



Peningkatan Mutu Benih Kedelai (*Glycine Max (L.) Merr.*) dengan Sari Buah Nanas Sebagai *Organic Seed Priming*

Improving the Quality of Soybean Seeds (*Glycine max (L.) Merr.*) with Pineapple Juice as an Organic Seed Priming Agent

Muhammad Al Qudus Ibsanda ¹, Irawati Chaniago ^{*2}, Aswaldi Anwar ²

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

² Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

* Penulis Korespondensi

Email: irawati@agr.unand.ac.id



Abstrak. Kedelai sebagai salah satu komoditas penting yang berperan dalam pemenuhan bahan pangan dan pakan sebagai sumber protein dan lemak nabati. Penyediaan benih berkualitas baik menjadi salah satu kunci penting dalam upaya meningkatkan produksi kedelai. Perbaikan kualitas benih kedelai dapat dicapai dengan pemberian sari buah nanas berdasarkan reaksi hidrolisis antara enzim bromelin dan protein kedelai. Penelitian bertujuan untuk mengetahui konsentrasi sari buah nanas terbaik yang dapat digunakan untuk invigorasi benih kedelai. Percobaan dilaksanakan pada bulan April sampai Juli 2025 di Laboratorium Teknologi Benih Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan lima konsentrasi sari buah nanas yaitu 0, 25, 50, 75, dan 100% dengan empat ulangan. Benih kedelai direndam selama 3 jam dalam larutan sari buah nanas sebelum dilakukan uji perkecambahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian sari buah nanas sebagai *organic priming* dapat meningkatkan persentase daya berkecambah, perkecambahan pada hari hitung pertama, potensi tumbuh maksimum, nilai indeks perkecambahan, bobot kering kecambah normal, dan pertumbuhan akar kecambah. *Priming* menggunakan konsentrasi 50% sari buah nanas menunjukkan hasil terbaik pada persentase daya berkecambah, perkecambahan pada hari hitung pertama, potensi tumbuh maksimum, dan nilai indeks perkecambahan benih.

Kata kunci: invigorasi, kedelai, *organic priming*, perkecambahan, sari buah nanas.

Abstract. Soybean is one of the most important crops for its role as a sources protein and fat used in various industries, including food and feed. Good quality seeds are one of the key factors to ensure high soybean production. The quality of soybean seeds may be improved by using pineapple juice to facilitate hydrolysis reaction between the bromelain enzyme and soybean protein. The research aimed at determining the best concentration of pineapple juice used for soybean seed invigoration. The research was carried out at the Laboratory of Seed Technology, Faculty of Agriculture, Universitas Andalas, Padang, from April to July 2025. The experimental units were arranged in a completely randomized design (CRD) with five treatments consisting of pineapple juice concentrations of 0, 25, 50, 75, and 100% and 4 replications. Soybean seeds were soaked in pineapple juice for 3 hours prior to germination. Results demonstrated that the application of pineapple juice as an *organic priming* agent increased the percentage of germination, germination on first-count day, maximum growth potential, index value test, normal seedling dry weight, and root growth. Seed priming of 50% concentration of pineapple juice significantly increased the

percentage of germination, germination on first count day, maximum growth potential, and index value test.

Keywords: *germination, invigoration, organic priming, pineapple juice, soybean.*

1. Pendahuluan

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) menjadi komoditas penting di Indonesia karena kandungan protein yang tinggi hingga mencapai 40,11% untuk varietas kedelai Detap-1 yang berfungsi sebagai sumber protein dan lemak nabati bagi manusia dan hewan ternak, bahan baku berbagai industri, dan bahan penyubur tanah (Astuti *et al.*, 2021; Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan, 2023). Rata-rata produktivitas kedelai nasional berdasarkan Badan Pusat Statistik yaitu pada tahun 2022 sebesar 15,43 ku/ha menjadi 14,56 ku/ha pada tahun 2023 (Astuti *et al.*, 2022; Astuti & Ramadhani, 2023). Pada tahun 2024 terjadi peningkatan produktivitas kedelai menjadi 16,23 ku/ha (Astuti & Ramadhani, 2025). Produksi kedelai nasional tahun 2024 adalah 2.302.090 ku sedangkan konsumsi nasional kedelai tahun 2024 sebesar 22.380.709 ku (Pusat Data dan Sistem Informasi Pangan, 2025). Fluktuasi produktivitas dan tingginya kebutuhan kedelai dalam negeri menjadi salah satu penyebab Indonesia harus melakukan impor kedelai dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan produksi pangan dan pakan (Badan Pusat Statistik, 2024).

Salah satu kendala utama dalam meningkatkan produktivitas kedelai adalah penyediaan benih bermutu secara berkelanjutan. Benih kedelai tergolong mudah mengalami kemunduran mutu fisiologis (deteriorasi) selama penyimpanan dan distribusi (Rahayu *et al.*, 2009). Pramono *et al.* (2020) membuktikan benih kedelai varietas Agromulyo yang disimpan pada kondisi kadar air benih 8% dengan suhu $\pm 26^{\circ}\text{C}$ dalam kemasan plastik klip mengalami penurunan daya berkecambah benih dari 83,1% menjadi 73,3% pada dua bulan pertama penyimpanan. Selain itu, Hayati and Setiono (2021) juga menemukan bahwa ketika benih kedelai varietas Anjasmoro disimpan pada suhu 25 – 31 $^{\circ}\text{C}$ mengalami penurunan daya kecambah dari 90,25% menjadi 67,25% setelah dua bulan disimpan. Hal tersebut dapat disebabkan karena terjadinya proses metabolisme pada benih di mana protein yang terkandung mengalami penurunan ketika kondisi penyimpanan tidak menguntungkan (Tatipata *et al.*, 2004).

