

**STUDI VIABILITAS BENIH KEDELAI (*Glycine max* L.)
VARIETAS DEGA-1 PADA WAKTU PERGANTIAN KAPUR TOHOR
SELAMA PENYIMPANAN EMPAT BULAN**

(Skripsi)

**Oleh
INNEKE REZQYA PUTRI**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

STUDI VIABILITAS BENIH KEDELAI (*Glycine max* (L.) VARIETAS DEGA-1 PADA WAKTU PERGANTIAN KAPUR TOHOR SELAMA PENYIMPANAN EMPAT BULAN

Oleh

INNEKE REZQYA PUTRI

Penyimpanan yang tepat dilakukan untuk mempertahankan mutu benih selama kesenjangan waktu saat benih kedelai dalam periode simpan hingga benih siap ditanam pada musim selanjutnya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui waktu pergantian kapur tohor yang tepat dapat meningkatkan viabilitas benih optimum selama penyimpanan empat bulan. Penelitian dilakukan pada Juli sampai dengan Nopember 2021 di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan faktor tunggal berupa waktu pergantian kapur tohor setiap lima hari (t_1), sepuluh hari (t_2), lima belas hari (t_3), dua puluh hari (t_4), dua puluh lima hari (t_5) dan tiga puluh hari (t_6). Proporsi kapur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 37,5 g/500 g benih dalam volume wadah simpan 2.400 ml. Perlakuan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) sebanyak empat ulangan, sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Homogenitas ragam 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 waktu pergantian kapur tohor setiap 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 hari menghasilkan viabilitas benih tidak berbeda selama penyimpanan empat bulan. Viabilitas benih tinggi pada setiap pergantian kapur tohor didukung nilai rata-rata daya berkecambah 91,19%; potensi tumbuh maksimum 98,44%; kecepatan perkecambahan 24,02%/hari; kecambah normal kuat 80,50%; panjang hipokotil 9,03 cm; bobot kering kecambah normal 38,70 mg yang tinggi; serta kadar air 7,42%; dan daya hantar listrik 0,19 mS/cm g yang rendah.

Kata kunci: kapur tohor, penyimpanan, viabilitas benih kedelai, dan waktu pergantian

**STUDI VIABILITAS BENIH KEDELAI (*Glycine max* L.) VARIETAS
DEGA-1 PADA WAKTU PERGANTIAN KAPUR TOHOR
SELAMA PENYIMPANAN EMPAT BULAN**

Oleh

INNEKE REZQYA PUTRI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

**Pada Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **STUDI VIABILITAS BENIH KEDELAI
(*Glycine max* L.) VARIETAS DEGA-1 PADA
WAKTU PERGANTIAN KAPUR TOHOR
SELAMA PENYIMPANAN
EMPAT BULAN**


Nama Mahasiswa : **Inneke Rezqya Putri**

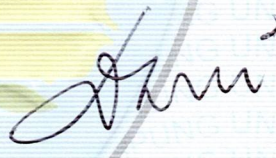
Nomor Pokok Mahasiswa : **1714121010**

Jurusan : **Agroteknologi**

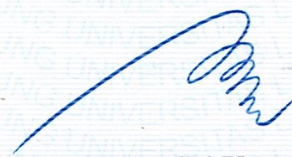
Fakultas : **Pertanian**




Ir. Ermawati, M.S.
NIP 196101011987032003


Dr. Ir. Darwin H. Pangaribuan, M.Sc.
NIP 196301311986031004

2. Ketua Jurusan Agroteknologi


Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

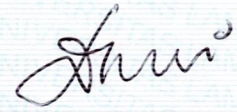
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

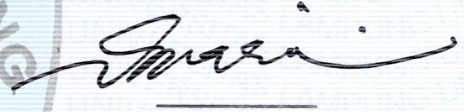
Ketua : Ir. Ermawati, M.S.



Sekretaris : Dr. Ir. Darwin H. Pangaribuan, M.Sc.



Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Eko Pramono, M.S.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196410201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 23 Agustus 2022

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“STUDI VIABILITAS BENIH (*Glycine max* L.) VARIETAS DEGA-1 PADA WAKTU PERGANTIAN KAPUR TOHOR SELAMA PENYIMPANAN EMPAT BULAN”** merupakan hasil saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Skripsi ini bila dikemudian hari terbukti bahwa hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 23 Agustus 2022

Penulis



Inneke Rezqya Putri
NPM 1714121010

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Astra Ksetra pada 28 Desember 1998, sebagai anak terakhir dari dua bersaudara pasangan Bapak Soni Komara dan Ibu Iis Suwarti. Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) 2 Yapindo pada tahun 2005, Sekolah Dasar (SD) 2 Yapindo pada 2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Gula Putih Mataram pada 2014, dan Sekolah Menengah Atas Swasta (SMAS) Sugar Group pada 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) tahun 2017.

Penulis selama masa perkuliahan pernah aktif di organisasi Perma AGT 2018/2019 sebagai anggota bidang Eksternal. Penulis pernah menjadi Tutor Forum Ilmiah Mahasiswa Pertanian Jurusan Agroteknologi pada 2018/2019. Penulis juga menjadi Panitia Praktik Pengenalan Pertanian pada 2018/2019 serta menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Teknologi Benih pada 2019/2020 dan Dasar-Dasar Ilmu Tanah pada 2019/2020 sampai 2020/2021. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) pada Juli-Agustus 2020 di Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura Lampung (BPSB TPH) di Hajimena, Natar, Lampung Selatan. Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada Januari-Maret 2021 di Desa Bakung Rahayu, Kecamatan Gedung Meneng, Kabupaten Tulang Bawang.

Puji syukur ku panjatkan Kepada Allah SWT
Dengan tulus dan penuh rasa syukur kupersembahkan
karya yang penuh perjuangan ini untuk keluargaku tercinta:
Bapak Soni Komara, Ibu Iis Suwarti,
dan Kakak Giovanny Pratomo, S.P.
atas segala jerih payah, dukungan, doa, nasehat, dan motivasi
yang diberikan selama ini.

Ir. Ermawati, M.S., Dr. Ir. Darwin H. Pangaribuan, M.Sc.,
dan Dr. Ir. Eko Pramono, M.S. yang telah memberikan bimbingan, bantuan,
nasehat, motivasi, dan ilmu yang bermanfaat serta almamater tercinta
dan Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Apapun yang terjadi ialah kuasa Allah, Allah Maha Mengetahui
(Penulis).

The struggle you are in today is developing the strength you need for tomorrow.
Don't give up (Robert Tew).

Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan. Maka apabila kamu telah
selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan)
yang lain (QS. Al-Insyirah 6-7).

Kisah hari ini adalah cerita hari esok (Penulis).

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya
(QS. Al-Baqarah: 286).

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat, dan cinta kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari Universitas Lampung. Penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si. selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc. selaku Ketua Bidang Agronomi dan Hortikultura.
4. Ir. Ermawati, M.S. selaku Dosen Pembimbing Pertama, yang selama ini telah membimbing, memberi nasehat dan motivasi penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Dr. Ir. Darwin H. Pangaribuan, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang telah membimbing, memberikan saran, dan memotivasi kepada penulis.
6. Dr. Ir. Eko Pramono, M.S. sebagai Dosen Pembahas yang telah memberikan nasehat, masukan, dan saran kepada penulis.
7. Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberi arahan, motivasi, dan bimbingan kepada penulis selama menjadi mahasiswa.
8. Dr. Agustiansyah, M.Si. selaku Kepala Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman tempat penelitian dilakukan.
9. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Agroteknologi yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu yang bermanfaat.

10. Keluarga tercinta, terkasih, dan tersayang; kedua orang tua Bapak Soni dan Ibu Iis, serta Kakak Giovanny yang tiada henti memberi semangat, doa, nasehat, dan dukungan secara materi dan nonmateri, mendengarkan segala keluh kesah selama ini.
11. Teman kecil; Lusita Meymi, Miftahul Hani, dan Kirana Ramadhani yang selalu menemani dan menghibur selama ini.
12. Teman satu tim penelitian; Izzati Iswara dan Shinta Kurniyawati yang selalu menemani, membantu, dan bekerja sama sejak awal penelitian hingga selesainya skripsi ini.
13. Teman nongkrong; Astriana Febrianti, Arvi Yuniar, dan Izzati Iswara yang menemani, mengeluh, dan menceritakan segala hal sejak awal menjadi mahasiswa hingga lulus.
14. Teman repot; Riski Mardiana, Nadiatus Soliha, Erninda Oktaliani, Vega Nurmalita, Sari Ramadhani, Rizky Fatma, Fajar Nasution, Hari Kurniawan, dan Afdal yang senantiasa membantu proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
15. Teman alumni benih Bu Erma; Muhammad Irsan, Restu Bimantara, Humsin Faisal, dan Dwi Rahayu yang telah membantu dan memberikan saran terkait penelitian ini.
16. Teman-teman konsentrasi agronomi yang memotivasi penulis.
17. Teman-teman Agroteknologi 2017 atas kebersamaannya selama ini.
18. Perma AGT yang telah memberi pengalaman keorganisasian.
19. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian skripsi ini.

