

## Respon Fisiologi Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merril) terhadap Cekaman Masam Menggunakan Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

### Physiological Response of Soybean Seeds to Acid Stress Using H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Treatment

Muhamad Kadapi<sup>1\*)</sup>, Annazhif Baqiatussalaf<sup>2</sup>, Murgayanti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran  
Jln. Ir. Soekarno km. 21 Jatinangor, Kab. Sumedang 45363, Jawa Barat, Indonesia

\*)E-mail: [kadapi@unpad.ac.id](mailto:kadapi@unpad.ac.id)

Disubmit: 2 Desember 2024; Direvisi: 3 Februari 2025; Diterima: 22 Mei 2025

#### ABSTRAK

Upaya peningkatan kedelai dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah ekstensifikasi lahan. Program ekstensifikasi lahan ini menemui beberapa kendala yaitu lahan sub marginal yang satu diantaranya adalah lahan masam. Sehingga diperlukan benih unggul bermutu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kultivar unggul yang memiliki kualitas fisiologis benih yang baik pada kondisi cekaman asam. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran pada bulan Januari-Februari 2024. Rancangan percobaan yang digunakan adalah *non-experimental design* dengan dua perlakuan, media tumbuh kontrol (aquades) dan media tumbuh asam menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH 4) yang diujikan pada dua kultivar kedelai (Demas 1 dan Dega 1, serta masing-masing perlakuan diulang delapan kali. Hasil analisis menggunakan uji t menunjukkan bahwa kultivar Demas 1 lebih baik dibandingkan kultivar Dega 1 pada kondisi cekaman masam yang ditunjukkan oleh karakter berikut: persentase daya berkecambah, kecepatan perkecambahan, panjang akar dan indeks toleransi stres. Oleh karena itu, dari hasil penelitian ini untuk produksi benih di lahan asam dapat digunakan kultivar Demas. Maka, penelitian lanjutan untuk kapasitas produksi benih kultivar kedelai ini perlu dikaji.

Kata Kunci: lahan marginal, kedelai, cekaman masam, vigor

#### ABSTRACT

Soybean improvement efforts are made in various ways, one of which is land extensification. However, extensification program faces several obstacles, one of the constrains is sub-marginal land, including acidic land. Therefore, high-quality superior seeds are needed. This research aims to identify superior cultivars that have good seed physiological quality under acid stress conditions. The experiment was conducted at the Seed Technology Laboratory, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, from January to February 2024. The experimental design used was a *non-experimental design* with two treatments: control growth media (aquadest) and acidic growth media using H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH 4), tested on two soybean cultivars (Demas 1 and Dega 1), with each treatment repeated eight times. The results of the analysis using a *t*-test showed that the Demas 1 cultivar was better than the Dega 1 cultivar under acidic stress conditions, as indicated by the physiological traits such as germination percentage, germination speed, root length, and stress tolerance index. Therefore, these results suggest that Demas 1 cv. may be used to produce seed under acid condition. So, additional research is needed to assess the production potential of this cultivar under acidic conditions.

Keywords: acid stress, marginal land, soybeans, vigor

#### Cara Mengutip:

Kadapi, M., Baqiatussalaf, A, dan Murgayanti (2025). Respon Fisiologi Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merril) terhadap Cekaman Masam Menggunakan Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Agriekstensia*, 23 (1), 11-18. <https://doi.org/10.34145/agriekstensia.v24i1.3425>.

## PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan tanaman sumber protein nabati dan penghasil minyak yang sangat banyak dibutuhkan untuk konsumsi masyarakat dunia, termasuk di Indonesia (Khotimah, 2021; BPS, 2023). Nutrisi pada kedelai diantaranya protein (34%) karbohidrat (34%), minyak (19%), serat (17%), mineral (5%), dan beberapa komponen lainnya (Selvia, 2022). Namun, produksi kedelai ini dibatasi oleh adanya kondisi lahan marginal yang secara signifikan dapat mengurangi hasil kedelai disebabkan terhambatnya perkecambahan benih dan perkecambahan. Kondisi vegetatif generatif tanaman kedelai berpengaruh pada tahapan perkembangan tanaman, mulai dari perkecambahan dan perkembangan bibit, pertumbuhan vegetatif dan reproduktif, sampai melangsungkan produksi tanaman.