Permasalahan deteriorasi dapat diatasi dengan melakukan teknik invigorasi pada benih kedelai. Invigorasi merupakan perlakuan pada benih tanaman yang diberikan setelah panen maupun sebelum ditanam dengan tujuan untuk perbaikan performa fisiologis atau biokimia benih (Mariani & Waditiya, 2022). Salah satu teknik invigorasi yang telah banyak dilakukan adalah metode *seed priming*, yaitu dengan memaparkan benih pada kelembapan dan suhu tertentu pada kondisi terkontrol sehingga dapat meningkatkan perkecambahan dan kekuatan tumbuh bibit (Ingale & Pathak, 2023).

Pemanfaatan bahan organik dalam teknik *seed priming* yang sudah banyak diteliti dan dikenal sebagai *organic priming*. Beberapa bahan organik yang berasal dari tanaman seperti ekstrak bawang merah (Lubis *et al.*, 2018), ekstrak touge (Arisandi *et al.*, 2020), dan air kelapa (Lewar *et al.*, 2023) telah terbukti dapat meningkatkan kualitas benih yang telah mengalami kemunduran mutu. Aplikasi bahan organik tersebut terbukti meningkatkan potensi tumbuh, daya berkecambah, laju berkecambah, keserempakan tumbuh, tinggi kecambah, panjang akar, dan bobot kering kecambah.

Sumber bahan organik lain yang berpotensi untuk digunakan sebagai *priming agent* pada invigorasi benih adalah sari buah nanas. Buah nanas mengandung enzim bromelin. Enzim ini termasuk kelompok enzim protease yang berfungsi menghidrolisis ikatan peptida pada protein sehingga membentuk molekul asam amino (Purwaningsih, 2017). Tanaman kedelai mengumpulkan protein sebagai cadangan energi di dalam benih. Penggunaan sari buah nanas yang mengandung enzim bromelin berpotensi untuk perbaikan mutu benih kedelai terutama yang telah mengalami kemunduran mutu fisiologis. Penelitian terkait penggunaan sari buah nanas sebagai *organic priming* masih terhitung sedikit. Perez *et al.* (2021) dan Perez *et al.* (2023) membuktikan perendaman benih cabai besar (*Capsicum annum* L.) dalam cairan ekstrak batang nanas dengan aktivitas proteolitik enzim bromelin sebesar 6,25 tU selama 3 jam pada suhu 35°C menghasilkan daya berkecambah sebesar 92 – 96,6% dengan tinggi kecambah mencapai 16 cm, dan terjadinya peningkatan level asam amino bebas pada benih dari 3,9 mg/g menjadi 4,6 mg/g. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi *priming agent* sari buah nanas terbaik dalam invigorasi benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) varietas Detap-1.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah benih kedelai varietas Detap-1, buah nanas, aquades, air, *aluminium foil*, larutan alkohol 70%, larutan etanol 96%, kertas label, kertas tisu, amplop cokelat, plastik kaca, kertas stensil ukuran F4, larutan H₂SO₄ pekat, *selenium mix*, aquades, larutan NaOH 50%, larutan asam borat 3%, indikator Metil Merah : Metilen Biru (3:1 v/v), dan HCl 0,02 N.

Alat yang digunakan terdiri dari wadah plastik bening, timbangan analitik, pinset, gelas ukur, termometer digital, pisau dan talenan, mesin pemeras buah, karet gelang, botol semprot, oven, desikator, alat *moisture meter*, alat *electrical conductivity meter*, sendok plastik, germinator datar dan miring, selotip bening, benang jahit, penggaris, nampan plastik, plastik *ziplock* 30x40 cm, *strainer*, sikat, alat tulis, labu Kjeldahl, labu ukur, rangkaian alat destruksi, pipet tetes, rangkaian alat distilasi, rangkaian alat titrasi, dan kamera.

2.2. Tempat dan Waktu

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Benih, Fakultas Pertanian Universitas Andalas untuk pengujian viabilitas dan pertumbuhan benih. Pengujian kadar air dan kadar protein benih dilaksanakan di Laboratorium Kimia, Biokimia Hasil Pertanian, dan Gizi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas. Percobaan dilaksanakan sejak bulan April hingga Juli 2025.

2.3. Metode Penelitian

Percobaan dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor yaitu konsentrasi sari buah nanas dengan 5 perlakuan (0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%). Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Jumlah benih kedelai yang digunakan adalah 3000 butir benih untuk pengujian viabilitas dan pertumbuhan benih, dan 80 g benih untuk pengujian kadar air dan protein benih. Benih yang diuji memiliki persentase berkecambah normal sebesar 40%, kadar air benih sebesar 9,15%, dan daya hantar listrik sebesar 122,19 $\mu\text{S/g}$. Buah nanas varietas Kampar yang telah matang fisiologis ditandai dengan kulit buah berwarna kuning merata dan pangkal buah masih segar. Buah nanas yang digunakan memiliki bobot 1,2 – 1,3 kg. Kulit buah dan bonggol bagian tengah buah nanas tidak digunakan dalam proses ekstraksi sehingga hanya menggunakan daging buah. Sari buah nanas disiapkan dengan cara mengekstrak cairan buah dengan metode pressing menggunakan alat juice extractor. Larutan perlakuan sari buah nanas dibuat dengan mencampurkan cairan hasil perasan buah nanas dengan aquades (v/v) berdasarkan konsentrasi yang telah ditentukan yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Nilai pH larutan priming berkisar antara 4 – 5, dan pH 6 untuk perlakuan larutan priming 0% (aquades). Volume larutan priming yang digunakan adalah 50 mL untuk perendaman 50 butir benih kedelai. Benih kedelai direndam dalam larutan sari buah nanas selama 3 jam pada suhu ruangan, kemudian dikering-anginkan selama 10 menit sebelum diuji. Untuk parameter kadar protein dan daya hantar listrik, sebelum diuji benih terlebih dahulu dikeringkan di dalam oven pada suhu 70°C selama 2 x 24 jam setelah pemberian perlakuan dan ditimbang bobotnya. Uji perkecambahan dilakukan mengacu kepada *the International Seed Testing Association* (ISTA, 2018). Parameter pengamatan dalam percobaan ini adalah:

- **Kadar air dan protein benih:** Kadar air benih diukur menggunakan metode oven untuk mengukur perubahan kadar air sebelum dan setelah pemberian perlakuan. Kadar protein benih diukur menggunakan metode Kjeldahl untuk mengukur perubahan kadar protein benih sebelum dan setelah pemberian perlakuan.