Bandar Lampung, 23 Agustus 2022

Inneke Rezqya Putri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Landasan Teori	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Kedelai	6
2.2 Viabilitas benih	8
2.3 Kemunduran Benih selama Periode Simpan	11
2.4 Zat Pengering Udara	15
III. BAHAN DAN METODE	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian	19
3.5 Variabel Pengamatan	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Penelitian	27
4.2 Pembahasan	39
V. SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Simpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44

LAMPIRAN	48
Tabel 20-64	49-93

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Fase pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai	6
2. Fase pertumbuhan generatif tanaman kedelai	7
3. Koefisien perbandingan polinomial benih kedelai pascasimpan empat bulan	18
4. Hasil uji perbandingan polinomial daya berkecambah pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	27
5. Rata-rata daya berkecambah (%) pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	27
6. Hasil uji perbandingan polinomial potensi tumbuh maksimum pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	29
7. Rata-rata potensi tumbuh maksimum (%) pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	29
8. Hasil uji perbandingan polinomial kecepatan perkecambahan pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	30
9. Rata-rata kecepatan perkecambahan (%/hari) pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	30
10. Hasil uji perbandingan polinomial kecambah normal kuat pada penyimpanan bulan 1, 2, 3, dan 4 bulan	32
11. Rata-rata kecambah normal kuat (%) pada penyimpanan bulan 1, 2, 3, dan 4 bulan	32
12. Hasil uji perbandingan polinomial panjang hipokotil pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	33
13. Rata-rata panjang hipokotil (cm) pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	33
14. Hasil uji perbandingan polinomial bobot kering kecambah normal pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	35
15. Rata-rata bobot kering kecambah normal (mg) pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	35

16. Hasil uji perbandingan polinomial kadar air benih pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	36
17. Rata-rata kadar air benih (%) pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	37
18. Hasil uji perbandingan polinomial daya hantar listrik benih pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	38
19. Rata-rata daya hantar listrik benih (mS/cm g) pada penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	38
20. Data daya berkecambah (%) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	49
21. Uji homogenitas ragam daya berkecambah (%) penyimpanan 1 dan 2 bulan	50
22. Uji homogenitas ragam daya berkecambah (%) penyimpanan 3 dan 4 bulan	51
23. Analisis ragam daya berkecambah (%) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan.....	52
24. Uji perbandingan polinomial daya berkecambah (%) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	53
25. Data potensi tumbuh maksimum (%) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	54
26. Uji homogenitas ragam potensi tumbuh maksimum (%) penyimpanan 1 dan 2 bulan	55
27. Uji homogenitas ragam potensi tumbuh maksimum (%) penyimpanan 3 dan 4 bulan	56
28. Analisis ragam potensi tumbuh maksimum (%) benih penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	57
29. Uji perbandingan polinomial potensi tumbuh maksimum (%) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	58
30. Data kecepatan perkecambahan (%/hari) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	59
31. Uji homogenitas ragam kecepatan perkecambahan (%/hari) penyimpanan 1 dan 2 bulan	60
32. Uji homogenitas ragam kecepatan perkecambahan (%/hari) penyimpanan 3 dan 4 bulan	61
33. Analisis ragam kecepatan perkecambahan (%/hari) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	62
34. Uji perbandingan polinomial kecepatan perkecambahan (%/hari) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	63

35. Data kecambah normal kuat (%) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan ..	64
36. Uji homogenitas ragam kecambah normal kuat (%) penyimpanan 1 dan 2 bulan	65
37. Uji homogenitas ragam kecambah normal kuat (%) penyimpanan 3 dan 4 bulan	66
38. Analisis ragam kecambah normal kuat (%) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	67
39. Uji perbandingan polinomial kecambah normal kuat (%) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	68
40. Data panjang hipokotil (cm) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	69
41. Uji homogenitas ragam panjang hipokotil (cm) penyimpanan 1 dan 2 bulan	70
42. Uji homogenitas ragam panjang hipokotil (cm) penyimpanan 3 dan 4 bulan	71
43. Analisis ragam panjang hipokotil (cm) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	72
44. Uji perbandingan polinomial panjang hipokotil (cm) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	73
45. Data bobot kering kecambah normal (mg) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	74
46. Uji homogenitas ragam bobot kering kecambah normal (mg) penyimpanan 1 dan 2 bulan	75
47. Uji homogenitas ragam bobot kering kecambah normal (mg) penyimpanan 3 dan 4 bulan	76
48. Analisis ragam bobot kering kecambah normal (mg) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	77
49. Uji perbandingan polinomial bobot kering kecambah normal (mg) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	78
50. Data kadar air benih (%) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	79
51. Uji homogenitas ragam kadar air benih (%) penyimpanan 1 dan 2 bulan	80
52. Uji homogenitas ragam kadar air benih (%) penyimpanan 3 dan 4 bulan	81
53. Analisis ragam kadar air benih (%) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	82
54. Uji perbandingan polinomial kadar air benih (%) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	83

55. Data daya hantar listrik benih (mS/cm g) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	84
56. Uji homogenitas ragam daya hantar listrik benih (mS/cm g) penyimpanan 1 dan 2 bulan	85
57. Uji homogenitas ragam daya hantar listrik benih (mS/cm g) penyimpanan 3 dan 4 bulan	86
58. Analisis ragam daya hantar listrik benih (mS/cm g) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	87
59. Uji perbandingan polinomial daya hantar listrik benih (mS/cm g) penyimpanan 1, 2, 3, dan 4 bulan	88
60. Data suhu dan kelembaban wadah simpan penyimpanan 1 bulan pada berbagai waktu pergantian kapur tohor	89
61. Data suhu dan kelembaban wadah simpan penyimpanan 2 bulan pada berbagai waktu pergantian kapur tohor	90
62. Data suhu dan kelembaban wadah simpan penyimpanan 3 bulan pada berbagai waktu pergantian kapur tohor	91
63. Data suhu dan kelembaban wadah simpan penyimpanan 4 bulan pada berbagai waktu pergantian kapur tohor	92
64. Deskripsi benih kedelai Varietas Dega-1	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Konsep periodisasi viabilitas benih Steinbauer-Sadjad	10
2. Tata letak percobaan	18
3. Wadah plastik kedap udara	20
4. Kecambah normal (a) dan kecambah abnormal (b) setiap pengamatan 1, 2, 3, dan 4 bulan	23

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan sumber pokok penyokong pangan ketiga setelah padi dan jagung. Protein nabati dalam kedelai banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku tempe dan tahu yang merupakan lauk pauk vital masyarakat Indonesia; kecap, susu, serta produk olahan lainnya. Jumlah konsumsi produk kedelai yang tinggi tidak didukung dengan angka produksi. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2007) bahwa Indonesia melakukan impor kedelai sebanyak 1,3 juta ton untuk memenuhi kebutuhan nasional sebanyak 1,9 juta ton. Impor kedelai yang tinggi membuktikan jumlah produksi kedelai yang rendah.

