



AGROPROSS
National Conference
Proceedings of Agriculture

Prosiding
Seminar dan Bimbingan Teknis Pertanian Politeknik Negeri Jember 2026
Pertanian Masa Depan Indonesia 2045 : Transformasi Teknologi, Ketahanan Pangan dan Adaptasi terhadap Tantangan Global
3 Juni 2026

Publisher:
Agropross, National Conference Proceedings of Agriculture
E-ISSN: 2964-0172
DOI:

Aplikasi Pupuk Boron dan Waktu Aplikasi Giberelin terhadap Mutu Benih Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill)

*Application of Boron Fertilizer and Timing of Gibberellin Application on the Quality of Soybean Seeds (*Glycine max* [L.] Merrill)*

Author(s): Akbar Primandana, Leli Kurniasari*

Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

* Corresponding author: kurniasari@polije.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk Boron dan waktu aplikasi Giberelin serta interaksinya terhadap produksi dan mutu benih kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill). Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dosis pupuk Boron yang terdiri atas B0 (0 kg/ha), B1 (1 kg/ha), B2 (2 kg/ha), dan B3 (3 kg/ha), sedangkan faktor kedua adalah waktu aplikasi Giberelin yang meliputi W0 (tanpa aplikasi), W1 (7 hari sebelum berbunga), W2 (4 hari setelah berbunga), dan W3 (11 hari setelah berbunga). Parameter yang diamati meliputi produksi benih per hektar, berat 1000 butir, serta mutu fisiologis benih yang meliputi kecepatan tumbuh, daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk Boron berpengaruh nyata terhadap produksi benih per hektar, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap sebagian besar parameter mutu benih. Waktu aplikasi Giberelin berpengaruh nyata hingga sangat nyata terhadap produksi benih, berat 1000 butir, daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum. Interaksi antara pupuk Boron dan waktu aplikasi Giberelin berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum. Perlakuan Boron 2 kg/ha dan aplikasi Giberelin 11 hari setelah berbunga memberikan respons yang relatif stabil terhadap produksi dan mutu benih kedelai..

Kata Kunci:

Boron;
Giberelin;
Kedelai;
Produksi Benih;
Mutu Benih

Keywords:

Boron;
Giberellin;
Seed
production;
Seed Quality;
Soybean

ABSTRACT

*This study aimed to determine the effects of Boron fertilizer dosage and the timing of Gibberellin application, as well as their interaction, on the production and quality of soybean seeds (*Glycine max* [L.] Merrill). The experiment was conducted using a factorial Randomized Block Design (RBD) with two factors and three replications. The first factor was Boron fertilizer dosage, consisting of B0 (0 kg/ha), B1 (1 kg/ha), B2 (2 kg/ha), and B3 (3 kg/ha). The second factor was the timing of Gibberellin application, namely W0 (no application), W1 (7 days before flowering), W2 (4 days after flowering), and W3 (11 days after flowering). The observed parameters included seed yield per hectare, 1000-seed weight, and physiological seed quality, comprising growth rate, germination percentage, and maximum growth potential. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA). The results showed that Boron fertilizer significantly affected seed yield per hectare but did not significantly influence most seed quality parameters. The timing of Gibberellin application had significant to highly significant effects on seed yield, 1000-seed weight, germination percentage, and maximum growth potential. The interaction between Boron fertilizer and the timing of Gibberellin application significantly affected germination percentage and maximum growth*





AGROPROSS
National Conference
Proceedings of Agriculture

Prosiding

Seminar dan Bimbingan Teknis Pertanian Politeknik Negeri Jember 2026
Pertanian Masa Depan Indonesia 2045 : Transformasi Teknologi, Ketahanan Pangan dan Adaptasi terhadap Tantangan Global
3 Juni 2026

Publisher:

Agropross, National Conference Proceedings of Agriculture

E-ISSN: 2964-0172

DOI:

potential. The application of 2 kg/ha Boron combined with Gibberellin application at 11 days after flowering provided a relatively stable response in improving soybean seed production and quality..

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* [L.] Merril), yang berfungsi sebagai sumber protein nabati, adalah salah satu komoditas pangan penting setelah jagung dan padi. Digunakan sebagai makanan olahan seperti tempe, tahu, kecap, pakan ternak, dan bahan baku industri, kedelai memiliki banyak manfaat. Seiring dengan pertumbuhan penduduk, peningkatan pendapatan per kapita, dan peningkatan kesadaran masyarakat akan kebutuhan gizi, konsumsi kedelai di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat. Namun, produksi kedelai nasional masih belum mampu memenuhi permintaan dalam negeri yang besar (Khairunisa, 2022). (Statistik, 2023) Menunjukkan bahwa import kedelai Indonesia pada tahun 2023 akan mencapai 2,27 juta ton, atau senilai US\$ 1.47 miliar, atau sekitar Rp 22 triliun, karena pemerintah melakukan impor untuk memenuhi permintaan kedelai yang tidak masuk akal. Akibatnya, Indonesia semakin bergantung pada kedelai impor (Limbong et al., 2022)

Rahmayanti et al., (2020) mengatakan bahwa salah satu inovasi teknologi yang dapat diandalkan untuk meningkatkan produksi dan produktivitas adalah varietas unggul baru. Menurut (Harahap et al., 2024) menjelaskan bahwa varietas sangat penting dalam mengembangkan penanaman kedelai karena potensi hasil unggul yang ditanam sangat penting untuk mencapai produktivitas yang tinggi. Salah satu varietas unggul baru yang sering digunakan saat ini adalah varietas Dega-1.

Varietas ini memiliki ketahanan yang baik terhadap rebah, sehingga dapat tumbuh dengan optimal pada berbagai kondisi lahan. Kedelai Dega-1 sendiri merupakan varietas unggul yang baru dilepas, namun ada faktor yang memengaruhi produksi kedelai yang kurang optimal, salah satunya adalah pembungaan.