- **Daya berkecambah:** Nilai persentase daya berkecambah diukur berdasarkan jumlah kecambah normal, jumlah kecambah abnormal, dan benih mati yang ditemukan pada hari ke-5 dan ke-8 setelah benih dikecambahkan.
- **Perkecambahan hitung pertama:** Persentase perkecambahan hitung pertama ditentukan dengan menghitung jumlah kecambah normal yang ditemukan pada hari ke-5 setelah benih dikecambahkan.
- **Potensi tumbuh maksimum:** Persentase potensi tumbuh maksimum dihitung berdasarkan jumlah kecambah normal dan abnormal yang ditemukan pada hari ke-8 setelah benih dikecambahkan.
- **Nilai indeks kecambah:** Nilai indeks kecambah dihitung berdasarkan jumlah kecambah normal yang ditemukan setiap hari pengamatan (hari ke-1 sampai 8) dibagi dengan hari berkecambah.
- **Daya hantar listrik benih:** Daya hantar listrik (DHL) benih kedelai diukur berdasarkan besarnya nilai kelistrikan larutan rendaman benih sebelum dan setelah pemberian perlakuan menggunakan alat *electrical conductivity meter*.
- **Bobot kering kecambah normal:** Bobot kering kecambah normal diperoleh dari hasil penimbangan bobot kering kecambah normal yang tumbuh pada kondisi gelap pada hari ke-8 setelah benih dikecambahkan. Pengeringan dilakukan di dalam oven listrik dengan suhu 60°C selama 2 x 24 jam.
- **Pertumbuhan kecambah:** Pertumbuhan kecambah diukur berdasarkan penambahan panjang pangkal hingga ujung akar dan tunas kecambah sejak hari ke-2 hingga ke-14 dengan interval pengamatan setiap 2 hari.

2.4. Analisis Data

Data hasil pengamatan diuji menggunakan sidik ragam (uji F) pada taraf nyata 5%, apabila terdapat pengaruh perlakuan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan perangkat lunak Statistical Tool for Agricultural Research (STAR[®]). Data disajikan dalam bentuk tabel kecuali data parameter kadar air dan protein benih yang ditampilkan secara deskriptif menggunakan diagram batang.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kadar Air dan Protein Benih (%)

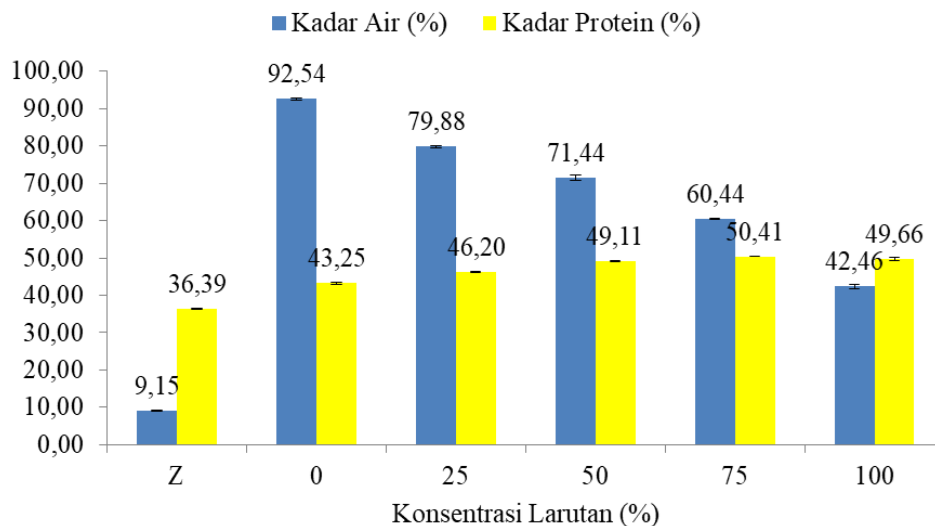
Perlakuan *priming* sari buah nanas menyebabkan terjadinya penurunan kadar air dan peningkatan kadar protein seiring dengan peningkatan konsentrasi larutan nanas meskipun direndam dengan durasi yang sama yaitu 3 jam ([Gambar 1](#)). Hasil tersebut sejalan dengan penelitian [Sakti et al. \(2024\)](#) yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi larutan PEG-6000

selama *priming* benih sorgum menyebabkan jumlah air yang diserap oleh benih mengalami penurunan. Hal yang sama terjadi pada penelitian ini di mana terdapat perbedaan jumlah air tersedia untuk proses imbibisi pada konsentrasi sari buah nanas yang berbeda. Perbedaan jumlah air tersedia dan terimbibisi secara perlahan ke dalam benih menyebabkan perbedaan persiapan benih dalam proses metabolisme sebelum perkecambahan.

Perlakuan *priming* dengan konsentrasi larutan sari buah nanas 50% menghasilkan benih kedelai dengan daya berkecambah tertinggi. Sari buah nanas yang terlarut dalam air ikut terserap masuk ke dalam biji kedelai dan ikut terlibat dalam proses metabolisme dalam proses perkecambahan. [Lestari et al. \(2020\)](#) menyatakan bahwa benih kedelai yang diberi perlakuan *priming* dengan larutan ekstrak bawang merah konsentrasi 40%, 60%, dan 100% selama 3 jam menghasilkan daya berkecambah lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 0% yang hanya menggunakan aquades.

