manual dengan cara membersihkan akar tanaman dari sisa tanah yang menempel (Fournalika *et al.*, 2021).

Variabel hasil terdiri atas jumlah polong, jumlah biji dan bobot biji. Pengambilan data pada variabel hasil dilakukan saat panen, atau saat tanaman berumur 59 hst. Penetapan jumlah polong dilakukan dengan cara menghitung semua polong yang berisi per tanaman sampel. Penetapan jumlah biji dilakukan dengan cara menghitung jumlah biji dari polong yang berisi per tanaman sampel. Penetapan bobot biji dilakukan dengan cara memisahkan biji dari cangkang atau kulit polong kemudian menimbang seluruh biji setiap tanaman sampel (Marpaung, 2020).

Variabel fisiologi tanaman terdiri atas kadar klorofil (klorofil a, klorofil b dan klorofil total), prolin, Laju Pertumbuhan Relatif (LPR) dan Laju Asimilasi Bersih (LAB). Sampel daun untuk pengukuran klorofil dan prolin diambil saat tanaman berumur 42 hst.

Kadar klorofil diukur menggunakan pelarut aseton (Holden, 1965 *dalam* Proklamasiningsih *et al.*, 2012). Tahapan yang dilakukan yaitu: ekstraksi sampel, pengukuran dan perhitungan. Sampel daun yang diambil adalah daun ke tiga dari ujung, ditimbang 0,1 g kemudian digerus dengan *mortar*, ditambah dengan 10 ml aseton 80%. Sampel kemudian disaring dengan kertas saring hingga jernih dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm. Perhitungan klorofil menggunakan rumus Arnon (1949) sebagai berikut:

$$\text{Klorofil a} = 0,0127 (\text{OD } 663) - 0,00269 (\text{OD } 645) \quad (1)$$

$$\text{Klorofil b} = 0,0229 (\text{OD } 645) - 0,00468 (\text{OD } 663) \quad (2)$$

$$\text{Klorofil total} = 0,0202 (\text{OD } 645) + 0,00802 (\text{OD } 663) \quad (3)$$

Prolin diukur menggunakan metode Magna & Larher (1984) *dalam* Nikmatullah (2010). Daun seberat 50 – 80 mg digiling halus dengan nitrogen cair, dimasukkan dalam tabung Effendorf, dilarutkan dengan 1,2 mL larutan *sulphosalicylic acid* 3 % (w/v), tabung diforteks selama 30 detik, dan disentrifugasi pada kecepatan 20 800 x g selama 7 menit pada suhu 4°C. Supernatant dipindahkan ke tabung Falcon, diencerkan dua kali lalu diekstrak dengan buffer ekstraksi (1:2, v/v) [*ninhydrin* 1% (w/v) dalam GAA 60% (v/v)]. Tabung diinkubasikan pada suhu 98°C selama 1 jam, lalu segera didinginkan (diletakkan pada es yang sudah dihancurkan), dan prolin diekstrak dengan menambahkan toluena (1:1, v/v) lalu dicampur dengan cara diforteks, dibiarkan selama 5 menit dan selanjutnya fase atas (toluena dan prolin) diambil dan dibaca absorbannya pada panjang gelombang 518 nm, setelah dinormalisasi dengan toluena murni. Konsentrasi prolin dihitung dari persamaan yang telah dibuat menggunakan persamaan regresi linier dari prolin standar.

Laju asimilasi bersih (LAB) dan laju pertumbuhan relatif (LPR) ditentukan dengan rumus (Gardner *et al.*, 1991):

$$\text{LAB} = (W2 - W1) / (T2 - T1) \times (\ln La2 - \ln La1) / (La2 - La1) \quad (4)$$

$$\text{LPR} = (\ln W2 - \ln W1) / (T2 - T1) \quad (5)$$

Keterangan: W2 adalah bobot kering tanaman akhir, W1 adalah bobot kering tanaman awal, La2 adalah luas daun tanaman akhir dan La1 adalah luas daun tanaman awal, T2 – T1 adalah selang waktu pengamatan bobot kering tanaman.