Upaya peningkatan nilai produksi kedelai dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu penggunaan benih sumber bermutu, penerapan teknologi yang inovatif, teknik budidaya yang sesuai, dan penanganan pascapanen yang benar. Mutu benih tersebut dipengaruhi oleh penanganan sejak awal budidaya hingga akhir periode simpan. Benih memasuki periode simpan sampai akan digunakan oleh petani di musim tanam berikutnya. Menurut Tatipata *et al.* (2004) salah satu kendala benih kedelai Indonesia yaitu periode simpan yang pendek (satu sampai sembilan bulan) akibat terjadinya kemunduran benih yang cepat. Menurut Rasyid (2013), kemunduran benih dipengaruhi oleh faktor dalam dan luar. Faktor dalam meliputi viabilitas awal setelah panen, komposisi kimia, dan kadar air benih. Faktor luar meliputi kandungan oksigen, suhu, kelembaban udara, dan bahan kemasan. Suhu yang tinggi dapat meningkatkan kelembaban udara, sehingga laju respirasi benih naik yang mengakibatkan kemunduran benih. Laju respirasi yang tinggi menyebabkan kemunduran benih akibat kekurangan cadangan makanan

selama periode simpan. Benih yang mengalami kemunduran menyebabkan aktivitas enzim menurun: dehidrogenase, glutamat dekarboksilase, katalase, peroksidase, fenolase, amilase, sitokrom oksidase. Kemunduran benih dilanjutkan dengan perubahan laju respirasi, perubahan cadangan makanan, perubahan di dalam membran, hingga kerusakan kromosom. Kemunduran benih dipengaruhi oleh sifat genetik benih (internal) dan sifat fisiologis benih (berkaitan dengan lingkungan). Sifat genetik benih yang baik harus diimbangi dengan kondisi lingkungan yang sesuai bagi benih agar viabilitas benih terjaga walaupun disimpan dalam jangka waktu yang lama.

Upaya pencegahan kemunduran benih dapat dilakukan dengan penerapan penyimpanan yang baik. Penyimpanan yang baik dapat mempertahankan viabilitas benih selama periode simpan sampai benih akan digunakan. Benih harus disimpan pada kondisi yang mendukung seperti suhu, kadar air optimum, dan kelembaban udara yang sesuai. Menurut Copeland dan McDonald (2001), suhu dan kelembaban merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap viabilitas benih. Upaya penjagaan kelembaban benih salah satunya dengan aplikasi zat pengering udara seperti kapur tohor. Keuntungan aplikasi kapur tohor pada penyimpanan benih adalah mampu menekan pertambahan kadar air, sehingga kelembaban udara stabil dan viabilitas benih terjaga (Dewi, 2015).

Kapur tohor merupakan bahan desikan yang mampu menyerap uap air. Bentuknya berupa bongkahan sebelum menyerap uap air dan pada kondisi yang tidak efektif menyerap uap air akan membentuk serbuk. Berdasarkan perubahan fisik yang menunjukkan daya serap kapur yang terbatas tersebut, perlu diketahui waktu pergantian yang tepat hari demi menjaga efektivitas penyerapan uap air tetap tinggi. Penelitian Akbar (2020) menunjukkan sebagian kapur tohor yang diganti sebulan sekali menghasilkan gejala perubahan fisik kapur berupa sebagian sudah berubah menjadi serbuk, tetapi masih mampu mempertahankan viabilitas tinggi yang ditunjukkan dari nilai daya berkecambah 92,4%. Penelitian waktu pergantian kapur tohor diharapkan dapat menghasilkan waktu pergantian kapur yang tepat hari sehingga mengetahui waktu efektif daya serap kapur terhadap

uap air. Kondisi tersebut dapat menjaga viabilitas tinggi di wadah penyimpanan yang aman. Penelitian Pramono (2011) menunjukkan bahwa penyimpanan benih kacang tanah memiliki daya tumbuh 94-97% disimpan pada suhu kamar dengan proporsi kapur tohor 5-25% dalam bahan kemasan plastik yang disegel dengan *plastic sealer* dapat memperpanjang umur simpan sampai sembilan bulan dengan daya tumbuh 85-89% pada kondisi lapang. Penjagaan kondisi lingkungan yang sesuai bagi benih dapat mempertahankan viabilitas benih optimum pada waktu pergantian kapur tohor yang tepat selama penyimpanan empat bulan.

Berdasarkan latar belakang telah diuraikan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah apakah waktu pergantian kapur tohor yang tepat dapat menghasilkan viabilitas benih kedelai mencapai optimum selama penyimpanan empat bulan?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui waktu pergantian kapur tohor setiap 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 hari yang tepat dapat menghasilkan viabilitas benih optimum selama penyimpanan empat bulan.

1.3 Landasan Teori

Kebutuhan benih kedelai yang tinggi tidak didukung dengan nilai produksi. Salah satu penyebab rendahnya angka produksi yaitu penyediaan benih bermutu, karena benih cepat mengalami kemunduran akibat interaksi faktor dalam dan luar yang tidak sesuai. Upaya pencegahan kemunduran benih salah satunya dengan penggunaan kapur tohor sebagai desikan dalam wadah simpan benih. Penggunaan kapur tohor berperan dalam penjagaan kondisi lingkungan simpan agar tetap aman. Penyimpanan yang aman ditandai dengan adanya keseimbangan antara faktor dalam dan luar. Penyimpanan tertutup dengan kapur tohor efektif dalam menjaga viabilitas benih pada penyimpanan dibuka tutup. Wadah simpan saat dibuka udara akan masuk ke wadah simpan yang menyebabkan kadar air dan kelembaban udara meningkat, setelah ditutup kembali kapur tohor akan menyerap kelebihan uap air tersebut sehingga kondisi kadar air dan kelembaban wadah

simpan stabil dan tetap aman. Penggunaan kapur tohor sebanyak 7,5 g/100 g benih pada penyimpanan benih pinus dibuka tutup pinus mampu menjaga viabilitas benih sampai 15 tahun pada suhu -5°C (Schmidt, 2002). Penyimpanan tersebut dengan suhu terkontrol dapat menstabilkan keseimbangan antara kadar air benih dan kelembaban udara. Menurut Copeland dan McDonald (2001), kondisi simpan yang aman bila terjadi keseimbangan antara kadar air benih 8-14% dan kelembaban udara 55-75% pada suhu konstan 25°C . Kapur tohor merupakan salah satu bahan yang dapat menjaga faktor luar benih yang bersifat basa, bahan ini mampu mengikat partikel air pada ruang penyimpanan, terutama pada penyimpanan yang dibuka tutup. Kapur tohor dapat menyerap uap air di sekeliling benih sehingga kelembaban terjaga dan suhu menjadi konstan. Kapur tohor berwarna putih keabuan dan berbentuk bongkahan. Efektivitas daya serap kapur tohor terbatas, pada kondisi jenuh akan berubah bentuk menjadi serbuk dan tidak efektif lagi menyerap air, sehingga diperlukan waktu pergantian kapur. Penjagaan efektivitas kapur tohor dilakukan dengan pergantian waktu yang tepat agar daya serapnya tetap tinggi, sehingga kadar air dan kelembaban udara terkontrol, suhu wadah simpan tetap konstan yang menekan laju respirasi agar mempertahankan viabilitas benih tinggi dengan jangka waktu simpan yang lama. Penyimpanan benih dalam kotak penyimpanan dengan kapur tohor yang diganti sebulan sekali menunjukkan perubahan fisik kapur yang sebagian menjadi serbuk, tetapi viabilitasnya masih dapat dipertahankan dengan daya berkecambah 92,34% (Akbar, 2020). Peningkatan kadar air menyebabkan kelembaban relatif meningkat juga sebaliknya. Pada kondisi suhu dan kelembaban yang tinggi, laju respirasi benih juga akan tinggi, sehingga viabilitas benih akan menurun. Peran kapur tohor di penyimpanan tertutup dapat menjaga kesetimbangan kadar air benih dan kelembaban udara tetap stabil dan aman di wadah simpan. Penelitian Nurisma *et al.* (2015) menunjukkan bahwa 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, *silica gel*, *unslaked lime*, atau *charcoal*. Menurut Lesilolo *et al.* (2012), penggunaan abu gosok dengan proporsi 5-25% yang dimasukkan dalam kantong kasa pada penyimpanan benih jagung yang dikemas

dalam plastik ukuran 9 x 21 cm selama 90 hari mampu mempertahankan kadar air benih jagung (12,43%) dengan daya berkecambah 100%. Aplikasi abu gosok mampu menyerap dan menahan uap air selama periode simpan, sehingga viabilitas benih tetap terjaga.

Viabilitas awal yang tinggi sebelum benih disimpan dan memperhatikan waktu pergantian kapur tohor di kondisi wadah penyimpanan tertutup rapat diharapkan viabilitas benih penyimpanan empat bulan masih tinggi. Viabilitas tinggi ditunjukkan dengan persentase daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, kecepatan perkecambahan, kecambah normal kuat, panjang hipokotil, bobot kering kecambah normal yang tinggi serta kadar air benih dan daya hantar listrik yang rendah.