Kadar protein benih kedelai mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan sari buah nanas, yaitu berkisar antara 43,25% hingga 50,41%. Hasil penelitian [Purwaningsih \(2017\)](#) membuktikan bahwa perendaman biji kedelai menggunakan sari buah nanas dengan konsentrasi 35 – 50% selama 6 jam dapat meningkatkan kadar protein tahu sebesar 11,56% hingga 12,79%. Hal serupa ditemukan dalam penelitian [Isnaini et al. \(2024\)](#) di mana ketika biji kedelai direndam menggunakan ekstrak kulit nanas dengan konsentrasi 30%, 50%, dan 70% sebelum diolah menjadi tempe, menyebabkan peningkatan protein tempe yang dihasilkan sebesar 125,33% (9,63% - 21,70%). Peningkatan ini diduga karena keberadaan enzim bromelin dalam sari buah nanas yang berperan sebagai biokatalisator. Enzim ini dapat mempercepat reaksi pemecahan ikatan rantai protein kompleks. Peningkatan konsentrasi larutan sari buah nanas yang diberikan dapat mempercepat reaksi hidrolisis yang menyebabkan perubahan senyawa protein kompleks menjadi senyawa asam-asam amino yang lebih sederhana ([Arniah, 2017](#)).

Penurunan kadar protein kedelai pada perlakuan konsentrasi larutan 100% diakibatkan karena pada konsentrasi tersebut, aktivitas enzim bromelin lebih tinggi dari jumlah substrat sehingga enzim menjadi tidak dapat berfungsi dengan baik. Penelitian [Noman et al. \(2017\)](#) membuktikan bahwa ketika konsentrasi enzim papain sebagai enzim protease ditingkatkan dari 3% menjadi 4%, menyebabkan derajat hidrolisis protein jeroan ikan Stugeron Cina menurun dari 23,35% menjadi 22%. Peningkatan konsentrasi enzim papain menyebabkan agregasi enzim sehingga laju reaksi menjadi jenuh karena penghambatan difusi substrat meningkat. Laju reaksi yang sudah jenuh tersebut tidak memberikan efek yang signifikan pada derajat hidrolisis protein enzim sehingga peningkatan konsentrasi enzim protease di atas batas optimal akan menghasilkan kadar protein yang sama.



Gambar 1. Kadar air dan protein benih kedelai sebelum (Z) dan setelah perlakuan perendaman dalam berbagai konsentrasi larutan sari buah nanas

3.2. Daya Berkecambah (%)

Priming larutan sari buah nanas memberikan pengaruh yang berbeda terhadap persentase daya berkecambah benih kedelai (Tabel 1). Perendaman dalam larutan 50% sari buah nanas menghasilkan persentase berkecambah normal tertinggi, serta persentase berkecambah abnormal dan benih mati terendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil penelitian yang diperoleh masih belum memberikan peningkatan daya berkecambah yang baik, namun perlakuan konsentrasi larutan 50% dapat meningkatkan daya berkecambah normal benih kedelai dari awalnya 40% menjadi 58,50% jika dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan aquades (konsentrasi 0%). Total perkecambahan benih kedelai dengan perlakuan 50% larutan sari buah nanas adalah 78,50% (kecambah normal dan abnormal) dengan benih mati paling sedikit. Daya berkecambah meningkat 9% pada perlakuan 50% sari buah nanas dibandingkan dengan perlakuan 0% (perendaman dengan aquades). Hal ini sejalan dengan penelitian [Perez et al. \(2023\)](#) di mana perlakuan ekstrak kasar buah nanas dengan aktivitas proteolitik sebesar 6,25 tU pada benih cabai merah menyebabkan peningkatan daya berkecambah benih dari 92,50% menjadi 97,50%, sedangkan perlakuan 0% yang hanya menggunakan aquades hanya menghasilkan daya berkecambah sebesar 90%.

Ditemukannya kecambah abnormal dan benih mati diduga berhubungan dengan adanya aktivitas proteolitik pada larutan sari buah nanas. Benih kedelai mengandung protein dalam dua bentuk yaitu protein struktural dan fungsional. Penurunan mutu fisiologis benih dapat diindikasikan dengan terjadinya kerusakan pada protein tersebut, sehingga sistem metabolisme sel dan penyaluran energi akan terganggu. Gangguan tersebut menyebabkan membran sel mengalami kebocoran yang dapat menghambat pertumbuhan embrio ([Anggraeni & Suwanto, 2013](#)). Aktivitas

proteolitik dari enzim bromelin yang tinggi dapat menyebabkan degradasi protein membran sel lebih lanjut yang dapat memperparah kondisi membran sel yang telah rusak karena kebutuhan energi embrio selama pertumbuhan mengalami gangguan yang berujung pada meningkatnya persentase kecambah abnormal dan benih mati. Penelitian lain oleh [Samtani et al. \(2025\)](#) membuktikan bahwa perendaman benih cabai dalam larutan *bio-priming Spirulina platensis* juga berpengaruh positif terhadap viabilitas, vigor, dan pertumbuhan awal kecambah cabai. Ini menunjukkan bahwa berbagai bahan organik berpotensi untuk digunakan sebagai *seed priming* untuk meningkatkan mutu benih setelah melewati masa penyimpanan.

Tabel 1. Daya berkecambah benih kedelai (%)

Konsentrasi larutan nanas (%)	Kecambah normal (%)	Kecambah abnormal (%)	Benih mati (%)
0	45,00 b	24,50 c	30,50 a
25	45,50 b	21,50 c	33,00 a
50	58,50 a	20,00 c	21,50 b
75	34,00 b	39,00 b	27,00 ab
100	10,00 c	56,00 a	34,00 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

3.3. Perkecambahan Hitung Pertama (%), Potensi Tumbuh Maksimum (%), dan Nilai Indeks Kecambah

Aplikasi *organic priming* larutan nanas memberikan pengaruh yang berbeda terhadap perkecambahan hitung pertama benih kedelai. Konsentrasi larutan 75% menghasilkan perkecambahan hitung pertama tertinggi sebesar 22,00%. Namun demikian, semua konsentrasi sari buah nanas berpengaruh sama terhadap perkecambahan hitung pertama ([Tabel 2](#)). Aktivitas enzim bromelin yang terkandung dalam perlakuan yang diujikan tersebut berada pada batas yang optimal sehingga hidrolisis cadangan energi benih berupa protein terjadi lebih cepat dan menghasilkan lebih banyak asam amino. Ketersediaan energi yang lebih cepat dan banyak menyebabkan benih dapat menyelesaikan metabolisme pra-perkecambahan lebih awal yang ditandai dengan munculnya radikula ([Arif et al., 2014](#)).