2.5 Analisis Data

Data penelitian di uji menggunakan sidik ragam dan jika hasilnya berpengaruh dilakukan uji lanjut Duncan atau DMRT pada tingkat ketelitian 95%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh pada Variabel Pertumbuhan

Dosis pupuk silika hanya berpengaruh pada jumlah daun trifoliat, sedangkan tingkat salinitas berpengaruh pada tinggi tanaman, jumlah daun trifoliat, luas daun trifoliat, bobot tajuk segar, bobot tajuk kering, bobot brangkas kering dan jumlah bintil akar (Tabel 1).

Dosis pupuk silika tidak banyak berpengaruh terhadap variabel pertumbuhan kacang hijau yang diamati dalam penelitian. Dosis pupuk silika menunjukkan pengaruh pada jumlah daun trifoliat dengan hasil tertinggi pada dosis 0 ml L⁻¹ dan 2 ml L⁻¹, yaitu 6,89 helai namun tidak berbeda antar keduanya. Dosis pupuk silika yang lebih rendah justru menunjukkan jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan dengan dosis pupuk silika yang lebih tinggi (4 dan 6 ml L⁻¹). Kondisi demikian dapat terjadi karena silika bukanlah unsur yang esensial untuk tanaman kacang hijau, sehingga penambahan dosis silika tidak menunjukkan perbedaan jumlah daun maupun variabel pertumbuhan lainnya. Cekaman salinitas yang terlalu tinggi juga menyebabkan pemberian silika tidak memberikan pengaruh yang berbeda.

Pengaruh dosis silika yang tinggi tidak berbeda pada jumlah daun karena silika hanya mampu berperan dalam perlindungan tanaman. Silika bukan termasuk unsur hara esensial dan tidak berperan penting dalam pertumbuhan tanaman termasuk pembentukan daun, namun fungsi yang utama adalah meningkatkan kekuatan dan ketahanan tanaman dari tekanan eksogen (Epstein, 1994; Guerriero *et al.*, 2016; Santi *et al.*, 2018). Dosis silika yang lebih tinggi juga tidak memberikan pengaruh yang berbeda pada jumlah daun karena kacang hijau tidak menyerap silika dalam jumlah yang banyak sebagaimana tanaman padi atau tebu. Kacang hijau dan umumnya tanaman legum menyerap silika dalam jumlah yang rendah, yaitu berkisar antara 0,95 - 1,58 % dari berat kering tajuk (Garg & Bhandari, 2015; Sapre & Vakharia, 2016).

Tingkat salinitas menurunkan hampir seluruh variabel pertumbuhan. Tingkat salinitas menurunkan tinggi tanaman, jumlah daun trifoliat, luas daun trifoliat, bobot tajuk segar, bobot tajuk kering, bobot brangkas kering dan jumlah bintil akar. Semakin tinggi dan semakin lama cekaman salinitas maka pertumbuhan tanaman semakin menurun. Tingkat salinitas tertinggi pada penelitian ini (8 dS m⁻¹) menghasilkan nilai terendah pada semua variabel pertumbuhan kacang hijau yang diamati (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau Umur 42 HST pada Beberapa Dosis Silika dan Tingkat Salinitas

Perlakuan	TGT (cm)	JDT (helai)	LDT (cm ²)	KHD (unit)	BTs (g)	BTk (g)	BAk (g)	BBk (g)	JBA (buah)
Dosis silika (P)									
0 mL L ⁻¹	57,00	6,89b	882,43	45,70	64,69a	11,59a	1,62	13,21a	49,22
2 mL L ⁻¹	56,82	6,89b	929,09	45,16	55,81a	9,55a	1,44	10,99a	43,00
4 mL L ⁻¹	53,31	5,93a	795,02	46,20	51,18a	8,68a	1,37	10,05a	35,56
6 mL L ⁻¹	55,49	6,63ab	863,26	45,90	64,97a	10,98a	1,48	12,46a	39,11
Salinitas (S)									
<2 dS m ⁻¹	60,37b	7,72c	1153,82b	49,75a	68,49b	12,19b	1,62a	13,81b	64,17b
4 dS m ⁻¹	55,20ab	6,83b	870,44ab	43,83a	60,78ab	9,91ab	1,54a	11,45ab	38,75ab
8 dS m ⁻¹	51,36a	5,19a	578,09a	43,64a	48,22a	8,50a	1,26a	9,76a	22,25a

Keterangan: Huruf kecil yang sama dibelakang bilangan yang terletak di kolom dan di kelompok perlakuan yang sama tidak berbeda berdasarkan uji lanjut Duncan 5%. TGT= tinggi tanaman, JDT= jumlah daun trifoliat, LDT= luas daun trifoliat, KHD= kehijauan daun, BTs= bobot tajuk segar, BTk= bobot tajuk kering, BAK= bobot akar kering, BBk= bobot brangkas kering, JBA= jumlah bintil akar.

