

RESPONS PERTUMBUHAN TIGA SPECIES KACANG KORO (*Canavalia spp.*) PADA LAHAN TERPAPAR SALINITAS

GROWTH RESPONSES OF THREE SPECIES KORO BEAN (*Canavalia spp.*) ON SALINITY-EXPOSED LANDS

Ali Rahmat¹, P.K. Dewi Hayati^{*2}, Indra Dwipa¹

¹ Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas

² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas

*Corresponding Author. E-mail address: pkdewihayati@agr.unand.ac.id

ARTICLE HISTORY:

Received: 11 August 2024

Peer Review: 21 January 2025

Accepted: 27 May 2025

KEYWORDS:

Canavalia cathartica,
Canavalia gladiata, *Canavalia maritima*, protein source, tolerance indices.

ABSTRACT

The koro beans from the *Canavalia* genus serve as a crucial alternative protein source for ensuring national food security. Cultivation can be targeted toward marginal lands, which are abundant in Indonesia. This research aims to evaluate the growth response of different *Canavalia* spp. accessions from three species under varying salinity conditions. Conducted between September 2023 and March 2024 at Pantai Pasir Putih, Bungo Pasang in Padang City, the study involved planting five accessions of *Canavalia* spp., two from *Canavalia gladiata*, two from *C. maritima*, and one from *C. cathartica* on fields with low salinity (1.2 dS/m) and moderate salinity (3.8 dS/m). The experimental setup was a Randomized Complete Block Design with two replications per treatment, totalling 20 experimental units. Data were analyzed using combined analysis of variance (combined ANOVA), followed by Duncan's test at a 5% significance level. Correlation analysis determined the relationship between salinity levels and plant growth variables. The findings revealed that the growth of accessions disruption under moderate salinity, except for the *Cm.Halmahera* and *Cm.Bengkulu* accessions, which exhibited improved growth. Significant interactions between accessions and salinity levels were observed for stem length, branch number, and stem diameter, particularly 24 weeks after sowing, indicating an optimal period for selecting salinity-tolerant accessions. A strong negative correlation between salinity levels and plant growth was found, indicating that increased salinity suppresses plant growth. Based on salinity tolerance indices, *Canavalia maritima* accessions *Cm.Halmahera* and *Cm.Bengkulu* showed greater adaptability to saline conditions compared to the other accessions.

ABSTRAK

KATA KUNCI:

Canavalia cathartica,
Canavalia gladiata, *Canavalia maritima*, indeks toleransi, sumber protein.

Kacang koro dari genus *Canavalia* dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein alternatif yang penting untuk ketahanan pangan nasional. Pembudidayaannya dapat diarahkan pada lahan marginal yang ketersediaannya cukup luas di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk melihat respon pertumbuhan berbagai aksesi kacang koro yang berasal dari tiga spesies berbeda pada dua kondisi lahan yang terpapar salinitas. Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2023-Maret 2024 di Pantai Pasir Putih, Bungo Pasang Kota Padang. Sebanyak 5 aksesi *Canavalia* spp. yaitu 2 aksesi spesies *Canavalia gladiata*, 2 aksesi spesies *C. maritima*, dan 1 aksesi spesies *C. cathartica* ditanam di lahan dengan dua kondisi salinitas yaitu salinitas rendah (1,2 dS/m), dan salinitas sedang (3,8 dS/m). Percobaan didesain dalam Rancangan Acak Kelompok dengan masing-masing dua ulangan sehingga terdapat 20 satuan percobaan. Data dianalisis menggunakan sidik ragam gabungan (combined ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf nyata 5%. Analisis korelasi dilakukan untuk melihat hubungan tingkat salinitas dengan variabel pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya gangguan pertumbuhan kecuali aksesi *Cm.Halmahera* dan *Cm.Bengkulu* yang memperlihatkan respons peningkatan pertumbuhan dengan meningkatnya salinitas. Aksesi berinteraksi dengan tingkat salinitas pada pengamatan panjang batang, jumlah cabang dan diameter batang terutama pada umur 24 MST, mengindikasikan periode waktu ini ideal untuk menyeleksi aksesi yang toleran terhadap salinitas. Korelasi negatif dan kuat antara tingkat salinitas dan pertumbuhan tanaman menunjukkan bahwa peningkatan salinitas menekan pertumbuhan tanaman. Berdasarkan nilai indeks toleransi, maka aksesi *Cm. Halmahera* dan *Cm. Bengkulu* dari spesies *Canavalia maritima* memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap salinitas dibandingkan aksesi lainnya.

1. PENDAHULUAN

Diversifikasi tanaman sumber protein merupakan salah satu strategi penting dalam mengatasi ketergantungan yang tinggi terhadap komoditas kedelai. Berbagai tumbuhan ataupun tanaman tertentu sumber protein sering kali tidak dimanfaatkan potensinya secara optimal (*under-utilized*). Tumbuhan ini mampu tumbuh di lahan yang kurang subur, kering, atau bahkan salin, sehingga tidak bersaing dengan lahan subur yang digunakan untuk tanaman pangan utama lainnya. Pendekatan ini memungkinkan pemanfaatan lahan-lahan marginal yang selama ini kurang dimanfaatkan secara optimal, serta mendukung adaptasi pertanian terhadap perubahan iklim yang makin ekstrem. Dengan demikian, penelitian dan pengembangan lebih lanjut terhadap tanaman marginal sumber protein alternatif sangatlah penting untuk ketahanan pangan nasional. Salah satu komoditi pangan alternatif yang berpotensi dikembangkan adalah kacang koro.

Kacang koro merupakan famili *Fabaceae* yang terdiri atas berbagai genus, salah satunya adalah *Canavalia*. *Canavalia ensiformis* (L.) DC atau koro pedang putih, *C. gladiata* (Jacq.) DC atau koro pedang merah, *C. maritima* Thouars. (*C. rosea* (Swartz.) DC.) atau koro pantai, dan *C. cathartica* Thouars (*C. virosa* (Roxb.) Wight & Arn.) atau koro kerandang merupakan beberapa spesies dari genus *Canavalia*. *C. gladiata* merupakan spesies yang sudah biasa dibudidayakan sedangkan *C. maritima* dan *C. cathartica* merupakan spesies koro liar yang banyak dijumpai di pesisir pantai (Djaafar et al., 2011 ; Anita & Sridhar, 2019; Supriya & Sridhar, 2022). Di beberapa tempat di Indonesia seperti Sulawesi dan Jawa, kedua spesies ini biasa diolah untuk dikonsumsi. Berbeda dengan *C. ensiformis* yang cenderung memiliki pertumbuhan tegak, ketiga spesies lainnya yang disebutkan di atas memiliki tipe pertumbuhan menjalar.