Menurut Safitri & Islami, (2018) tanaman kedelai akan menghasilkan banyak bunga pada awalnya, tetapi pada akhirnya akan mengalami keguguran sekitar 40% hingga 80%. Hasil penelitian (Suyanto & Musalamah, 2016) dari 20 varietas yang diteliti, 15 varietas menunjukkan tingkat kerontokan bunga yang tinggi, berkisar antara 21 dan 39 persen. Meskipun kedelai memiliki banyak bunga dan polong awal, keduanya akan rontok pada akhirnya, dan ini akan berdampak pada produktivitas tanaman kedelai itu sendiri.

Salah satu cara untuk mengoptimalkan produktivitas tanaman kedelai adalah dengan memberikan unsur hara yang tepat. Karena unsur hara dalam tanah terbatas, pemupukan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara. Terdapat dua jenis unsur hara, unsur hara makro yang dibutuhkan dalam jumlah besar, dan unsur hara mikro yang dibutuhkan dalam jumlah lebih sedikit. Boron adalah salah satu mikro unsur penting untuk pertumbuhan tanaman. Boron berperan dalam meningkatkan keberhasilan perkecambahan serbuk sari sehingga proses polinasi berlangsung lebih optimal dan berdampak pada peningkatan produktivitas tanaman. Selain itu, pada tanaman kedelai, boron diperlukan karena berfungsi dalam proses translokasi gula dan

unsur hara, mendukung proses polinasi, serta berperan dalam inisiasi pembentukan biji (Pambudi et al., 2024). Kekurangan Boron pada tanaman dapat menyebabkan klorosis daun, rapuh daun, gangguan fungsi akar, dan bunga layu sebelum berkembang (Tinto, 2012).

Salah satu cara lain untuk mengatasi permasalahan pada pembungaan adalah dengan memberi tanaman Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). Giberelin adalah salah satu ZPT yang sering ditambahkan pada fase pertumbuhan tanaman (Nazaruddin & Irmayanti, 2020). Penelitian Karyawati & Cahya, (2023), memberikan penjelasan bahwa penyemprotan Giberelin menghasilkan peningkatan jumlah dan ukuran sel tanaman dalam jumlah dan ukuran, sehingga ruas tanaman dapat diperpanjang secara optimal. Giberelin juga merangsang pembungaan, mobilisasi karbohidrat, pertumbuhan daun, pertumbuhan tunas, dan perpanjangan batang (Triani et al., 2020). Menurut Karyawati dan Cahya (2023), menjelaskan bahwa Giberelin dapat membantu tanaman mengurangi kerontokan bunga,

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai bulan November 2025, bertempat di Antirogo Kecamatan Sumbersari, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Alat yang dibutuhkan adalah bor tanah, knapsack, hand traktor, meteran, ph meter, cangkul, tugal, kenco, sabit, koret, timba, galon bekas, gembor, mesin diesel, timbangan analitik, penggebuk kedelai, karung, nampa, baki, alat tulis dan handphone. Sedangkan bahan yang digunakan selama penelitian yaitu benih kedelai Varietas Dega-1 kelas benih yang digunakan kelas benih dasar, pasak bambu, herbisida, pupuk kandang sapi, Urea, SP-36, KCL, Boron, Giberelin 100 ppm, polybag, plang penelitian, solar, air,

meningkatkan persentase bunga yang menjadi polong. Variabel persentase bunga jadi polong dan jumlah polong hampa dipengaruhi oleh penyemprotan Giberelin secara tunggal (Pertiwi et al., 2014).

Pada penelitian Ernawati & Sandhy, (2018) pemberian kombinasi konsentrasi Boron dan Giberelin menghasilkan pertumbuhan, produksi, dan mutu benih kedelai cenderung tinggi. Namun kombinasi konsentrasi Boron dan Giberelin dengan konsentrasi Boron yang lebih rendah cenderung tinggi hanya pada pertumbuhan dan mutu benih.

Berdasarkan uraian di atas, pemberian Boron dan waktu pemberian Giberelin dapat dikombinasikan dan diteliti dengan penelitian berjudul “Aplikasi pupuk Boron dan waktu aplikasi Giberelin terhadap produksi dan mutu benih kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill)”. Penelitian ini diharapkan mampu memperbaiki masalah pembungaan serta untuk meningkatkan produksi dan mutu benih kedelai, sehingga kebutuhan kedelai dapat tercukupi.

fungisida dan insektisida, lanjaran, tali PE, plastik klip kecil dan besar, amplop kertas, benang siet dan spidol. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah pemberian pupuk Boron (B) dengan 4 taraf perlakuan dan faktor kedua adalah waktu aplikasi Giberelin (W) dengan 4 taraf perlakuan, maka diperoleh 16 kombinasi perlakuan. Taraf yang digunakan pada perlakuan ini adalah faktor pertama dosis Pupuk Boron (B) terdiri dari 4 taraf yaitu B0 = tanpa Boron / kontrol, B1 = 1 kg/ha, B2 = 2 kg/ha dan B3 = 3 kg/ha lalu faktor kedua adalah waktu aplikasi Giberelin (W) terdiri dari 4 taraf yaitu W0

= tanpa waktu aplikasi Giberelin / kontrol, W1 = 7 hari sebelum berbunga, W2 = 4 hari setelah berbunga dan W3 = 11 hari setelah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Benih per Hektar

Produksi benih per hektar merupakan salah satu aspek penting dalam budidaya tanaman kedelai karena berkaitan langsung dengan populasi tanaman dan efisiensi penggunaan benih. Produksi benih per hektar menggambarkan jumlah benih (kg) yang digunakan untuk penanaman pada luasan satu hektar lahan dan menjadi dasar dalam menentukan kepadatan tanaman di lapangan. Berdasarkan hasil *Analysis Of Variance* (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan Boron memberikan pengaruh berbeda nyata dan faktor waktu aplikasi Giberelin menunjukan pengaruh berbeda sangat nyata. Hasil yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata dan berbeda sangat nyata kemudian dilakukan uji DMR taraf 5%. Berikut hasil uji DMRT 5% terhadap parameter berat benih per hektar.

