



Respons Fase Pembungaan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) Terhadap Variasi Lama Paparan Medan Magnet

Response of the Flowering Phase of Soybean Plants (*Glycine max* (L.) Merr.) to Variations in Duration of Magnetic Field Exposure

Novita Alfitriyanti ^{*,1}, Ika Listiana ¹, Dwijowati Asih Saputri ¹

¹ Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Lampung, Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: novitaalfitriyantireal@gmail.com



Abstrak. Sektor pertanian memegang peran penting dalam menjaga ketahanan pangan, dengan kedelai sebagai salah satu komoditas utama sumber protein nabati. Namun, produksi kedelai nasional hingga saat ini masih tergolong rendah sehingga belum dapat mencukupi kebutuhan dalam negeri. Peningkatan produktivitas tanaman kedelai dapat diupayakan melalui teknologi biofisik berupa induksi medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) yang diketahui mampu memengaruhi mekanisme fisiologis dan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi durasi paparan medan magnet ELF 0,3 mT terhadap fase pembungaan tanaman kedelai varietas Dega-1. Metode penelitian yang diaplikasikan merupakan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan lama paparan medan magnet berintensitas 0,3 mT, yaitu kontrol atau M0 (0 menit), M1 (10 menit), M2 (20 menit), dan M3 (30 menit) dengan masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak empat ulangan. Parameter yang diamati meliputi waktu awal berbunga, jumlah bunga, serta jumlah bunga yang berkembang menjadi polong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan medan magnet tidak memberikan pengaruh yang signifikan secara statistik terhadap parameter yang diamati, namun cenderung meningkatkan beberapa aspek reproduktif tanaman. Perlakuan M2 (20 menit) menghasilkan rata-rata jumlah bunga tertinggi sebesar 114,87 bunga per tanaman dan persentase pembentukan polong sebesar 44,93%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa paparan medan magnet berpengaruh terhadap beberapa komponen respons fase pembungaan tanaman kedelai, namun efeknya dipengaruhi oleh lamanya durasi paparan serta parameter yang diamati.

Kata kunci: kedelai, medan magnet, fase pembungaan, varietas Dega-1.

Abstract. The agricultural sector plays an important role in maintaining food security, with soybeans as one of the main commodities for plant-based protein. However, national soybean production to date is still relatively low, thus unable to meet domestic needs. The increase in soybean plant productivity can be pursued thru biophysical technology in the form of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field induction, which is known to affect the physiological mechanisms and growth of plants. This study aims to analyze the effect of varying durations of ELF 0.3 mT magnetic field exposure on the flowering phase of Dega-1 soybean plants. The research method applied is an experimental method using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments with different durations of 0.3 mT magnetic field exposure: control or M0 (0 minutes), M1 (10 minutes), M2 (20 minutes), and M3 (30 minutes), with each

treatment replicated four times. The observed parameters include the time of initial flowering, the number of flowers, the number of flowers that develop into pods. The research results indicate that exposure to the magnetic field does not have a statistically significant effect on the observed parameters, but it tends to enhance some reproductive aspects of the plants. Treatment M2 (20 minutes) resulted in the highest average number of flowers, with 114.87 flowers per plant and a pod formation percentage of 44.93%. Based on these results, it can be concluded that exposure to a magnetic field affects several components of the flowering phase response in soybean plants, but the effect is influenced by the duration of exposure and the parameters observed.

Keywords: soybean, magnetic field, flowering phase, Dega-1 variety.

1. Pendahuluan

Kedelai merupakan salah satu komoditas pangan strategis yang berperan penting sebagai sumber protein nabati bagi masyarakat Indonesia. Tanaman kedelai dikategorikan sebagai salah satu komoditas legum kaya protein yang digunakan sebagai komponen utama dalam penyajian produk pangan (Syafriani *et al.*, 2024). Komoditas kedelai sejak lama digunakan sebagai bahan utama dalam pengolahan berbagai produk pangan dan minuman, seperti kecambah, tahu, tempe, susu kedelai, dan jenis olahan lainnya. Selain itu, biji kedelai mengandung isoflavon, protein kedelai, fitosterol, dan saponin yang tinggi sehingga berpotensi digunakan sebagai pangan fungsional.

Produksi kedelai di Indonesia hingga saat ini belum dapat memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri. Menurut data BPS (2024a), pada tahun 2024 produksi kedelai di Indonesia mencapai 1,62 juta ton, sedangkan konsumsinya diperkirakan mencapai 4,7 juta ton. Indonesia mengalami peningkatan jumlah impor dari Amerika Serikat setiap tahunnya untuk memenuhi kebutuhan nasional. Pada tahun 2024 Indonesia mengimpor sekitar 2,67 juta ton kedelai dari Amerika Serikat (BPS, 2024b). Jumlah impor kedelai tersebut mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya yang tercatat sebesar 2,27 juta ton. Oleh karena itu, peningkatan produksi dalam negeri menjadi langkah penting untuk memenuhi kebutuhan dan menekan jumlah impor.