Semakin tinggi tingkat salinitas menurunkan tinggi tanaman. Salinitas menyebabkan tanaman kesulitan menyerap air sehingga metabolisme dan pertumbuhannya terganggu. Purwaningrahayu & Taufiq (2017) menyatakan bahwa salinitas tinggi menyebabkan tanaman mengalami kekeringan fisiologis sehingga menurunkan kadar air relatif daun dan tekanan turgor. Gardner *et al.*, (1991) menambahkan tekanan turgor yang tinggi diperlukan untuk pemanjangan sel, sehingga penurunannya menghambat perkembangan sel. Pertumbuhan tinggi tanaman erat kaitannya dengan pemanjangan dan perkembangan sel, sehingga gangguan pada proses tersebut mengakibatkan tinggi tanaman menjadi lebih rendah.

Jumlah dan luas daun trifoliat menurun dengan meningkatnya salinitas. Hal tersebut dapat disebabkan oleh penurunan kemampuan tanaman menyerap air dan unsur hara, serta keracunan ion. Purwaningrahayu (2016) menyatakan bahwa salinitas tinggi dalam media tanam dapat menurunkan ketersediaan dan penyerapan air bagi tanaman, sehingga laju suplai air dan nutrisi ke bagian tunas tanaman terhambat. Rachmawatie & Nasir (2014) juga menyatakan bahwa luas daun semua varietas kacang hijau menurun seiring bertambahnya kadar natrium klorida. Munns (2002) menambahkan bahwa kadar natrium klorida yang terlalu tinggi menyebabkan keracunan pada tanaman, sehingga warna daun berubah menjadi kuning atau klorosis, selanjutnya berkembang menjadi nekrosis yaitu tepi daun mengering dan menggulung. Klorosis dan nekrosis dapat mengakibatkan luas daun berkurang bahkan dapat mengakibatkan daun gugur yang mengurangi jumlah daun.

Bobot tajuk segar menurun seiring peningkatan salinitas. Variabel tinggi tanaman, jumlah dan luas daun trifoliat yang rendah dalam penelitian ini berkaitan dengan bobot tajuk segar. Kandungan air dalam sel-sel tanaman mempengaruhi berat tajuk segar (Hastuti *et al.*, 2018). Ketersediaan air dan unsur hara yang terganggu mengakibatkan bobot tajuk segar menjadi rendah. Salinitas menimbulkan cekaman osmotik yang menyebabkan air dan mineral sulit diserap oleh tanaman, sehingga mengakibatkan penutupan stomata, penurunan transpirasi, fotosintesis dan pertumbuhan tanaman (Yordanov *et al.*, 2000; Kader & Lindberg, 2010).

Pemberian silika tidak mampu memberikan pengaruh pada tinggi tanaman, jumlah dan luas daun kacang hijau karena tanaman tersebut sangat peka terhadap salinitas. Menurut Taufiq & Purwaningrahayu (2013), toleransi tanaman kacang hijau terhadap salinitas tanah hanya $1,79 \text{ dS m}^{-1}$ hingga $2,65 \text{ dS m}^{-1}$, sedangkan menurut Anugrahtama *et al.*, (2020) toleransinya yaitu $2,73 \text{ dS m}^{-1}$. Salinitas diatas toleransi yang digunakan dalam penelitian mengakibatkan gangguan yang kuat pada proses metabolisme sehingga penggunaan silika tidak berpengaruh pada pertumbuhan.