Tabel 1 Pengaruh Boron (B) terhadap berat benih per hektar (kg)

Perlakuan	Berat Benih per Hektar (kg)
B1 (Boron 1kg/ha)	1834,97 a
B2 (Boron 2kg/ha)	1848,22 a
B0 (Tanpa Boron)	1850,96 a
B3 (Boron 3 kg/ha)	2079,23 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Tabel 1 memperlihatkan hasil pengukuran berat benih per hektar (kg) pada tanaman kedelai akibat pemberian pupuk Boron (B) pada taraf B0, B1, B2, dan B3. Berdasarkan hasil uji DMRT pada

berbunga. Sehingga dari dua faktor tersebut didapatkan 16 kombinasi perlakuan.

taraf 5%, perlakuan B3 menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap menunjukkan perbedaan yang signifikan satu sama lain.

Tingginya nilai berat benih per hektar pada perlakuan B3 mengindikasikan bahwa aplikasi pupuk Boron pada dosis tersebut memberikan respon positif terhadap peningkatan hasil tanaman kedelai. Boron sebagai unsur hara mikro esensial memiliki peranan penting dalam fase generatif tanaman, terutama dalam pembentukan bunga, proses pembuahan, dan pengisian biji. Ketersediaan Boron yang memadai dapat meningkatkan viabilitas serbuk sari, memperbaiki pembentukan polong, serta menunjang distribusi hasil fotosintesis menuju organ generatif tanaman (Marschner, 2012).

Perlakuan tanpa pemberian Boron (B0) serta perlakuan dengan dosis Boron yang lebih rendah (B1 dan B2) menunjukkan berat benih per hektar yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan B3. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tanaman kedelai pada perlakuan tersebut belum memperoleh ketersediaan Boron yang mencukupi untuk menunjang aktivitas fisiologis secara optimal. Alloway, (2008) menyatakan bahwa kekurangan Boron pada tanaman legum dapat menghambat pembentukan dinding sel dan perkembangan jaringan meristem, yang pada akhirnya berdampak pada menurunnya proses pembentukan dan pengisian biji.

Pada penelitian Ernawati & Sandhy, (2018) menyatakan pemberian pupuk Boron menunjukkan kecenderungan meningkatkan hasil tanaman kedelai, yang tercermin dari peningkatan jumlah polong total, bobot

polong isi, dan bobot biji. Peningkatan komponen hasil tersebut berkaitan dengan pertumbuhan tajuk tanaman yang lebih optimal, sehingga mampu menyediakan ruang yang cukup bagi pembentukan polong serta mendukung ketersediaan fotosintat yang diperlukan selama proses pembentukan dan pengisian polong.

Tabel 2 Pengaruh Waktu Aplikasi Giberelin (W) terhadap berat benih per hektar (kg)

Perlakuan	Berat Benih per Hektar (kg)
W1 (7 hari sebelum berbunga)	1736,75 a
W2 (4 hari setelah berbunga)	1763,25 a
W3 (11 hari setelah berbunga)	1853,42 a
W0 (tanpa Giberelin)	2259,97 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan hasil analisis ragam dan uji lanjut DMRT pada taraf 5% (Tabel 2), diketahui bahwa waktu aplikasi Giberelin berpengaruh nyata terhadap berat benih per hektar tanaman kedelai. Perlakuan W0 memberikan hasil berat benih per hektar tertinggi, yaitu sebesar 2703,10 kg, dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan W1, W2, dan W3. Adapun perlakuan W1, W2, dan W3 masing-masing menghasilkan berat benih per hektar sebesar 2077,29 kg, 2108,99, dan 2216,83 kg, yang secara statistik tidak menunjukkan perbedaan nyata.

Giberelin merupakan zat pengatur tumbuh yang berfungsi dalam merangsang pemanjangan sel, pertumbuhan batang, serta perkembangan bagian vegetatif tanaman. Taiz et al., (2015) menyatakan bahwa pemberian Giberelin pada fase vegetatif dapat memacu pertumbuhan vegetatif secara berlebihan, sehingga berpotensi menghambat distribusi fotosintat ke organ generatif, termasuk biji. Akibatnya, proses pengisian biji menjadi kurang optimal dan berdampak pada penurunan hasil panen per satuan luas.

Sejalan dengan perlakuan W1 yang diaplikasikan saat fase vegetatif memiliki hasil yang paling rendah dibandingkan perlakuan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan W2 dan W3 yang diaplikasikan saat fase generatif.

Pada penelitian Nazaruddin & Irmayanti, (2020) pemberian Giberelin cenderung menurunkan bobot hasil, sebagaimana terlihat pada perlakuan kontrol yang memiliki nilai tertinggi dibandingkan perlakuan dengan Giberelin. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian Giberelin dapat memberikan produksi pada tanaman menurun. Salisbury & Ross, (1995) menjelaskan bahwa ketidakharmonisan antara pertumbuhan vegetatif dan generatif sebagai akibat pemberian Giberelin dapat menurunkan efisiensi proses pembentukan serta pengisian biji pada tanaman pangan.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa waktu aplikasi Giberelin berperan penting terhadap berat benih per hektar tanaman kedelai. Pemberian Giberelin pada fase vegetatif (W1) tidak meningkatkan hasil biji secara signifikan, bahkan menghasilkan berat benih yang lebih rendah dibandingkan perlakuan tanpa aplikasi (W0). Hal ini menegaskan bahwa efektivitas penggunaan Giberelin sangat tergantung pada penentuan waktu aplikasi yang tepat agar tidak mengganggu keseimbangan antara pertumbuhan vegetatif dan generatif pada tanaman kedelai.

Berat 1000 Butir

Berat 1000 butir merupakan salah satu indikator penting dalam menilai mutu benih dan hasil tanaman, terutama pada tanaman sereal dan legum. Nilai ini menggambarkan ukuran, kepadatan, serta tingkat pengisian biji yang terbentuk selama proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Secara fisiologis, berat 1000 butir berhubungan erat dengan kemampuan tanaman dalam mengasimilasi dan

mentranslokasikan hasil fotosintesis ke dalam biji pada fase pengisian biji.