Secara umum, biji kacang koro *Canavalia* ini mengandung berbagai zat gizi seperti protein sebesar 25,3-29,3%, 1,5-7,8% lemak, 44,9-73,3% karbohidrat, dan 2,2-9% serat kasar serta aneka mineral dalam 100 gram bijinya (Bhagya et al., 2007; Vadivel et al., 2010; Sridhar & Niveditha, 2014) dan bahan lain berkhasiat obat (Hwang et al., 2022). Biji dapat diolah menjadi berbagai macam produk seperti tempe, tahu, tepung (Wijaya & Suarna, 2020) dan pakan ternak (Mahardhika et al., 2021).

Ketersediaan lahan menjadi salah satu permasalahan dalam pengembangan komoditi pangan alternatif sehingga pemanfaatan lahan marginal merupakan salah satu solusi yang potensial. Salah satu lahan marginal yang tersedia cukup luas di Indonesia adalah lahan terpapar salinitas (Usnawayah et al., 2021). Lahan salin adalah lahan yang memiliki kandungan garam yang tinggi (Sarabi & Ghashghaie, 2022); yang disebabkan oleh intrusi air laut, irigasi dan aplikasi pupuk kimia atau pestisida yang tidak tepat (Sarkar & Kalita, 2023). Lahan salin yang tersedia di Indonesia sebagian besar berada di kawasan pesisir pantai dengan komposisi tanah sebagian besar tersusun dari pasir. Lahan pasir memiliki berbagai permasalahan seperti kesuburan yang rendah, penguapan tinggi, kadar air rendah, kapasitas tukar kation dan bahan organik rendah (Xiu et al., 2022).

Lahan salin memiliki berbagai permasalahan saat digunakan untuk budidaya tanaman seperti pH tanah yang tinggi ($\text{pH} > 7,0-8,5$), rendahnya unsur N dan K, kandungan Na^+ yang tinggi (Taufiq & Sundari, 2012; Barus et al., 2018; dan Laiskhanov et al., 2022; Fahmi et al., 2023), sehingga berdampak pada pertumbuhan dan hasil tanaman. Salinitas mengganggu pertumbuhan tanaman karena terjadinya gangguan keseimbangan metabolisme nutrisi, meningkatnya konsentrasi ion-ion fitotoksik, dan mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah (Ali et al., 2022; Meriem et al., 2022), gangguan dalam keseimbangan osmotik yang berdampak pada turgor, dehidrasi dan kematian sel serta gangguan mobilitas unsur hara akibat kenaikan pH tanah yang terlalu tinggi (Kusmiyati et al., 2014). Optimalisasi kekurangan lahan salin sebagai area budidaya dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah penggunaan genotipe toleran. Genotipe toleran diharapkan mampu tumbuh baik pada kondisi tersebut dan menghasilkan produksi yang tinggi. Langkah awal untuk mendapatkan genotipe tersebut adalah mengoleksi berbagai aksesi dan mengevaluasi bagaimana respons genotipe tersebut terhadap cekaman lingkungan. Oleh karena itu pengujian ini diharapkan

mampu menyeleksi aksesi-aksesi yang toleran terhadap cekaman salinitas, sehingga bisa dikembangkan menjadi varietas kacang koro yang toleran. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respons pertumbuhan berbagai aksesi kacang koro (*Canavalia* spp.) pada dua kondisi lahan yang terpapar salinitas.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2023 - Maret 2024 di Pantai Pasir Putih, Bungo Pasang Kota Padang ($0^{\circ}51'57.7''S$, $100^{\circ}19'59.8''E$). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih 5 aksesi kacang koro (Tabel 1), label, pupuk Urea ($62,5 \text{ KgHa}^{-1}$), SP 36($112,5 \text{ KgHa}^{-1}$), dan KCl ($87,5 \text{ KgHa}^{-1}$). Alat yang digunakan meliputi cangkul, meteran kain, spidol, jangka sorong dan alat tulis. Penelitian berupa dua seri eksperimen berbeda yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK), masing-masing dengan dua ulangan. Kedua seri eksperimen dibedakan oleh kondisi tanah salin. Seri pertama adalah penanaman pada lahan yang berjarak 300 m dari tepi pantai, berada dekat dengan perumahan penduduk dan tidak pernah terjangkau oleh air pasang. Seri kedua adalah lahan yang berjarak 30 m dari bibir pantai, merupakan jarak terdekat bagi keberadaan vegetasi yang tumbuh di tepi pantai dan sering dicapai oleh pasang air laut. Hasil pengujian mendapatkan tingkat salinitas berbeda pada kedua jenis lahan yaitu 1,2 dS/m dan 3,8 dS/m. Keduanya berturut-turut dikategorikan memiliki tingkat salinitas rendah dan sedang menurut (Yang and Sun, 2020).

Evaluasi dilakukan terhadap 5 aksesi kacang koro dari genus *Canavalia* yang memiliki tipe pertumbuhan merambat, berasal dari tiga spesies berbeda (Tabel 1). Benih dari masing-masing aksesi ditanam pada petakan berukuran $1,5 \times 2\text{m}$ dengan jarak tanam $1\text{m} \times 0,5\text{ m}$, dan 2 ulangan, sehingga total terdapat 20 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan ditanam 6 tanaman. Variabel pengamatan meliputi panjang batang, diameter batang dan jumlah cabang yang dilakukan pada umur 8 dan 24 minggu setelah tanam (MST). Data dianalisis dengan sidik ragam gabungan (*combined-anova*) untuk melihat pengaruh tingkat salinitas dan aksesi (Tabel 2), dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf nyata 5%. Analisis korelasi (*Pearson's simple moment correlation*) dilakukan untuk melihat hubungan antara tingkat salinitas dengan ketiga variabel pertumbuhan pada umur 8 dan 24 MST mengacu pada Hayati (2018).

Tabel 1. Aksesi kacang koro yang dievaluasi pada lahan terpapar salinitas

No	Nama spesies	Asal Benih	Ketinggian daerah asal koleksi (mdpl)	Tipe pertumbuhan	Kode Aksesi
1.	<i>C. gladiata</i>	Kab. Solok	470	indeterminate	Cg.Solok
2.	<i>C. gladiata</i>	Bogor	265	indeterminate	Cg.Bogor
3.	<i>C. maritima</i>	Kab. Halmahera Timur	1-2	indeterminate	Cm.Halmahera
4.	<i>C. maritima</i>	Bengkulu	1-2	indeterminate	Cm.Bengkulu
5.	<i>C. cathartica</i>	Kab. Solok	482	indeterminate	Cc.Solok

Tabel 2. Analisis sidik ragam gabungan (*combined-anova*) berdasarkan rancangan acak kelompok

SK	db	JK	KT	F hitung
Salinitas (L)	l-1	JKL	KTL	KTL/KTK (L)
Rep/ Salinitas	l(r-1)	JKK(L)	KTK(L)	KTK(L)/ (KTe)
Aksesi (G)	g-1	JKG	KTG	KTG/KTGxL
G x L	(g-1) (l-1)	JKGxL	KTGxL	KTGxL/KTe
Galat	l(r-1)(g-1)	JKe	KTe	

Keterangan: l= salinitas, r = kelompok, g= aksesi, JKL= jumlah kuadrat salinitas, JKK(L)= jumlah kuadrat rep/salinitas, JKG = Jumlah kuadrat aksesi, JKGxL= jumlah kuadrat genetik x salinitas, JKT= jumlah kuadrat total, JKE= jumlah kuadrat galat, KTL = kuadrat tengah salinitas, (KTK (L) = kuadrat tengah rep/salinitas, KTG= kuadrat tengah aksesi, KTGxL= kuadrat tengah aksesi x salinitas, KTE= kuadrat tengah galat.

