

RESPON VIABILITAS BENIH KEDELAI (*Glycine max* L.) VARIETAS DEGA-I TERHADAP BERBAGAI PROPORSI KAPUR TOHOR SELAMA PENYIMPANAN EMPAT BULAN

RESPONSE VIABILITY OF SOYBEAN SEEDS (*Glycine max* L.) VARIETY OF DEGA-I SEEDS TO PROPORTIONS OF CALSIUM OXIDE DURING FOUR MONTHS STORAGE

Izzati Iswara¹, Ermawati^{1*}, Sri Ramadiana¹, dan Eko Pramono²

¹ Jurusan Agroteknologi, ² Jurusan Agronomi dan hortikultura Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: ermawati103@gmail.com

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 20 Agustus 2023
Direvisi: 3 Oktober 2023
Disetujui: 5 November 2023

KEYWORDS:

Seed storage, the proportion of calcium oxide and viability of soybean seed

KATA KUNCI:

Proporsi kapur tohor, penyimpanan benih dan viabilitas benih kedelai

© 2024 The Author(s).
Published by Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Lampung.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the optimum proportion of calcium oxide to produce the highest soybean seed viability after four months of storage. This research was conducted from July to November 2021 at the Seed and Plant Breeding Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. This research uses a single factor, namely the proportion of calcium oxide. The proportion of calcium oxide weight per seed weight is 0,0 g (b_0); 7,5 g (b_1); 15,0 g (b_2); 22,5 g (b_3); dan 30,0 g (b_4) of 100 g seed in a 3,000 ml storage volume container. The treatments were arranged in a Randomized Block Design (RAK) which consisted of five treatments and five replications in order to obtain 25 experimental trials. The homogeneity of the various treatments was tested by the Bartlett test and the additivity of the data was tested by the Tukey test; if the intermediate assumptions are met, the separation of the mean treatment values is continued with polynomial comparisons at the 5% level. The results of this research showed that the proportion of calcium oxide per seed resulted in no different seed viability during four months of storage. High seed viability in the proportion of calcium oxide per seed weight was supported by high viability with an average germination value (DB) of 91,16%; maximum growth potential (PTM) of 98,23%; germination rate (KP) of 23,56%/day; strong normal sprouts (KNK) 83,22%; hypocotyl length (PH) 8,55 cm; the dry weight of normal sprouts (BKKN) 36,07 mg; and water content (KA) 7,11% and electrical conductivity 0,18 mS/cm g Low.

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menentukan proporsi kapur tohor optimum yang menghasilkan viabilitas benih kedelai tertinggi pascasimpan empat bulan. Penelitian ini dilakukan pada Juli sampai dengan November 2021 di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan faktor tunggal yaitu proporsi kapur tohor. Proporsi bobot kapur tohor per bobot benih 0,0 g (b_0); 7,5 g (b_1); 15,0 g (b_2); 22,5 g (b_3); dan 30,0 g (b_4) per 100 g benih dalam volume wadah simpan 3.000 ml. Perlakuan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari lima perlakuan dan lima ulangan sehingga diperoleh 25 satuan percobaan. Homogenitas ragam perlakuan diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey; jika asumsi anara terpenuhi, pemisahan nilai tengah perlakuan dilanjutkan dengan perbandingan polinomial pada taraf α 5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proporsi kapur tohor per bobot benih menghasilkan viabilitas benih tidak berbeda selama penyimpanan empat bulan. Viabilitas benih tinggi pada proporsi kapur tohor per bobot benih didukung dengan viabilitas yang tinggi dengan nilai rata-rata daya berkecambah (DB) 91,16%; potensi tumbuh maksimum (PTM) 98,23%; kecepatan perkecambahan (KP) 23,56%/hari; kecambah normal kuat (KNK) 83,22%; panjang hipokotil (PH) 8,55 cm; bobot kering kecambah normal (BKKN) 36,07 mg serta kadar air (KA) 7,11% dan daya hantar listrik 0,18 mS/cm g rendah.

1. PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan salah satu komoditas penting bagi masyarakat Indonesia. Kedelai merupakan tanaman penting ketiga setelah beras dan jagung, karena mayoritas penduduk Indonesia menggunakan kedelai sebagai bahan pokok makanan dengan berbagai macam olahan. Produk olahan dari kedelai umumnya yaitu tempe, tahu, tauco, susu kedelai, kecap, dan lain-lain. Permintaan kedelai terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan industri pengolahan kedelai.

Kedelai yang disimpan di iklim tropis dengan kelembapan tinggi seperti Indonesia, menghadapi masalah umur simpan yang rendah. Salah satu kendala yang dihadapi dalam penyediaan benih bermutu adalah penyimpanan benih. Menurut Sadjad (1999) selama 3 bulan pada suhu lingkungan 30 °C benih legum tidak dapat mempertahankan viabilitasnya pada kelembapan 14%. Upaya penyimpanan benih tertutup bertujuan untuk mengatur faktor lingkungan agar benih dapat mempertahankan viabilitas tinggi dengan mengatur suhu dan kelembapan ruangan. Menurut hukum Harrington, suhu dan kelembapan mempengaruhi daya simpan benih. Suhu dan kelembapan juga merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap penurunan mutu benih (Copeland & McDonald, 2001).

Faktor yang mempengaruhi penyimpanan benih adalah faktor internal (dalam) dan faktor eksternal (lingkungan). Faktor internal yaitu komposisi kimia, viabilitas benih, dan kadar air sedangkan faktor eksternal meliputi jenis kemasan benih, kelembapan relatif udara, suhu ruang, dan komposisi gas O₂ dan CO₂. Deteriorasi atau kemunduran mutu benih secara alami tidak bisa dihentikan, tetapi kemunduran mutu benih dapat diperlambat dengan mengatur kondisi lingkungan penyimpanan (Justice & Bass, 2002). Penggunaan kapur dapat bergantung pada bobot kapur, waktu pergantian kapur, ukuran wadah, kualitas kapur, dan sebagainya. Proporsi bobot kapur berdasarkan bobot kapur per bobot benih salah satu faktor penting menentukan kondisi simpan yang tepat. Proporsi bobot kapur yang tepat dapat mempertahankan kondisi lingkungan yang aman selama penyimpanan benih juga pengurangan biaya pelaksanaan penyimpanan benih.