Isu lingkungan yaitu perubahan iklim dan konversi lahan menjadi pemicu penurunan produksi pertanian, termasuk produksi kedelai (Prilyscia et al., 2018; Ruminta et al., 2020). Oleh karena itu, sangat penting dilakukan intensifikasi dan ekstensifikasi lahan untuk meningkatkan produksi kedelai di Indonesia. Perluasan lahan pertanian dengan memanfaatkan lahan marginal dapat menjadi pilihan untuk meningkatkan produksi kedelai. Lahan marginal terutama pada lahan masam perlu dipertimbangkan sebagai perluasan lahan pertanian. Hal ini berdasarkan luas lahan masam di Indonesia mencapai  $\pm 146,46$  juta Ha, jauh lebih luas dibandingkan dengan lahan tidak masam sekitar  $\pm 41,577$  juta Ha (Ritung et al., 2023). Luas lahan masam terluas berada di pulau Kalimantan (39,0 juta Ha), sedangkan khusus luas lahan asam

di Provinsi Jawa Barat yaitu 1,8 juta Ha (Mulyani et al., 2010).

Pada lahan masam terjadi defisiensi hara yang dibutuhkan oleh tanaman (N, P, Ca, Mg, dan Mo). Jumlah kandungan hara tersebut semakin menurun seiring dengan penurunan pH tanah. Lebih lanjut, pH tanah  $< 5,5$  menyebabkan kandungan Mn dan Al meningkat sehingga menjadi racun bagi tanaman. Keasaman tanah mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Dahlia dan Setiono, 2020), ditinjau dari pertumbuhan akar yang terhambat. Oleh karena itu, masa pertumbuhan komoditas pertanian sangat penting berada pada kondisi yang ideal dengan derajat keasaman (pH) tanah 5,5–7. Upaya yang dilakukan untuk meminimalisir kerusakan pada tanaman adalah memilih kultivar yang toleran terhadap cekaman masam.

Beberapa penelitian terdahulu telah menguraikan cekaman kondisi lingkungan pada pertumbuhan kedelai, seperti adanya cekaman kekeringan (Salsabila et al., 2024; Yusuf, 2019) dan salinitas (Suryaman et al., 2022). Namun demikian, pada penelitian ini difokuskan pada kondisi unsur dominan pada keadaan pH tertentu dan dilaporkan bahwa terdapat perbedaan respon pada beberapa kultivar kedelai yang bertujuan untuk memaksimalkan produksi pertanian sehingga dapat menyesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi lingkungan.

Beberapa kultivar unggul yang baru dirilis Badan Penelitian Aneka Kacang dan Ubi (Balitkabi), diantaranya adalah kultivar Demas 1 dengan kemampuan adaptif di lahan masam dan Dega 1 yang memiliki keunggulan umur genjah dan potensi hasil tinggi. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengetahui respon benih dua kultivar unggul kedelai yang berbeda

karakteristik terhadap cekaman masam pada fase perkecambahan benih.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2024 di Laboratorium Teknologi Benih Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Alat yang digunakan antara lain alat tulis, ember/jerigen, pinset, kertas label, oven, kontainer atau wadah plastik, penggaris, *thermo-hygro meter digital*, kertas saring *Whatman no.2*, pH meter, dan *petri dish* 9mm. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih kedelai kultivar Demas 1 (A) dan Dega1 (B), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH 4), dan aquades.