Tanaman menyimpan hasil fotosintesis dalam bentuk berat kering selama periode pertumbuhannya (Gardner *et al.*, 1991). Cekaman salinitas menyebabkan tanaman tidak dapat menghasilkan asimilasi yang cukup dan menghambat translokasi asimilasi (Hossain *et al.*, 2008). Cekaman salinitas juga menyebabkan fotosintesis terganggu, sehingga menurunkan produksi fotosintat sebagai sumber bahan kering tanaman (Ismail *et al.*, 2018). Penurunan bobot tanaman kering juga dapat disebabkan oleh berkurangnya kandungan klorofil dan luas daun karena cekaman salinitas. Purwaningrahayu & Taufiq (2017) menyatakan bahwa kandungan klorofil menurun hingga 45% pada salinitas yang tinggi. Ismail *et al.*, (2018) juga menyatakan bahwa kandungan klorofil yang turun menyebabkan gangguan fotosintesis pada tanaman sehingga mengurangi penimbunan bahan kering pada jaringan akar dan tajuk tanaman. Maisura *et al.*, (2015) menambahkan bahwa berkurangnya luas daun menurunkan kemampuan daun untuk menyerap cahaya, sehingga menurunkan fotosintesis sebagai penghasil bahan kering tanaman (Maisura *et al.*, 2015).

Jumlah bintil akar menurun seiring peningkatan cekaman salinitas. Hal serupa juga dikemukakan oleh Purwaningrahayu (2016) yang menyatakan bahwa bobot dan jumlah bintil akar menurun akibat cekaman salinitas, bahkan pada tingkat salinitas NaCl yang rendah ($2,4 \text{ dS m}^{-1}$) penurunan bobot dan jumlah bintil akar sudah terlihat. Flowers *et al.*, (2010) juga menyatakan

bahwa cekaman salinitas berdampak besar mengurangi pembentukan bintil akar, mengecilkan ukuran bintil akar, menurunkan kapasitas fiksasi N_2 dan menyebabkan nekrosis bintil akar. Cekaman salinitas menghambat pembentukan bintil akar melalui penurunan kolonisasi *Rhizobium* dan pembentukan rambut akar. Swaraj & Bishnoi (1999) menambahkan bahwa cekaman salinitas juga menginduksi penuaan dini bintil akar yang sudah terbentuk, menghambat fiksasi N_2 dan respirasi bintil akar. Hafeez *et al.*, (1988) juga menambahkan cekaman salinitas menurunkan nodulasi, fiksasi nitrogen dan total konsentrasi nitrogen dalam tanaman secara drastis.

3.2 Variabel Fisiologi

Dosis pupuk silika tidak menunjukkan pengaruh terhadap variabel fisiologi tanaman, sedangkan tingkat salinitas berpengaruh pada kadar klorofil (a, b dan total). Peningkatan salinitas menurunkan kadar klorofil pada daun kacang hijau (Tabel 2).

Putri *et al.*, (2017) melaporkan bahwa salinitas meningkatkan akumulasi Na^+ dan menurunkan penyerapan unsur N, K^+ dan Mg^{2+} yang merupakan unsur pembentuk klorofil, sehingga pembentukan klorofil terganggu dan menghambat fotosintesis. Ahmad *et al.* (2018) juga melaporkan bahwa perlakuan salinitas (NaCl) menurunkan kadar karotenoid, klorofil (a, b dan total). Khan *et al.* (2021) menambahkan bahwa kandungan NaCl yang tinggi akibat cekaman salinitas menyebabkan efek toksik pada klorofil a dan b, sehingga menurunkan pigmen fotosintesis.

Tabel 2. Kadar klorofil dan prolin tanaman kacang hijau pada beberapa dosis pupuk silika dan tingkat salinitas

Perlakuan	Kadar klorofil ($mg\ L^{-1}$)			Prolin ($\mu mol\ g^{-1}$)
	a	b	total	
Dosis silika (P)				
0 $mL\ L^{-1}$	6,8a	4,5a	1,6a	4,4622a
2 $mL\ L^{-1}$	6,9a	4,4a	1,5a	4,0974a
4 $mL\ L^{-1}$	7,8a	4,9a	1,7a	3,0179a
6 $mL\ L^{-1}$	7,8a	5,2a	1,9a	3,3728a
Salinitas (S)				
<2 $dS\ m^{-1}$	10,2b	6,6b	2,3b	2,8125a
4 $dS\ m^{-1}$	6,4ab	4,1ab	1,4ab	4,5007a
8 $dS\ m^{-1}$	5,3a	3,4a	1,2a	3,8995a

Keterangan: Huruf kecil yang sama dibelakang bilangan yang terletak di kolom dan di kelompok perlakuan yang sama tidak berbeda berdasarkan uji lanjut Duncan 5%.