Penurunan produksi kedelai nasional yang disertai dengan peningkatan volume impor mencerminkan rendahnya daya saing kedelai domestik dibandingkan dengan kedelai impor (Swastika, 2022). Faktor eksternal dan faktor internal menjadi penyebab menurunnya produktivitas kedelai (Sulistyaningrum *et al.*, 2024). Faktor eksternal yang dapat memengaruhi produktivitas kedelai seperti kondisi iklim, kualitas dan ketersediaan air, kesuburan dan struktur tanah, serangan hama dan penyakit, serta persaingan dengan gulma. Faktor internal yang dapat memengaruhi produktivitas di antaranya adalah genetik tanaman, kualitas benih, kesehatan fisiologis tanaman, dan siklus hidup tanaman (Juswadi *et al.*, 2021). Tanaman kedelai memiliki periode pembungaan dan pembuahan yang terbatas. Gangguan selama fase-fase ini, misalnya stres selama pembungaan, dapat menyebabkan kegagalan pembentukan polong.

Salah satu pendekatan biofisik yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas kedelai adalah paparan medan magnet. Medan magnet merupakan faktor fisik yang berpotensi mendukung metabolisme dan pertumbuhan tanaman (Sefanda *et al.*, 2025). Penggunaan magnet sebagai agen biofisik nonkimia aman bagi lingkungan, tidak meninggalkan residu, dan memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil tanaman. Induksi medan magnet dengan intensitas dan variasi waktu yang berbeda diketahui mampu menimbulkan berbagai respons tanaman pada fase vegetatif maupun generatif. Induksi medan magnet pada fase vegetatif dilaporkan dapat memengaruhi tinggi tanaman tomat (Baiyeri *et al.*, 2023), panjang malai tanaman padi (Qudsiyah *et al.*, 2025), pematangan dormansi biji delima merah (Rahmawati & Suyono, 2023), dan tinggi tanaman sawi (Djoyowasito *et al.*, 2019). Pada fase generatif, stimulasi medan magnet dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kecepatan berbuah tanaman cabai (Agustrina *et al.*, 2020), dan waktu mulai berbunga tanaman wijen (Aini, 2020).

Medan magnet diduga memiliki kemampuan untuk memengaruhi aktivitas fisik tanaman melalui mekanisme bioelektrik yang menyebabkan perubahan dalam aktivitas hormon dan enzim. Hormon seperti auksin, giberelin, dan sitokinin penting dalam mengatur inisiasi dan pertumbuhan bunga selama fase pembungaan (Aulia & Syafi'i, 2025). Tanaman bertransisi dari fase vegetatif ke fase generatif dapat dipercepat oleh paparan medan magnet, yang dapat meningkatkan sintesis atau transportasi hormon-hormon tanaman. Medan magnet mampu memodulasi aktivitas enzim, seperti katalase dan peroksidase yang berperan dalam mengurangi stres oksidatif dan sinyal pembungaan (Azrial *et al.*, 2025).

Enzim yang terlibat dalam fotosintesis meningkatkan suplai gula, enzim respirasi menghasilkan energi, enzim biosintesis mengatur produksi hormon, dan enzim antioksidan menjaga kestabilan sel (Ferne *et al.*, 2004). Kombinasi semua mekanisme tersebut menciptakan kondisi ideal yang mempercepat peralihan meristem pucuk tanaman menuju fase berbunga. Fase pembungaan adalah fase reproduktif yang paling kuat memengaruhi produktivitas tanaman, termasuk komoditas kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). Pembungaan berpengaruh langsung pada jumlah bunga yang terbentuk, sehingga memengaruhi hasil panen akhir. Oleh karena itu, fase pembungaan menjadi fase penting pada tanaman.

Hasil beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa medan magnet berpotensi meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman pada fase vegetatif maupun generatif. Berdasarkan temuan tersebut, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan generatif tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh induksi medan magnet *Extremely Low Frequency* intensitas 0,3 mT terhadap fase pembungaan tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.)

pada varietas Dega-1. Varietas Dega-1 dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, seperti tahan terhadap rebah, memiliki ketahanan terhadap pecah polong, lebih toleran terhadap penyakit karat daun, ukuran dan bobot biji yang relatif besar (22,98 g/100 biji), dan masa panen sekitar 69 hari.

2. Bahan dan Metode

2.1. Alat dan Bahan

Alat penelitian yang digunakan selama proses pemilahan benih hingga induksi medan magnet adalah gelas ukur, pinset, *thinwall* yang berdiameter 4 cm, gunting, kertas buram, tisu, botol semprot, kertas identitas, perlengkapan tulis dan solenoida sebagai sumber medan magnet. Peralatan yang digunakan pada proses penanaman hingga pengamatan parameter adalah pot siram, gayung, *polybag*, bambu kecil berukuran 100 cm, ember plastik besar, gunting, spidol permanen, gelas ukur, dan pinset.

Bahan penelitian yang digunakan adalah benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) varietas Dega-1, media tanam, *aquadest*, dan NaOCl (*Natrium hipoklorit*) 1%.