Pemberian *priming* larutan nanas dengan konsentrasi 50% menyebabkan persentase potensi tumbuh maksimum tertinggi yaitu 78,50% jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut [Afdharani et al. \(2019\)](#), *priming* benih padi kedaluwarsa dengan larutan PEG, KNO₃, dan air kelapa terbukti meningkatkan persentase potensi tumbuh maksimum benih padi. Semua perlakuan yang diujikan menunjukkan respons yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan aquades. Rendahnya persentase potensi tumbuh maksimum benih kedelai yang direndam selama tiga jam dalam larutan sari buah nanas konsentrasi 100% diduga berhubungan dengan proses perkecambahan yang lambat akibat dari proses imbibisi benih yang rendah. Kerusakan lebih lanjut dari membran sel benih akibat aktivitas proteolitik yang tinggi pada perlakuan tersebut juga menyebabkan jumlah benih mati yang dihasilkan lebih banyak.

Tabel 2. Perkecambahan hitung pertama (%), potensi tumbuh maksimum (%), dan nilai indeks kecambah benih kedelai

Konsentrasi larutan nanas (%)	Perkecambahan hitung pertama (%)	Potensi tumbuh maksimum (%)	Nilai indeks kecambah
0	12,00 b	69,50 b	2,73 b
25	20,50 a	67,90 b	3,99 a
50	21,00 a	78,50 a	4,59 a
75	22,00 a	73,00 ab	4,85 a
100	14,50 ab	66,00 b	3,98 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Priming larutan nanas dapat meningkatkan nilai indeks kecambah benih kedelai. Perlakuan konsentrasi 75% menghasilkan nilai indeks kecambah paling besar (4,85) dan diikuti oleh perlakuan konsentrasi 50% (4,59). [Prastio et al. \(2023\)](#) menemukan bahwa terjadi peningkatan kecepatan tumbuh benih padi dari 13,64% menjadi 14,01% setelah diberi *organic priming* ekstrak tomat dari konsentrasi 25% menjadi 50%. Perlakuan konsentrasi larutan nanas 0% yang hanya menggunakan aquades menghasilkan kecepatan tumbuh yang rendah dapat disebabkan karena ketika benih direndam, tekanan turgor benih meningkat sehingga imbibisi cairan ke dalam benih menjadi tidak terkendali. Penyerapan air berlebihan dapat menyebabkan terganggunya aktivitas metabolisme benih dan dapat menurunkan perkecambahan ([Nurmauli & Nurmiaty, 2010](#)).

Terjadinya penurunan kecepatan berkecambah benih pada konsentrasi larutan yang terlalu tinggi dapat terjadi karena pada konsentrasi larutan tersebut, nilai potensial osmotik larutan di sekitar benih menjadi bernilai lebih negatif. Sebagai akibatnya, air yang dibutuhkan dalam proses perkecambahan lebih sulit diserap oleh benih. Berkurangnya air yang dapat diserap benih akan berakibat pada berkurangnya nutrisi dan energi yang dihasilkan untuk perkecambahan dan menghambat pembentukan struktur baru seperti radikula dan bakal tunas. Hal tersebut didukung dengan penelitian [Yuanasari et al. \(2015\)](#) di mana *osmopriming* benih kedelai menggunakan larutan 20% PEG-6000 menyebabkan kecepatan tumbuh sebesar 18,09 % etmal dibandingkan dengan kecepatan tumbuh sebesar 19,28 % etmal pada konsentrasi larutan 15% PEG-6000. Ini membuktikan bahwa peningkatan potensial osmotik larutan dapat menurunkan kecepatan tumbuh benih kedelai.

3.4. Panjang Tunas dan Akar Kecambah (cm)

Pemberian *priming* larutan nanas berpengaruh sama terhadap panjang tunas kecambah kedelai dari yang terpendek 11,54 cm hingga yang terpanjang 15,07 cm ([Tabel 3](#)). Pemberian perlakuan *priming* larutan nanas meningkatkan panjang tunas kecambah disebabkan oleh elongasi (pemanjangan) pada daerah hipokotil dan epikotil dalam jumlah yang besar karena mobilisasi cadangan energi yang efisien oleh enzim bromelin untuk perkembangan tunas kecambah ketika dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi 0%.

Tabel 3. Panjang tunas dan akar kecambah kedelai (cm)

Konsentrasi larutan nanas (%)	Panjang tunas (cm)	Panjang akar (cm)
0	11,54	14,66 b
25	15,00	15,96 b
50	13,54	18,22 ab
75	14,75	21,75 a
100	15,07	20,75 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%. Data panjang tunas berbeda tidak nyata menurut hasil sidik ragam.

Pemberian *priming* larutan nanas menyebabkan pengaruh yang berbeda terhadap panjang akar kecambah kedelai. Perlakuan dengan konsentrasi larutan 75% menghasilkan panjang akar terbaik dibandingkan perlakuan lainnya. [Hidayanto et al. \(2003\)](#) menyatakan bahwa pertumbuhan panjang akar dipengaruhi oleh cadangan energi yang tersedia dalam jumlah banyak untuk energi awal pertumbuhan sehingga pembelahan sel dan pembentukan akar dapat terjadi lebih cepat. Pernyataan tersebut mendukung hasil penelitian yang diperoleh yaitu pada konsentrasi larutan 75% menghasilkan panjang akar tertinggi yang diikuti oleh perlakuan konsentrasi 100% dan 50%, hal tersebut sejalan dengan hasil pengujian kadar protein dari perlakuan tersebut. Peneliti lain ([Dubey et al., 2024](#)) juga melaporkan bahwa perlakuan rizobakteri yang diisolasi dari rizosfir perakaran kedelai sebagai *organic priming* dapat meningkatkan panjang akar berkisar antara 40-108% dan meningkatkan keragaan tanaman kedelai pada kondisi cekaman kekeringan. Ini membuktikan bahwa *seed priming* bukan hanya memperbaiki mutu benih dengan meningkatkan viabilitas dan vigor namun juga memperbaiki respons tanaman pada kondisi cekaman lingkungan.