Tabel 3. Hasil biji tanaman kacang hijau pada beberapa dosis pupuk silika dan tingkat salinitas

Perlakuan	Jumlah biji/ tanaman (butir)	Bobot biji/ tanaman (g)
Dosis silika (P)		
0 $mL\ L^{-1}$	116,78a	7,26a
2 $mL\ L^{-1}$	113,00a	7,22a
4 $mL\ L^{-1}$	107,78a	6,57a
6 $mL\ L^{-1}$	103,89a	6,80a
Salinitas (S)		
<2 $dS\ m^{-1}$	135,67b	8,83b
4 $dS\ m^{-1}$	119,92b	7,61b
8 $dS\ m^{-1}$	75,50a	4,45a

Keterangan: Huruf kecil yang sama dibelakang bilangan yang terletak di kolom dan di kelompok perlakuan yang sama tidak berbeda berdasarkan uji lanjut Duncan 5%.

Tabel 4. Rata-rata jumlah polong per tanaman kacang hijau pada pengaruh interaksi dosis pupuk silika dan tingkat salinitas

Salinitas (S)	Dosis silika (P)			
	P1	P2	P3	P4
S1	12,33ab	12,00ab	11,00a	13,33b
S2	10,33a	11,33a	11,33a	9,67a
S3	7,67b	6,67ab	6,67ab	5,00a

Keterangan: Huruf kecil yang sama dibelakang bilangan yang sebaris dan huruf besar yang sama dibelakang bilangan yang sekolom pengaruhnya tidak berbeda berdasarkan uji lanjut Duncan 5%. P1: 0 mL L⁻¹; P2: 2 mL L⁻¹; P3: 4 mL L⁻¹; P4: 6 mL L⁻¹; S1: < 2 dS m⁻¹; S2: 4 dS m⁻¹; S3: 8 dS m⁻¹.



Gambar 1. Jumlah polong per tanaman kacang hijau pada tingkat salinitas yang berbeda.

3.3 Variabel Hasil

Dosis pupuk silika tidak berpengaruh pada variabel hasil yang diamati, sedangkan tingkat salinitas berpengaruh pada biji yang dihasilkan (Tabel 3). Pengaruh dosis pupuk silika dan tingkat salinitas pada jumlah polong per tanaman bersifat interaksi (Tabel 4).

Cekaman salinitas 8 dS m⁻¹ menunjukkan hasil biji terendah pada penelitian. Semakin tinggi cekaman salinitas maka semakin rendah biji kacang hijau yang dihasilkan. Kondisi yang hampir serupa dilaporkan oleh Hossain *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa pembentukan polong, hasil biji dan nilai indeks panen menurun seiring kenaikan salinitas. Purwaningrahayu & Taufiq (2017) juga melaporkan bahwa cekaman salinitas menurunkan ukuran biji sehingga menurunkan hasil tanaman. Purwaningrahayu (2016) menambahkan bahwa Cekaman salinitas menghambat pertumbuhan dan perluasan daun, sehingga menurunkan hasil biji. Wahyuningsih *et al.* (2017) juga menambahkan bahwa pembentukan polong dan produksi biji menurun 48% hingga 50% akibat meningkatnya salinitas tanah dari 2,3 dS m⁻¹ menjadi 3,2 dS m⁻¹. Interaksi dosis pupuk silika dan tingkat salinitas mempengaruhi polong yang terbentuk. Polong dengan jumlah tertinggi diperoleh melalui pemberian pupuk silika 6 mL L⁻¹ pada kondisi salinitas < 2 dS m⁻¹ yaitu 13,33 polong, sedangkan terendah diperoleh pada kombinasi dosis pupuk silika 6 mL L⁻¹ dan tingkat salinitas 8 dS m⁻¹ yaitu 5 polong. (Tabel 4). Semua dosis pupuk silika dan kombinasinya dengan tingkat salinitas P3 (8 dS m⁻¹) menunjukkan jumlah polong per tanaman terendah. Hal tersebut karena pupuk silika dinilai kurang memberikan efek menguntungkan pada cekaman salinitas yang terlalu tinggi.