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah viabilitas benih kedelai optimum tercapai pada waktu pergantian kapur tohor yang tepat selama penyimpanan empat bulan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kedelai

Tabel 1. Fase pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai

Tahapan	Keterangan
V _E (Vegetatif/epigeous)	Kotiledon muncul dari dalam tanah, bakal akar tumbuh keluar melalui kulit biji pada kondisi kelembaban yang baik, dan kotiledon terangkat ke permukaan tanah.
V _C (Vegetatif/kotiledon)	Kotiledon muncul ke permukaan tanah, kedua daun primer terbuka yang dilanjutkan dengan pembentukan daun berangkai tiga, dan akar sekunder mulai muncul dari akar tunggang.
V ₁ (Vegetatif 1)	Tanaman memasuki usia satu minggu. Daun mulai penuh pada buku daun tunggal, buku pertama dan tanaman sudah terlihat jelas, dan akar cabang dari akar sekunder juga sudah mulai tumbuh.
V ₂ (Vegetatif 2)	Tanaman memasuki usia dua minggu. Akar cabang mulai berkembang.
V ₃ (Vegetatif 3)	Tanaman memasuki usia tiga minggu, terdapat tiga buku batang, perakaran sudah berfungsi penuh, dan bintil akar sudah mulai berfungsi untuk mengikat nitrogen dari udara.
V _n (Vegetatif ke-n)	Usia ke-n dapat dihitung dari jumlah buku pada batang tanaman setelah buku pertama dengan daun sudah terurai penuh.

Kedelai merupakan salah satu komoditi strategis nasional, karena sebagai sumber pendapatan, lapangan kerja, pembangunan pedesaan, dan sumber gizi Indonesia (Nainggolan dan Rachmat, 2014). Tanaman kedelai berakar tunggang dan sekunder yang tumbuh pada akar tunggangnya, dengan panjang dua meter pada kondisi optimum. Pertumbuhan batang kedelai dibedakan menjadi dua yaitu determinate dan indeterminate. Perbedaan pertumbuhan batang ini dibedakan dari

keberadaan bunga pada pucuk batang. Tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi saat tanaman mulai berbunga, sedangkan indeterminate bila daun masih bisa tumbuh dari pucuk batang ketika bunga mulai muncul. Daun tanaman kedelai ada dua bentuk, kotiledon dan daun bertangkai tiga. Kotiledon tumbuh saat kedelai masih dalam bentuk kecambah, dan daun tangkai tiga tumbuh selepas masa pertumbuhan. Daun kedelai berbentuk bulat (oval) dan lancip yang dipengaruhi oleh genetik, serta memiliki bulu pada daun. Bunga kedelai menyerupai kupu-kupu berwarna putih dan ungu. Polong kedelai berwarna hijau saat muda, dan coklat saat matang. Umumnya polong kedelai berisi 2-3 biji. Tanaman kedelai juga memiliki bintil akar yang berfungsi untuk mengikat nitrogen di atmosfer (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Tabel 2. Fase pertumbuhan generatif tanaman kedelai

Tahapan	Keterangan
R ₁ (reproduktif awal)	Bunga pertama terbuka dan terjadi pada 35-45 hari setelah tanam sesuai dengan varietas.
R ₂ (fase berbunga penuh)	Bunga terbuka pada usia 45-55 hari setelah tanam.
R ₃ (reproduktif mulai berpolong)	Polong terbentuk pada salah satu buku pada 55-65 hari setelah tanam.
R ₄ (fase berpolong penuh)	Polong terbentuk sepanjang 2 cm di salah satu buku dan terjadi pada 60-70 hari setelah tanam sesuai varietas.
R ₅ (fase pembentukan polong)	Biji terbentuk sebesar 3 mm dalam polong dan terjadi pada 65-76 hari setelah tanam.
R ₆ (fase biji penuh)	rongga polong penuh dengan biji dan terjadi pada 70-80 hari setelah tanam.
R ₇ (mulai matang)	Polong berubah warna dari hijau menjadi coklat muda atau coklat tua dan terjadi pada 80 hari setelah tanam.
R ₈ (matang penuh)	Polong sudah coklat sepenuhnya, sebagian daun menguning dan kering kemudian gugur.

Menurut Rukmana dan Yuniarsih (1996), secara garis besar fase pertumbuhan kedelai terdiri dari fase vegetatif dan generatif. Fase vegetatif dihitung sejak

tanaman muncul dari dalam tanah sampai awal pembungaan yaitu V_E (Vegetatif/epigeous), V_C (Vegetatif/kotiledon), V_1 (Vegetatif 1), V_2 (Vegetatif 2), V_3 (Vegetatif 3), dan V_n (Vegetatif ke-n) (Tabel 1.)

Tanaman kedelai memasuki fase generatif setelah selesainya fase vegetatif yang ditandai sejak pembungaan sampai polong matang. Tahapan fase generatif tanaman kedelai yaitu R_1 (reproduktif awal), R_2 (fase berbunga penuh), R_3 (reproduktif mulai berpolong), R_4 (fase berpolong penuh), R_5 (fase pembentukan polong), R_6 (fase biji penuh), R_7 (mulai matang), dan R_8 (matang penuh) (Tabel 2).

2.2 Viabilitas Benih

Menurut Sadjad (1993), viabilitas benih adalah daya hidup benih yang dapat ditunjukkan oleh hilangnya viabilitas benih. Pitojo (2003) juga menjelaskan bahwa viabilitas benih adalah daya hidup suatu benih yang dapat dilihat dari pertumbuhannya, gejala metabolisme, kinerja kromosom atau garis viabilitas; sedangkan viabilitas potensial adalah parameter viabilitas dari suatu lot benih yang menunjukkan kemampuan benih menumbuhkan tanaman normal pada kondisi lapang yang optimum. Viabilitas benih dipakai untuk mengetahui kemampuan tumbuh normal dalam kondisi optimal dan sub optimal. Pengujian viabilitas benih yang sering dilakukan adalah dengan mengecambahkan benih kemudian dihitung daya kecambahnya (Subantoro dan Rossi, 2013). Viabilitas benih diketahui melalui uji viabilitas benih. Periode dalam pengujian ini terbagi menjadi dua, panjang dan singkat (Al-Hammad dan Al-Ammari, 2017). Metode sederhana untuk menguji benih masih viabel atau tidak adalah dengan cara memasukkan benih ke dalam air, bila benih terapung maka, benih itu sudah tidak viabel (Mandim *et al.*, 2020).

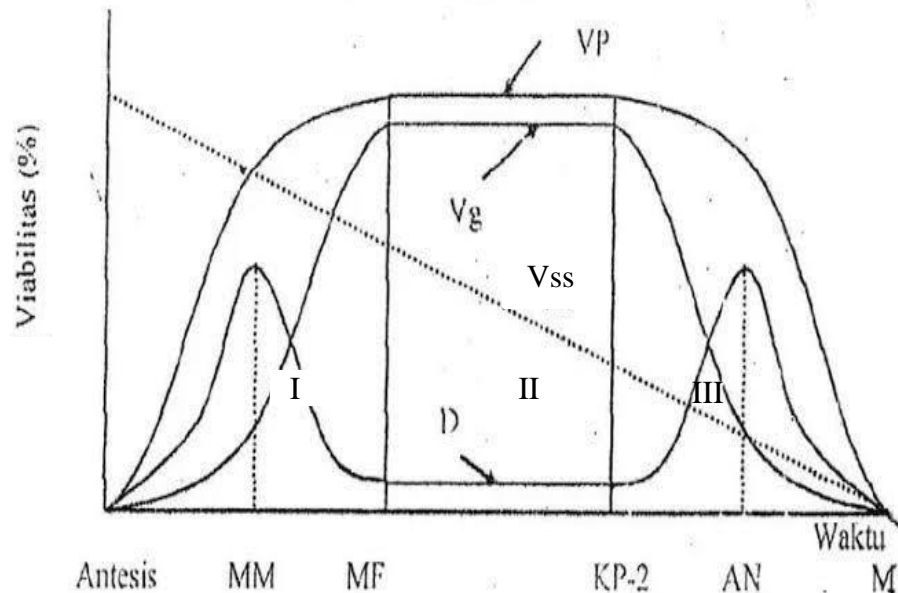
Viabilitas benih dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan nutrisi benih itu sendiri. Faktor lingkungan lebih mempengaruhi viabilitas benih daripada kondisi nutrisi benih. Faktor lingkungan yang mempengaruhi viabilitas benih diantaranya suhu, kelembaban, dan bahan kemasan. Faktor-faktor ini mempengaruhi viabilitas

benih pada daya berkecambah dan laju respirasi pada benih. Suhu yang tinggi meningkatkan laju respirasi benih dan viabilitas benih akan menurun (Ochandio *et al.*, 2017).