Berdasarkan hasil Analysis of Variance (ANOVA), perlakuan waktu aplikasi Giberelin (W) berpengaruh sangat nyata terhadap parameter yang diamati, sedangkan perlakuan Boron (B) serta interaksi antara Boron dan waktu aplikasi Giberelin ($B \times W$) tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Parameter yang menunjukkan pengaruh sangat nyata selanjutnya dianalisis menggunakan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Adapun hasil uji DMRT 5% terhadap pengaruh waktu aplikasi Giberelin (W) pada berat 1000 butir adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Pengaruh Waktu Aplikasi Giberelin (W) terhadap berat 1000 butir (gram)

Perlakuan	Berat Benih 1000 Butir (gram)
W1 (7 hari sebelum berbunga)	234,97 a
W2 (4 hari setelah berbunga)	240,21 ab
W0 (tanpa Giberelin)	250,18 bc
W3 (11 hari setelah berbunga)	250,87 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dan uji lanjut DMRT taraf 5% pada Tabel 4.15, diketahui bahwa waktu aplikasi Giberelin memberikan pengaruh nyata terhadap berat 1000 butir kedelai. Nilai berat 1000 butir tertinggi diperoleh pada perlakuan W3 sebesar 250,87 g, yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan W0 sebesar 250,18 g, namun berbeda nyata dengan perlakuan W1 dan W2. Sementara itu, nilai terendah diperoleh pada perlakuan W1 sebesar 234,97 g, yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan W2 sebesar 240,21 g.

Giberelin berperan dalam merangsang pembelahan dan pembesaran sel pada fase awal pembentukan biji sehingga berpotensi

meningkatkan ukuran dan bobot biji (Ernawati & Sandhy, 2018). Namun hasil penelitian Ariani & Suryani, (2025) menunjukkan bahwa berat 100 biji tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa (GA_3) sebesar 12,67 g, sedangkan berat terendah terdapat pada konsentrasi 100 ppm dan 150 ppm yaitu 12,33 g. Hal ini sejalan dengan data yang ada bahwa perlakuan (W0) menunjukan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan (W3) yang merupakan hasil tertinggi.

Aplikasi Giberelin pada fase vegetatif hingga generatif kedelai berpengaruh terhadap bobot 1000 biji melalui peningkatan pembelahan sel dan proses pengisian polong, dengan hasil optimal diperoleh saat pemberian (GA_3) pada masa transisi kedua fase tersebut (Pertiwi et al., 2014). Maka bisa disimpulkan bahwa penyemprotan saat fase vegetatif tidak memberikan dampak yang signifikan, namun pada perlakuan W3 yang menunjukkan hasil yang terbaik merupakan gambaran masa transisi vegetatif ke generatif sehingga mendapatkan hasil yang optimal pada parameter berat 1000 butir.

Kecepatan Tumbuh

Kecepatan tumbuh benih kedelai merupakan indikator penting dalam menentukan mutu benih, karena berkaitan erat dengan kemampuan benih untuk tumbuh cepat dan seragam di lapangan. Kecepatan tumbuh dinyatakan dalam satuan persentase per hari (%/hari) yang menggambarkan laju munculnya kecambah normal selama periode pengamatan. Berdasarkan hasil Analysis of Variance (ANOVA), perlakuan waktu aplikasi Giberelin (W) berpengaruh nyata terhadap parameter kecepatan tumbuh. Parameter yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata selanjutnya dianalisis menggunakan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Adapun hasil uji DMRT 5% terhadap pengaruh waktu aplikasi Giberelin (W) pada kecepatan tumbuh adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Pengaruh Waktu Aplikasi Giberelin (W) terhadap kecepatan tumbuh (%)

Perlakuan	Kecepatan Tumbuh (%)
W2 (4 hari setelah berbunga)	18,85 a
W1 (7 hari sebelum berbunga)	19,07 ab
W0 (tanpa Giberelin)	20,25 bc
W3 (11 hari setelah berbunga)	20,77 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 4, waktu aplikasi Giberelin memberikan pengaruh nyata terhadap parameter kecepatan tumbuh benih kedelai. Nilai kecepatan tumbuh tertinggi diperoleh pada perlakuan W3 sebesar 20,77%, yang berbeda nyata dengan perlakuan W2 (18,85%) dan W1 (19,07%), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan W0 (20,25%) berdasarkan uji lanjut DMRT taraf 5%.

Pada penelitian Ernawati & Sandhy, (2018) pemberian Giberelin dengan kombinasi konsentrasi 100 ppm cenderung memberikan respons positif terhadap mutu benih kedelai, khususnya pada parameter persentase perkecambahan dan potensi tumbuh maksimum. Ernawati & Sandhy, (2018) juga menjelaskan mutu benih kedelai dipengaruhi oleh proses pertumbuhan dan hasil produksi tanaman, berdasarkan hasil penelitian, kombinasi perlakuan B dan (GA₃) pada konsentrasi 100 ppm menunjukkan kecenderungan paling dominan dalam meningkatkan nilai rata-rata parameter vegetatif tanaman kedelai.

Penelitian oleh Kurniawan, (2018) menjelaskan bahwa pemberian Giberelin pada waktu aplikasi yang sesuai mampu meningkatkan kecepatan tumbuh serta vigor benih kedelai secara nyata dibandingkan dengan perlakuan tanpa Giberelin atau waktu

aplikasi yang tidak optimal. Pada penelitian ini hasil parameter kecepatan tumbuh benih menunjukkan bahwa perlakuan tanpa pemberian Giberelin menghasilkan nilai kecepatan tumbuh yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan waktu aplikasi Giberelin, yang mengindikasikan bahwa benih tetap memiliki vigor yang baik meskipun tanpa aplikasi hormon Giberelin.