Taufiq *et al.* (2020) menyatakan bahwa pemupukan silika pada tanaman kedelai yang tercekam salinitas sedang (3 mS cm⁻¹) memproduksi polong yang lebih berbobot dibandingkan tanaman kedelai yang tercekam salinitas tinggi (6 mS cm⁻¹). Kadar Na⁺ yang terlalu tinggi akibat cekaman salinitas dapat menyebabkan penuaan dini dan defoliasi daun, sehingga menghambat suplai fotosintat, serta menggugurkan bunga dan polong (Otie *et al.*, 2021). Penurunan jumlah polong tanaman akibat cekaman salinitas pada penelitian disajikan pada Gambar 1.

4. KESIMPULAN

Dosis pupuk silika hanya berpengaruh pada jumlah daun trifoliat kacang hijau umur 42 hari setelah tanam. Jumlah daun trifoliat tertinggi diperoleh pada dosis pupuk silika 0 ml L⁻¹, yaitu 6,89 helai. Tingkat salinitas menurunkan hampir seluruh variabel pertumbuhan, hasil dan fisiologi tanaman kacang hijau. Interaksi dosis pupuk silika dan tingkat salinitas mempengaruhi jumlah polong per tanaman. Produksi polong tertinggi diperoleh melalui pemberian pupuk silika 6 mL L⁻¹ pada kondisi salinitas < 2 dS m⁻¹.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang sudah memberikan kontribusi, dukungan, bimbingan, masukan dan saran yang sangat membantu pelaksanaan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, G.H., A. Hussain, M. Ali, M. Jamil, M. Anwar-Ul-haq, Z. Malik, S. Ali, & B. Javaid. 2020. Role of silicon in morpho-physiological, ionic and biochemical acclimation of mungbean challenged with salt stress. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 57(2): 457–464.
- Adisyahputra, A., S. Sudarsono, & K. Setiawan. 2011. Pewarisan sifat densitas stomata dan laju kehilangan air daun (rate leaf water loss RWL) pada kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Natur Indonesia*. 14(1): 73-89.
- Ahmad, P., M.A. Ahanger, P. Alam, M.N. Alyemeni, L. Wijaya, S. Ali, & M. Ashraf. 2018. Silicon (Si) supplementation alleviates NaCl toxicity in mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek) through the modifications of physio-biochemical attributes and key antioxidant enzymes. *Journal of Plant Growth Regulation*. 38(1): 70–82.
- Ahmed, S. 2009. Effect of soil salinity on the yield and yield components of mungbean. *Pakistan Journal of Botany*. 41(1): 263–268.
- Al Murad, M., A. Latif, & S. Munir. 2020. and Tolerance Mechanism under Salinity Stress. *Plants*. 9(4): 460.
- Anugrahtama, P.C., Supriyanta, S., & Taryono, T. 2020. Pembentukan Bintil Akar dan Ketahanan Beberapa Aksesori Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Pada Kondisi Salin. *Agrotechnology Innovation (Agrinova)*. 3(1): 20-27. <https://doi.org/10.22146/a.58353>
- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant physiology*. 24(1): 1-15.
- Awasthi, P., H. Karki, V. Vibhuti, K. Bargali, & S.S. Bargali. 2016. Germination and seedling growth of pulse crop (*Vigna* spp.) as affected by soil salt stress. *Current Agriculture Research Journal*. 4(2):159–170.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2023. *Laporan Tahun 2023*. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian. <https://tanamanpangan.pertanian.go.id/assets/front/uploads/document/LAPORAN%20TAHUNAN%202023.pdf>.
- Epstein, E. 1994. The anomaly of silicon in plant biology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 91(1): 11–17.
- Farhangi-Abriz, S., & S. Torabian. 2018. Nano-silicon alters antioxidant activities of soybean seedlings under salt toxicity. *Protoplasma*. 255(3): 953–962.
- Flowers, T.J., P.M. Gaur, C.L.L. Gowda, L. Krishnamurthy, S. Samineni, K.H.M. Siddique, N.C. Turner, V. Vadez, R.K. Varshney, & T.D. Colmer. 2010. Salt sensitivity in chickpea. *Plant, Cell and Environment*. 33(4): 490–509.
- Fournalika, D., E. Oktavidiati, Suryadi, Jafrizal & Usman. 2021. Pengaruh pemberian rhizobium dan