Daya simpan adalah kemampuan benih memperlambat turunnya nilai viabilitas sampai batas minimal tertentu selama dalam penyimpanan. Daya simpan adalah periode waktu yang digunakan atau dihabiskan oleh suatu lot benih untuk proses penurunan viabilitas tinggi ke viabilitas rendah tertentu dalam suatu kondisi penyimpanan tertentu. Benih dengan status viabilitas awal periode II memiliki daya simpan lebih tinggi daripada benih dengan status viabilitas pertengahan periode II, atau bahkan menjelang akhir periode II. Daya simpan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan simpan, terutama kelembaban nisbi (RH) dan suhu ruang simpan (Pramono, 2011). Wang *et al.* (2010) menyatakan bahwa daya simpan benih dipengaruhi oleh kadar air benih. Kadar air yang optimal dan sesuai, mampu menjaga benih untuk tetap viabel selama periode penyimpanan. Menurut Boadu dan Siaw (2019), hal lain yang mempengaruhi daya simpan benih ialah periode simpan. Semakin lama benih disimpan, maka semakin turun viabilitasnya bila tidak dilakukan suatu upaya penjagaan viabilitas benih itu sendiri. Brits *et al.* (2015) menyatakan bahwa viabilitas benih tanaman bunga *Leucospermum cordifolium* akan menurun setelah disimpan selama satu tahun, dan akan mendekati kematian benih setelah empat tahun.

Konsep periodisasi viabilitas benih menjelaskan hubungan antara viabilitas dan periode hidup benih. Periode hidup benih ada tiga bagian yaitu periode I, II, dan III. Periode I merupakan penumpukan energi (*energy deposit*), yaitu periode pertumbuhan dan perkembangan benih sejak awal (antesis) hingga memasuki masak fisiologis. Periode II merupakan penambatan benih atau penggunaan energi (*energy transit*), yaitu penjagaan viabilitas benih semasa periode ini. Saat akhir periode II (periode kritis) disebut kritis periode dua (KP-2) yaitu batas periode simpan benih. Vigor dan viabilitas potensial benih akan menurun pada periode ini, yang menurunkan kemampuan benih untuk tumbuh dan berkembang.

Benih selanjutnya memasuki periode III yang ditunjukkan benih mundur dan kehilangan daya simpan benih (Gambar 1).



Gambar 1. Konsep periodisasi viabilitas benih Steinbauer-Sadjad (Sadjad, 1993).

Keterangan: Vp = viabilitas potensial, Vg = vigor, Vss = viabilitas sesungguhnya, D = delta atau selisih antara nilai Vp dan Vg, MM = masak morfologi, MF = masak fisiologi, KP-2 = kritikal periode II, AN = anomali, dan M = mati.

Faktor-faktor penyebab kemunduran benih dibagi menjadi dua yaitu internal dan eksternal. Faktor-faktor tersebut saling berinteraksi dan mempengaruhi mutu benih. Kemunduran mutu benih selama penyimpanan baik faktor internal maupun eksternal ditandai dengan perkecambahan dan vigor yang rendah. Benih yang mengalami kemunduran ditandai dengan menurunnya daya berkecambah, warna benih menjadi kusam, menurunnya toleransi terhadap kondisi lingkungan simpan yang kurang sesuai, tertundanya perkecambahan, peka terhadap radiasi, dan meningkatnya jumlah kecambah abnormal (Yuniarti *et al.*, 2013).

2.3 Kemunduran Benih selama Periode Simpan

Kemunduran benih atau deteriorasi merupakan istilah yang menggambarkan penurunan mutu suatu benih selama masa penyimpanan sebelum digunakan pada masa tanam berikutnya. Kemunduran benih mengakibatkan penurunan vigor dan viabilitas benih yang merupakan awal kegagalan dalam usaha tani (Utami, 2013). Kemunduran benih dapat terjadi secara biokimia dan fisiologis. Kemunduran biokimia dapat diindikasikan dengan penurunan aktivitas enzim, meningkatkan konduktivitas, dan menurunnya jumlah cadangan makanan. Kemunduran fisiologis dapat diindikasikan dengan penurunan daya berkecambah dan vigor benih (Tatipata *et al.*, 2004).

Faktor internal

1. Komposisi kimia benih

Kandungan dari 100 g benih kedelai yaitu protein 34,9 g; kalori 331 kal; lemak 18,1 g; hidrat arang 34,8 g; kalsium 227 mg; fosfor 585 mg; besi 8 mg; Vitamin A 110 SSI; Vitamin B1 1,07 mg; dan air 7,5 g (Andyanie, 2016). Kandungan lemak yang tinggi menyebabkan benih cepat mengalami kerusakan. Tingginya kadar lemak pada benih merupakan indikasi terjadinya laju respirasi tinggi yang menyebabkan benih cepat kehilangan energi untuk perkecambahan. Protein sebagai kadar tertinggi dalam komposisi benih kedelai juga membuat benih kedelai menjadi higroskopis atau kuat menyerap air sehingga kadar air dan kelembaban udara naik yang menyebabkan tingginya laju respirasi dan kemunduran bila disimpan pada kondisi yang tidak optimum (Agrawal dan Siddiqui, 1973). Hal tersebut menyebabkan benih kedelai memiliki masa simpan yang pendek, sehingga harus disimpan pada kondisi yang aman untuk menekan laju kemunduran.

2. Viabilitas awal benih

Viabilitas awal benih sebelum disimpan harus semaksimal mungkin untuk mengurangi resiko penurunan mutu benih setelah penyimpanan, agar benih dapat disimpan pada penyimpanan jangka panjang dan mampu berkecambah secara maksimal pada periode tanam berikutnya. Benih yang disimpan dengan viabilitas awal yang tinggi terbukti lebih tahan terhadap kondisi lingkungan suboptimum seperti suhu dan kelembaban udara yang tidak sesuai. Benih-benih dengan viabilitas awal yang tinggi lebih tahan terhadap kelembaban serta suhu tempat penyimpanan yang kurang baik dibandingkan dengan benih-benih yang memiliki viabilitas awal yang rendah (Tatipata *et al.*, 2004). Viabilitas awal benih yang tinggi tentunya harus didukung dengan penyimpanan yang aman untuk mengurangi penurunan viabilitas selama penyimpanan.

3. Kadar air benih

Kadar air adalah jumlah air yang terkandung dalam benih. Kadar air yang tidak optimum meningkatkan resiko kemunduran benih. Kadar air aman benih kedelai sebelum penyimpanan yaitu kurang dari 10% agar dapat disimpan lama (Lesilolo *et al.*, 2012). Benih kedelai memiliki masa simpan yang pendek, sehingga kadar air perlu dijaga. Kadar air benih tinggi akan berhubungan erat dengan kelembaban udara yang meningkat, sehingga memicu tingginya laju respirasi. Hal tersebut mendukung perlunya penjaan kadar air benih selama penyimpanan agar tetap aman. Menurut Copeland dan McDonald (2001), kondisi simpan yang aman bila terjadi keseimbangan antara kadar air benih 8-14% dan kelembaban udara 55-75% pada suhu konstan 25 °C. Kadar air benih harus dikurangi dan dijaga untuk menurunkan laju kemunduran benih. Menurut teori Harrington dalam Copeland and McDonald (2001), setiap 1% penurunan kadar air meningkatkan masa hidup dua kali. Kondisi penyimpanan tertutup mencegah fluktuasi udara yang tinggi, bila kadar air dan kelembaban udara lebih aman maka, laju respirasi dan kemunduran benih rendah.