Tabel 3. Kriteria tingkat toleransi aksesi berdasarkan tiga metode evaluasi

SSI	STI	MFV	Kriteria
SSI ≤ 0,5	$X > \bar{X} + 2SD$	$X_i \geq \bar{x} + 1,64SD$	Sangat toleran
0,5 < SSI ≤ 1,0	$\bar{X} + SD < X < \bar{X} + 2SD$ $\bar{X} - 2SD < X \leq \bar{X} + SD$	$\bar{x} + 1,64SD > X_i \geq \bar{x} + 1SD$ $\bar{x} + 1SD > X_i \geq \bar{x} - 1SD$	Toleran
SSI > 1,0	$\bar{X} - 2SD < X \leq \bar{X} - SD$ $X \leq \bar{X} - 2SD$	$\bar{x} - 1SD > X_i \geq \bar{x} - 1,64SD$ $X_i < \bar{x} - 1,64SD$	Moderat Rentan Sangat rentan

Evaluasi toleransi terhadap salinitas ditentukan berdasarkan Indeks Sensitivitas Cekaman atau SSI (*Stress Sensitivity Index*), Indeks Toleransi Cekaman atau *Stress Tolerance Index* (STI), dan *Membership Function Value* (MFV) dengan rumus:

$$SSI = \frac{1 - X_{is}/X_{ir}}{1 - \bar{X}_s/\bar{X}_r} \quad (1) \text{ (Kondhia et al., 2015)}$$

$$STI = \frac{X_{ir} \times X_{is}}{(\bar{X}_r)^2} \quad (2) \text{ (Fernandez, 1992)}$$

$$MFV = \frac{(Z_i - Z_{min})}{(Z_{max} - Z_{min})} \times 100\%, \text{ dimana } Z_i = \frac{X_{is}}{X_{ir}} \quad (3) \text{ (Wu et al., 2019)}$$

X_{is} (karakter i pada salinitas sedang), X_{ir} (karakter i pada salinitas rendah), \bar{X}_r (rata-rata karakter semua aksesi pada salinitas rendah), \bar{X}_s (rata-rata karakter semua aksesi pada salinitas sedang), Z_i (nilai *Salt Tolerant Index* karakter i). Berdasarkan nilai evaluasi toleransi salinitas dan standar deviasi (SD) yang diperoleh, toleransi berbagai aksesi dikelompokkan menjadi kriteria sebagaimana Tabel 3.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penampilan Berbagai Aksesi pada Dua Kondisi Salinitas

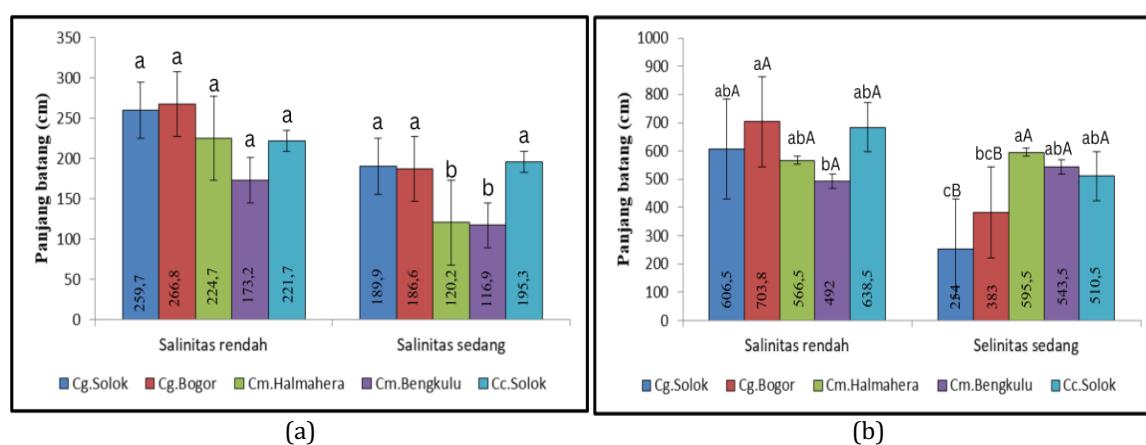
Hasil analisis ragam gabungan pengamatan panjang batang di umur 8 MST menunjukkan tidak adanya interaksi antara aksesi dan tingkat salinitas, maupun pengaruh masing-masing tingkat salinitas. Anova pada masing-masing tingkat salinitas menunjukkan pengaruh aksesi yang tidak nyata pada tingkat salinitas rendah dan pengaruh nyata pada salinitas sedang (Gambar 1a). Masing-masing aksesi memiliki panjang batang yang sama pada tingkat salinitas rendah, namun pada tingkat salinitas sedang, terdapat variasi panjang tanaman. Aksesi Cg.Solok, Cg.Bogor dan Cc.Solok memiliki batang yang lebih panjang dibandingkan aksesi dari *C. maritima*. Panjang batang ketiga aksesi berturut-turut adalah 259,7 cm, 266,8 cm, dan 21,7 cm pada salinitas rendah, sedangkan pada salinitas sedang yaitu 189,9 cm, 186,6 cm, dan 195,3 cm. Pada 8 MST terdapat perbedaan panjang batang di kedua kondisi salinitas. Pada salinitas sedang, seluruh aksesi lebih pendek daripada kondisi salinitas rendah sebesar 29%. Namun perbedaan nyata terjadi panjang batang yang dihasilkan oleh aksesi Cm. Halmahera dan Cm. Bengkulu yaitu sebesar 33 dan 46% secara berurutan.