- pupuk sp-36 terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata*, L.). *Jurnal Agriculture*. 16(1): 17-28.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, & R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Terjemahan Herawati Susilo dan Subiyanto. UI Press. Jakarta. p.428.
- Garg, N., & P. Bhandari. 2015. Silicon nutrition and mycorrhizal inoculations improve growth, nutrient status, K⁺/Na⁺ ratio and yield of Cicer arietinum L. genotypes under salinity stress. *Plant Growth Regulation*. 78(3): 371-387.
- Guerriero, G., J.F. Hausman, & S. Legay. 2016. Silicon and the plant extracellular matrix. *Frontiers in Plant Science*. (7): 463.
- Hafeez, F.Y., Z. Aslam, & K.A. Malik. 1988. Effect of salinity and inoculation on growth, nitrogen fixation and nutrient uptake of *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *Plant and Soil*. 106(1): 3-8.
- Hastuti, D.P., S. Supriyono, & S. Hartati. 2018. Pertumbuhan dan hasil kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada beberapa dosis pupuk organik dan kerapatan tanam. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. 33(2): 89-95.
- Holden, M. 1965. *Chlorophylls, Dalam: Goldwin T. W. (ed.). Chemistry and biochemistry of plant pigments*. Academic Press. London-New York.
- Hossain, M.M., M.N.A. Miah, M.A. Rahman, M. A. Islam, & M.T. Islam. 2008. Effect of salt stress on growth and yield attributes of. *Bangladesh Research Publication Journal*. 1(4): 324-336.
- Isayenkov, S.V., & F.J.M. Maathuis. 2019. Plant salinity stress: Many unanswered questions remain. *Frontiers in Plant Science*. 10(80): 1-11.
- Ismail, M., P. Yudono, & S. Waluyo. 2018. Tanggapan dua kultivar kedelai (*Glycine max* L.) terhadap empat aras salinitas. *Vegetalika*. 7(2): 16-29.
- Kader, M.A., & S. Lindberg. 2010. Cytosolic calcium and pH signaling in plants under salinity stress. *Plant Signaling and Behavior*. 5(3): 233-238.
- Kristiono, A., R.D. Purwaningrahayu, & A. Taufiq. 2013. Respons tanaman kedelai, kacang tanah dan kacang hijau terhadap cekaman salinitas. *Buletin Palawija*. 26: 45-60.
- Maisura, M., M.A. Chozin, I. Lubis, A. Junaedi, & H. Ehara. 2015. Laju asimilasi bersih dan laju tumbuh relatif varietas padi toleran kekeringan pada sistem sawah. *Jurnal Agrium*. 12(1): 10-15.
- Marpaung, S.M.H. 2020. Pengaruh jarak tanam dan pupuk kcl pada pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian UMSU: Medan.
- Masganti, A.M. Abduh, R. Agustina, M. Alwi, M. Noor, & Y. Rina. 2022. Pengelolaan lahan dan tanaman padi di lahan salin. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 16(2): 83-95.
- More, S.S., S.E. Shinde, & M.C. Kasture. 2019. Status of silica in agriculture: A review. *The Pharma Innovation Journal*. 8(6): 211-219.
- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*. 25(2): 239-250.
- Murillo-Amador, B., S. Yamada, T. Yamaguchi, E. Rueda-Puente, N. Ávila-Serrano, J.L. García-Hernández, R. López-Aguilar, E. Troyo-Diéguez, & A. Nieto-Garibay. 2007. Influence of calcium silicate on growth, physiological parameters and mineral nutrition in two legume species under salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 193(6): 413-421.
- Nikmatullah, N. 2010. Biosintesis etilen dan akumulasi prolin pada semanggi putih (*Trifolium repens* L.) cv. Kopu dalam kondisi cekaman air. *Crop Agro*. 3(2): 77-87.
- Otie, V., I. Udo, Y. Shao, M.O. Itam, H. Okamoto, P. An, & E.A. Eneji. 2021. Salinity effects on morpho-physiological and yield traits of soybean (*Glycine max* l.) as mediated by foliar spray with brassinolide. *Plants*. 10(3): 1-24.
- Proklamasiningsih, E., I.D. Prijambada, D. Rachmawati, & R.P. Sancayaningsih. 2012. Laju fotosintesis dan kandungan klorofil kedelai pada media tanam masam dengan pemberian garam aluminium. *Agrotrop*. 2(1): 17-24.