Faktor eksternal

1. Kandungan gas O₂

Proses respirasi sangat berhubungan dengan peran oksigen. Respirasi terjadi dalam pertumbuhan tanaman dan perkecambahan benih pada saat penyimpanan. Peran oksigen dalam respirasi tanaman yaitu untuk melakukan proses oksidasi dan reduksi yang dijumpai pada semua sel hidup. Proses ini menghasilkan senyawa dan melepaskan energi yang sebagian digunakan untuk berbagai proses hidup tanaman dan benih. Oksigen membantu metabolisme sel dan penyerapan nutrisi oleh akar tanaman, sehingga dapat tumbuh dengan cepat. Oksigen juga digunakan untuk sintesis asam organik. Peran oksigen pada respirasi benih saat penyimpanan yaitu mengoksidasi cadangan makanan seperti karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin (Koryati *et al.*, 2021). Proses tersebut menyebabkan benih mengalami kemunduran karena cadangan makanan yang sudah digunakan saat penyimpan (Justice dan Bass, 2002). Kadar O₂ yang meningkat menyebabkan respirasi ikut meningkat. Menurut Kartasapoetra (2003), benih yang disimpan pada lingkungan berkadar oksigen dan karbondioksida sesuai akan memiliki umur simpan yang panjang. Pada penyimpanan tertutup, kandungan O₂ terbatas dan suhu yang menjadi konstan, disukung dengan kadar air dan kelembaban udara yang aman membuat pernafasan benih berlangsung lambat menekan laju respirasi dan kemunduran benih.

2. Suhu ruang simpan

Suhu berperan penting dalam respirasi benih. Suhu pada penyimpanan benih dipengaruhi oleh dua kondisi yaitu penyimpanan terbuka dan tertutup. Penyimpanan terbuka tergantung dengan suhu kamar yang dapat berfluktuasi menjadi tinggi dan rendah akibat udara sekitar. Suhu rendah membuat penyimpanan aman sehingga dapat mempertahankan viabilitas benih, sedangkan suhu tinggi dapat mengakibatkan kemunduran benih karena laju respirasi berjalan

cepat dibandingkan dengan suhu rendah, sehingga kemunduran benih semakin meningkat akibat terjadinya penguapan zat cair dari dalam benih (Purwanti, 2004). Semakin tinggi suhu penyimpanan benih, maka semakin cepat laju kemunduran benih, sehingga masa simpan semakin pendek juga sebaliknya (Kuswanto, 2003). Penyimpanan tertutup membuat suhu dalam penyimpanan tetap konstan bila kondisi faktor lainnya aman, tetapi pada kondisi tidak aman dibutuhkan desikan. Desikan menyerap kelebihan uap air terutama pada kondisi penyimpanan yang dibuka tutup agar kadar air dan kelembaban kembali aman sehingga benih dapat disimpan lama. Suhu konstan (25°C) di wadah simpan tertutup akan membentuk kurva kesetimbangan antara kadar air dan kelembaban udara sehingga dapat mencegah peningkatan laju respirasi dan kemunduran benih.

3. Kelembaban relatif udara ruang simpan

Kelembaban relatif udara berkaitan dengan jumlah uap air di penyimpanan benih. Kelembaban udara dipengaruhi oleh dua kondisi yaitu penyimpanan terbuka dan tertutup. Penyimpanan terbuka membuat kondisi lingkungan tidak terkontrol sehingga kelembaban udara berfluktuasi. Kelembaban udara tinggi menunjukkan uap air yang tinggi. Jumlah uap air tinggi meningkatkan kelembaban udara, sehingga kadar air dan kemunduran benih meningkat (Staden *et al.*, 1975). Benih bersifat higroskopis yang selalu melakukan kesetimbangan dengan lingkungan di sekitar benih sehingga pada kelembaban udara tinggi, uap air masuk ke dalam benih yang mengakibatkan peningkatan kadar air sehingga laju kemunduran benih juga meningkat. Penyimpanan benih pada kelembaban tinggi (45-70%) dapat menurunkan viabilitas benih kedelai dan meningkatkan kadar air pada penyimpanan delapan bulan (Rahajeng dan Hapsari, 2016). Kelembaban udara yang rendah menunjukkan uap air rendah sehingga kadar air benih aman dan laju kemunduran rendah. Penyimpanan tertutup membuat kondisi lingkungan terkontrol sehingga kelembaban udara tetap konstan bila faktor dalam dan luar lainnya aman. Kondisi faktor dalam dan luar yang tidak aman maka dibutuhkan desikan untuk mencegah fluktuasi uap air terutama pada penyimpanan yang dibuka tutup agar kembali aman sehingga dapat membentuk kurva keseimbangan

antara kadar air dan kelembaban udara agar benih dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama.

2.4 Zat Pengereng Udara

Zat pengereng udara atau desikan adalah suatu bahan yang mampu mengikat partikel-partikel air pada ruangan, sehingga mampu menjaga kelembaban dan kadar air ruangan. Bahan yang tergolong desikan antara lain abu gosok, beras, *silica gel*, *unslaked lime*, *charcoal*, dan kapur tohor (Nurisma, 2015).

Viabilitas benih dipengaruhi oleh kelembaban bila diberikan perlakuan zat pengereng udara ini akan menjaga viabilitas benih (Lesilolo *et al.*, 2012).

Bahan desikan yang perubahan fisiknya menunjukkan masih berefektivitas tinggi atau tidak yaitu *silica gel* dan kapur tohor. *Silica gel* yang sudah tidak efektif menyerap air akan berubah warna menjadi merah muda, sedangkan kapur tohor akan berubah bentuk menjadi serbuk sehingga dapat dikontrol efektivitasnya berdasarkan perubahan fisik tersebut. Harga kapur tohor yang lebih terjangkau dan mudah dicari membuat bahan ini digunakan untuk berbagai penelitian.

Kapur alamiah ($\text{Ca}(\text{CO}_3)$) tidak mudah dibakar, tetapi pembakaran pada suhu tinggi ($900\text{ }^\circ\text{C}$) dapat menghasilkan kapur tohor (CaO) berwarna putih keabuan dan berbentuk bongkahan. Kapur tohor merupakan oksida yang bersifat basa, menghasilkan cahaya terang ketika dibakar pada suhu tinggi, dan menghasilkan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH}_2)$) setelah bereaksi dengan air.

Perubahan fisik ini menghasilkan perubahan bentuk kapur yang dari bongkahan menjadi serbuk. Sifat fisik kapur tohor yaitu berbentuk padatan dan menjadi serbuk ketika mengikat air secara perlahan, larut dalam air panas ketika disiram langsung, serta memiliki titik leleh dan didih yang tinggi (Aziz, 2010). Penelitian Pramono (2011) menunjukkan bahwa kapur tohor mampu menjaga dan mempertahankan viabilitas benih. Efektivitas kapur tohor dalam menjaga dan mempertahankan benih karena kemampuannya untuk menjaga kadar air benih. Benih dengan periode simpan sembilan bulan

yang tidak diberi perlakuan kapur tohor viabilitasnya menurun jauh dibandingkan dengan yang diberi kapur tohor. Kapur tohor berbentuk bongkahan yang berubah bentuk menjadi serbuk setelah jenuh menyerap uap air. Efektivitas penyerapan uap air oleh kapur tohor dapat dijaga dengan penentuan waktu pergantian yang tepat, sehingga kapur terus bisa menyerap uap air dan menjaga kadar air selama penyimpanan. Penyimpanan dengan kapur tohor berfungsi untuk menjaga kondisi lingkungan tetap aman, terutama pada penyimpanan dibuka tutup. Udara yang masuk saat wadah simpan dibuka akan diserap oleh kapur tohor, sehingga uap air dan kelembaban wadah simpan stabil kembali.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari Juli sampai dengan Nopember 2021.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah benih kedelai Varietas Dega-1, kapur tohor, aquades, air, substrat kertas merang, kertas HVS, karet gelang, kantong kertas, plastik polietilen, dan kertas label.