**Gambar 1.** Bahan dan Alat pada Penelitian

Tahap pengujian benih dilakukan melalui metode uji di atas kertas (UDK) menggunakan kertas saring *Whatmann no.2* yang dijadikan alas pada cawan plastik sebagai substrat perkecambahan. Substrat tersebut dibasahi dengan larutan sesuai perlakuan sampai menciptakan kondisi masam yang berbeda yaitu kondisi kontrol dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk perlakuan masam dengan pH 4. Percobaan terdiri dari dua perlakuan yaitu kontrol dan masam, menggunakan dua populasi benih, kultivar Demas 1 dan Dega 1 yang diulang sebanyak 8 kali. Data variasi dianalisis menggunakan uji F pada taraf 5% dan dilanjutkan uji t untuk

membandingkan data pada kondisi kontrol dan masam.

Proses pengamatan dilakukan setiap hari untuk mencatat proses perkecambahan benih dan memonitoring kondisi substrat perkecambahan agar selalu lembab. Proses ini dilakukan sampai *Last Day Count* benih kedelai yaitu pada hari ke-8 setelah penanaman. Adapun variabel pengamatan yang dijadikan tolak ukur dalam penelitian ini adalah Daya Berkecambah, Kecepatan Berkecambah, Panjang Akar, dan Indeks Kepekaan Stres (masam).

Pengujian daya berkecambah benih yang dilakukan dengan mengecambahkan benih kedelai menggunakan media tanam yang sudah disediakan., yaitu hari ke-8 setelah tanam (HST) menggunakan rumus berikut (Sutopo, 2010):

$$\text{Daya Berkecambah (\%)} = \frac{\Sigma \text{Kecambah Normal}}{\Sigma \text{Benih yang Ditanam}} \times 100\% \quad (1)$$

Kecepatan Berkecambah dapat dihitung dengan cara menjumlahkan banyaknya benih yang berkecambah pada hari tertentu sampai hari ke-5 atau *first day count* (FDC), dengan rumus sebagai berikut (Sutopo, 2010):

$$\text{Kecepatan Berkecambah}$$

$$= \frac{G_1}{D_1} + \frac{G_2}{D_2} + \dots \frac{G_n}{D_n} \quad (2)$$

Keterangan:

G = Jumlah benih yang berkecambah pada hari tertentu

D = Hari pengamatan tertentu

n = Hari akhir pengamatan

Pengamatan panjang akar (cm) dilakukan pada *Last Day Count* atau 8 Hari Setelah Tanam (HST). Metode pengukuran yang digunakan yaitu penggaris atau mistar dari pangkal kecambah sampai ujung akar dilakukan pada 3 kecambah setiap

ulangan yang dipilih secara acak kemudian dirata-ratakan (Amin et al., 2017).

Pengamatan indeks toleransi stres dilakukan untuk mendapatkan data terkait gambaran kepekaan kultivar terhadap cekaman masam. Perhitungan *Stress Tolerance Index (STI)* diperoleh hasil bobot kering kecambah normal dari kondisi kontrol dan cekaman masam, setiap hasil perhitungan *STI* yang mendekati angka 1 menunjukkan lebih toleran terhadap cekaman (Fernandez, 1992; Alves et al., 2022; Arif et al., 2024).

$$IKS = \frac{(y_p)(y_s)}{(y_p)^2} \quad (3)$$

Keterangan:

$y_p$  = Potensi hasil dalam kondisi non-stres

$y_s$  = Potensi hasil dalam kondisi stres

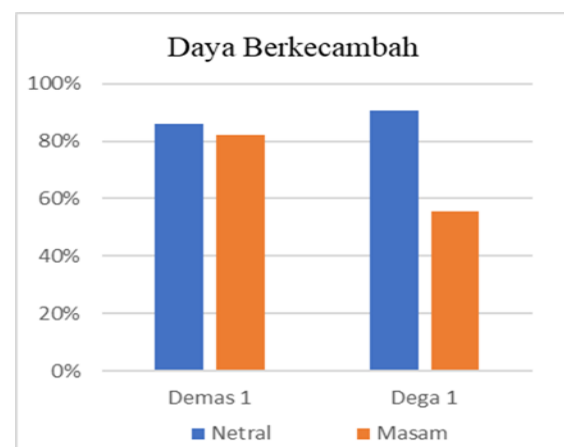
$y_p$  = Rata-rata potensi hasil dalam non-kondisi stres