Respons pertumbuhan yang berbeda terlihat pada umur 24 MST (Gambar 1b). Terdapat interaksi yang nyata antara aksesi dan salinitas pada pengamatan panjang batang. Interaksi yang nyata mengindikasikan bahwa rangking aksesi untuk panjang batang, berbeda pada kedua tingkat salinitas. Aksesi Cg.Solok, Cg.Bogor dan Cc.Solok nyata memiliki batang lebih pendek pada kondisi salinitas sedang di umur 24 MST. Sedangkan Cm. Halmahera dan Cm.Bengkulu memiliki pertumbuhan batang lebih panjang sebesar 5 dan 10% dibanding pada salinitas rendah. Panjang batang kedua aksesi masing-masing 595,5 cm dan 543,5 cm. Selain meningkat, panjang batang kedua aksesi ini pada salinitas sedang menjadi yang terpanjang dibandingkan aksesi lainnya pada 24 MST. Ini mengindikasikan bahwa kedua aksesi memiliki kemampuan pertumbuhan yang cepat setelah umur 8 MST. Temuan ini menggambarkan respons pertumbuhan *C. maritima* yang seolah sangat

terdampak oleh salinitas pada fase pertumbuhan awal (8 MST), namun setelah bertambahnya umur, terjadi pertumbuhan tanaman yang pesat. Kondisi ini perlu dikaji lebih lanjut mengenai mekanisme yang dilakukan tanaman dalam menghadapi cekaman seperti pada akar. Menjadi kelemahan dalam penelitian ini belum dilakukan pengamatan akar, dan terdapat kemungkinan pola pertumbuhan akar lebih di utamakan di fase awal pada kedua aksesi ini, baru kemudian dilanjutkan dengan pertumbuhan batang. Akar yang kokoh seperti jangkauan yang lebih dalam dan luas akan memperoleh air dan hara yang lebih banyak. Mekanisme pertumbuhan tersebut juga ditemukan oleh Nasution *et al.* (2024) pada tanaman kedelai.

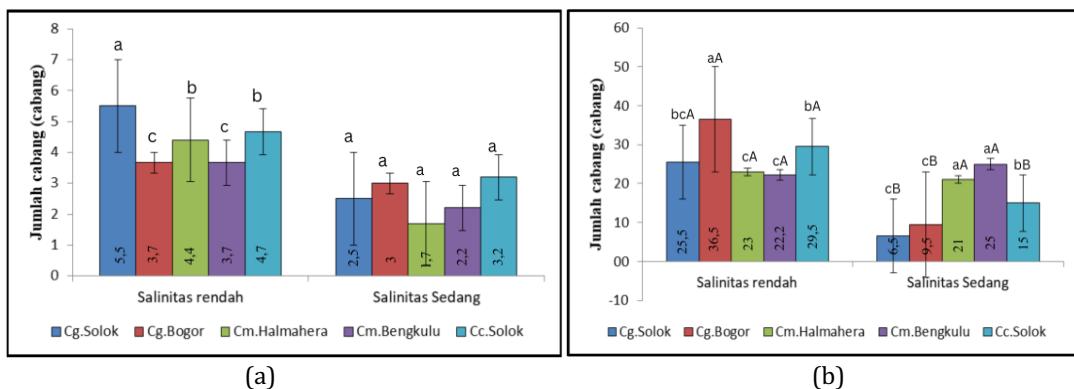
Sama halnya dengan panjang tanaman, hasil analisis ragam gabungan pengamatan jumlah cabang di umur 8 MST menunjukkan tidak adanya interaksi antara aksesi dan tingkat salinitas, maupun pengaruh masing-masing tingkat salinitas. Anova pada masing-masing tingkat salinitas menunjukkan pengaruh aksesi yang nyata pada tingkat salinitas rendah dan pengaruh tidak nyata pada salinitas sedang (Gambar 2a). Setiap aksesi memiliki jumlah cabang bervariasi pada tingkat salinitas rendah berkisar dari 3,7- 5,5, namun memiliki respons penurunan jumlah cabang yang sama pada tingkat salinitas sedang sehingga jumlah cabang menjadi sedikit berkisar dari 1,7- 3,2. Aksesi Cg. Solok dan Cm. Halmahera memiliki persentase penurunan terbesar yaitu masing-masing 54% dan 61%.

Hasil analisis ragam gabungan jumlah cabang di umur 24 MST menunjukkan adanya interaksi antara aksesi dan salinitas. Interaksi yang nyata menunjukkan bahwa rangking genotipe untuk jumlah cabang berbeda pada masing-masing tingkat salinitas (Gambar 2b). Aksesi Cg. Bogor menghasilkan jumlah cabang terbanyak dan diikuti aksesi Cc. Solok, sedangkan aksesi Cm. Bengkulu terendah pada salinitas rendah. Pada salinitas sedang jumlah cabang terbanyak dihasilkan oleh aksesi Cm. Bengkulu dan Cm. Halmhera diikuti aksesi Cc. Solok dan yang paling sedikit adalah aksesi Cg. Bogor dan Cg. Solok. Evaluasi pertumbuhan setiap aksesi pada umur 8 dan 24 MST menunjukkan bahwa pertambahan umur dan tingkatan cekaman salinitas menghasilkan respons yang berbeda dari kedua jenis aksesi (Cg. Solok dan Cm. Bengkulu). Pertumbuhan aksesi dari spesies *C. maritima* menunjukkan peningkatan untuk jumlah cabang, sebaliknya aksesi dari spesies lain mengalami penghambatan terhadap pertumbuhan yang ditunjukkan dari jumlah cabang yang dihasilkan.



Keterangan: Huruf kecil yang sama di atas bar menunjukkan aksesi berbeda tidak nyata di dalam tingkat salinitas yang sama, sedangkan huruf kapital menunjukkan aksesi berbeda tidak nyata pada tingkat salinitas berbeda berdasarkan uji DMRT taraf 5%.

Gambar 1. Panjang batang berbagai aksesi kacang koro (*Canavalia* spp.) pada dua kondisi salinitas lahan. (a) umur 8 MST, dan (b) umur 24 MST.

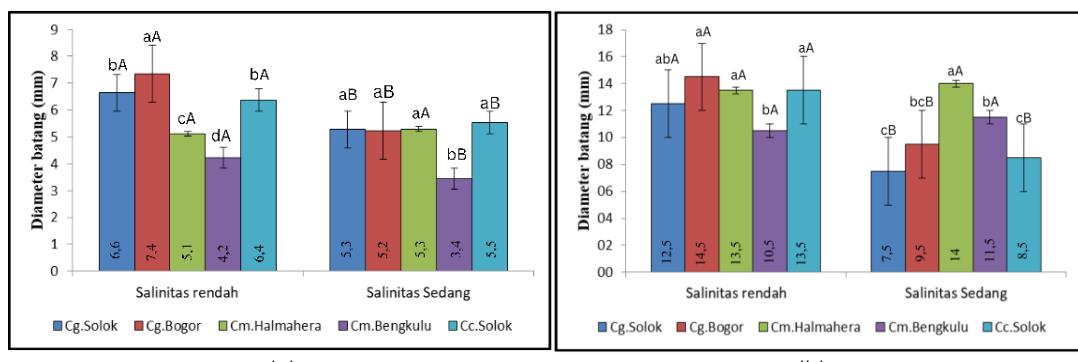


Keterangan: Huruf kecil yang sama di atas bar menunjukkan aksesi berbeda tidak nyata di dalam tingkat salinitas yang sama, sedangkan huruf kapital menunjukkan aksesi berbeda tidak nyata pada tingkat salinitas berbeda berdasarkan uji DMRT taraf 5%.