Upaya penjagaan kelembapan benih salah satunya dengan aplikasi zat pengering udara seperti kapur tohor. Keuntungan aplikasi kapur tohor pada penyimpanan benih adalah mampu menekan penambahan kadar air sehingga kelembapan udara stabil dan viabilitas benih terjaga (Dewi, 2015). Menurut Nurisma *et al.* (2015), benih yang disimpan dalam waktu lebih dari tiga bulan dengan wadah penyimpanan memiliki suhu lebih tinggi 30 °C dan RH lebih tinggi dari 60%, maka perlu ditambahkan bahan desikan seperti kapur tohor, abu gosok, beras, *calcium chlorid*, *silica gel*, *unslaked lime*, atau *charcoal*. Sifat higroskopis yang dimiliki kapur tohor, yaitu mampu menyerap uap air dari lingkungan sekitar, sehingga sifat ini dapat dimanfaatkan sebagai zat pengering udara (desikan) dalam kemasan benih. Penyimpanan dengan perlakuan berbagai proporsi bobot kapur tohor dilakukan untuk menjaga efektifitas kapur dalam menyerap air, karena proporsi kapur tohor yang berbeda-beda dapat menciptakan kondisi simpan yang berbeda. Kondisi simpan dengan proporsi kapur tertentu menghasilkan viabilitas yang tinggi. Kapur sebagai pengering udara di wadah simpan diharapkan kondisi lingkungan aman selama penyimpanan benih. Penggunaan kapur di wadah simpan memiliki kelembapan relatif yang rendah. Kelembapan relatif yang rendah sangat menguntungkan untuk penyimpanan benih jangka panjang, karena menjaga tingkat kelembapan benih tetap rendah selama penyimpanan benih dan menghambat pertumbuhan dan perkembangan jamur (cendawan), mengakibatkan penurunan viabilitas benih secara perlahan. Perbedaan proporsi kapur tohor dapat menciptakan kondisi simpan yang berbeda. Kondisi simpan dengan proporsi kapur optimum menghasilkan viabilitas yang paling tinggi.

2. BAHAN DAN METODE

Benih yang digunakan adalah benih kedelai Varietas Dega-1 dipanen pada 22 Mei 2021 yang diperoleh dari produsen benih Unit Pengelola Benih Sumber (UPSB) Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lembang, Bandung, Jawa Barat. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat tulis, alat pengempa kertas, penggaris, timbangan, oven tipe *Memmert*, alat pengukur suhu dan kelembaban tipe HTC-1, alat pengukur daya hantar listrik tipe (*ec konduktivitas meter*) tipe CT-3031, *germinator* tipe IPB 73 2A/2B, label, gelas plastik, karet gelang, nampan plastik, wadah penyimpanan plastik, dan kawat. Bahan-bahan yang digunakan adalah benih kedelai Varietas Dega-1, bahan kemas plastik polietilen, air, kapur tohor, dan aquades digunakan untuk merendam benih untuk uji daya hantar listrik (DHL), kertas label, serta substrat kertas merang.

Penelitian ini menggunakan faktor tunggal yaitu proporsi bobot kapur tohor. Proporsi bobot kapur tohor per bobot benih yaitu 0,0% (p_0); 7,5% (p_1); 15,0% (p_2); 22,5% (p_3); dan 30,0% (p_4). Perlakuan disusun dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari lima perlakuan serta lima ulangan sehingga diperoleh 25 satuan percobaan. Homogenitas ragam perlakuan diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Asumsi analisis ragam terpenuhi, pemisahan nilai tengah perlakuan menggunakan perbandingan polinomial pada taraf α 5%. Benih yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 500 gram benih. Persiapan kapur tohor dengan proporsi bobot kapur tohor per bobot benih yaitu dengan menimbang 0,0 g (p_0); 7,5 g (p_1); 15,0 g (p_2); 22,5 g (p_3); dan 30,0 g (p_4) per 100 g benih tiap satuan percobaan ditimbang dengan timbangan elektrik. Perlakuan penelitian ini berupa proporsi bobot kapur tohor per bobot benih, berarti masing-masing bobot kapur tohor per 100 g benih dikali 100% sehingga satuan bobot kapur per bobot benih adalah persen (%).

Wadah simpan yang digunakan untuk penyimpanan benih kedelai yaitu box plastik berwarna putih dengan ukuran 3.000 ml. Wadah penyimpanan plastik berisi lima perlakuan berbeda yang diberi label pada masing-masing perlakuan dan diletakkan sesuai dengan tata letak percobaan. Kelompok 1 dan 2 diletakkan pada wadah simpan berwarna hijau; kelompok 3 diletakkan pada wadah simpan berwarna biru; dan kelompok 4 dan 5 diletakkan pada wadah simpan berwarna oranye. Waktu pergantian kapur tohor dilakukan pada setiap satu bulan sekali untuk menjaga efektifitas kapur di wadah simpan.

Persiapan kapur tohor diawali dengan menimbang kapur tohor terlebih dahulu yaitu 0,0 g (b_0); 7,5 g (b_1); 15,0 g (b_2); 22,5 g (b_3); dan 30,0 g (b_4) per 100 g benih tiap satuan percobaan yang ditimbang dengan timbangan elektrik. Perlakuan pada penelitian ini berupa proporsi bobot kapur tohor per bobot benih, masing-masing bobot kapur tohor per 100 g benih dikali 100% sehingga satuan bobot kapur per bobot benih adalah persen (%) yaitu 0,0 % (b_0); 7,5 % (b_1); 15,0 % (b_2); 22,5 % (b_3); dan 30,0 % (b_4). Setiap perlakuan benih yang dibutuhkan 500 g. Proporsi 0,0% (b_0) berasal dari $(0,0 \text{ g} \times 5) \text{ kapur} / (100 \text{ g} \times 5) \text{ benih} = 0,0 \text{ g kapur} / 500 \text{ g benih}$ dan seterusnya.