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Indikator daya berkecambah pada benih kedelai menunjukkan bahwa kultivar Demas 1 memiliki hasil yang lebih baik secara signifikan dibandingkan kultivar Dega 1 saat dikecambahkan pada media masam (pH 4). Hal ini mengindikasikan bahwa kultivar Demas 1 lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan dengan tingkat kemasaman tinggi. Seperti dilaporkan bahwa kultivar Demas 1 dibandingkan kultivar Dering 1 pada tanah asam ultisols memberikan respon terbaik pada fase pertumbuhan dan hasil (Fransiska et al., 2020). Hal ini dapat dilihat pada penelitian ini, ketika dua kultivar dikecambahkan pada media dengan kondisi netral (pH 7), tidak terdapat perbedaan, berarti keduanya memiliki potensi yang seimbang untuk tumbuh di lingkungan netral.

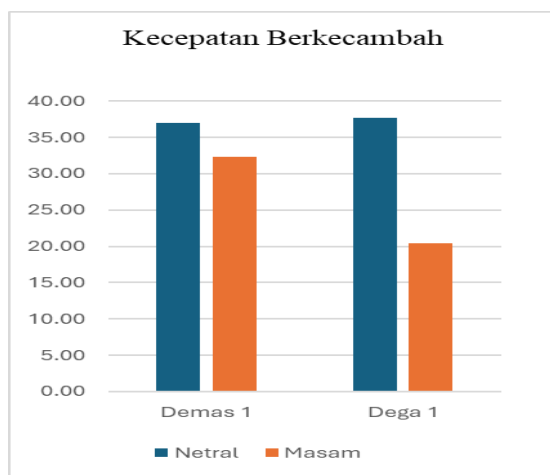
Perbedaan ini menggambarkan bahwa setiap kultivar memiliki kemampuan adaptasi yang spesifik terhadap kondisi lingkungan tertentu. Kultivar Demas 1 lebih unggul dalam kondisi masam, sementara kultivar Dega 1 memiliki keterbatasan dalam lingkungan tersebut. Dengan demikian, pilihan kultivar untuk budi daya harus mempertimbangkan karakteristik lingkungan tempat tumbuh agar hasil yang diperoleh lebih optimal (Chairudin, et al., 2015).

Indikator penelitian yaitu kecepatan berkecambah dapat mencerminkan kualitas benih dalam tumbuh normal pada berbagai kondisi lingkungan. Pada media netral (pH 7), benih dari kultivar Demas 1 dan Dega 1 menunjukkan kemampuan berkecambah yang seimbang. Namun, ketika diberikan perlakuan cekaman masam menggunakan  $H_2SO_4$ , terjadi perbedaan signifikan antara kedua kultivar tersebut. Kultivar Dega 1 mengalami penurunan kecepatan dalam berkecambah secara nyata dan signifikan yang diperoleh dari hasil uji-t. Sebaliknya, kultivar Demas 1 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan meskipun kecepatan berkecambahnya sedikit lebih rendah dibandingkan pada kondisi netral.