Gambar 2. Jumlah cabang berbagai aksesi kacang koro (*Canavalia spp.*) pada dua kondisi salinitas lahan. Keterangan: (a) umur 8 MST dan (b) umur 24 MST.



Gambar 3. Tidak terjadi induksi akar pada nodus yang bersentuhan langsung dengan tanah



Keterangan: Huruf kecil yang sama di atas bar menunjukkan aksesi berbeda tidak nyata di dalam tingkat salinitas yang sama, sedangkan huruf kapital menunjukkan aksesi berbeda tidak nyata pada tingkat salinitas berbeda berdasarkan uji DMRT taraf 5%.

Gambar 4. Diameter batang berbagai aksesi kacang koro (*Canavalia spp.*) pada dua kondisi salinitas lahan. Keterangan: (a) umur 8 MST dan (b) umur 24 MST.

Kelima aksesi yang dievaluasi pada penelitian ini memiliki tipe pertumbuhan menjalar di atas permukaan tanah, walaupun juga memiliki kemampuan merambat dengan cara melilitkan batang atau cabang. Namun demikian, berbeda dengan tumbuhan menjalar lainnya, aksesi yang dievaluasi tidak menghasilkan akar pada setiap nodusnya yang bersentuhan dengan permukaan tanah (Gambar 3). Tumbuhan dengan tipe pertumbuhan seperti ini sangat baik digunakan sebagai alternatif tanaman *cover crop* karena memudahkan pengelolaan tanamannya. Aksesi yang memiliki panjang tanaman dan jumlah cabang yang banyak berarti memiliki kemampuan penutupan lahan yang lebih cepat dibandingkan aksesi yang lebih pendek dengan jumlah cabang yang sedikit.

Berbeda halnya dengan pengamatan panjang batang dan jumlah cabang, diameter batang menunjukkan interaksi yang nyata antara aksesi dan salinitas, baik pada umur 8 dan 24 MST (Gambar 4). Aksesi yang memiliki diameter batang terbesar umur 8 dan 24 MST pada salinitas rendah adalah Cg.Bogor. Namun ranking diameter terbesar pada salinitas sedang berbeda pada umur 24 MST, diameter batang seluruh aksesi pada umur 24 MST secara umum mengalami penurunan kecuali pada aksesi dari spesies *C. maritima* yaitu Cm.Halmahera dan Cm.Bengkulu. Kedua aksesi tersebut mengalami peningkatan diameter batang masing-masing sebesar 4% dan 10%, mengindikasikan tingkat toleransi yang tinggi terhadap salinitas.

3.2 Tingkat Toleransi terhadap Cekaman Salinitas

Metode yang digunakan untuk seleksi ketahanan tanaman terhadap cekaman menentukan keefektifan seleksi yang dilakukan. Metode seleksi yang umum digunakan salah satunya *Stress Tolerance Index (STI)*. Metode ini umum digunakan untuk karakter hasil seperti Pratama *et al.*, (2017) untuk mentimun dan Nur *et al.*, (2024) untuk padi tahan salinitas. Kemudian Kondhia *et al.*, (2015) menggunakan metode *Stress Sensitivity Index (SSI)* untuk menilai toleransi padi terhadap kekeringan. Wu *et al.*, (2019) menggunakan metode baru yang masih jarang digunakan di Indonesia yaitu *Membership Function Value (MFV)*. Metode ini digunakan untuk menyeleksi kubis tahan garam. Penggunaan tiga metode yang berbeda bertujuan untuk mendapatkan ketahanan terbaik dari aksesi dan metode evaluasi terbaik menimbang karakter yang digunakan hanya pertumbuhan. Berdasarkan hasil evaluasi (Tabel 3) SSI merupakan metode evaluasi yang paling mewakili dan cocok digunakan untuk fase pertumbuhan dibanding yang lain karena sejalan dengan diagram pertumbuhan tanaman pada dua kondisi salinitas dan umur berbeda (Gambar 1-3).

Evaluasi toleransi tanaman terhadap kondisi salinitas pada kedua waktu observasi menunjukkan bahwa seluruh karakter memiliki tingkat toleransi yang bervariasi, berkisar dari kriteria toleran sampai rentan (Tabel 4). Evaluasi ketahanan tanaman pada umur 8 MST sejalan dengan pengamatan pertumbuhan tanaman pada Gambar 1,2 dan 4. Pola ketahanan yang diperoleh masih bervariasi antar setiap karakter, walaupun cukup konsisten untuk aksesi Cm.Halmahera dan Cm.Bengkulu. Kedua aksesi ini menunjukkan toleransi yang rendah terhadap salinitas, dengan kriteria rentan mendominasi ketiga variabel pengamatan, yang disebabkan oleh pertumbuhan batang dan cabang pada spesies *C. maritima* pada umur 8 MST umumnya lebih rendah pada salinitas sedang dibanding salinitas rendah.

Tabel 4. Evaluasi tingkat toleransi salinitas berbagai aksesi kacang koro *Canavalia* spp. dengan tiga metode berbeda.

Aksesi	Panjang batang			Diameter batang			Jumlah cabang		
	SSI	STI	MFV	SSI	STI	MFV	SSI	STI	MFV
-----8 MST-----									
Cg.Solok	0,8 M	0,9 M	0,0 R	1,2 R	1,0 M	0,3 M	1,2 R	0,8 M	0,3 M
Cg.Bogor	0,8 M	0,9 M	0,2 M	1,7 R	1,1 M	0,0 R	0,4 T	0,6 M	0,0 R
Cm.Halmahera	1,9 R	0,3 R	0,8 M	-0,2 T	0,8 M	1,0 T	1,4 R	0,4 M	1,0 T
Cm.Bengkulu	1,2 R	0,3 R	1,0 T	1,1 R	0,4 R	0,3 M	0,9 M	0,5 M	0,3 M
Cc.Solok	0,3 T	0,8 M	0,6 M	0,8 M	1,0 M	0,5 M	0,7 M	0,9 T	0,5 M
-----24 MST-----									
Cg.Solok	2,3 R	0,4 R	0,0 R	1,9 R	0,6 R	0 M	1,7 R	0,2 R	0,0 M
Cg.Bogor	1,8 R	0,7 M	0,2 M	1,7 R	0,8 M	0,1 M	1,7 R	0,5 M	0,01 M
Cm.Halmahera	-0,2 T	0,9 M	0,9 M	-0,2 T	1,1 T	0,9 M	0,2 T	0,6 M	0,8 M
Cm.Bengkulu	-0,4 T	0,7 M	1,0 T	-0,5 T	0,7 M	1,0 T	-0,3 T	0,7 T	1,0 T
Cc.Solok	1,0 M	0,9 M	0,48 M	1,8 R	0,7 M	0,06 M	1,1 R	0,6 M	0,3 R

Keterangan: *Stress Sensitivity Indeks (SSI)*, *Stress Tolerance Indices (STI)*, *Membership Function Value (MFV)*, toleran (T), moderat (M), dan rentan (R).