2.2. Metode Pelaksanaan

Penelitian ini berlangsung dari bulan Januari hingga April 2026, dengan proses persiapan alat dan bahan hingga induksi medan magnet dilakukan di Laboratorium Biologi Dasar, penanaman dan pemeliharaan tanaman di *Roof Top* Lantai Tiga Gedung Sains dan Teknologi, serta pengukuran parameter di Laboratorium Riset dan di lokasi penanaman Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, yaitu M0 (kontrol), M1 (induksi medan magnet selama 10 menit), M2 (20 menit), M3 (30 menit), dan setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali. Jenis penelitian ini adalah eksperimental, bahan tanam yang digunakan berupa 32 benih kedelai varietas Dega-1. Penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa lama paparan medan magnet dengan intensitas 0,3 mT, sedangkan variabel terikat meliputi waktu awal berbunga (Hari Setelah Tanam), jumlah bunga (bunga per tanaman), dan jumlah bunga yang berkembang menjadi polong (%).

2.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dimulai dengan persiapan media tanam yang menggunakan kombinasi tanah dan pupuk organik di dalam *polybag* serta pemilihan benih kedelai varietas Dega-1 yang memiliki karakteristik dengan ukuran yang sama, halus, berisi, dan tidak pecah atau belah. Tahap inti penelitian dimulai dengan memberikan perlakuan induksi medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) menggunakan perangkat solenoida dengan intensitas 0,3 mT terhadap benih yang dibagi menjadi empat kelompok durasi, yaitu 0 menit sebagai kontrol, 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Setelah proses pemaparan medan magnet selesai, benih segera ditanam dan dipelihara secara rutin melalui penyiraman serta pengendalian hama untuk memastikan

pertumbuhan yang optimal. Selama masa generatif, dilakukan pengamatan intensif terhadap parameter reproduktif yang meliputi pencatatan waktu awal munculnya bunga, penghitungan jumlah bunga per tanaman, serta evaluasi persentase bunga yang berkembang menjadi polong.

2.4. Metode Analisis

Analisis data dilakukan dengan metode *One Way ANOVA (Analysis of Variance)* memanfaatkan perangkat lunak SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) versi 27. Jika hasil analisis menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan, pengujian akan diteruskan dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test (DMRT)* pada tingkat kekeliruan $\alpha = 5\%$. Pada penelitian ini, hasil analisis tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Oleh karena itu, pada penelitian ini tidak dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test*, melainkan menggunakan uji non parametrik.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian yang dilaksanakan pada periode Januari hingga April 2026 menunjukkan respons fase pembungaan tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) terhadap variasi paparan medan magnet yang disajikan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Hasil Uji Statistik Respons Fase Pembungaan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) Terhadap Variasi Lama Paparan Medan Magnet.

Parameter	Kontrol (M0)	10 menit (M1)	20 menit (M2)	30 menit (M3)
Waktu Awal Berbunga (hari)	28,62±0,47a	28,25±0,64a	28,50±0,40a	28,12±0,25a
Jumlah Bunga	93,25±26,33a	104,87±25,70a	114,87±18,70a	111,50±10,75a
Jumlah Bunga yang Berkembang Menjadi Polong (%)	41,44±7,98a	42,55±2,95a	44,93±2,92a	41,38±3,47a

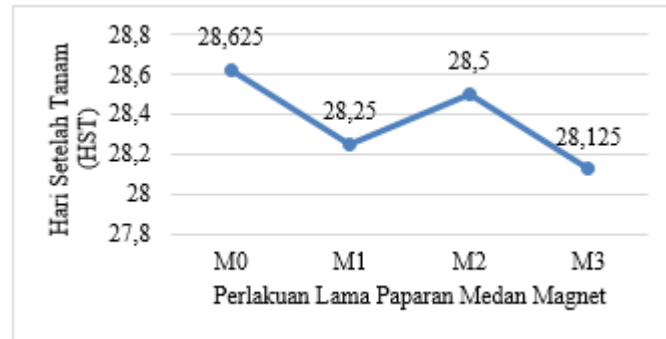
Keterangan: Data yang ditandai dengan huruf dan baris yang sama menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan, berdasarkan hasil Uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada tingkat signifikansi 5%.

3.1. Waktu Awal Berbunga

Waktu awal berbunga merupakan laju atau waktu yang dibutuhkan oleh tanaman untuk mulai membentuk bunga sejak fase vegetatif berakhir dan memasuki fase generatif ([Triastinurmiatiningsih et al., 2021](#)). Kecepatan ini umumnya diukur dalam hari setelah tanam (HST) atau jumlah hari dari munculnya tunas hingga terlihatnya bunga pertama. Rata-rata waktu awal berbunga setiap perlakuan dapat dilihat pada [Gambar 1](#).

Berdasarkan [Gambar 1](#), dapat diamati bahwa induksi medan magnet berintensitas 0,3 mT tidak menunjukkan pengaruh signifikan pada waktu awal pembungaan. Bunga mulai mekar pada kisaran 28 HST pada seluruh perlakuan. Pada setiap percobaan dihitung nilai rerata terendah untuk menentukan tanaman dengan waktu awal berbunga lebih cepat. Dari keseluruhan perlakuan, waktu

awal berbunga dengan rata-rata terendah pada perlakuan M3 ($28,12 \pm 0,25$ HST) 30 menit. Sementara pada perlakuan M1 ($28,25 \pm 0,64$ HST) 10 menit dan M2 ($28,50 \pm 0,40$ HST) 20 menit lebih rendah daripada M0 ($28,62 \pm 0,47$ HST) kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa M0 (kontrol) memiliki waktu awal pembungaannya paling lambat.