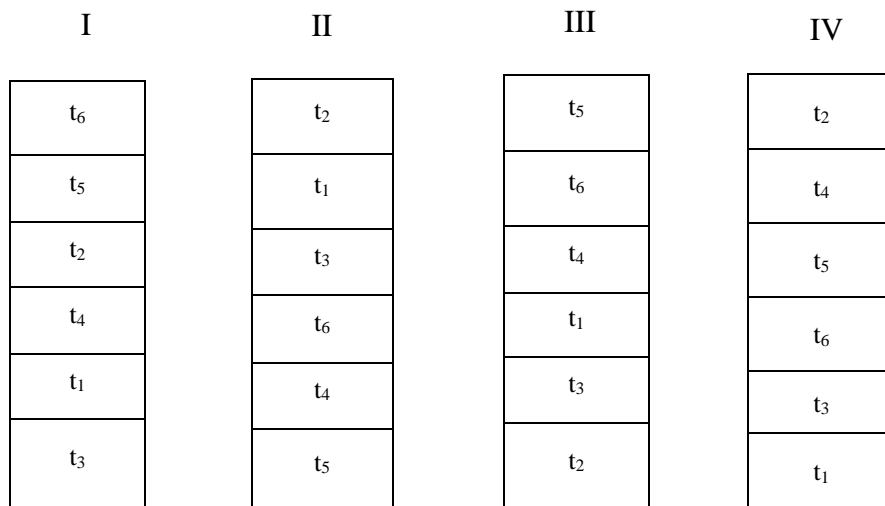
Alat-alat yang digunakan adalah timbangan elektrik, alat pengecambah benih (APB) IPB 73-2A/B, alat pengempa kertas, kotak penyimpanan plastik, kawat, *conductivity meter*, oven, penggaris, gelas plastik, gunting, nampan, mangkuk aluminium foil, *hygrometer*, dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan faktor tunggal terstruktur berupa waktu pergantian kapur tohor yang terdiri dari lima hari (t_1), sepuluh hari (t_2), lima belas hari (t_3), dua puluh hari (t_4), dua puluh lima hari (t_5) dan tiga puluh hari (t_6). Proporsi kapur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 37,5 g/500 g benih dalam volume wadah simpan 2.400 ml. Perlakuan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) sebanyak empat ulangan, sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Homogenitas ragam perlakuan diuji dengan Uji Bartlett dan aditivitas data diuji

dengan Uji Tukey bila asumsi ragam terpenuhi, pemisahan nilai tengah perlakuan dilakukan dengan uji perbandingan polinomial pada taraf 5% (Tabel 3).

Tata letak percobaan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tata letak percobaan.

Keterangan: I, II, III, dan IV = Kelompok

t ₁ = Lima hari	t ₄ = Dua puluh hari
t ₂ = Sepuluh hari	t ₅ = Dua puluh lima hari
t ₃ = Lima belas hari	t ₆ = Tiga puluh hari

Tabel 3. Koefisien perbandingan polinomial benih kedelai penyimpanan empat bulan

Perbandingan perlakuan	Waktu pergantian kaput tohor (hari)					
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆
p ₁ : waktu-linier	-5	-3	-1	1	3	5
p ₂ : waktu-kuadratik	5	-1	-4	-4	-1	5

Keterangan: t ₁ = Lima hari	t ₄ = Dua puluh hari
t ₂ = Sepuluh hari	t ₅ = Dua puluh lima hari
t ₃ = Lima belas hari	t ₆ = Tiga puluh hari

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Persiapan benih

Benih yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai Varietas Dega-1. Benih diperoleh dari produsen benih Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lembang, Bandung Jawa Barat yang dipanen pada 22 Mei 2021. Benih yang digunakan telah diuji laboratorium kemudian disimpan dalam ruangan pada suhu 22 °C dengan bahan kemasan plastik HDPE dan dilapisi karung plastik. Penelitian kemudian dilanjutkan dengan penyimpanan dalam wadah plastik kedap udara volume 2.400 ml yang dilakukan pada 24 satuan percobaan. Kapur tohor dengan proporsi 37,5 g/100 g benih sebelumnya ditimbang dengan timbangan elektrik dan diletakkan di dasar wadah simpan plastik. Kawat pembatas ukuran 20 x 10 cm dengan luas kotakan kawat 1 x 1 cm diletakkan di atas kapur tohor. Benih kedelai yang dikemas plastik polietilen ukuran 1 kg diletakkan di atas kawat pembatas (Gambar 3). Suhu dan kelembaban wadah simpan semua perlakuan diukur setiap hari pukul 10.00 WIB selama empat bulan dengan *hygrometer* tipe HTC-1. Suhu dan kelembaban wadah simpan selama penyimpanan empat bulan yaitu $t_1 = 26,2$ °C dan 36%; $t_2 = 26,5$ °C dan 36%; $t_3 = 26,8$ °C dan 36%; $t_4 = 27,1$ °C dan 37%; $t_5 = 27,3$ °C dan 37%; serta $t_6 = 27,6$ °C dan 37%. Pengujian awal dilakukan sebelum benih memasuki masa simpan yang diberi perlakuan. Kadar air awal (7,5%) didapatkan dari metode langsung yaitu pengeringan 25 butir benih kedelai dengan oven tipe *Memmert* selama 24 jam sampai bobot kering konstan dan daya berkecambah (94%) didapatkan dari uji kecepatan perkecambahan (UKP) dengan mengecambahkan 100 butir benih kedelai pada empat gulungan substrat kertas merang yang diletakkan pada alat pengecambah benih tipe IPB 73-2A.

Persiapan kapur tohor

Kapur tohor yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti anjuran Schmidt (2002), 7,5 g kapur tohor/100 g benih oleh karena itu pada penelitian ini jumlah tersebut dikali lima sehingga digunakan 37,5 g/500 g benih kedelai dan diletakkan di bagian bawah wadah plastik kedap udara yang berisi benih dalam kemasan plastik polietilen. Waktu pergantian kapur tohor dilakukan pada setiap 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 hari.

Persiapan wadah simpan

Wadah simpan benih yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah plastik ukuran 2.400 ml berwarna bening dan oranye. Kelompok I dan II diletakkan pada wadah plastik berwarna bening; sedangkan kelompok III dan IV diletakkan pada wadah plastik berwarna oranye. Wadah plastik diisi kapur tohor, kawat pembatas, dan benih yang dikemas plastik polietilen. Kotak plastik diletakkan dalam ruang simpan pada suhu 33-35 °C selama empat bulan.



Gambar 3. Wadah plastik kedap udara.

Penyimpanan

Benih yang sudah dikemas plastik polietilen diletakkan dalam wadah plastik kedap udara yang di bagian bawahnya diletakkan 37,5 g kapur tohor/500 g benih dalam volume wadah simpan plastik 2.400 ml. Pengamatan suhu dan kelembaban

dilakukan dengan alat *hygrometer* tipe HTC-1 setiap pagi hari selama penyimpanan empat bulan per perlakuan. Kondisi suhu dan kelembaban wadah $t_1 = 26,2$ °C dan 36%; $t_2 = 26,5$ °C dan 36%; $t_3 = 26,8$ °C dan 36%; $t_4 = 27,1$ °C dan 37%; $t_5 = 27,3$ °C dan 37%; serta $t_6 = 27,6$ °C dan 37% selama penyimpanan empat bulan (Tabel 60-63, Lampiran). Pengujian sesuai variabel pengamatan dilakukan setiap awal bulan. Penyimpanan dilakukan dari Juli sampai Nopember 2021.

Pengecambahan benih

Pengecambahan benih dilakukan dengan dua tipe pengujian yaitu uji kecepatan perkecambahan (UKP) dan uji keserempakan perkecambahan (UKsP). Uji kecepatan perkecambahan dilakukan dengan metode UKDdp (uji kertas digulung kemudian dilapisi plastik). Kertas substrat merang ukuran 32 x 23 cm direndam dengan air dalam nampan dan dikempa dengan alat pengempa kertas hingga kondisi lembab. Kertas substrat merang tersebut diletakkan di selebar plastik bening ukuran 35 x 25 cm yang sudah diberi label tanda yang berisikan nama perlakuan, tanggal pengujian, dan ulangan. Benih dikecambahkan di atas kertas substrat merang sebanyak 25 butir benih yang disusun secara silang dan ditutup kertas substrat merang lembab lainnya. Materi pengujian digulung ke arah panjang kertas substrat dan diletakkan dalam alat pengecambah benih tipe IPB 73-2A. Gulungan didirikan dengan posisi vertikal dan diulang sebanyak empat kali, sehingga terdapat 100 butir benih setiap perlakuan. Jumlah benih yang digunakan pada uji kecepatan perkecambahan adalah 2.400 butir benih untuk 24 satuan percobaan.