Daya Berkecambah

Daya berkecambah benih kedelai merupakan kemampuan benih untuk tumbuh dan berkembang menjadi kecambah normal pada kondisi lingkungan yang optimal. Kemampuan ini mencerminkan kualitas fisiologis benih serta tingkat viabilitasnya sebagai bahan tanam. Benih dengan daya berkecambah tinggi menunjukkan bahwa proses metabolisme dan cadangan makanan dalam benih masih berfungsi dengan baik sehingga mampu mendukung pertumbuhan awal tanaman. Berdasarkan hasil Analysis of Variance (ANOVA), perlakuan waktu aplikasi Giberelin (W) dan interaksi antara Boron dan waktu aplikasi Giberelin (B × W) menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap parameter yang diamati, sedangkan perlakuan Boron (B) tidak menunjukkan pengaruh yang nyata.

Parameter yang menunjukkan pengaruh sangat nyata selanjutnya dianalisis menggunakan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Adapun hasil uji DMRT 5% terhadap pengaruh waktu aplikasi Giberelin (W) dan dan interaksi antara Boron dan waktu aplikasi Giberelin (B×W) pada parameter daya berkecambah adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Pengaruh Waktu Aplikasi Giberelin (W) terhadap daya berkecambah (%)

Perlakuan	Daya Berkecambah (%)
W2 (4 hari setelah berbunga)	82,88 a
W1 (7 hari sebelum berbunga)	83,58 ab

W0 (tanpa Giberelin)	85,88 bc
W3 (11 hari setelah berbunga)	88,29 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan hasil analisis ragam, perlakuan waktu aplikasi Giberelin memberikan pengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih kedelai. Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% (Tabel 5) menunjukkan bahwa perlakuan W3 menghasilkan persentase daya berkecambah tertinggi, yaitu 88,29%, yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan W2 (82,88%) dan W1 (83,58%), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan W0 (85,88%). Perbedaan tersebut ditunjukkan oleh adanya perbedaan huruf notasi pada masing-masing perlakuan.

Variasi nilai daya berkecambah ini menunjukkan bahwa waktu aplikasi Giberelin memiliki peranan penting dalam menentukan keberhasilan proses perkecambahan benih kedelai. Perlakuan W3 diduga merupakan waktu aplikasi yang paling sesuai sehingga mampu mengoptimalkan respons fisiologis benih terhadap Giberelin. Sebaliknya, rendahnya daya berkecambah pada perlakuan W2 mengindikasikan bahwa aplikasi Giberelin pada waktu tersebut belum memberikan stimulasi yang optimal terhadap proses perkecambahan.

Secara fisiologis, Giberelin berperan dalam memicu proses perkecambahan melalui peningkatan aktivitas enzim-enzim hidrolitik, seperti α -amilase, protease, dan lipase, yang berfungsi menguraikan cadangan makanan yang tersimpan di dalam endosperma atau kotiledon. Pemberian Giberelin pada waktu aplikasi yang tepat akan mengoptimalkan aktivitas enzimatik, sehingga meningkatkan persentase benih yang mampu berkecambah secara normal. Giberelin berperan dalam proses perkecambahan dengan merangsang pembentukan enzim α -amilase yang

berfungsi menguraikan amilosa dan amilopektin menjadi maltosa dan glukosa, serta memecah dekstrin menjadi maltosa dan glukosa (Kamil, 1986). Wilkins, (1984) menyatakan bahwa pengaruh Giberelin tidak hanya terbatas pada peningkatan α -amilase, tetapi juga secara signifikan meningkatkan aktivitas enzim β -amilase dan protease.

Aplikasi Giberelin yang dilakukan pada fase yang kurang sesuai tidak mampu meningkatkan daya berkecambah secara optimal. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Taiz et al. (2015) yang menyatakan bahwa efektivitas hormon tumbuh sangat ditentukan oleh kondisi fisiologis jaringan target serta ketepatan waktu aplikasinya. Oleh karena itu perlakuan W3 menunjukkan hasil yang tinggi, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Berdasarkan hasil penelitian Timotiwu et al., (2022) benih kedelai varietas Dega 1 pada perlakuan kontrol menunjukkan daya berkecambah dan vigor yang baik pada kondisi media normal. Hal ini mengindikasikan bahwa varietas Dega 1 memiliki mutu fisiologis benih yang tinggi, sehingga mampu berkecambah secara optimal, sejalan dengan penelitian ini bahwa kontrol (W0) tidak berbeda nyata dengan perlakuan W3 yang memiliki hasil yang optimal.

Tabel 6 Interaksi Boron dan Waktu Aplikasi Giberelin (B x W) terhadap daya berkecambah

Perlakuan	Daya Berkecambah (%)
B1W2	76,33 a
B0W1	77,33 ab
B2W1	81,83 bc
B3W0	84,17 cd
B2W2	84,50 cd
B0W2	84,67 cd
B2W0	85,00 cd
B3W2	86,00 cd
B1W0	86,33 cd

B2W3	86,67 cd
B1W1	87,00 cd
B0W3	87,17 cd
B0W0	88,00 d
B3W1	88,17 d
B3W3	89,50 d
B1W3	89,83 d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan hasil analisis ragam, interaksi antara perlakuan Boron dan waktu aplikasi Giberelin ($B \times W$) menunjukkan pengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih kedelai. Hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% memperlihatkan bahwa kombinasi perlakuan memberikan respons daya berkecambah yang berbeda, yang ditandai oleh perbedaan huruf notasi pada masing-masing kombinasi perlakuan.

Kombinasi perlakuan B1W3 menghasilkan persentase daya berkecambah tertinggi sebesar 89,83%, yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan B2W1 (81,83%), B0W1 (77,33%) dan perlakuan terendah yaitu B1W2 (76,33%), namun tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan beberapa kombinasi perlakuan lainnya yang memiliki notasi yang sama seperti perlakuan kontrol (B0W0). Sementara itu, nilai daya berkecambah terendah diperoleh pada perlakuan B1W2, yang mengindikasikan bahwa kombinasi antara Boron dan waktu aplikasi Giberelin pada perlakuan tersebut belum mampu menunjang proses perkecambahan benih secara optimal.