Gambar 1. Rerata Waktu Awal Berbunga.

Medan magnet diduga dapat memengaruhi transport elektron di dalam sel yang kemudian berdampak pada berbagai proses metabolisme, khususnya pada benih yang diberi perlakuan (Djoyowasito *et al.*, 2019). Pengaruh tersebut memicu terjadinya reaksi biofisika dan biokimia di dalam sitoplasma yang selanjutnya terekspresi dalam proses perkembangan fisiologis tanaman (Maffei, 2014). Peningkatan laju penyerapan air oleh biji turut mengoptimalkan kerja enzim dalam proses penguraian cadangan makanan pada endosperma serta nutrisi lainnya. Hasil penguraian tersebut selanjutnya ditranslokasikan ke embrio yang sedang berkembang untuk mendukung pembentukan tumbuhan baru hingga mencapai tahap kemandirian dalam melakukan proses fotosintesis. Akumulasi produk fotosintesis pada bagian tajuk kemudian berperan dalam menstimulasi pembentukan bunga.

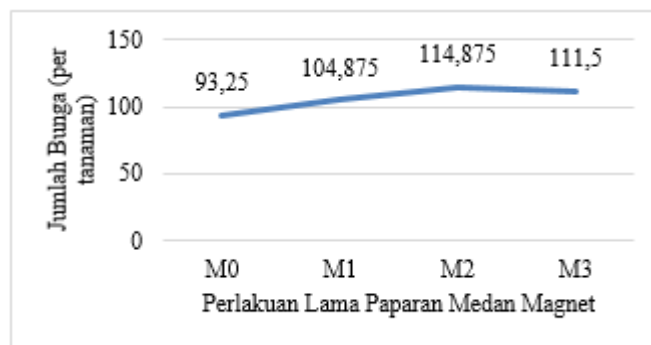
Menurut Tirono and Hananto (2023), perlakuan medan magnet selama proses pertumbuhan benih berpotensi memengaruhi kemunculan bunga pertama. Berdasarkan hasil penelitian, intervensi medan magnet terbukti mempercepat inisiasi pembungaan dibandingkan dengan tanaman kontrol. Pada fase peralihan dari pertumbuhan vegetatif menuju pertumbuhan generatif terjadi regulasi metabolik, khususnya pada biokatalis fotosintesis, guna menjaga kadar sukrosa dalam tanaman. Peningkatan aktivitas enzim ini juga didukung oleh keberadaan ion-ion seperti Mg^{2+} , Ca^{2+} , dan K^{+} yang berfungsi sebagai kofaktor dalam medium pertumbuhan (Djoyowasito *et al.*, 2019). Pada proses fotosintesis, enzim utama fiksasi karbon (enzim Rubisco) bekerja lebih aktif dalam mengikat karbon dioksida sehingga menghasilkan lebih banyak glukosa dan sukrosa (Bhat *et al.*, 2017). Sebagian sukrosa tersebut ditranspor menuju jaringan meristem apikal yang berperan dalam pembentukan bunga (Wu *et al.*, 2024). Hasil fotosintesis ini bukan hanya berperan sebagai sumber energi, tetapi juga berfungsi sebagai sinyal metabolik yang memberi tanda kepada tanaman untuk segera beralih dari fase vegetatif ke fase generatif.

Enzim-enzim respirasi di mitokondria seperti sitokrom oksidase, suksinat dehidrogenase, dan ATP sintase mempercepat produksi energi dalam bentuk ATP (Adenosin Trifosfat) (Fanani, 2025). Energi inilah yang dibutuhkan oleh jaringan meristem untuk membelah dan berdiferensiasi menjadi kuncup bunga. Semakin tinggi produksi ATP, berpotensi semakin cepat pula tanaman memiliki cadangan energi untuk mendukung pembungaan. Selain itu, enzim yang terlibat dalam biosintesis hormon juga berperan penting. Enzim GA20-oksidadase dan GA3-oksidadase dalam jalur pembentukan giberelin akan lebih aktif, sehingga kadar giberelin meningkat. Giberelin kemudian merangsang ekspresi gen-gen yang mengatur inisiasi pembungaan (Arnanto *et al.*, 2024). Hal serupa juga terjadi pada enzim yang mengatur biosintesis sitokinin, yang mendorong pembelahan sel pada meristem dan mempercepat terbentuknya tunas bunga.

Waktu awal berbunga tidak dipengaruhi secara nyata oleh paparan medan magnet karena faktor lingkungan selama penelitian relatif seragam pada seluruh perlakuan. Kondisi seperti intensitas cahaya, suhu, kelembapan, ketersediaan air, dan unsur hara yang sama menyebabkan setiap tanaman memperoleh lingkungan tumbuh yang hampir identik. Keseragaman kondisi lingkungan tersebut membuat waktu transisi dari fase vegetatif ke fase generatif berlangsung hampir bersamaan, sehingga perbedaan akibat paparan medan magnet tidak tampak secara signifikan.