3.5. Bobot Kering Kecambah Normal (mg) dan Daya Hantar Listrik Benih ($\mu\text{S/g}$)

Pemberian *priming* larutan nanas berpengaruh signifikan terhadap bobot kering kecambah normal. Perlakuan konsentrasi larutan 100% menghasilkan bobot kering kecambah normal terbesar dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 37,92 mg dan bobot kering kecambah normal terkecil berasal dari perlakuan konsentrasi larutan 0% yaitu sebesar 23,58 mg ([Tabel 4](#)).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [Nurmauli and Nurmiaty \(2010\)](#) yakni perlakuan pelembaban dan *osmopriming* menggunakan PEG-6000 pada benih kedelai menghasilkan bobot kering kecambah normal yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan menggunakan aquades. Larutan *osmopriming* dapat menurunkan laju imbibisi air oleh membran sel sehingga membran sel dapat kembali ke kondisi normal secara bertahap dan tidak mengalami kerusakan permanen. [Yuanasari et al. \(2015\)](#) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi larutan *osmopriming* menyebabkan peningkatan bobot kering kecambah normal kedelai hitam yang diujikan.

Peningkatan bobot kering kecambah normal pada perlakuan larutan sari buah nanas dapat disebabkan oleh ketersediaan cadangan energi yang lebih banyak yaitu sekitar 43,24% – 50,41%

(Gambar 1). Cadangan energi tersebut digunakan oleh benih yang berhasil berkecambah untuk tumbuh pada kondisi tanpa cahaya karena pada kondisi tersebut, kecambah memerlukan energi yang lebih besar sehingga sangat bergantung pada cadangan energi hingga kecambah memperoleh cahaya matahari (Briggs, 2016).

Tabel 4. Bobot kering kecambah normal (mg) dan daya hantar listrik benih kedelai ($\mu\text{S/g}$)

Konsentrasi larutan nanas (%)	Bobot kering kecambah normal (mg)	Daya hantar listrik ($\mu\text{S/g}$)
0	23,58 c	53,22
25	33,16 ab	53,60
50	29,45 b	53,99
75	36,76 a	49,57
100	37,92 a	45,59

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%. Data daya hantar listrik berbeda tidak nyata menurut hasil sidik ragam.

Perlakuan larutan sari buah nanas memberikan pengaruh yang sama terhadap daya hantar listrik benih yaitu sekitar $45,59 \mu\text{S/g}$ hingga $53,99 \mu\text{S/g}$. Hal ini diduga karena membaiknya kondisi membran sel benih setelah diberi *priming* larutan nanas sehingga komponen internal benih yang mengalami *leaching* lebih sedikit dibandingkan benih yang telah mengalami penurunan mutu. Percobaan ini menunjukkan bahwa benih yang telah mengalami penurunan mutu memiliki nilai daya hantar listrik sebesar $122,19 \mu\text{S/g}$. Hasil percobaan ini sejalan dengan penelitian Brigard *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi larutan *Paclobutrazol* dapat menurunkan nilai daya hantar listrik dari benih tomat sebanyak 60% ($0,45 - 0,18 \text{ ms.cm}^{-1}$). Sopian *et al.* (2021) menyatakan bahwa perlakuan pelembapan benih kedelai memberikan berpengaruh sama terhadap nilai daya hantar listrik benih.

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa meningkatnya konsentrasi larutan sari buah nanas menyebabkan terjadinya penurunan nilai daya hantar listrik benih kedelai yang diuji. Konsentrasi larutan yang tinggi memiliki nilai potensial osmotik yang lebih rendah dibandingkan aquades dan larutan berkonsentrasi rendah. Rendahnya nilai potensial osmotik tersebut dapat menyebabkan perbedaan potensial air antara benih dan larutan *priming* berkurang sehingga benih menjadi lebih sulit untuk menyerap air dan ion-ion yang akan keluar dari benih menjadi lebih sedikit, hal ini menyebabkan nilai daya hantar listrik benih yang kecil ketika diuji. Penurunan nilai potensial osmotik pada benih dapat menyebabkan penurunan daya berkecambah benih (Indira *et al.*, 2025).

4. Kesimpulan

Organic priming larutan sari buah nanas dengan konsentrasi larutan 50% memberikan hasil terbaik terhadap variabel persentase daya berkecambah, perkecambahan hitung pertama, potensi tumbuh maksimum, dan nilai indeks kecambah.

Singkatan yang Digunakan

ku	kuintal
ha	hektar
DHL	Daya Hantar Listrik
RAL	Rancangan Acak Lengkap
ISTA	International Seed Testing Association
PEG	Polyethylene Glycol
STAR	Statistical Tool for Agricultural Research

Pernyataan Ketersediaan Data

Data akan tersedia berdasarkan permintaan.

Kontribusi Para Penulis

Muhammad Al Qudus Ibsanda: konseptualisasi, kurasi data, analisis data, persiapan, dan penulisan draft awal. **Irawati Chaniago:** sumber dana, pengawasan pengambilan data, finalisasi draft artikel. **Aswaldi Anwar:** konseptualisasi, metodologi, pengawasan analisis data, validasi data, finalisasi draft artikel.