Boron berperan dalam pembelahan dan pembentukan dinding sel serta mendukung transportasi karbohidrat, sehingga memengaruhi pemanfaatan cadangan makanan selama perkecambahan. Ketersediaan Boron yang sesuai, disertai dengan waktu aplikasi Giberelin yang tepat, mampu mengoptimalkan aktivitas fisiologis benih dan meningkatkan daya berkecambah. Giberelin berfungsi merangsang aktivitas enzim hidrolitik dalam pemecahan cadangan

makanan, sedangkan Boron berperan dalam menjaga stabilitas membran sel dan metabolisme karbohidrat. Interaksi kedua faktor tersebut menyebabkan perbedaan respons perkecambahan pada setiap kombinasi perlakuan, di mana ketidaktepatan waktu aplikasi Giberelin dapat menurunkan efektivitasnya meskipun dikombinasikan dengan Boron.

Mutu benih kedelai dipengaruhi oleh proses pertumbuhan dan hasil produksi tanaman. Berdasarkan hasil penelitian Ernawati & Sandhy, (2018) kombinasi pemberian Boron dan Giberelin pada taraf dosis yang lebih tinggi menunjukkan kecenderungan paling dominan dalam meningkatkan nilai rata-rata parameter pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai. Perlakuan tersebut memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi dosis yang lebih rendah maupun dosis menengah. Pemberian Boron dan Giberelin berperan dalam meningkatkan jumlah dan ukuran sel serta mendukung distribusi fotosintat ke seluruh bagian tanaman, sehingga pertumbuhan vegetatif lebih berkembang dibandingkan pertumbuhan generatif.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan Ernawati & Sandhy, (2018), dapat disimpulkan bahwa aplikasi Giberelin (GA_3) dan Boron berpengaruh terhadap uji mutu benih kedelai, di mana pada beberapa kombinasi konsentrasi tertentu menunjukkan kecenderungan peningkatan pertumbuhan, produksi, dan mutu benih yang lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi konsentrasi lainnya. Hal ini mendukung hasil penelitian ini, di mana kombinasi Boron dan waktu aplikasi Giberelin tertentu mampu meningkatkan daya berkecambah benih kedelai secara nyata dibandingkan kombinasi lainnya.

Selain itu, Pambudi et al., (2024) melaporkan bahwa pemberian pupuk Boron tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap daya berkecambah maupun vigor benih kedelai, sehingga mengindikasikan

bahwa aplikasi Boron secara tunggal belum tentu berpengaruh terhadap mutu fisiologis benih. Erol & Arslanoglu (2022) melaporkan bahwa benih kedelai pada perlakuan tanpa aplikasi Giberelin (kontrol) tetap memiliki daya berkecambah dan vigor yang baik, dengan nilai persentase perkecambahan serta parameter vigor yang tidak menunjukkan perbedaan nyata secara statistik dibandingkan dengan beberapa taraf dosis Giberelin pada beberapa kultivar kedelai. Hal tersebut mendukung perlakuan kontrol (B0W0) yang menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan interaksi yang diberikan Boron dan waktu aplikasi Giberelin.

Potensi Tumbuh Maksimum

Potensi tumbuh maksimum merupakan kemampuan maksimum benih untuk tumbuh dan berkembang menjadi kecambah normal apabila berada pada kondisi lingkungan yang optimal. Pada perlakuan waktu aplikasi Giberelin (Tabel 7), nilai rata-rata potensi tumbuh maksimum tertinggi diperoleh pada perlakuan W3 sebesar 90,96%, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan W2 sebesar 85,75%. Hal ini mengindikasikan bahwa waktu aplikasi Giberelin yang lebih tepat cenderung meningkatkan kemampuan benih untuk tumbuh secara maksimal.

Tabel 7 Pengaruh Waktu Aplikasi Giberelin (W) terhadap potensi tumbuh maksimum (%)

Perlakuan	Potensi Tumbuh Maksimum (%)
W2 (4 hari setelah berbunga)	85,75 a
W1 (7 hari sebelum berbunga)	86,29 ab
W0 (Tanpa Giberelin)	88,29 b
W3 (11 hari setelah berbunga)	90,96 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Pertiwi et al., (2014) melaporkan bahwa aplikasi Giberelin pada tanaman

kedelai dengan berbagai taraf konsentrasi yang diberikan pada fase vegetatif maupun generatif tidak selalu menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol, sehingga peningkatan pertumbuhan tanaman tidak terjadi secara konsisten. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penelitian ini memberikan hasil yang menunjukkan bahwa perlakuan kontrol (W0) dan penyemprotan saat fase vegetatif (W1) dan fase generatif (W3) memberikan hasil yang nyata namun tidak berbeda nyata satu sama lain.

Beberapa kajian fisiologi tanaman menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap Giberelin sangat dipengaruhi oleh keseimbangan hormon endogen serta interaksi Giberelin dengan hormon lain. Oleh karena itu, aplikasi Giberelin dari luar tidak selalu menghasilkan perbedaan pertumbuhan yang nyata dibandingkan dengan tanaman tanpa perlakuan hormon (Castro-Camba et al., 2022). Didukung penelitian tersebut bahwa bisa saja terjadi pengaruh atau faktor lain yang menyebabkan tidak berbeda nyata antara kontrol (W0), penyemprotan fase vegetatif (W1) dan fase generatif (W3).