3.2. Jumlah Bunga

Jumlah bunga merupakan banyaknya bunga yang terbentuk pada suatu tanaman dalam satu periode pertumbuhan atau pada satu siklus berbunga (Ifitah, 2023). Nilai rerata jumlah bunga dapat diamati pada Gambar 2.



Gambar 2. Rerata Jumlah Bunga.

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 2, induksi medan magnet sebesar 0,3 mT tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap jumlah bunga tanaman. Perlakuan M2 (20 menit) menghasilkan jumlah bunga tertinggi, yaitu $114,87 \pm 18,70$ bunga per tanaman, diikuti oleh M3 (30 menit) sebesar $111,50 \pm 10,75$ bunga per tanaman. Jumlah bunga paling sedikit pada perlakuan M0 ($93,25 \pm 26,33$) kontrol yang tidak jauh selisihnya dengan M1 ($104,87 \pm 25,70$) 10 menit. Tidak signifikkannya pengaruh medan magnet terhadap jumlah bunga menunjukkan bahwa intensitas

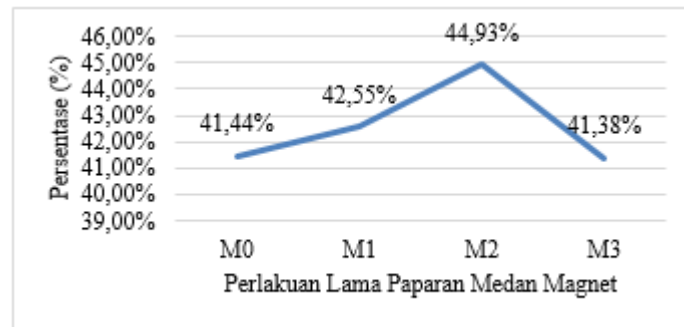
medan magnet 0,3 mT belum cukup untuk menghasilkan perubahan fisiologis yang mampu meningkatkan pembentukan bunga secara nyata pada kedelai varietas Dega-1. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian oleh [Agustrina et al. \(2020\)](#) terkait tanaman cabai merah yang melaporkan bahwa paparan medan magnet tidak memberikan perbedaan nyata pada seluruh perlakuan. Paparan medan magnet tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah bunga, diduga karena seluruh tanaman tumbuh pada kondisi lingkungan yang terkendali dan relatif seragam. Kesamaan intensitas cahaya, suhu, kelembapan, ketersediaan air, serta unsur hara menyebabkan proses pembentukan bunga berlangsung dengan pola yang hampir sama pada setiap perlakuan. Akibatnya, efek stimulasi medan magnet tidak cukup besar untuk menimbulkan perbedaan jumlah bunga yang signifikan.

Medan magnet diduga memiliki durasi optimum, sehingga paparan yang lebih lama tidak selalu menghasilkan respons yang lebih tinggi. Paparan medan magnet diduga dapat memengaruhi jumlah bunga tanaman melalui berbagai mekanisme fisiologis, meskipun pengaruhnya tidak selalu signifikan secara statistik. Stimulasi medan magnet diketahui mampu memodifikasi pergerakan ion dan aktivitas enzimatis di dalam sel, sehingga meningkatkan metabolisme dan ketersediaan energi yang dibutuhkan untuk pembentukan organ reproduktif ([Radhakrishnan, 2019](#)). Menurut [Deamici et al. \(2019\)](#), medan magnet juga berpotensi memengaruhi keseimbangan hormon pertumbuhan seperti giberelin, auksin, dan sitokinin yang berperan penting dalam diferensiasi jaringan, pembelahan sel, dan proses pembungaan. Kombinasi antara peningkatan metabolisme, keseimbangan hormon, dan ketersediaan fotosintat dapat mendukung berlangsungnya proses transisi dari fase vegetatif menuju fase generatif, sehingga jumlah bunga yang terbentuk cenderung lebih tinggi. Peningkatan efisiensi fotosintesis akibat paparan medan magnet juga dapat menghasilkan lebih banyak fotosintat yang digunakan sebagai sumber energi dalam pembentukan bunga. Pada durasi paparan 20 menit, diduga terjadi kondisi yang lebih baik bagi berlangsungnya proses fisiologis tersebut, sehingga jumlah bunga cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Tanaman yang memiliki ketersediaan fotosintat yang cukup cenderung mampu membentuk lebih banyak primordia bunga karena kebutuhan energi dan bahan pembangun terpenuhi. Faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, suhu, serta ketersediaan air turut memengaruhi produksi fotosintat melalui proses fotosintesis ([Fachrezi et al., 2023](#)). Intensitas cahaya yang optimal terbukti meningkatkan laju fotosintesis dan jumlah bunga yang dihasilkan ([Farid & Ulinuha, 2024](#)). Selain itu, nutrisi seperti N, P, dan K memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif serta reproduktif tanaman ([Firgiyanto et al., 2025](#)).