Evaluasi tingkat toleransi pada umur 24 MST menunjukkan kriteria konsisten untuk semua karakter tanaman. Cg.Solok merupakan aksesi yang paling terdampak dengan kondisi salinitas, dimana seluruh karakter secara umum tergolong rentan untuk semua metode indeks toleransi yang digunakan, diikuti oleh aksesi Cg.Bogor dan Cc.Solok. Sebaliknya dua aksesi yaitu Cm. Bengkulu dan Cm.Halmahera menunjukkan tingkat toleransi yang tinggi terhadap salinitas berdasarkan nilai SSI, STI dan MFV. Meningkatnya tingkat toleransi aksesi Cm. Bengkulu dan Cm.Halmahera di umur 24 MST disebabkan oleh pertumbuhan batang dan cabang tanaman yang signifikan pada salinitas sedang.

Berbeda halnya dengan rangking genotipe yang menunjukkan penampilan karakter pertumbuhan yang terbaik pada masing-masing tingkat salinitas, nilai indeks toleransi yang digunakan pada percobaan ini mempertimbangkan reduksi penurunan pertumbuhan. Aksesi yang mengalami penurunan nilai pertumbuhan yang paling kecil pada kondisi cekaman, merupakan aksesi yang lebih toleran dibandingkan dengan yang memiliki penurunan pertumbuhan yang lebih besar. Berdasarkan nilai indeks toleransi tersebut, Cm.Bengkulu merupakan aksesi yang paling toleran terhadap salinitas.

Analisis korelasi menunjukkan nilai koefisien korelasi yang moderat pada umur 8 MST (Tabel 4). Seluruh korelasi yang diperoleh bernilai positif yang berarti bahwa bertambahnya nilai suatu karakter maka akan menyebabkan pertambahan nilai pada karakter lainnya (Subekti et al., 2024). Nilai koefisien korelasi tersebut menunjukkan bahwa aksesi yang memiliki batang yang panjang, juga memiliki diameter batang yang besar dan jumlah cabang yang banyak. Namun pada umur 8 MST pertumbuhan semua aksesi yang memiliki tipe pertumbuhan *indeterminate* ini belum mencapai maksimal. Berdasarkan hasil analisis toleransi menggunakan ketiga nilai indeks tersebut, maka evaluasi ketahanan belum tepat dilakukan pada umur 8 MST pada spesies dengan karakteristik pertumbuhan indeterminet.

Pada umur 24 MST nilai koefisien korelasi yang kuat antar seluruh karakter pertumbuhan konsisten diperoleh, menunjukkan keterkaitan yang sangat kuat antara satu variabel pertumbuhan dengan variabel pertumbuhan lainnya. Korelasi yang kuat ini berkaitan dengan sudah maksimalnya pertumbuhan tanaman. Evaluasi pertumbuhan pada penelitian ini mengindikasikan bahwa seleksi untuk mendapatkan aksesi yang toleran terhadap salinitas tidak dapat dilakukan pada fase awal pertumbuhan tanaman, namun pada fase ketika pertumbuhan sudah mencapai maksimal.

Secara umum, aksesi yang dievaluasi mengalami hambatan pertumbuhan seiring peningkatan salinitas. Nilai koefisien korelasi negatif dan sangat nyata untuk panjang batang, diameter batang dan jumlah cabang dengan tingkat salinitas baik pada pengamatan umur 8 dan 24 MST (Tabel 5) menunjukkan bahwa panjang batang, diameter batang dan jumlah cabang akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya salinitas.

Berdasarkan respons pertumbuhan kelima aksesi yang dievaluasi pada penelitian ini, secara umum ketiga aksesi Cg.Solok, Cg.Bogor dan Cc.Solok menunjukkan penampilan yang baik pada kondisi salinitas rendah pada kedua waktu pengamatan 8 dan 24 MST. Hal ini berkaitan dengan adaptasi tanaman yang berasal dari daerah dataran medium (non-salin) sehingga masih toleran ditanam pada tanah dengan tingkat salinitas rendah. Namun terjadi hambatan pertumbuhan panjang batang, jumlah cabang dan diameter batang pada aksesi Cg.Solok, Cg.Bogor dan Cc.Solok ketika ditanam pada lahan dengan tingkat salinitas yang lebih tinggi (salinitas sedang). Kondisi ini disebabkan oleh ekspresi gen pembawa sifat ketahanan, dimana gen akan terekspresi ketika rangsangan lingkungan sesuai, sehingga saat salinitas masih rendah dampak yang ditimbulkan bagi tanaman tidak signifikan.

Tabel 5. Koefisien Korelasi antar Berbagai Karakter Pertumbuhan dan Tingkat Salinitas pada Berbagai Aksesi Koro (*Canavalia spp*)

Variabel	Tingkat salinitas	Panjang batang	Diameter batang	Jumlah cabang
Tingkat salinitas		-0,57**	-0,45*	-0,71**
Panjang batang	-0,55*		0,67**	0,63**
Diameter batang	-0,69**	0,83*		0,49*
Jumlah cabang	-0,56*	0,80*	0,80**	

Keterangan: Koefisien korelasi antar variabel pada 8 MST (di atas diagonal) dan 24 MST (di bawah diagonal), **: sangat nyata (taraf 1%), *: nyata (taraf 5%)

Ketika salinitas meningkat maka gen ketahanan akan terekspresi sehingga tanaman yang tahan akan mampu bersadaptasi dan tetap bertahan, sedangkan yang tidak tahan akan layu, kerdil bahkan mati (Chen et al., 2018). Kemudian hambatan pertumbuhan ini disebabkan oleh dampak negatif dari kandungan garam pada tanah. Garam menyebabkan peningkatan tekanan osmotik pada tanah sehingga mengurangi kemampuan tanaman menyerap air dan unsur hara (Hamza et al., 2015) yang berakibat pada defisiensi unsur hara (Masganti et al., 2022). Keadaan ini berdampak pada proses fotosintesis dan akhirnya menghambat proses pembelahan, pemanjangan dan pembesaran sel (Romadloni et al., 2018; Kumar et al., 2021). Penghambatan tersebut pada akhirnya menyebabkan pertumbuhan yang lebih rendah, terlihat dari panjang batang dan diameter batang yang kecil, dan jumlah cabang yang sedikit.