Urutan pelaksanaan penyimpanan benih di wadah simpan yaitu kapur tohor sesuai dengan proporsi kapur masing-masing perlakuan diletakkan di bagian dasar wadah kemudian dilapisi kawat berukuran 12 x 12 cm sebagai pembatas agar benih tidak terkena langsung dengan kapur tohor. Benih kedelai dengan bobot 500 gram dikemas dengan plastik *polyethylene* berukuran 1.000 gram diletakkan di atas kawat pembatas tersebut kemudian wadah simpan ditutup. Wadah yang sudah berisi bahan penelitian lalu diberi label dan diletakkan sesuai dengan pengacakan yang tertera pada tata letak percobaan, wadah simpan tersebut disimpan di ruang laboratorium benih selama empat bulan. Pengamatan suhu dan kelembaban wadah simpan menggunakan *hygrometer* tipe HTC-1 pada masing-masing perlakuan. Rata-rata suhu dan kelembaban udara selama empat bulan pada wadah simpan yaitu 29,5 °C dan 38,69% (p_0); 26,99 °C dan 37,11% (p_1); 26,79 °C dan 38,08% (p_2); 26,48 °C

dan 37,41% (p_3); 26,44°C dan 37,37% (p_4). Pengujian benih dilakukan setiap bulan selama empat bulan penyimpanan. Penyimpanan dilakukan dari Juli sampai Nopember 2021.

Pengecambahan benih dilakukan dengan dua tipe pengujian yaitu uji kecepatan perkecambahan (UKP) dan uji keserempakan perkecambahan (UKsP). Uji kecepatan perkecambahan benih dilakukan dengan metode uji kertas digulung kemudian dilapisi plastik (UKDdP). Benih dikecambahkan di atas substrat kertas merang ukuran 32 x 23 cm yang telah direndam dengan air dalam nampan dan dikempa dengan alat pengempa kertas hingga kondisi lembab. Subtrat kertas merang tersebut diletakkan diatas selembat plastik berukuran 35 x 25 cm yang sudah diberi label berisikan nama perlakuan, tanggal pengujian dan ulangan. Jumlah benih yang digunakan pada uji kecepatan perkecambahan adalah 2.500 butir benih untuk 25 satuan percobaan. Penanaman pada setiap perlakuan dilakukan sebanyak 100 butir dengan menanam benih kedelai pada empat gulungan. Setiap gulungan ditanam 25 butir benih kedelai yang disusun secara zigzag. Bahan uji tersebut digulung ke arah panjang subtrat kertas merang kemudian diletakkan pada germinator tipe IPB-73-2A dan didirikan dengan posisi vertikal pada trays. Pengamatan dilakukan dengan mengamati pertumbuhan kecambah normal dimulai pada hari ke-2 sampai ke-3, ke-3 sampai ke-4, dan ke-4 sampai ke-5. Variabel yang diamati adalah kecepatan perkecambahan benih dan daya berkecambah benih.

Kecepatan perkecambahan merupakan suatu peubah sebagai tolak ukur vigor kekuatan tumbuh benih. Pengukuran kecepatan perkecambahan didapatkan dari uji kecepatan perkecambahan. Pengukuran kecepatan perkecambahan benih dilakukan mulai hari ke-2 sampai hari ke-5 dari setiap perlakuan. Kecepatan tumbuh benih dihitung berdasarkan jumlah penambahan presentase kecambah normal per etmal (Sadjad *et al.*, 1999).

Daya berkecambah benih diukur berdasarkan jumlah kecambah normal. Pengamatan daya berkecambah dilakukan pada hari ke-3 dan hari ke-5 setelah tanam (ISTA, 2010). Kriteria kecambah normal menurut Sutopo (2012) yaitu kecambah dengan perkembangan akar yang baik, terutama akar primer dan tanaman yang lebih dari 2 cm, perkembangan hipokotil yang baik dan lengkap tanpa kerusakan jaringan, pertumbuhan plumula lengkap. dengan daun hijau dan pertumbuhan yang baik, pertumbuhan epikotil lengkap dengan tunas normal dan tunas dengan satu kotiledon dari monokotil dan dikotil. Kriteria kecambah abnormal yaitu kecambah yang rusak tanpa kotiledon, embrio pecah, akar primer yang pendek, kecambah yang bentuknya cacat, perkembangannya lemah, plumula yang terputar, bagian hipokotil, epikotil, dan kotiledon membengkok, kecambah yang lunak, koleoptil yang pecah atau tidak mempunyai daun, dan kecambah yang kerdil.

Metode pengujian keserempakan perkecambahan benih (UKsP) sama dengan uji kecepatan perkecambahan benih (UKP) yang dilakukan dengan metode uji kertas digulung kemudian dilapisi plastik (UKDdP). Indikator pengujian ini yaitu potensi tumbuh maksimum, kecambah normal kuat, panjang hipokotil, dan bobot kering kecambah normal.

Potensi tumbuh maksimum didapat dari hasil pengamatan keserempakan perkecambahan, dengan mengamati dan menghitung seluruh benih yang berkecambah baik normal maupun abnormal (kecuali benih mati) pada hari ke-5 setelah tanam dari setiap perlakuan. Satuan potensi tumbuh maksimum dinyatakan dalam persen (%).

Kecambah normal kuat adalah vigor kekuatan tumbuh benih. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa kriteria kecambah normal kuat yaitu panjang kecambah lebih dari 2 cm, hipokotil tumbuh baik dan tegak. Kecambah normal kuat diukur pada kecambah hasil uji keserempakan perkecambahan benih (UKsP) yaitu dengan dihitung persentase kecambah normal kuat dari seluruh benih yang ditanam pada hari ke-5. Satuan pengamatan kecambah normal kuat adalah persen (%).