**Grafik 1.** Pengaruh Cekaman Masam Terhadap Daya Berkecambah Benih

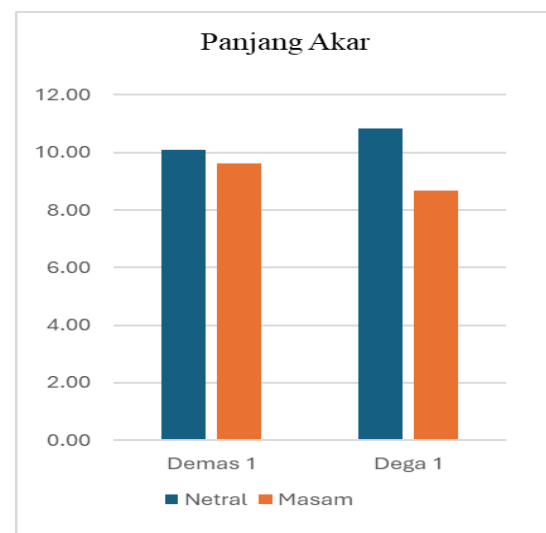
Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa kultivar Demas 1 berkemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap kondisi masam dibandingkan Dega 1. Sesuai dengan Keputusan Menteri Pertanian RI No. 1176/Kpts/SR.120/11/2014, Demas 1 diakui sebagai varietas yang adaptif terhadap lahan kering masam sejak tahun 2014. Dengan demikian, pemilihan kultivar Demas 1 yang dibudidayakan di lahan dengan tingkat keasaman tinggi lebih direkomendasikan dibandingkan Dega guna memastikan kualitas dan keberhasilan pertumbuhan benih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang akar pada kultivar Demas 1 dan Dega 1 tidak memiliki perbedaan secara signifikan, baik pada kondisi netral maupun masam. Meskipun demikian, pada kondisi netral, akar kedua kultivar cenderung lebih panjang dibandingkan berada pada kondisi cekaman masam yang disebabkan oleh larutan  $H_2SO_4$ .



**Grafik 2.** Pengaruh Cekaman Masam Terhadap Kecepatan Berkecambah Benih

Kondisi masam dapat menghambat pembelahan sel pada akar, sehingga pertumbuhan akar menjadi lebih pendek. Sebaliknya pada kondisi pH tanah yang netral, pertumbuhan akar berlangsung optimal sehingga menghasilkan akar yang

lebih panjang (Eka et al., 2015; Long et al., 2024). Meskipun perbedaan panjang akar pada kondisi masam tidak signifikan, Demas 1 menunjukkan akar yang lebih panjang dibandingkan dengan Dega 1. Hal ini menunjukkan bahwa kultivar Demas 1 berkemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap cekaman masam dibandingkan Dega 1. Dengan demikian, Demas 1 lebih unggul untuk ditanam pada lahan dengan tingkat keasaman tinggi, di mana kondisi lingkungan menghambat pertumbuhan akar secara umum.

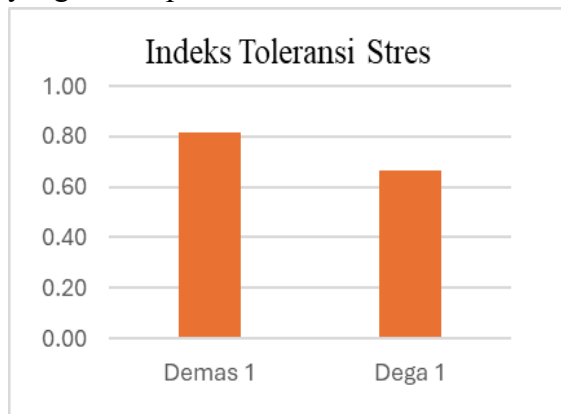


**Grafik 3.** Pengaruh Cekaman Masam Terhadap Panjang Akar

Kondisi benih juga perlu diamati untuk menentukan potensi tumbuh dari setiap kultivar dalam menghadapi cekaman masam. Pengamatan ini penting untuk memahami kemampuan adaptasi benih dalam kondisi yang kurang ideal, seperti lingkungan masam yang mempengaruhi proses fisiologis dan metabolisme tanaman. Upaya yang dilakukan untuk mengevaluasi potensi tumbuh, dapat diketahui sejauh mana setiap kultivar mempertahankan performa pertumbuhan meskipun berada dalam tekanan lingkungan.

Hasil pengamatan terhadap potensi tumbuh di kondisi masam dapat menjadi

acuan dalam memilih kultivar yang lebih adaptif. Kultivar dengan potensi tumbuh lebih tinggi pada cekaman masam, seperti Demas 1, menunjukkan ketahanan yang lebih baik dibandingkan kultivar lain. Hal ini memberikan informasi penting bagi pengelolaan lahan masam, sehingga pemilihan benih dapat disesuaikan dengan karakteristik lahan untuk hasil budidaya yang lebih optimal.