- Purwaningrahayu, R.D. 2016. Karakter morfofisiologi dan agronomi kedelai toleran salinitas. *Iptek Tanaman Pangan*. 11(1): 35–48.
- Purwaningrahayu, R.D., & A.B. Taufiq. 2017. Respon morfologi empat genotip kedelai terhadap cekaman salinitas (morphological responses of four soybean genotypes to salinity stress). *Jurnal Biologi Indonesia*. 13(2): 175–188.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2022. Statistik konsumsi pangan tahun 2022. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. <https://satudata.pertanian.go.id/details/publikasi/407>.
- Putri, P.H., G. Wahyu, A. Susanto, & A. Taufiq. 2017. Toleransi genotipe kedelai terhadap salinitas soybean genotype tolerance to salinity stress. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 1(3): 233–242.
- Rachmawatie, S.J., & M. Nasir. 2014. Pertumbuhan *Vigna Radiata* (L.) Wilzek pada tingkat salinitas NaCl yang berbeda. *Agronomika*. 9(2): 223–234.
- Rahmah, S., S. Mardin, & P. Purwanto. 2022. Aplikasi pupuk daun yang di perkaya dengan silika untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Pertanian Peradaban (Peradaban Journal of Agriculture)*. 2(1): 17–27.
- Sapre, S.S., & D.N. Vakharia. 2016. Role of silicon under water deficit stress in wheat: (biochemical perspective): a review. *Agricultural Reviews*. 37(2): 109–116.
- Santi, L.P., & D. Mulyanto. 2018. Effect of bio-silica on drought tolerance in plants. *IOP conference series: Earth and Environmental Science*. 183(1): 012014.
- Sehrawat, N., M. Yadav, K. Bhat, R. Sairam, & P. Jaiwal. 2015. Effect of salinity stress on mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] during consecutive summer and spring seasons. *Journal of Agricultural Sciences, Belgrade*. 60(1): 23–32.
- Susilo, D.E.H. 2015. Identifikasi nilai konstanta bentuk daun untuk pengukuran luas daun metode panjang kali lebar pada tanaman hortikultura di tanah gambut. *Anterior Jurnal*. 14(2): 139–146.
- Swaraj, K., & N.R. Bishnoi. 1999. Effect of salt stress on nodulation and nitrogen fixation in legumes. *Indian Journal of Experimental Biology*. 37(9): 843–848.
- Taufiq, A., & R.D. Purwaningrahayu. 2013. Tanggap varietas kacang hijau terhadap cekaman salinitas. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 32(3): 159–170.
- Taufiq, F., B.A. Kristanto, & F. Kusmiyati. 2020. Pengaruh pupuk silika terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai pada tanah salin. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*. 22(2): 88–93.
- Wahyuningsih, S., A. Kristiono, & A. Taufiq. 2017. Pengaruh jenis amelioran terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau di tanah salin. *Buletin Palawija*. 15(2): 69–77.
- Widiyawati, I., T. Harjoso, & T.T. Taufik. 2016. Aplikasi pupuk organik terhadap hasil kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di ultisol. *Kultivasi*. 15(3): 159–163.
- Yordanov, I., V. Velikova, & T. Tsonev. 2000. Plant responses to drought, acclimation, and stress tolerance. *Photosynthetica*. 38(2):171–186.
- Zuccarini, P. 2008. Effects of silicon on photosynthesis, water relations and nutrient uptake of *Phaseolus vulgaris* under NaCl stress. *Biologia Plantarum*. 52(1):157–160.