Panjang hipokotil diukur pada kecambah hasil uji keserempakan perkecambahan benih (UksP) dari 20 sampel pada empat gulungan yang diambil secara acak setiap perlakuan. Panjang hipokotil diukur dengan penggaris dari pangkal hipokotil hingga kotiledon. Nilai panjang hipokotil yang telah diperoleh kemudian dirata-ratakan. Satuan pengukuran yang digunakan adalah sentimeter (cm).

Bobot kering kecambah normal adalah rata-rata bobot kering dari 20 sampel kecambah normal diambil masing-masing pada setiap perlakuan. Pengukuran dilakukan pada kecambah normal uji keserempakan perkecambahan pada hari ke-5 setelah tanam. Kecambah yang tumbuh dengan normal dipisahkan dari kotiledon, kemudian dimasukkan ke dalam amplop coklat ukuran 11 x 23 cm. Amplop coklat tersebut dimasukkan ke dalam oven tipe *Memmert* dengan suhu 80 °C selama 3 x 24 jam sampai mencapai bobot kering konstan. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik tipe *Ohaus*. Bobot kering kecambah normal dinyatakan dalam milligram (mg).

Uji kadar air benih dilakukan untuk mengetahui kandungan air di dalam benih. Pengujian dilakukan dengan metode langsung dengan oven tipe *memmert* selama 24 jam pada suhu 105 °C. Satuan kadar air adalah persen (%). Benih kedelai yang digunakan pada setiap perlakuan sebanyak 25 butir benih kedelai. Pengukuran dilakukan dengan menimbang wadah mangkuk *aluminium foil* dan di tare terlebih dahulu. Benih kedelai sebanyak 25 butir dimasukkan ke wadah tersebut dan ditimbang lalu catat data sebagai bobot sampel awal, selanjutnya wadah mangkuk berisi benih tersebut dioven selama 24 jam. Benih dikeluarkan dari oven dan ditimbang untuk mendapatkan data bobot kering kecambah konstan (bobot sampel akhir). Pengujian kadar air benih dilakukan untuk mengetahui kandungan air dalam benih sebelum dan selama penyimpanan. Pengukuran dilakukan setiap bulan selama empat bulan penyimpanan. Satuan kadar air adalah persen (%).

Pengujian daya hantar listrik (DHL) dilakukan setiap akhir bulan selama empat bulan penyimpanan benih. Pengujian ini dilakukan dengan menyiapkan 4 gram butir benih dan blanko (tanpa benih kedelai) pada masing-masing perlakuan. Benih kedelai selanjutnya dimasukkan ke dalam gelas plastik yang berisi aquades sebanyak 50 ml kemudian ditutup rapat dengan kertas dan disimpan selama 24 jam. Daya hantar listrik benih diukur menggunakan alat konduktimeter CT-3031. Cara kerja alat tersebut yaitu dengan memasukkan *dip cell* pada air rendaman benih (aquades). Pada larutan blanko dapat diukur setelah perendaman 24 jam tanpa benih. Blanko digunakan sebagai control konduktivitas daya hantar listrik. Nilai konduktivitasnya akan terbaca dengan satuan $\mu\text{S}/\text{cm}$. Daya hantar listrik benih dilakukan untuk mengetahui tingkat kebocoran benih. Konduktivitas sampel (X) merupakan nilai daya hantar listrik air rendaman benih kedelai yang terbaca pada alat *Conductivitymeter* (ISTA, 2010). Satuan pada perhitungan daya hantar listrik adalah $\mu\text{S}/\text{cm g}$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian penyimpanan satu, dua, tiga, dan empat bulan disimpan dengan berbagai proporsi bobot kapur tohor per bobot benih yaitu 0,0% (p_0); 7,5% (p_1); 15,0% (p_2); 22,5% (p_3); dan 30,0% (p_4) tidak berbeda. Hasil ini didukung dengan respon daya berkecambah (DB), potensi tumbuh maksimum (PTM), kecepatan perkecambahan (KP), kecambah normal kuat (KNK), panjang hipokotil (PH), bobot kering kecambah normal (BKKN), kadar air (KA), dan daya hantar listrik (DHL) belum menunjukkan penurunan secara linier maupun kuadrat pada berbagai proporsi bobot kapur tohor.

Daya berkecambah penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan belum menunjukkan penurunan secara linier maupun kuadrat pada berbagai proporsi kapur tohor per bobot benih (Tabel 1). Rata-rata nilai daya berkecambah pada penyimpanan satu bulan yaitu 91,40%, penyimpanan dua bulan yaitu

Tabel 1. Hasil Uji Daya Berkecambah Pada Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Perbandingan proporsi bobot kapur/ bobot benih (g/g) | (bulan) | | | | | | | |
|--|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. |
| p1: tohor- linier | -47,00 | tn | -6,00 | tn | 19,00 | tn | 25,00 | tn |
| p2: tohor- kuadratik | 59,00 | tn | -16,00 | tn | -27,00 | tn | -13,00 | tn |

Keterangan: * = Berbeda pada α 5% tn = Tidak berbeda pada α 5%.

Tabel 2. Rata-rata Daya Berkecambah (%) Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Proporsi bobot kapur (%) | (bulan) | | | | Rata-rata |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 0,0 (p ₀) | 94,80 | 91,20 | 90,00 | 89,40 | 91,35 |
| 7,5 (p ₁) | 91,20 | 91,20 | 90,60 | 89,60 | 90,65 |
| 15,0 (p ₂) | 91,60 | 93,00 | 93,00 | 91,60 | 92,3 |
| 22,5 (p ₃) | 87,40 | 90,40 | 91,60 | 91,00 | 90,1 |
| 30,0 (p ₄) | 92,00 | 91,00 | 91,40 | 91,20 | 91,4 |
| Rata-rata | 91,40 | 91,36 | 91,32 | 90,56 | 91,16 |

Keterangan: % = g kapur/g benih x 100%.