3.3 Jumlah Bunga yang Berkembang Menjadi Polong

Jumlah bunga yang berkembang menjadi polong adalah jumlah bunga pada tanaman yang berhasil mengalami proses penyerbukan dan pembuahan hingga menghasilkan polong (buah tempat biji berada) (Rizkyma *et al.*, 2023). Pengamatan jumlah bunga yang berkembang menjadi polong pada seluruh perlakuan terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Jumlah Bunga yang Berkembang Menjadi Polong.

Berdasarkan hasil analisis statistik yang disajikan pada Tabel 1, diketahui bahwa jumlah bunga yang berkembang menjadi polong tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan, namun memberikan peningkatan antar perlakuan. Nilai rerata tertinggi diperoleh pada perlakuan M2 ($44,93 \pm 2,92$), diikuti oleh M1 ($42,55 \pm 2,95$), M0 ($41,44 \pm 7,98$) dan M3 ($41,38 \pm 3,47$). Hal ini mengindikasikan bahwa induksi medan magnet selama 20 menit cenderung meningkatkan keberhasilan pembuahan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Namun demikian, perbedaan tersebut tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik.

Secara fisiologis, perlakuan M2 (20 menit) diduga memberikan kondisi yang cenderung lebih baik dalam mendukung rangkaian proses reproduksi tanaman, mulai dari penyerbukan hingga pembentukan polong. Paparan medan magnet pada durasi tertentu diduga dapat memengaruhi dinamika ion dalam sel, khususnya ion Ca^{2+} yang berperan penting dalam proses perkecambahan serbuk sari dan pertumbuhan tabung polen. Dinamika Ca^{2+} diketahui mengatur pertumbuhan tabung polen dan interaksi antara polen dan jaringan betina selama proses fertilisasi (Zheng *et al.*, 2019). Peningkatan aktivitas ion ini akan memperlancar pertumbuhan tabung polen menuju bakal biji, sehingga peluang terjadinya pembuahan menjadi lebih tinggi. Menurut Saletnik *et al.* (2022), paparan magnetik juga mampu meningkatkan kinerja enzim dan respirasi sel, sehingga energi (ATP) yang dibutuhkan untuk proses fertilisasi dan perkembangan embrio awal tersedia dalam jumlah yang cukup.

Paparan medan magnet diduga dapat memengaruhi keseimbangan hormon tanaman melalui modulasi jalur hormon, seperti auksin dan giberelin yang berperan dalam pertumbuhan dan pembungaan (Shi *et al.*, 2024). Perubahan distribusi dan aktivitas hormon tersebut berpengaruh terhadap perkembangan organ reproduktif serta keberhasilan pembentukan buah. Selain itu,

peningkatan efisiensi fotosintesis akibat paparan medan magnet juga berkontribusi terhadap ketersediaan fotosintat yang diperlukan sebagai sumber energi dan bahan pembangun selama proses pembentukan polong (Choi, 2024). Dengan demikian, interaksi antara hormon dan metabolisme fotosintesis berperan penting dalam keberhasilan pembentukan organ reproduktif tanaman. Faktor lingkungan seperti suhu, curah hujan, serta keberadaan hama dan penyakit yang menyerang bunga diketahui dapat memengaruhi keberhasilan penyerbukan (Widiastuti & Palupi, 2008).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian paparan medan magnet 0,3 mT belum memberikan pengaruh signifikan terhadap fase pembungaan tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) varietas Dega-1. Meskipun demikian, durasi paparan 20 menit menunjukkan kecenderungan meningkatkan jumlah bunga dan pembentukan polong dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan M2 (20 menit) menghasilkan rata-rata jumlah bunga tertinggi sebesar 114,87 bunga per tanaman dan jumlah bunga yang berkembang menjadi polong 44,93%. Sedangkan bunga mulai mekar pada kisaran 28 HST pada seluruh perlakuan. Oleh karena itu, dapat dinyatakan bahwa paparan medan magnet diduga memiliki waktu optimum yang berbeda terhadap indikator respons fase pembungaan tanaman kedelai.

Singkatan yang Digunakan

ELF	Extremely Low Frequency
mT	mili Tesla
BPS	Badan Pusat Statistik
ATP	Adenosin Trifosfat
RAL	Rancangan Acak Lengkap
ANOVA	Analysis of Variance
SPSS	Statistical Package for the Social Science
DMRT	Duncan Mean Range Test
HST	Hari Setelah Tanam
RUBISCO	Ribulosa-1,5-bifosfat karboksilase oksigenase

Pernyataan Ketersediaan Data

Data akan tersedia berdasarkan permintaan.

Kontribusi Para Penulis

Novita Alfitriyanti: konseptualisasi, metodologi, investigasi, sumber daya, kurasi data, penulisan-penyusunan naskah awal, penulisan tinjauan & penyuntingan, visualisasi, administrasi proyek, akuisisi pendanaan. **Ika Listiana:** konseptualisasi, metodologi, validasi, analisis formal, sumber daya. **Dwijowati Asih Saputri:** konseptualisasi, metodologi, validasi, analisis formal, sumber daya.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki kepentingan finansial yang bersaing atau hubungan pribadi yang dapat memengaruhi penelitian dalam naskah ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing atas semua dedikasi, baik ide, waktu, dan energi dalam penyusunan artikel ilmiah ini. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Tim Kedelai 2022 yang sudah kebersamai selama proses penelitian.