Aksesi Cm.Halmahera konsisten menunjukkan peningkatan panjang batang, diameter batang dan jumlah cabang pada tingkat salinitas sedang untuk kedua waktu pengamatan, diikuti oleh Cm.Bengkulu. Namun menggunakan nilai indeks toleransi, Cm.Bengkulu lebih toleran terhadap salinitas, mengindikasikan bahwa Cm.Halmahera dan Cm.Bengkulu sama-sama memiliki pertumbuhan yang lebih baik pada kondisi salinitas yang lebih tinggi dibandingkan aksesi lainnya. Unggulnya Cm.Halmahera dan Cm.Bengkulu dibanding aksesi lainnya karena dua aksesi tersebut berasal dari daerah pesisir pantai dengan kondisi tanah yang terpapar salinitas dan tersusun sebagian besar atas pasir. Habitat asal yang memang sudah ekstrim menjadikan tanaman sudah beradaptasi baik pada lingkungan tersebut, sehingga memiliki adaptasi tertentu.

Kemudian melihat kepada pola pertumbuhan Cm.Halmahera dan Cm.Bengkulu pada lahan salin spesies *C. maritima* memiliki mekanisme *tolerance* dimana aksesi tetap bertahan menghadapi cekaman dalam waktu yang lama. Ketahanan pada spesies *C. maritima* didukung oleh berbagai faktor salah satunya morfologi tanaman seperti daun tanaman. Daun pada spesies ini memiliki ukuran yang lebih kecil dibanding aksesi dari spesies lain, dan Cm. Bengkulu memiliki ukuran daun yang lebih kecil dibanding Cm. Halmahera. Ukuran daun yang lebih kecil membantu tanaman mengurangi penguapan pada permukaan daun, sehingga ketersedian air pada tanaman tetap terjaga (Yu et al., 2019). Sedangkan aksesi dari spesies lain memiliki mekanisme *escape* dalam menghadapi cekaman karena mempercepat siklus pertumbuhannya pada awal menghadapi cekaman. Biasanya mekanisme *escape* juga akan diiringi dengan pembungaan yang lebih awal (Sopandie, 2013). Hal ini diperlihatkan oleh pembungaan yang lebih cepat 8 hari pada aksesi Cg.Solok. Namun sebaliknya Cg.Bogor menunjukkan pembungaan yang lebih lambat. Dengan demikian diperlukan kajian lebih lanjut berkaitan dengan respons pembungaan aksesi kacang koro berkaitan dengan mekanisme toleransi.

Respons yang menarik muncul pada aksesi Cc.Solok yang merupakan spesies *C. cathartica* yang juga biasa ditemui di pesisir pantai, sehingga diduga toleran terhadap salinitas. Namun Cc.Solok yang dikoleksi dari dataran medium kabupaten Solok menyebabkan perubahan adaptasi tanaman sebagaimana aksesi dari spesies *C. gladiata*, aksesi Cc.Solok juga mengalami gangguan pertumbuhan pada kondisi salinitas sedang. Namun secara keseluruhan, pertumbuhan aksesi Cc.Solok berdasarkan pengamatan panjang batang, diameter batang dan jumlah cabang lebih baik dibandingkan aksesi dari spesies *C. gladiata*. Cg. Solok yang juga berasal dari dataran medium

memiliki respon pertumbuhan yang menarik. Pada 8 MST baik pada salinitas rendah dan sedang memiliki pertumbuhan yang tidak kalah bagus dibanding aksesi lainnya. Pada umur 24 MST pertumbuhan aksesi ini lebih rendah dibanding aksesi lainnya, terutama pada salinitas sedang. Cg. Solok merupakan aksesi yang paling tidak tahan terhadap salinitas dibanding aksesi lainnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa seluruh aksesi kacang koro (*Canavalia* spp.) menunjukkan pertumbuhan yang baik pada umur 8 dan 24 MST di kondisi salinitas rendah. Sedangkan pada kondisi salinitas sedang, semua aksesi mengalami gangguan pertumbuhan kecuali aksesi Cm.Halmahera dan Cm.Bengkulu yang memperlihatkan respons peningkatan pertumbuhan pada umur 24 MST. Observasi pertumbuhan pada 24 MST merupakan periode ideal untuk menyeleksi aksesi yang toleran terhadap salinitas pada aksesi dari spesies *C. maritima*, *C. gladiata*, dan *C. cathartica*. Korelasi yang kuat dan negatif antara tingkat salinitas dan pertumbuhan tanaman menunjukkan bahwa salinitas tinggi menekan pertumbuhan tanaman. Berdasarkan nilai indeks toleransi, maka aksesi Cm. Halmahera dan Cm. Bengkulu dari spesies *Canavalia maritima* memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap salinitas dibandingkan aksesi lainnya.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Andalas atas hibah Penelitian Tesis Master tahun 2024 dengan nomor kontrak: 318/UN16.19/PT.01.03/PTM/2024 dan semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., S. Ullah, M.N. Khan, W.M. Khan, S.A. Razak, S. Wahab, A. Hafeez, S.A. Khan Bangash, & P. Poczai. 2022. The effects of osmosis and thermo-priming on salinity stress tolerance in *Vigna radiata* L. *Sustainability (Switzerland)*. 14(19):1-17.
- Anita, D.D., & K.R. Sridhar. 2019. Nutritional and bioactive profiles of sprouted seeds of mangrove wild legume *Canavalia cathartica*. *Plant and Human Health*. 2:287-301.
- Barus, W. A., A. Rauf, & C. Hanum. 2018. Study of nutrient uptake in some varieties of rice by foliar application of potassium phosphate fertilizer on saline soil. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 7(1):136-139.
- Bhagya, B., K.R. Sridhar, S. Seena, & R. Bhat. 2007. Nutritional qualities of ripened beans of mangrove wild legume *Canavalia cathartica* Thouars. *Journal of Agricultural Technology*. 3(2):255-274.
- Chen, H. tao, X. Liu, qing, H. Zhang, mei, X. Yuan, X. xing, H. ping. Gu, X. yan, Cui, & X. Chen. 2018. Advances in salinity tolerance of soybean: Genetic diversity, heredity, and gene identification contribute to improving salinity tolerance. *Journal of Integrative Agriculture*. 17(10):2215-2221.
- Djaafar, T.F., S. Rahayu, & E. Apriyati. 2011. Pemanfaatan biji kerandang (*Canavalia virosa*) sebagai bahan pengganti kedelai dalam pembuatan tahu. *AGRITECH*. 31(1):46-51.
- Fahmi, P., N. Nasrudin, & S. Nurhidayah. 2023. Respons pertumbuhan dan hasil padi tercekan salinitas pada penambahan berbagai bahan organik dan perbedaan umur bibit. *Jurnal Agrotek Tropika*. 11(2):193-199.
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In adaptation of food crops to temperature and water stress. *International Symposium*. 257-270.