Pernyataan Konflik Kepentingan

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

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Andalas atas dukungan finansial yang diberikan melalui Skema Penelitian Skripsi Sarjana Batch 1 dengan nomor kontrak 254/UN16.19/PT.01.03/PSS/2025 sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Afdharani, R., Hasanuddin, H., & Bakhtiar, B. (2019). Pengaruh Bahan Invigorasi dan Lama Perendaman pada Benih Padi (*Oryza sativa* L.) terhadap Viabilitas dan Vigor Benih. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(1), 169-183. https://www.researchgate.net/publication/341156637_Pengaruh_Bahan_Invigorasi_dan_Lama_Perendaman_pada_Benih_Padi_Kadaluarsa_Oryza_sativa_L_terhadap_Viabilitas_dan_Vigor_Benih
- Anggraeni, N. D., & Suwarno, F. C. (2013,). Kemampuan Benih Kedelai (*Glycine max* L.) untuk Mempertahankan Viabilitasnya setelah Didera dengan Etanol. *Bul. Agrohorti*, 1(4), 34-44. <https://doi.org/10.29244/agrob.1.4.34-44>
- Arif, M., Jan, M. T., Mian, I. A., Khan, S. A., Hollington, P., & Harris, D. (2014). Evaluating the Impact of Osmopriming Varying with Polyethylene Glycol Concentrations and Durations on Soybean. *International Journal of Agriculture & Biology*, 16(2), 359-364. https://www.researchgate.net/publication/260284685_Full_Length_Article_Evaluating_the_Impact_of_Osmopriming_Varying_with_Polyethylene_Glycol_Concentrations_and_Durations_on_Soybean
- Arisandi, N., Wahdah, R., & Rusmayadi, G. (2020). Peningkatan Performa Viabilitas Benih Beberapa Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Organik Priming Ekstrak Tauge. *EnviroScientiae*, 16(2), 309-317. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v16i2.9662>

- Arniah, A. (2017). Uji Kadar Protein Total pada Campuran Kacang Kedelai (*Glycine max* L. Merr) dan Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comosus*) dengan Perbandingan Berbeda. *Thesis*. 1-75. <https://repository.itskesicme.ac.id/id/eprint/126/>
- Astuti, K., & Ramadhani, D.M. (2025). *Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia 2024 (Hasil Survei Ubinan)*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Astuti, K, Ramadhani, D. M., & Khasanah, I. N. (2022) Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia 2022 (Hasil Survei Ubinan). Badan Pusat Statistik, Jakarta. 1-136. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/14/ccb928c59ff95308522fefac/analisis-produktivitas-jagung-dan-kedelai-di-indonesia--2022--hasil-survei-ubinan-.html>
- Astuti, K., & Ramadhani, D. M. (2023). *Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia 2023 (Hasil Survei Ubinan)*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 1-132. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/08/30/e2e46d52a9cc9f78422f77ad/analisis-produktivitas-jagung-dan-kedelai-di-indonesia--2023--hasil-survei-ubinan-.html>
- Astuti, K., Ramadhani, D. M., & Khasanah, I. N. (2021). *Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia 2021 (Hasil Survei Ubinan)*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 1-134. <https://www.bps.go.id/id/publication/2022/12/16/9e87d65dae851717a1af5784/analisis-produktivitas-jagung-dan-kedelai-di-indonesia--2021.html>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Impor Kedelai Menurut Asal Negara Utama, 2017-2023*. Jakarta. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxNSMx/impor-kedelai-menurut-negara-asal-utama--2017-2024.html>
- Brigard, J. P., Harkess, R. L., & Baldwin, B. S. (2006). Tomato Early Seedling Height Control Using a Paclobutrazol Seed Soak. *HortScience*, 41(3), 768-772. <https://doi.org/10.21273/hortsci.41.3.768>
- Briggs, W. R. (2016). Plant Biology: Seedling Emergence through Soil. *Current Biology*, 26(2), R68-R70. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.12.003>
- Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan. (2023). *Deskripsi Kedelai Varietas Detap-1*. Yogyakarta. <https://dpkp.jogjaprov.go.id/detail-benih/Kedelai+Varietas+Detap+-1/190523/8e06606439d20c257ac123016a261f0b02cc11024458a76d503a276f28417acf696>
- Dubey, A., Malla, M. A., Kumar, A., Khan, M. L., & Kumari, S. (2024), Seed Bio-priming with ACC Deaminase-producing Bacterial Strains Alleviates Impact of Drought Stress in Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Rhizosphere*, 30, 100873. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2024.100873>
- Hayati, M., & Setiono. (2021). Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) Varietas Anjasmoro. *Jurnal Sains Agro*, 6(2), 66-76. <https://ojs.umb-bungo.ac.id/index.php/saingro/article/view/655>
- Hidayanto, M., Nurjanah, S., & Yossita, F. (2003). Pengaruh Panjang Stek Akar dan Konsentrasi Natrium-Nitrofenol terhadap Pertumbuhan Stek Akar Sukun (*Artocarpus communis* F.). *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 6(2), 154-160. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/1831>
- Indira, M. N., Angeline, A. R., Ankit, K., & Vaishnavi, S. (2025). Impact of Osmotic Stress on Seed Germination and Seedling Growth in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Agricultural Science Digest*, 1-5. <https://arccjournals.com/journal/agricultural-science-digest/D-6087>
- Ingale, V. B., & Pathak, S. (2023). Seed Priming Methods: Application and Future Perspectives. *Just Agriculture*, 3(12), 401-407. <https://justagriculture.in/files/newsletter/2023/august/74.%20Seed%20Priming%20Method-s-%20Applications%20and%20Future%20Perspectives.pdf>
- International Rules for Seed Testing [ISTA]. (2018). *Introduction to the ISTA Rules – Chapter 1-19*. Amerika Serikat. 1-298. <https://www.scribd.com/document/625146043/ISTA-Rules-2018>