**Grafik 4.** Pengaruh Cekaman Masam Indeks Toleransi Stres

Pengamatan pada tingkat toleransi terhadap cekaman masam dapat dilakukan melalui perhitungan indeks toleransi stres. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh signifikan terhadap kemampuan adaptasi antara kedua kultivar yang diuji. Kultivar Demas 1 memiliki nilai indeks toleransi stres sebesar 0,816, sedangkan kultivar Dega 1 memiliki nilai sebesar 0,665. Nilai indeks yang mendekati 1 menunjukkan tingkat toleransi yang lebih tinggi terhadap stres pada lingkungan (Fernandez, 1992; Arif et al., 2024).

Nilai yang lebih mendekati angka 1, kultivar Demas 1 terbukti memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap cekaman masam dibandingkan kultivar Dega 1. Adapun perbedaan dalam merespon keadaan masam pada dua kultivar ini mengindikasikan bahwa kedua kultivar kedelai memiliki mekanisme yang

berbeda dalam merespon kondisi cekaman masam. Mekanisme dapat diungkapkan secara fisiologis maupun secara genetik seperti dilaporkan oleh Li, et al., (2025).

Selain itu, hasil penelitian ini menguatkan keunggulan Demas 1 dalam menghadapi kondisi lingkungan dengan tingkat kemasaman tinggi bukan hanya pada fase reproduktif, namun juga pada fase vegetatif awal. Sehingga, kultivar ini dapat digunakan oleh para penangkar benih yang memiliki lahan masam. Dengan demikian, implikasi pada penelitian ini membuka peluang untuk mengembangkan wawasan tentang toleransi tanaman terhadap kondisi stress lingkungan, terutama pada cekaman masam. Kultivar Demas 1 dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas kedelai lahan asam yang selama ini kurang tumbuh secara optimal.

## KESIMPULAN

Perbedaan respon dari dua jenis kultivar unggul kedelai di kondisi cekaman asam pada fase perkecambahan benih. Pada penelitian ini menyimpulkan bahwa Demas 1 merupakan kultivar yang lebih adaptif terhadap cekaman masam dibandingkan Dega 1 jika ditinjau berdasarkan karakter kecepatan berkecambah dan indeks toleransi stress. Hasil penelitian ini digunakan sebagai upaya memecahkan masalah produksi tanaman dan benih di lahan asam dengan mengungkapkan keunggulan dari kultivar Demas 1 di stadia perkecambahan. Hal ini menunjukkan kebutuhan adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui penyebab sifat toleransi pada kultivar Demas 1 secara molekular maupun secara fisiologis, agar digunakan sebagai tetua kultivar kedelai yang dapat diproduksi di lahan asam.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat direkomendasikan untuk melakukan uji coba penanaman Demas 1 di berbagai lokasi lahan asam dengan tingkat pH dan karakteristik tanah yang beragam untuk mendapatkan validasi konsistensi toleransi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A., Juanda, B. R., & Zaini, M. (2017). Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dalam ZPT Auksin Terhadap Viabilitas Benih Semangka (*Citrullus lanatus*) Kadalua. *Jurnal Penelitian Agro Samudra*, 4(1), 45-57.
- Alves, F. A. T., Lins, H. A., Albuquerque, J. R. T., Paiva, E. P., Oliveira, F. A., Silveira, L. M., & Mendonça V., Júnior, A. P. B. (2022) Germination and vigor of soybean genotypes seeds under saline stress. *Rev Bras de EngAgricola e Ambient* 26, 939-946
- Arif, M., Khurshid, H., Rabbani, M. A., Jahanzaib, M., Khattak, S. H., Ullah, I., Farah, M. A., Singh, R., & Li, L. (2024). *Morpho-physiological traits and stress indices reveal divergence in early-stage salt stress response in elite soybean germplasm*, *Journal of King Saud University-Science*, 36 (11), 103522
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). Impor Kedelai menurut Negara Asal Utama, 2017-2023. diakses 18 desember 2024 pada link berikut <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxNSMx/impor-kedelai-menurut-negara-asal-utama--2017-2023.html>
- Chairudin, C., Efendi, E., & Sabaruddin, S. (2015). *Dampak naungan terhadap perubahan karakter agronomi dan morfo-fisiologi daun pada tanaman kedelai (Glycine max (L.) Merrill)*. *Jurnal Floratek*, 10(1), 26-35.
- Dahlia I., dan Setiono. 2020. “Pengaruh Pemberian Kombinasi Dolomit + Sp-36 Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai (Glycine Max L. Merrill) Di Ultisol” Dalam *Jurnal Sains Agro* 5(1). E-ISSN : 2580-0744. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UMB. Jakarta.
- Eka, A., Hanafiah, D. S., & Nuriadi, I. (2015). *Respon morfologis dan fisiologis beberapa varietas kedelai (Glycine Max L. Merrill) di tanah masam*. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(2), 103909.
- Fernandez, G. C. J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In *Proceedings of the international symposium on adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress* (eds Kuo, C. G.). Tainan. Taiwan, (25), 257–270.
- Fransiska, T. R., Mukhtar, Z., & Turmudi, E. (2020). *Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tiga Varietas Kedelai (Glycine max L.) terhadap Pemberian Berbagai Dosis Pengapuran di Ultisols*. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Pesisir (SENATASI)*
- Khotimah, D. F., Faizah, U. N., & Sayekti, T. (2021). *Protein sebagai zat penyusun dalam tubuh manusia: tinjauan sumber protein menuju sel*. In *PISCES: Proceeding of Integrative Science Education Seminar*, pp. 127-133).
- Li, J., Tian, J., Zhou, M., Tian, J., Liang, C. (2025). Research progress on the physiological and molecular mechanisms underlying soybean aluminium resistance, *New Crops*, 2, 100034