Tabel 8 Interaksi Boron dan Waktu Aplikasi Giberelin (B x W) terhadap potensi tumbuh maksimum (%)

Perlakuan	Potensi Tumbuh Maksimum (%)
B1W2	80,50 a
B0W1	81,33 ab
B2W1	84,83 bc
B3W0	86,33 cd
B2W2	86,67 cd
B0W2	87,33 cd
B2W0	87,83 cde
B1W0	88,17 cde
B3W2	88,50 cde
B2W3	89,00 cde
B1W1	89,17 cde

B3W1	89,83 de
B0W3	90,50 de
B0W0	90,83 de
B3W3	92,00 e
B1W3	92,33 e

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT pada taraf 5% (Tabel 8) menunjukkan adanya perbedaan respons daya berkecambah antar kombinasi perlakuan, yang ditunjukkan oleh perbedaan notasi huruf pada setiap perlakuan. Perlakuan kontrol (B0W0) yang termasuk dalam kelompok notasi yang sama dengan beberapa kombinasi perlakuan lainnya mengindikasikan bahwa pemberian Boron dan pengaturan waktu aplikasi Giberelin tidak memberikan peningkatan potensi tumbuh maksimum benih kedelai yang nyata dibandingkan dengan kondisi tanpa perlakuan.

Tidak adanya perbedaan nyata antara perlakuan interaksi Boron dan waktu aplikasi Giberelin dengan perlakuan kontrol pada parameter potensi tumbuh maksimum diduga berkaitan dengan terpenuhinya kebutuhan unsur Boron dan hormon Giberelin secara fisiologis pada tanaman. Ahmed et al., (2024) menjelaskan bahwa apabila status hara tanaman berada pada kondisi cukup, penambahan unsur mikro tidak selalu memberikan peningkatan respons pertumbuhan. Pada penelitian Ernawati & Sandhy (2018) yang membahas tentang kombinasi penyemprotan pupuk Boron dan konsentrasi Giberelin (10 + 100) ppm cenderung meningkatkan mutu benih kedelai, yang ditunjukkan oleh tingginya persentase perkecambahan dan potensi tumbuh maksimum. Namun tetap saja faktor genetik menentukan potensi dasar mutu benih, termasuk viabilitas, vigor, dan keseragaman kecambah. Setiap varietas kedelai memiliki karakter genetik yang berbeda dalam kemampuan menghasilkan benih bermutu tinggi, daya simpan, serta

ketahanan terhadap cekaman lingkungan dan penyakit.

Indeks Vigor (%)

Indeks vigor adalah ukuran yang digunakan untuk menggambarkan suatu kualitas atau kekuatan benih dalam proses perkecambahan. Pada perlakuan waktu aplikasi Giberelin (Tabel 9.), nilai rata-rata indeks vigor tertinggi diperoleh pada perlakuan W3 sebesar 69,21%, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan W2 sebesar 58,92%. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa aplikasi Giberelin pada waktu yang lebih tepat cenderung meningkatkan kemampuan awal benih untuk tumbuh secara cepat dan seragam. Namun demikian, pengaruh tersebut belum menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik berdasarkan hasil analisis ragam. Vigor benih lebih banyak dipengaruhi oleh faktor genetik serta kondisi lingkungan selama fase pembentukan dan pemasakan benih dibandingkan dengan pemberian hormon dari luar, khususnya ketika benih telah mencapai kemasakan fisiologis yang optimal Hasbianto & Yasin, (2014).

Tabel 9 Pengaruh Waktu Aplikasi Giberelin (W) terhadap indeks vigor (%)

Perlakuan	Indeks Vigor (%)
W2 (4 hari setelah berbunga)	58,92
W1 (7 hari sebelum berbunga)	59,46
W0 (tanpa Giberelin)	67,96
W3 (11 hari setelah berbunga)	69,21

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Pada perlakuan Boron (Tabel 10.) nilai rata-rata indeks vigor tertinggi diperoleh pada perlakuan B3 sebesar 64,79%, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan B0 sebesar 62,96%. Hal ini

mengindikasikan bahwa pemberian Boron berpotensi mendukung peningkatan vigor benih, meskipun pengaruhnya belum cukup kuat untuk menghasilkan perbedaan yang nyata. Tidak adanya pengaruh nyata pupuk Boron terhadap indeks vigor benih diduga karena kebutuhan unsur Boron tanaman telah terpenuhi, sehingga penambahan Boron pada berbagai taraf konsentrasi tidak memberikan respons yang signifikan terhadap mutu fisiologis benih

Menurut Marschner, (2012) unsur Boron berperan dalam pembentukan dinding sel, pembelahan sel, serta translokasi fotosintat, namun pada kondisi ketersediaan hara yang cukup, penambahan Boron tidak selalu berdampak langsung terhadap peningkatan vigor benih. Hal ini sejalan dengan konsep yang dikemukakan Sadjad, (1993) bahwa vigor benih merupakan bagian dari mutu fisiologis yang mencerminkan kemampuan benih tumbuh normal pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan. Dalam kondisi pertumbuhan tanaman induk yang normal dan optimal, benih yang dihasilkan umumnya sudah memiliki mutu fisiologis yang tinggi sehingga indeks vigor cenderung tidak banyak berubah hanya oleh perlakuan agronomis tambahan.

Tabel 10. Pengaruh Boron (B) terhadap indeks vigor (%)

Perlakuan	Indeks Vigor (%)
B0	62,96
B2	63,42
B1	64,38
B3	64,79

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian pupuk Boron dan waktu aplikasi Giberelin memberikan respons yang berbeda terhadap produksi dan mutu benih kedelai. Pupuk

Boron berperan dalam meningkatkan produksi benih, khususnya pada parameter produksi benih per hektar, di mana dosis yang lebih tinggi cenderung memberikan hasil yang lebih baik.

Sementara itu, waktu aplikasi Giberelin terbukti memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap mutu benih. Aplikasi Giberelin yang dilakukan pada 11 hari setelah berbunga, mampu memberikan hasil yang lebih baik terhadap berat 1000 butir, kecepatan tumbuh, daya berkecambah, dan potensi tumbuh maksimum.

Interaksi antara pupuk Boron dan waktu aplikasi Giberelin menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap parameter mutu benih, terutama daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi kedua perlakuan dapat saling mendukung dalam meningkatkan aktivitas fisiologis benih, meskipun pada beberapa kondisi tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa faktor genetik varietas dan kecukupan hara dasar juga berperan dalam menentukan mutu benih.