Daftar Pustaka

- Agustrina, R., Manullang, H. M., Irawan, B., Wahyuningsih, S., & Sumardi, S. (2020). Produksi cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dari benih yang Diinduksi Medan Magnet 0,2 mT dan Diinfeksi Jamur *Fusarium* sp. *Jurnal Biologi Papua*, 12(1), 50–58. <https://doi.org/10.31957/jbp.1063>.
- Aini, V. Q. (2020). *Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Tanaman Wijen (Sesamum indicum L.) yang Diinfeksi Patogen Fusarium (Thesis)*. Retrieved from <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/20314>.
- Arnanto, D., Maryani, Y., Koswara, G. I., & Kusumawati, D. E. (2024). Efektivitas Auksin dan Giberelin Terhadap Umur Berbunga dan Panen Tanaman Koro Pedang (*Cannavalia ensiformis*). *VIABEL: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 18(1), 70–75. <https://doi.org/10.35457/viabel.v18i1.3520>.
- Aulia, N., & Syafi'i, W. (2025). *Perubahan Pola Inisiasi Primordia Selama Pembungaan: Kajian Literatur Mekanisme Transisi Meristem Vegetatif Ke Reproduksi*. 10(1), 540–550. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i4.36884>.
- Azrial, F., Saputri, D. A., & Listiana, I. (2025). The Impact of Varied Exposure Duration to ELF (Extremely Low Frequency) Magnetic Field on Old Rice (*Oriza sativa* L.) Seed Viability. *Jurnal Ilmiah Membangun Desa dan Pertanian*, 10(1), 83–97. <https://ejournal.agribisnis.uho.ac.id/index.php/JIMDP/article/download/1661/359>
- Baiyeri, M. R., Yusuf, K. O., Obalowu, R. O., Saad, G., & Banjoko, I. K. (2023). Impact of magnetization of irrigation water on growth, yield and nutritional qualities of tomato under deficit irrigation. *Not Sci Biol* 15(1), 1–15. <https://doi.org/10.15835/nsb15111360> <https://mail.notulaebiologicae.ro/index.php/nsb/article/view/11360/9569>.
- Bhat, J. Y., Thieulin-pardo, G., Hartl, F. U., & Hayer-hartl, M. (2017). *Rubisco Activases : AAA + Chaperones Adapted to Enzyme Repair*. 4(4), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2017.00020>.
- BPS. (2024a). *Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia, 2024 (Hasil Survei Ubinan)*. Badan Pusat Statistik Indonesia. <https://www.bps.go.id/id/publication/2025/10/02/561a7fb4534ef4201b447f5b/analisis-produktivitas-jagung-dan-kedelai-di-indonesia-2024-hasil-survei-ubinan.html>
- BPS. (2024b). *Impor Kedelai menurut Negara Asal Utama, 2021-2025*. Badan Pusat Statistik Indonesia. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxNSMx/impor-kedelai-menurut-negara-asal-utama--2017-2024.html>
- Choi, H. W. (2024). From the Photosynthesis to Hormone Biosynthesis in Plants. *Plant Pathology*, 40(2), 99–105. <https://doi.org/10.5423/PPJ.RW.01.2024.0006>
- Deamici, K. M., Cuellar-Bermudez, S. P., Muylaert, K., Santos, L. O., & Costa, J. A. V. (2019). Quantum yield alterations due to the static magnetic fields action on *Arthrospira platensis* SAG 21.99: Evaluation of photosystem activity. *Bioresource Technology*, 292(July), 121945. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121945>.