Tabel 3. Hasil Uji Potensi Tumbuh Maksimum Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Perbandingan proporsi bobot kapur/ bobot benih (g/g) | (bulan) | | | | | | | |
|--|---------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. |
| p1: tohor- linier | -4,00 | tn | 15,00 | tn | -1,00 | tn | -3,00 | tn |
| p2: tohor- kuadratik | 0,00 | tn | -3,00 | tn | 3,00 | tn | 11,00 | tn |

Keterangan: * = Berbeda pada α 5% tn = Tidak berbeda pada α 5%.

Tabel 4. Rata-rata Potensi Tumbuh Maksimum (%) Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Proporsi bobot kapur (%) | (bulan) | | | | Rata-rata |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 0,0 (p ₀) | 98,80 | 97,60 | 98,20 | 98,40 | 98,25 |
| 7,5 (p ₁) | 97,80 | 98,20 | 98,40 | 98,00 | 98,10 |
| 15,0 (p ₂) | 99,00 | 98,60 | 97,40 | 98,00 | 98,25 |
| 22,5 (p ₃) | 98,20 | 98,40 | 98,60 | 97,40 | 98,15 |
| 30,0 (p ₄) | 98,20 | 99,00 | 98,00 | 98,40 | 98,40 |
| Rata-rata | 98,40 | 98,36 | 98,12 | 98,04 | 98,23 |

Keterangan: % = g kapur/g benih x 100%

91,36%, tiga bulan yaitu 91,32%, dan penyimpanan empat bulan yaitu 90,56% (Tabel2). Variabel potensi tumbuh maksimum penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan belum menunjukkan penurunan secara linier maupun kuadratik pada berbagai proporsi kapur tohor per bobot benih (Tabel 3). Rata-rata nilai potensi tumbuh maksimum pada penyimpanan satu bulan yaitu 98,40%, penyimpanan dua bulan yaitu 98,36%, penyimpanan tiga bulan yaitu 98,12%, dan penyimpanan empat bulan yaitu 98,04% (Tabel 4). Kecepatan perkecambahan penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan belum menunjukkan penurunan secara linier maupun kuadratik pada berbagai proporsi kapur tohor per bobot benih (Tabel 5). Rata-rata nilai kecepatan perkecambahan pada penyimpanan satu bulan yaitu 23,87%/hari, penyimpanan dua bulan yaitu 23,49%/hari, penyimpanan tiga bulan yaitu 23,46%/hari, dan penyimpanan empat bulan yaitu 23,42%/hari (Tabel 6).

Kecambah normal kuat 1, 2, 3, dan 4 bulan belum menunjukkan peningkatan secara linier maupun kuadratik pada berbagai proporsi kapur tohor per bobot benih (Tabel 7). Rata-rata nilai

Tabel 5. Hasil Uji Kecepatan Perkecambahan Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Perbandingan proporsi bobot kapur/ bobot benih (g/g) | (bulan) | | | | | | | |
|--|---------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. |
| p1: tohor-linier | -14,00 | tn | 1,25 | tn | 1,12 | tn | 4,80 | tn |
| p2: tohor-kuadratik | 6,00 | tn | -2,82 | tn | -1,55 | tn | -0,13 | tn |

Keterangan: *= Berbeda pada α 5% tn= Tidak berbeda pada α 5%.

Tabel 6. Rata-rata Kecepatan Perkecambahan (%/hari) Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Proporsi bobot kapur (%) | (bulan) | | | | Rata-rata |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 0,0 (p ₀) | 24,53 | 23,40 | 23,34 | 23,07 | 23,59 |
| 7,5 (p ₁) | 23,97 | 23,36 | 23,43 | 23,58 | 23,59 |
| 15,0 (p ₂) | 24,30 | 23,71 | 23,76 | 23,54 | 23,83 |
| 22,5 (p ₃) | 22,77 | 23,51 | 23,19 | 23,09 | 23,14 |
| 30,0 (p ₄) | 23,77 | 23,45 | 23,57 | 23,79 | 23,65 |
| Rata-rata | 23,87 | 23,49 | 23,46 | 23,42 | 23,56 |

Keterangan: % = g kapur/g benih x 100%.

Tabel 7. Hasil Uji Kecambah Normal Kuat Pada Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Perbandingan proporsi bobot kapur/ bobot benih (g/g) | (bulan) | | | | | | | |
|--|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. |
| p1: tohor-linier | 12,00 | tn | 37,00 | tn | -36,00 | tn | -16,00 | tn |
| p2: tohor-kuadratik | -32,00 | tn | -29,00 | tn | 66,00 | tn | 24,00 | tn |

Keterangan: *= Berbeda pada α 5%, tn= Tidak berbeda pada α 5%.

Tabel 8. Rata-rata Kecambah Normal Kuat (%) Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Proporsi bobot kapur (%) | (bulan) | | | | Rata-rata |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 0,0 (p ₀) | 83,60 | 82,80 | 87,00 | 82,80 | 84,05 |
| 7,5 (p ₁) | 83,40 | 83,60 | 80,40 | 78,40 | 81,45 |
| 15,0 (p ₂) | 88,20 | 87,20 | 81,00 | 80,00 | 84,10 |
| 22,5 (p ₃) | 84,20 | 85,00 | 82,80 | 81,60 | 83,40 |
| 30,0 (p ₄) | 84,80 | 85,80 | 82,20 | 79,60 | 83,10 |
| Rata-rata | 84,84 | 84,88 | 82,68 | 80,48 | 83,22 |

Keterangan: % = g kapur/g benih x 100%.

kecambah normal kuat pada penyimpanan satu bulan yaitu 84,84%, penyimpanan dua bulan yaitu 84,88%, penyimpanan tiga bulan yaitu 82,68%, dan penyimpanan empat bulan yaitu 80,48% (Tabel 8). Panjang hipokotil 1, 2, 3, dan 4 bulan belum menunjukkan peningkatan secara linier maupun kuadratik pada berbagai proporsi kapur tohor per bobot benih (Tabel 9). Rata-rata nilai panjang hipokotil pada penyimpanan satu bulan yaitu 9,12 cm, penyimpanan dua bulan yaitu 8,55 cm, penyimpanan tiga bulan yaitu 8,27 cm, dan penyimpanan empat bulan yaitu 8,26 cm (Tabel 10). Bobot kering kecambah normal 1, 2, 3, dan 4 bulan belum menunjukkan peningkatan secara linier maupun kuadratik pada berbagai proporsi kapur tohor per bobot benih (Tabel 11). Rata-rata nilai bobot kering kecambah normal pada penyimpanan satu bulan yaitu 40,53 mg, penyimpanan dua bulan yaitu 36,24 mg, penyimpanan tiga bulan yaitu 33,85 mg, dan penyimpanan empat bulan yaitu 33,64 mg (Tabel 12).