- Isnaini, R., Maherawati, F., & Rahayuni, T. (2024). Pengaruh Ekstrak Kulit Nanas dan Lama Perendaman terhadap Kualitas Tempe Kedelai Lokal. *Jurnal Teknologi Pangan*, 18(1), 1-14. <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/teknologi-pangan/article/view/4057>
- Lestari, I., Karno, K., & Sutarno, S. (2020). Uji Viabilitas dan Pertumbuhan Benih Kedelai (*Glycine max*) dengan Perlakuan Invigorasi Menggunakan Ekstrak Bawang Merah. *J. Agro Complex*, 4(2), 116-124. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/joac/article/view/5847>
- Lewar, Y., Kumanireng, K. N., & Hasan, A. (2023). Kajian Konsentrasi Air Kelapa Muda sebagai Organic Priming terhadap Viabilitas Benih Kacang Merah yang Terdeteriorasi. *Partner*, 28(1), 119-130. <http://dx.doi.org/10.35726/jp.v28i1.6943>
- Lubis, R. R., Kurniawan, T., & Zuyasna. (2018). Invigorasi Benih Tomat Kadaluarsa dengan Ekstrak Bawang Merah pada Berbagai Konsentrasi dan Lama Perendaman. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(4), 175-184. https://www.researchgate.net/publication/341124471_Invigorasi_benih_tomat_kadaluarsa_dengan_ekstrak_bawang_merah_pada_berbagai_konsentrasi_dan_lama_perendaman
- Mariani, M., & Wahditiya, A. A. (2022). Efektivitas Beberapa Metode Invigorasi Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.35329/agrovital.v7i1.2664>
- Noman, A., Xu, Y., Al-Bukhaiti, W.Q., Abed, S.M., Ali, A.H., Ramadhan, A.H., & Xia, W. (2017). Influence of Enzymatic Hydrolysis Conditions on the Degree of Hydrolysis and Functional Properties of Protein Hydrolysate Obtained from Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*) by Using Papain Enzyme. *Process Biochemistry*, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2018.01.009>
- Nurmauli., & Nurmiaty, Y. (2010). Studi Metode Invigorasi pada Viabilitas Dua Lot Benih Kedelai yang Telah Disimpan Selama Sembilan Bulan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(1), 20-24. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/JIPI/article/view/6565>
- Perez, L., Acosta, Y., Napoles, L., Carvajal, C., Linares, C., Sershen..., & Perez, A. (2021). Pineapple Stem-derived Bromelain Base Priming Improves Pepper Seed Protein Reserve Mobilization, Germination, Emergence, and Plant Growth. *Physiol Mol Biol Plants*, 27(9), 1-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s12298-021-01038-7>
- Perez-Gomez, L., Fernandez, A. Y., Perez, E. B., Rivero, C. L., Ortiz, C. C., Sershen., & Martinez, A. P. (2023). Bromelain Crude Extract to Improve the Emergence and Growth of Pepper Seedlings. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 39(E), 85-99. <https://doi.org/10.22267/rcia.202239E.195>
- Pramono, E., Hadi, M. S., & Kamal, M. (2020). Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) Sejalan dengan Penyimpanan Alamiah dan Pengusangan Cepat dengan Etanol. *Jurnal Agrotropika*, 19(1), 43-56. <http://dx.doi.org/10.23960/ja.v19i1.4329>
- Prastio, P. R., Suharno., & Munambar, S. (2023). Invigorasi Mutu Fisiologis Benih Padi Varietas IR-64 dengan Berbagai Jenis Bahan dan Konsentrasi Organik Priming. *Jurnal Triton*, 14(1), 87-99. <https://doi.org/10.47687/jt.v14i1.276>
- Purwaningsih, I. (2017). Potensi Enzim Bromelin Sari Buah Nanas (*Ananas comosus* L.) dalam Meningkatkan Kadar Protein pada Tahu. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 6(1), 39-46. <https://doi.org/10.29238/teknolabjournal.v6i1.86>
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2025). *Statistik Konsumsi Pangan 2024*. Sekretariat Jendral Kementrian Pertanian. Jakarta.
- Rahayu, M., Sudarto., Puspadi, K., & Mardian, I. (2009). *Paket Teknologi Produksi Benih Kedelai*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Nusa Tenggara Barat. <https://repository.pertanian.go.id/items/e935a6dd-0bb8-4264-8c44-4762b74fe477>
- Sakti, A. R., Pramono, E., Agustiansyah, A., & Kamal, M. (2024). Respon Perkecambahan Benih Sorgum (*Sorghum bicholor* [L.] Moench) terhadap Priming dengan Larutan Polyethylene Glycol-6000. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(3), 540-548. <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v12i3.9427>

- Samtani, K., Rahmawati, F. A., Pratiwi, I. W., Atuillah, N., Hidayatullah, R. A., Sabiku, D. F..., & Adnan, M. R. (2025). Seed Vigor Improvement of Red Chili Seeds (*Capsicum annuum* L.) Using *Spirulina platensis* as Seed Priming Agent, *Agroteknika*, 8(2), 213-230. <https://agroteknika.id/index.php/agtk/article/view/456>
- Sopian, K. A., Nurmauli, N., Ginting, Y. C., dan Ermawati. (2021). Pengaruh Varietas dan Pelembapan pada Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Pascasimpan Tujuh Belas Bulan. *Inovasi Pembangunan Jurnal Kelitbangan*, 9(3), 327-339. <https://doi.org/10.35450/jip.v9i03.274>
- Tatipata, A., Yudono, P., Purwantoro, A., & Mangoendidjojo, W. (2004). Kajian Aspek Fisiologis dan Biokimia Deteriorasi Benih Kedelai dalam Penyimpanan. *Ilmu Pertanian*, 11(2), 76-87. <https://journal.ugm.ac.id/jip/article/view/59954>
- Yuanasari, B. S., Kendarini, N., & Saptadi, D. (2015). Peningkatan Viabilitas Benih Kedelai Hitam (*Glycine max* L. Merr) melalui Invigorasi Osmoconditioning. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(6), 518-527. <https://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/230>