- Djoyowasito, G., Ahmad, A. M., Lutfi, M., & Maulidiyah, A. (2019). Pengaruh Induksi Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 7(1), 8–19. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/452/0>.
- Fachrezi, M. L., Darmanti, S., Saptiningsih, E., & Prihastanti, E. (2023). Kandungan Pigmen Fotosintetik dan Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kedelai (*Glycine max* L . Merr.) var. Grobogan Pada Tingkat Ketersediaan Air yang Berbeda. 8(2), 154–160. <https://doi.org/10.14710/baf.8.2.2023.154-160>.
- Fanani, S. N. (2025). Peran enzim dalam proses metabolisme seluler pada tumbuhan. *Maliki Interdisciplinary Journal*, 3(2), 1–8. <https://urj.uin-malang.ac.id/index.php/mij/article/view/12173>.
- Farid, N., & Ulinuha, Z. (2024). Fotosintesis dan Pembungaan Anggrek Dendrobium Pada Intensitas Cahaya yang Berbeda. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(2), 300–309. <https://doi.org/10.23960/jat.v12i2.6577>.
- Fernie, A. R., Carrari, F., & Sweetlove, L. J. (2004). *Respiratory metabolism : glycolysis , the TCA cycle and mitochondrial electron transport*. 254–261. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2004.03.007>
- Firgiyanto, R., Rohman, F., Rohman, H. F., Kurniasari, L., Sumiahadi, A., Rahma, S. D., ..., & Khysswari, C. (2025). Pengaruh Dosis Pupuk NPK dan Zat Pengatur Tumbuh terhadap Kesuburan Tanah, Kadar Fenolik dan Perkembangan Bunga Krisan Pada Dataran Rendah. 14(4), 306–322. <https://doi.org/10.22146/veg.108934>
- Ifitah, S. N. (2023). Hasil Tanaman Stroberi (*Fragaria ananassa* Duschesne) pada Konsentrasi dan Lama Perendaman Kolkhisin. *Biofarm : Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(1), 65. <https://doi.org/10.31941/biofarm.v19i1.2964>.
- Juswadi, J., Sumarna, P., & Mulyati, N. S. (2021). Potensi Peningkatan Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Kedelai di Jawa Barat. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 9(1), 86. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v9i1.281>.
- Maffei, M. E. (2014). *Magnetic field effects on plant growth , development , and evolution*. 5 (September), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00445>.
- Qudsiyah, M., Listiana, I., & Saputri, D. A. (2025). Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap Perkembangan Generatif Benih Padi Tua (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agroteknika*, 8(2), 327–342. <https://agroteknika.id/index.php/agtk/article/view/514>.
- Radhakrishnan, R. (2019). Magnetic field regulates plant functions, growth and enhances tolerance against environmental stresses. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 25(5), 1107–1119. <https://doi.org/10.1007/s12298-019-00699-9>.
- Rahmawati, E., & Suyono, S. (2023). Pengaruh Lama Pemaparan dan Kuat Medan Elektromagnetik Terhadap Pematangan Dormansi Benih Delima Merah (*Punica granatum* L.). *PRIMER : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(4), 432–439. <https://doi.org/10.55681/primer.v1i4.173>.
- Rizkyma, N. F., Ariyanti, N. S., & Dorly. (2023). Fenologi Fase Pembungaan dan Perbuahan serta Produksi Polen pada Tanaman Kacang Panjang Kultivar Sabrina. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 9(2), 87–95. https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno
[https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_P](https://www.researchgate.net/publication/372080281_Fenologi_Fase_Pembungaan_dan_Perbuahan_serta_Produksi_Polen_pada_Tanaman_Kacang_Panjang_Kultivar_Sabrina_Pheno)

- Jurnal Agro Indragiri*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.32520/jai.v10i1.3217>
- Shi, F., Cao, Y., Gao, Y., Qiu, Y., Lu, Y., Han, B., & Shen, Y. (2024). The Impact of Magnetic Field and Gibberellin Treatment on the Release of Dormancy and Internal Nutrient Transformation in *Tilia miqueliana* Maxim. Seeds. *Forest*, 1–13. <https://doi.org/10.3390/f15020311>.
- Sulistyaningrum, D. A., Nurdiani, U., & Novia, R. A. (2024). Efisiensi Produksi Usahatani Kedelai di Desa Tayem Kecamatan Karangpucung Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis (JEPA)*, 8(2), 712–727. <https://jepa.ub.ac.id/index.php/jepa/article/view/2469>.
- Swastika, D. K. S. (2022). Perjalanan Panjang Indonesia Menuju Swasembada Kedelai. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 40(1), 39. <https://doi.org/10.21082/fae.v40n1.2022.39-53>.
- Syafriani, Afiah, & Aprilia, N. (2024). PKM Olahan Kacang Kedelai Sebagai Upaya Peningkatan Kesehatan dan Perbaikan Pencernaan pada Masyarakat di Desa Rumbai Jaya Tahun 2023. *Medika*, 3(1), 30–35. <https://doi.org/10.31004/s6xks496>.
- Tirono, M., & Hananto, F. S. (2023). Effective Treatment Time Using a Magnetic Field to Increase Soybean (*Glycine max*) Productivity. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5071–5077. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.3797>.
- Triastinurmiatiningsih, Astuti, I. P., & Saskia, B. (2021). Fenologi Pembungaan Dua Varietas Jambu Air (*Syzygium boerlagei*) di Kebun Raya Bogor. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 10(2), 153–158. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n2.p153-158>.
- Widiastuti, A., & Palupi, E. R. (2008). Viabilitas serbuk sari dan pengaruhnya terhadap keberhasilan pembentukan buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Journal of Biological Diversity*, 9(1), 35–38. <https://share.google/Bn3wC4uxIPvO6Du3I>.
- Wu, H. L., Zhang, S. L., Feng, X., Zhang, Y. Q., Zhou, B. J., Cao, M., ..., & Hou, Z. X. (2024). Possible Mechanism of Sucrose and Trehalose-6-Phosphate in Regulating the Secondary Flower on the Strong Upright Spring Shoots of Blueberry Planted in Greenhouse. *Plants*, 13(17). <https://doi.org/10.3390/plants13172350>.
- Zheng, R. H., de Su, S., Xiao, H., & Tian, H. Q. (2019). Calcium: A critical factor in Pollen germination and tube elongation. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(2). <https://doi.org/10.3390/ijms20020420>.