Tabel 9. Hasil Uji Panjang Hipkotel Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Perbandingan proporsi bobot kapur/ bobot benih (g/g) | (bulan) | | | | | | | |
|--|---------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. |
| p1: tohor-linier | 2,00 | tn | -1,73 | tn | 4,55 | tn | -0,85 | tn |
| p2: tohor- kuadratik | -4,00 | tn | -5,17 | tn | -4,34 | tn | 0,27 | tn |

Keterangan: *= Berbeda pada α 5%, tn= Tidak berbeda pada α 5 %.

Tabel 10. Rata-rata Panjang Hipokotil (cm) Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Proporsi bobot kapur (%) | (bulan) | | | | Rata-rata |
|--------------------------|---------|------|------|------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 0,0 (p ₀) | 8,96 | 8,49 | 8,03 | 8,31 | 8,45 |
| 7,5 (p ₁) | 8,98 | 8,68 | 8,12 | 8,33 | 8,53 |
| 15,0 (p ₂) | 9,12 | 8,48 | 8,32 | 8,05 | 8,49 |
| 22,5 (p ₃) | 9,43 | 8,85 | 8,64 | 8,45 | 8,84 |
| 30,0 (p ₄) | 9,09 | 8,24 | 8,23 | 8,16 | 8,43 |
| Rata-rata | 9,12 | 8,55 | 8,27 | 8,26 | 8,55 |

Keterangan: % = g kapur/100 g benih.

Tabel 11. Hasil Uji Bobot Kering Kecambah Normal Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Perbandingan proporsi bobot kapur/ bobot benih (g/g) | (bulan) | | | | | | | |
|--|---------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. |
| p1: tohor-linier | 1,00 | tn | 11,84 | tn | -0,33 | tn | 25,88 | tn |
| p2: tohor- kuadratik | -27,21 | tn | 46,03 | tn | -25,24 | tn | -7,91 | tn |

Keterangan: *= Berbeda pada α 5% tn= Tidak berbeda pada α 5%.

Tabel 12. Rata-rata Bobot Kering Kecambah Normal (mg) Penyimpanan 1,2, 3, dan Bulan

| Proporsi bobot kapur (%) | (bulan) | | | | Rata-rata |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 0,0 (p ₀) | 40,98 | 39,28 | 35,46 | 33,88 | 37,40 |
| 7,5 (p ₁) | 39,02 | 34,86 | 32,04 | 33,79 | 34,93 |
| 15,0 (p ₂) | 39,89 | 35,70 | 35,37 | 32,67 | 35,91 |
| 22,5 (p ₃) | 38,87 | 35,35 | 32,59 | 34,63 | 35,36 |
| 30,0 (p ₄) | 43,89 | 36,00 | 33,82 | 33,24 | 36,74 |
| Rata-rata | 40,53 | 36,24 | 33,85 | 33,64 | 36,07 |

Keterangan: % = g kapur/100 g benih.

Tabel 13. Hasil Uji Kadar Air Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Perbandingan proporsi bobot kapur/ bobot benih (g/g) | (bulan) | | | | | | | |
|--|---------|--------|-------|--------|-------|--------|------|--------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. |
| p1: tohor-linier | -1,99 | tn | -3,06 | tn | -4,20 | tn | 1,43 | tn |
| p2: tohor- kuadratik | 2,63 | tn | -0,54 | tn | -0,51 | tn | 0,23 | tn |

Keterangan: *= Berbeda pada α 5%, tn= Tidak berbeda pada α 5%.

Kadar air benih 1, 2, 3, dan 4 bulan belum menunjukkan peningkatan secara linier maupun kuadratik pada berbagai proporsi kapur tohor per bobot benih (Tabel 13). Rata-rata nilai kadar air benih pada penyimpanan satu bulan yaitu 7,27%, penyimpanan dua bulan yaitu 7,20%, penyimpanan tiga bulan yaitu 7,01%, dan penyimpanan empat bulan yaitu 6,69% (Tabel 14). Daya

hantar listrik 1, 2, 3, dan 4 bulan belum menunjukkan peningkatan secara linier maupun kuadratik pada berbagai proporsi kapur tohor per bobot benih (Tabel 15). Rata-rata nilai daya hantar listrik pada penyimpanan satu bulan yaitu 0,18 mS/cm g, penyimpanan dua bulan yaitu 0,19 mS/cm g, penyimpanan tiga bulan yaitu 0,18 mS/cm g, dan penyimpanan empat bulan yaitu 0,17 mS/cm g (Tabel 16).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa viabilitas benih masih tinggi selama penyimpanan satu, dua, tiga, dan empat bulan pada berbagai proporsi bobot kapur tohor per bobot benih yaitu 0,0% (p_0); 7,5% (p_1); 15,0% (p_2); 22,5% (p_3); dan 30,0% (p_4) yang disimpan dengan zat pengering udara tidak berbeda. Hasil tersebut didukung daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, kecepatan perkecambahan, kecambah normal kuat, panjang hipokotil, bobot kering kecambah normal, kadar air, dan daya hantar listrik.