- Long, S., Xie, W., Zhao, W., Liu, D., Wang, P., & Zhao, L. (2024). *Effects of acid and aluminum stress on seed germination and physiological characteristics of seedling growth in Sophora davidii*. *Plant Signal Behavior*, 19(1), 2328891
- Mulyani, A., Rachman, A., & Dairah, A. (2010). *Penyebaran Lahan Masam, Potensi dan Ketersediaannya untuk Pengembangan Pertanian. Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor, pp. 23-34
- Prilyscia, A., Sutarno., & Rahayu. (2018). *Hubungan Alih Fungsi lahan dan Perubahan Iklim terhadap Hasil Komoditas Pertanian di Jumantono*. *Agrotech Res J*. 20(1), 28-34
- Ritung, S., Nugroho, K., Kartawisastra, S., & Hikmat, H. (2023). Luas Penyebaran, dan Potensi Ketersediaan. In *Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia* (Issue October).
- Ruminta., A.W. Irwan, T. Nurmala, & G. Ramadayanty. (2020). *Analisis Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi Kedelai dan Pilihan Adaptasi Strategisnya pada Lahan Tadah Hujan di Kabupaten Garut*. *Jurnal Kultivasi*, 19(2), 1089-1097
- Salsabila, S., Budiyanto, S., & Rosyida, R. (2024). Respons pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) akibat cekaman kekeringan dan pemberian konsentrasi asam salisilat. *Jurnal AGRO*, 11(1), 59–74. <https://doi.org/10.15575/28244>
- Selvia, I. N. (2022). *Respons Pertumbuhan dan Serapan N Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merrill) dengan Pemberian Bradyrhizobium sp. dan Kapur di Tanah Mineral Masam*. *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, 6(1), 25–30.
- Suryaman, M., Kurniati, F., & Khaerunisa, H. (2022). Pertumbuhan Kedelai pada Kondisi Cekaman Salinitas dengan Pemberian Ekstrak Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* L). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 22(2), 186–194. <https://doi.org/10.25181/jppt.v22i2.2148>
- Sutopo, L. (2010). *Teknologi Benih*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Yusuf, E. Y. (2019). Pengaruh Genotip Cekaman Kekeringan dan Tingkat Netralisasi Al terhadap Pertumbuhan dan Perakaran Kedelai. *Jurnal Agro Indragiri*, 6(2), 55–65.