- Hamza, A., O. Abd El-Kafie, M. Sidky, & W. Al-Batrawi. 2015. Studing the adverse impact of salinity on canola vegetative growth, seeds yield and oil production. *Journal of Plant Production*. 6(4):493–503.
- Hayati, P.K.D. 2018. Analisis Rancangan dalam Pemuliaan Tanaman : Penerapan Statistika dalam Penelitian Pemuliaan Tanaman. Andalas University Press. Padang. pp. 251.
- Hwang, H.J., Y.J. Hwang, Y.J Kim, M. Kim, & K.A. Hwang. 2022. Immature sword bean pods (*Canavalia gladiata*) inhibit adipogenesis in C3H10T1/2 cells and mice with high-fat diet-induced obesity. *Journal of the Chinese Medical Association : JCMA*. 85(1):67–76.
- Kondhia, A., R.E. Tabien, & A. Ibrahim. 2015. Evaluation and selection of highbiomass rice (*Oryza sativa* L.) for droguht tolerance. *American Journal of Plant Sciences*. 6(12):1962-1972.
- Kumar, S., G. Li, J. Yang, X. Huang, Q. Ji, Z. Liu, W. Ke, & H. Hou. 2021. Effect of salt stress on growth, physiological parameters, and ionic concentration of water dropwort (*Oenanthe javanica*) cultivars. *Frontiers in Plant Science*. 12(June).
- Kusmiyati, F., Sumarsono, & Karno. 2014. Pengaruh perbaikan tanah salin terhadap karakter fisiologis *Calopogonium mucunoides*. *Pastura*. 4(1):1–6.
- Laiskhanov, S. U., Z.M Smanov, K. Duisenbaevna, N.B. Myrzaly, N.E. Ussenov, & M. Nurbaiuly. 2022. A study of the effects of soil salinity on the growth and development of maize (*Zea Mays* L.) by using Sentinel-2 Imagery. *Biological Sciences Original*. 22(3):323–332.
- Mahardhika, B.P., M. Ridla, R. Mutia, I. Yuliana, & M. Naja. 2021. Utilization of jack bean seed (*Canavalia ensiformis*) with treatments of protease enzyme fed to broiler in starter period. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 31(3):201–210.
- Masganti, M., A.M. Abduh, D.Y. Rina, M. Alwi, M. Noor, & R. Agustina. 2022. Pengelolaan lahan dan tanaman padi di lahan salin. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 16(2):83.
- Meriem, S., D. Armita, A.A. Ridha, & M. Masriany. 2022. Giberelin (GA3) mendukung ketahanan kecambah padi varietas pulu mandoti emas terhadap cekaman salinitas. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(2):69-77.
- Montagnoli, A., D. Chiatante, A. Dimitrova, M. Terzaghi, J.R. Pinto, & R.K. Dumroese. 2022. Early pine root anatomy and primary and lateral root formation are affected by container size: implications in dry-summer climates. *Reforesta*. 12:20–34.
- Nasution, S.N., M. Ghulamahdi, and M. Melati. 2024. Impact of Salinity Stress on Soybean Growth and Yield under Saturated Soil Culture in Tidal Lands: A Comparative Study of Tolerant Varieties. *Journal of Tropical Crop Science*. 11(3):287–298.
- Nur, A.A., A. Soegianto, A.N. Sugiharto, & Nafisah. 2024. Evaluasi toleransi salinitas beberapa genotipe padi (*Oryza sativa* L) menggunakan nilai indeks. *Agro Bali : Agricultural Journal*. 7(1):179–193.
- Pratama, R.A., Respatijarti, & S.L. Purnamaningsih. 2017. Tingkat toleransi beberapa varietas mentimun (*Cucumis sativus* L.) terhadap cekaman salinitas. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(10):1608–1616.
- Romadloni, A., D. Karuniawan, and P. Wicaksono. 2018. Pengaruh beberapa level salinitas terhadap perkecambahan kacang hijau (*Vigna radiata* L.) varietas Vima 1. *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(8):1663–1670.
- Sarabi, B., & J. Ghashghaei. 2022. Evaluating the physiological and biochemical responses of melon plants to NaCl salinity stress using supervised and unsupervised statistical analysis. *Plant Stress*. 4.
- Sarkar, R.D., & M.C Kalita. 2023. Plant stress alleviation of salt stress complications in plants by nanoparticles and the associated mechanisms : an overview. *Plant Stress*. 7(September 2022), 100134.
- Sopandie, D. 2013. Fisiologi Adaptasi Tanaman terhadap Cekaman Abiotik pada Agroekosistem Tropika. IPB Press. Bogor

- Sridhar, K.R., & V.R. Niveditha. 2014. Nutritional and bioactive potential of coastal sand dune wild legume *Canavalia maritima* (Aubl.) Thou.- an overview. In *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 6(2).
- Subekti, A.O., M.M. Adie, & W.I.D. Fanata. 2024. Analisis korelasi karakter agronomi kuantitatif terhadap penentu hasil biji kacang kratok (*Phaseolus lunatus*). *Berkala Ilmiah Pertanian*. 7(2):79.
- Supriya, P., & K.R. Sridhar. 2022. Improvement of nutritional qualities of *Canavalia rosea* (Sw.) DC. by electron-beam irradiation. *Plant & Fungal Research*. 5(2):63-76.
- Taufiq, A., & T. Sundari. 2012. Lingkungan respons tanaman kedelai terhadap lingkungan tumbuh. *Buletin Palawija*. 26(23):13-26.
- Usnawayah, Khadir, M.N. Yusuf, & E.S. Dewi. 2021. Pemanfaatan lahan salin tada hujan untuk budidaya sorgum. *Agrium*. 18(1):46-51.
- Vadivel, V., A. Doss, & M. Pugalenth. 2010. Evaluation of nutritional value and protein quality of raw and differentially processed sword bean [*Canavalia gladiata* (Jacq.) DC.] seeds. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 10(7):2850-2865.
- Xiu, Y., N. Wang, S. Liu, Z. Guo, & F. Peng. 2022. Impact of agricultural use of sand land on water yield services under different development intensities in the agro-pastoral ecotone of northern shaanxi. *Geofluids*. 2022(1):1-8.
- Yu, X., P. Shi, C. Hui, L. Miao, C. Liu, Q. Zhang, & C. Feng. 2019. Effects of salt stress on the leaf shape and scaling of *Pyrus betulifolia* Bunge. *Symmetry*. 11(8):1-15.
- Yang, C., & J. Sun. 2020. Soil salinity drives the distribution patterns and ecological functions of fungi in saline-alkali land in the Yellow River Delta, China. *Frontiers in Microbiology*. 11(594284):1-12.
- Wijaya, S. M., & I.W. Suarna. 2020. Karakter morfologis kacang pedang (*Canavalia gladiata* (Jacq.) Fabaceae) dan potensinya sebagai pakan ternak. *Pastura*. 9(2):114-119.
- Wu, H., J. Guo, C. Wang, K. Li, X. Zhang, Z. Yang, M. Li, & B. Wang. 2019. An effective screening method and a reliable screening trait for salt tolerance of *Brassica napus* at the germination stage. *Frontiers in Plant Science*. 10(April):1-12.