Viabilitas benih yang disimpan dengan berbagai proporsi kapur tohor masih tinggi di wadah simpan dengan ditunjukkan hasil daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum. Pada penyimpanan satu, dua, tiga, dan empat bulan, kedua variabel tersebut indikatornya kecambah normal masih tinggi yaitu 91,16% dan 98,23%. Penyimpanan tertutup dengan penggunaan kapur tohor di wadah simpan pada berbagai proporsi bobot benih per bobot kapur, viabilitas benih dapat dipertahankan tinggi pada penyimpanan satu, dua, tiga, dan empat bulan. Hasil ini sangat tergantung

Tabel 14. Rata-rata Kadar Air (%) Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Proporsi bobot kapur (%) | (bulan) | | | | Rata-rata |
|--------------------------|---------|------|------|------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 0,0 (p_0) | 7,34 | 7,26 | 7,13 | 6,92 | 7,16 |
| 7,5 (p_1) | 7,45 | 7,40 | 7,15 | 6,89 | 7,22 |
| 15,0 (p_2) | 7,14 | 7,11 | 7,06 | 6,96 | 7,07 |
| 22,5 (p_3) | 7,08 | 7,16 | 6,83 | 7,00 | 7,02 |
| 30,0 (p_4) | 7,33 | 7,07 | 6,87 | 7,01 | 7,07 |
| Rata-rata | 7,27 | 7,20 | 7,01 | 6,96 | 7,11 |

Keterangan: % = g kapur/g benih x 100%.

Tabel 15. Hasil Uji Daya Hantar Listrik Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Perbandingan proporsi bobot kapur/ bobot benih (g/g) | (bulan) | | | | | | | |
|--|---------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. | Q | F-hit. |
| p1: tohor-linier | 0,21 | tn | 0,07 | tn | 0,13 | tn | 0,02 | tn |
| p2: tohor- kuadratik | -0,35 | tn | -0,30 | tn | -0,25 | tn | -0,15 | tn |

Keterangan: *= Berbeda pada α 5%, tn= Tidak berbeda pada α 5%.

Tabel 16. Rata-rata Daya Hantar Listrik (mS/cm g) Penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 Bulan

| Proporsi bobot kapur (%) | (bulan) | | | | Rata-rata |
|--------------------------|---------|------|------|------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 0,0 (p_0) | 0,16 | 0,17 | 0,16 | 0,17 | 0,17 |
| 7,5 (p_1) | 0,20 | 0,20 | 0,18 | 0,18 | 0,19 |
| 15,0 (p_2) | 0,19 | 0,19 | 0,17 | 0,17 | 0,18 |
| 22,5 (p_3) | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,19 |
| 30,0 (p_4) | 0,19 | 0,19 | 0,17 | 0,17 | 0,18 |
| Rata-rata | 0,18 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,18 |

Keterangan: % = g kapur/g benih x 100%.

pada faktor dalam (kadar air benih) dan faktor luar (suhu, RH, O₂, dan bahan kemasan). Semua faktor-faktor tersebut memenuhi syarat agar viabilitas benih tetap tinggi selama periode simpan satu, dua, tiga, dan empat bulan. Hasil penelitian ini ditunjukkan dengan daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum yang tinggi. Kondisi ini menghasilkan keseimbangan antara kadar air benih (7,11%) dan kelembaban udara (35,8%) di wadah simpan pada suhu yang terkontrol sehingga benih di simpan pada kondisi simpan yang aman selama penyimpanan empat bulan. Kondisi ini tetap terjaga karena peran bahan kemasan sebagai penghalang benih terkena langsung uap air dan udara. Didukung dengan hasil penelitian Suparto (2021) bahwa penyimpanan benih padi dalam wadah simpan wadah plastik kedap tertutup dengan suhu 18 °C tidak berbeda selama penyimpanan tiga bulan. Kadar air awal penyimpanan satu bulan yaitu 11,54% dan penyimpanan selama tiga bulan yaitu 11%.

Penyimpanan pada periode empat bulan menunjukkan viabilitas benih masih tinggi karena peran kapur tohor yang mampu menyerap kelebihan uap air di wadah simpan buka tutup sehingga dapat mempertahankan viabilitas benih tetap tinggi. Keseimbangan antara faktor dalam dan faktor luar diatas stabil dapat mempertahankan daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum tinggi karena peran kapur di wadah simpan. Perbedaan proporsi bobot kapur per bobot benih menghasilkan viabilitas benih tidak berbeda. Peran kapur di wadah simpan dalam penyimpanan wadah tertutup dapat menciptakan lingkungan wadah simpan yang baik dan melindungi benih kedelai dari perubahan kondisi wadah simpan seperti kelembaban dan suhu yang tidak stabil sehingga dapat mempertahankan benih untuk disimpan lebih lama. Kondisi lingkungan wadah simpan dengan zat pengering udara (kapur tohor) dapat mempertahankan keseimbangan antara kadar air benih dan kelembaban udara pada kondisi simpan yang aman. Hal ini karena peran kapur tohor dapat menyerap uap air di udara walaupun proporsi bobot kapur per bobot benih berbeda, proporsi dari rendah 7,5% sampai 30,0%. Proporsi bobot kapur per bobot benih yang berbeda juga kontrol, viabilitas benih yang dihasilkan tinggi selama penyimpanan benih empat bulan. Hasil ini sangat didukung kondisi benih dan lingkungan di ruang simpan yang baik. Penyimpanan yang terkontrol pada suhu 26,6 °C, suhu yang tidak berfluktuasi sehingga keseimbangan faktor dalam dan luar di ruang simpan dapat menekan laju respirasi benih. Pada suhu >25 °C, respirasi berjalan lambat dibandingkan dengan kondisi tersebut dapat mempertahankan viabilitas benih lebih lama (Purwanti, 2004). Dewi (2015) menyatakan semakin cepat laju respirasi dan semakin banyak kandungan CO₂, uap air, dan panas yang dihasilkan selama penyimpanan benih, maka semakin tinggi kadar air benih. Pada penyimpanan yang tertutup, peran kapur tohor ini dapat menekan laju respirasi benih sehingga uap air dan peran di wadah simpan aman yang ditunjukkan kadar air benih stabil yaitu 7,11%. Laju respirasi lambat selama penelitian ini menyebabkan laju respirasi yang rendah berarti cadangan makanan dalam benih masih tinggi yang ditunjukkan tingginya bobot kering kecambah normal. Sejalan dengan Justice dan Bass (2002) bahwa respirasi merupakan proses oksidasi, respirasi semakin tinggi maka semakin banyak cadangan makanan yang dibutuhkan. Cadangan makanan dalam benih yang tinggi sangat dibutuhkan selama proses perkecambahan berlangsung karena sebagai substrat respirasi agar metabolisme perkecambahan berjalan baik. Pada sistem tertutup, ketersediaan oksigen terbatas dapat membuat respirasi berjalan lambat sehingga cadangan makanan masih banyak yang tersimpan. Ketersediaan cadangan makanan dalam benih sangat mendukung laju metabolisme perkecambahan tinggi ditunjukkan kecepatan perkecambahan, kecambah normal kuat, dan panjang hipokotil yang tinggi.