DAFTAR PUSTAKA

- Andri Kurniawan. (2018). Pengaruh Lama Perendaman Dan Konsentrasi Hormon GA3 Terhadap Vigor Dan Viabilitas Benih Jati Di Persemaian. *Urnal Agrotek Indonesia* 3(1): 22-28 (2018), 3(1), 302–308.
- Ariani Syahfitri Harahap, Suryani Sajar, W. Y. (2025). Pengaruh Konsentrasi Giberelin Terhadap Pertumbuhan Tiga Varietas Kacang Kedelai. *Jurnal Agroplasma*, 26(1), 60–78.
- Brian J. Alloway. (2008). Boron deficiency in crops. *Journal of Plant*

- Nutrition. *Taylor & Francis*, 31(12), 1955–1977.
<https://doi.org/01904160802491187>
- Castro-Camba, R., Sánchez, C., Vidal, N., & Vielba, J. M. (2022). Interactions of Gibberellins with Phytohormones and Their Role in Stress Responses. *Horticulturae*, 8(3).
<https://doi.org/10.3390/horticulturae8030241>
- Ernawati, A., & Sandhy, P. D. A. (2018). Pengaruh penyemprotan boron dan GA3 pada pertumbuhan , produksi dan mutu benih kedelai. *Agrotek Tropika, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung*, 6(2), 72–78.
- Erol, S. A., & Arslanoğlu, Ş. F. (2022). The Effect of Different Gibberellic Acid (GA3) Doses on Seed Germination Properties of Some Soybean [Glycine max (L.) Merr.] Cultivars. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 6(4), 340–350.
<https://doi.org/10.29329/ijiaar.2022.506.5>
- Harahap, A. S., Hafiz, M., Mahareni, S., & Sitepu, B. (2024). Pengaruh Perendaman Paclobutrazol terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Kedelai. September, 1094–1105.
- J. Kamil. (1986). *Teknologi Benih 1*.
- Karyawati, A. S., & Cahya, I. K. (2023). Penerapan GA3 Bervariasi Konsentrasi Terhadap Kedelai Untuk Mencegah Kerontokan Bunga. *Gunung Djati Conference Series*, 33, 302–315.
- Khairunisa, I. (2022). Pengaruh produksi kedelai, harga kedelai impor, dan nilai tukar terhadap impor kedelai Indonesia tahun 2011-2020. *Transekonomika: Akuntansi, Bisnis Dan Keuangan*, 2(6), 57–70.
- Limbong, H. C., Lubis, S. N., & Wibowo, R. P. (2022). Analisis Permintaan dan Penawaran Kedelai di Provinsi Sumatera Utara, Indonesia. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 5(3), 568–575.
<https://doi.org/10.37637/ab.v5i3.108>
- Lincoln Taiz, Eduardo Zeiger, Ian M. Møller, dan A. M. (2015). *Plant Physiology and Development*.
- Malcolm B. Wilkins. (1984). *Advanced Plant Physiology*.
- Nazaruddin, M., & Irmayanti, I. (2020). Tingkat Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai Pada Berbagai Jarak Tanam Dan Konsentrasi

- Giberelin. *Jurnal Agrium*, 17(1).
<https://doi.org/10.29103/agrium.v17i1.2356>
- Pambudi, M., Priyono, & Siswadi. (2024). Study of Phosphate Fertilizer Dosage and Boron Trioxide Fertilizer Concentration on Soybean Seed Yield and Quality (Glycine max [L.] Merrill). *JURNAL AGRI-TEK : Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Eksakta*, 25(2), 43–51.
<https://doi.org/10.33319/agtek.v25i2.173>
- Pertiwi, P. D., Agustiansyah, A., & Nurmiaty, Y. (2014). Pengaruh Giberelin (Ga₃) Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai (Glycine max (L.) Merrill.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 2(2), 276–281.
<https://doi.org/10.23960/jat.v2i2.2098>
- Peter Marschner. (2012). Mineral Nutrition of Higher Plants.
- Rahmayanti, R., Nilahayati, N., & Ismadi, I. (2020). Varietas Dominan pada BudidayaPadi SawahTahun 2016-2019 di Kabupaten Bireuen, Provinsi Aceh. *Jurnal Agrium*, 17(2).
<https://doi.org/10.29103/agrium.v17i2.8091>
- Safitri, N. D., & Islami, T. (2018b). Pengaruh tingkat pemberian air dan waktu aplikasi ga₃ pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (glycine max (l.) merrill). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(3), 470–478.
- Statistik, B. P. (2023). *BPS. 2023. Impor Kedelai Menurut Negara Asal Utama, 2017-2023*. 6.
- Suyanto, S., & Musalamah, M. (2016). Kemampuan Berbunga, Tingkat Keguguran Bunga, dan Potensi Hasil Beberapa Varietas Kedelai. *Buletin Plasma Nutfah*, 16(1), 38.
<https://doi.org/10.21082/blpn.v16n1.2010.p38-43>
- Timotiwu, P. B., Agustiansyah, A., & Dewi, E. C. (2022). Pengaruh taraf pH media logam alumunium terhadap viabilitas dan vigor tujuh varietas benih kedelai (Glycine max [L.] Merr.). *Jurnal AGRO*, 9(2), 308–320. <https://doi.org/10.15575/19249>
- Tinto, R. (2012). Boron applications for increased soybean yields. Availabel Online at: [Http://Www.Riotintominerals.Com](http://www.Riotintominerals.Com), [10 April 2016].
- Triani, N., Permatasari, V. P., & Guniarti, G. (2020). Pengaruh Konsentrasi dan frekuensi pemberian zat

pengatur tumbuh giberelin terhadap
Pertumbuhan dan Hasil Tanaman
Terung (*Solanum melongena* L.).
Agro Bali: Agricultural Journal,
3(2), 144–155.
<https://doi.org/10.37637/ab.v3i2.57>
5