Viabilitas benih tinggi, hasil penelitian ini didukung data daya hantar listrik yang rendah 0,18 mS/cm g. Menurut Kuswanto (2003), kapur tohor adalah bahan yang diperlukan untuk menjaga agar benih tetap dalam kondisi kering; jika kelembaban lebih tinggi dari 60% dan suhu lebih besar dari 30°C maka benih akan mengalami kerusakan membran serta kemunduran benih lebih cepat,

sehingga perlu ditambahkan bahan desikan berupa kapur tohor maka suhu di wadah simpan benih selama penelitian ini rata-rata suhu dan kelembaban selama empat bulan setiap perlakuan yaitu 29,5 °C dan 38,69% (p_0); 26,99 °C dan 37,11% (p_1); 26,79 °C dan 38,08% (p_2); 26,48 °C dan 37,41% (p_3); 26,44°C dan 37,37% (p_4). Penggunaan kapur tohor bersifat higroskopis sehingga dapat menyerap uap air dalam wadah simpan benih tertutup sehingga uap air di sekitar benih rendah baik bahan kemasan kekuatan tinggi sampai rendah yaitu aluminiumfoil; polipropilen; polietilen; dan plastik biasa (Akbar, 2020). Sejalan dengan penelitian Purwanti (2004) menyatakan bahwa suhu rendah (<30°C) menyebabkan aktivitas enzim respirasi rendah, proses deteriorasi (penurunan) dapat ditekan, degradasi enzim dapat diperlambat, kondisi, mendukung viabilitas benih yang dihasilkan masih tinggi. Nilai daya hantar listrik rendah sebagai indikator benih belum mengalami penuaan atau deteriorasi (kebocoran benih) karena benih yang digunakan masih tergolong benih baru. Hasil penelitian Taliroso (2008), Struktur membran yang jelek menyebabkan kebocoran sel yang tinggi dan erat hubungannya dengan benih yang rendah vigornya. Semakin tinggi nilai pengukuran daya hantar listrik maka semakin banyak juga indikator elektrolit yaitu asam organik, asam amino dan ion anorganik lainnya yang dikeluarkan benih di air rendaman.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa viabilitas benih tinggi pada berbagai proporsi bobot kapur tohor per bobot benih yaitu 0,0% (p_0); 7,5% (p_1); 15,0% (p_2); 22,5% (p_3); dan 30,0% (p_4) tidak berbeda selama penyimpanan empat bulan. Penelitian lanjutan perlu dilakukan periode penyimpanan lebih lama sehingga diketahui proporsi kapur yang tepat. Hasil ini didukung dengan viabilitas yang tinggi daya berkecambah 91,16%; potensi tumbuh maksimum 98,23%; kecepatan perkecambahan 23,56%/hari; kecambah normal kuat 83,22%; panjang hipokotil 8,55 cm; bobot kering kecambah normal 36,07 mg; serta kadar air 7,11% dan daya hantar listrik 0,18 mS/cm g yang rendah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, H.F. 2020. Studi Bahan Kemasan dalam Mempertahankan Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* L.) Selama Periode Simpan Empat Bulan di Kondisi Ruang dengan Zat Pengereng Udara. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 96 hlm.
- Copeland, L.O. & M.B McDonald. 2001. *Principles of Seed Science and Technology*. 4th edition. Kluwer Academic Publishers. London. 108 pp.
- Dewi, K.T. 2015. Pengaruh Kombinasi Kadar Air Benih dan Lama Penyimpanan terhadap Viabilitas dan Sifat Fisik Padi Sawah Kultivar Ciherang. *Jurnal Agrotek Tropika*. 2(1): 53–61.
- ISTA. 2010. *International Rules for Seed Testing*. ISTA. Switzerland. 464 pp.
- Justice, O.L. & N.B. Louis. 2002. *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih*. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 472 hlm.
- Kuswanto, H. 2003. *Teknologi Pemrosesan, Pengemasan, dan Penyimpanan Benih*. Kanisius. Yogyakarta. 127 hlm.
- Nurisma, I., Agustiansyah, & M. Kamal. 2015. Pengaruh Jenis Kemasan dan Suhu Ruang Simpan terhadap Viabilitas Benih Sorgum (*Sorghum bicolor*[L] Moench). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*.15(3): 183–190.
- Purwanti, S. 2004. Kajian Suhu Ruang Simpan terhadap Kualitas Benih Kedelai Hitam dan Kuning. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 1 (1): 22–31.
- Sadjad, S., E. Murniati, & S. Ilyas. 1999. *Parameter Pengujian Vigor Benih dari Komparatif ke Simulatif*. Grasindo. Jakarta. 185 hlm.

- Suparto, H., R.A. Saputra, & N. Saragih. 2021. Pengaruh Jenis Wadah Simpan Kedap terhadap Mutu Benih Padi. *Gontor Agrotech Science Journal*. 7(2): 109-135.
- Sutopo, L. 2012. *Teknologi Benih*. Cetakan Ke-8. Rajawali Pers. Jakarta. 238 hlm.
- Taliroso, D. 2008. Deteksi Status Vigor Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merril) Melalui Metoda Uji Daya Hantar Listrik. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 84 hlm.