Uji kecepatan perkecambahan menghasilkan variabel daya berkecambah dan kecepatan perkecambahan. Daya berkecambah didapatkan dari pengamatan jumlah kecambah normal pada 3 x 24 jam setelah tanam dan 5 x 24 jam setelah tanam pada setiap perlakuan. Kecepatan perkecambahan didapatkan dari pengamatan kecambah normal per etmal mulai dari 2 x 24 jam setelah tanam hingga 5 x 24 jam setelah tanam pada setiap perlakuan. Metode uji keserempakan

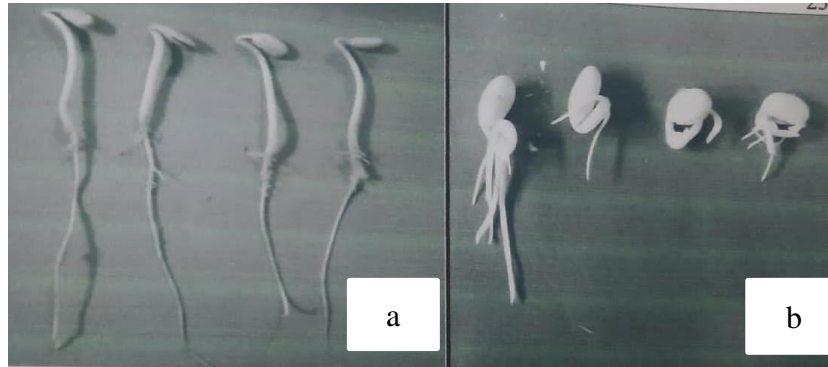
perkecambahan (UKsP) sama dengan uji kecepatan perkecambahan. Uji keserempakan perkecambahan menghasilkan variabel potensi tumbuh maksimum, kecambah normal kuat, panjang hipokotil, dan bobot kering kecambah normal. Potensi tumbuh maksimum didapatkan dari pengamatan jumlah kecambah normal dan abnormal pada 4 x 24 jam setelah tanam dari setiap perlakuan. Kecambah normal kuat didapatkan dari pengamatan jumlah kecambah yang berkecambah normal kuat pada 5 x 24 jam setelah tanam dari setiap perlakuan. Panjang hipokotil didapatkan dari pengukuran dua puluh sampel kecambah normal dengan penggaris mulai dari pangkal hipokotil sampai kotiledon pada 5 x 24 jam setelah tanam. Bobot kering kecambah normal didapatkan dari pengeringan dua puluh sampel kecambah normal yang digunakan pada pengukuran panjang hipokotil. Kotiledon dari kecambah normal dipisahkan, dimasukkan dalam kantong kertas, dan dikeringkan dengan oven tipe *Memmert* selama 3 x 24 jam pada suhu 80 °C sampai bobot kering kecambah konstan (ISTA, 2010).

3.5 Variabel Pengamatan

1. Daya berkecambah (DB)

Daya berkecambah benih dihitung dari uji kecepatan perkecambahan yang metodenya sudah dijelaskan pada pelaksanaan pengecambahan benih. Kriteria kecambah normal menurut Sutopo (2010) yaitu memiliki perkembangan sistem perakaran yang baik terutama akar primer dan tanaman yang normal menghasilkan akar seminal maka akar tidak boleh kurang dari dua, perkembangan hipokotil baik dan sempurna tanpa ada kerusakan pada jaringannya, pertumbuhan plumula sempurna dengan daun hijau dan tumbuh baik, di dalam atau muncul dari koleoptil atau pertumbuhan epikotil yang sempurna dengan kuncup normal, dan kecambah memiliki satu kotiledon dari monokotil dan dua bagi dikotil. Kriteria kecambah abnormal yaitu kecambah yang rusak, tanpa kotiledon, embrio pecah, kecambah yang bentuk cacat, perkembangannya lemah, plumula yang terputar, bagian hipokotil, epikotil, dan kotiledon membengkok, akar primer yang pendek,

kecambah yang lunak, koleoptil yang pecah atau tidak mempunyai daun, dan kecambah yang kerdil (Gambar 4). Satuan daya berkecambah yaitu persen (%).



Gambar 4. Kecambah normal (a) dan kecambah abnormal (b) setiap pengamatan 1, 2, 3, dan 4 bulan.

Persentase daya berkecambah benih dihitung dengan rumus:

$$DB = \frac{\Sigma \text{kecambah normal 3 HST} + \Sigma \text{kecambah normal 5 HST}}{100 \text{ Benih}} \times 100\%$$

2. Potensi tumbuh maksimum

Persentase potensi tumbuh maksimum benih didapatkan dari uji keserempakan perkecambahan yang metodenya sudah dijelaskan pada pelaksanaan pengecambahan benih. Potensi tumbuh maksimum dinyatakan dalam satuan persen (%).

Persentase potensi tumbuh maksimum benih dihitung dengan rumus:

$$PTM = \frac{\Sigma \text{Kecambah Normal} + \text{Kecambah Abnormal}}{100 \text{ Benih}} \times 100\%$$

3. Kecepatan perkecambahan

Kecepatan perkecambahan diperoleh dari uji kecepatan perkecambahan yang sudah dijelaskan pada pelaksanaan pengecambahan benih. Satuan kecepatan perkecambahan yaitu %/hari. Kecepatan tumbuh benih dihitung dengan rumus:

$$KP = \sum_{t=2}^{t=5} \frac{\Delta KN}{t}$$

Keterangan: KP = Kecepatan perkecambahan (%/hari)
 ΔKN = Persen selisih kecambah normal (%)
 t = Jumlah hari sejak penanaman benih hingga hari pengamatan ke-t (2, 3, 4, dan 5)

4. Kecambah normal kuat

Kecambah normal kuat diperoleh dari uji keserempakan perkecambahan yang metodenya sudah dijelaskan pada pelaksanaan pengecambahan benih. Hasil penelitian pendahuluan yang menunjukkan kriteria kecambah normal kuat yaitu panjang kecambah lebih dari 2 cm, hipokotil tumbuh baik dan tegak. Kecambah normal kuat dinyatakan dalam satuan persen (%). Persentase kecambah normal kuat dihitung dari seluruh benih yang ditanam pada hari ke-5.

5. Panjang hipokotil kecambah normal

Panjang hipokotil kecambah normal diperoleh dari uji keserempakan perkecambahan dari 20 sampel kecambah normal yang diambil secara acak. Pengukuran dilakukan dengan penggaris mulai dari pangkal hipokotil sampai kotiledon. Hasil pengukuran yang diperoleh kemudian dirata-ratakan dan dicatat dalam satuan sentimeter (cm).

6. Bobot kering kecambah normal

Bobot kering kecambah normal diukur dari kecambah normal pada uji keserempakan berkecambah benih hari ke-5. Bobot kering kecambah normal adalah rata-rata bobot kering kecambah normal dari 20 sampel kecambah pada masing-masing ulangan. Kotiledon dari kecambah normal dipisahkan. Kecambah kemudian dimasukkan dalam kantong kertas dan dikeringkan dengan oven tipe *Memmert* selama 3 x 24 jam pada suhu 80 °C sampai bobot kering kecambah normal konstan. Kecambah yang sudah dikeringkan dan ditimbang dengan neraca analitik tipe *Ohaus*. Bobot kering kecambah normal dinyatakan dalam satuan miligram (mg). Persentase bobot kering kecambah normal dihitung dengan rumus:

$$\text{BKKN} = \frac{\text{Bobot kering kecambah normal}}{20 \text{ sampel kecambah normal}}$$

7. Kadar air benih

Pengujian kadar air benih dilakukan untuk mengetahui kandungan air dalam benih sebelum dan selama penyimpanan. Pengujian kadar air dilakukan setiap awal bulan selama masa simpan. Benih dikeringkan secara langsung dengan oven tipe *Memmert* selama 24 jam pada suhu 105 °C. Pengujian diawali dengan wadah mangkuk alumunium foil ditimbang dan ditare dengan timbangan elektrik. Benih kedelai sebanyak 25 butir diletakkan dalam wadah dan ditimbang lalu dicatat sebagai bobot basah. Benih beserta wadahnya kemudian dikeringkan dengan oven. Bobot sampel akhir didapatkan dari benih yang sudah dikeringkan sampai bobot kering konstan dan dikeluarkan dari oven lalu ditimbang. Satuan kadar air benih yaitu persen (%). Persentase nilai kadar air benih dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air benih} = \frac{\text{Bobot sampel basah} - \text{Bobot sampel kering konstan}}{\text{Bobot sampel kering konstan}}$$

8. Daya hantar listrik benih

Daya hantar listrik benih dilakukan untuk mengetahui tingkat kebocoran benih. Pengujian dilakukan dengan alat *conductivitymeter* CT-3031. Konduktivitas sampel (X) adalah nilai daya hantar listrik air rendaman benih yang terbaca pada alat *Conductivitymeter* (ISTA, 2010). Benih kedelai yang digunakan untuk setiap satuan percobaan dalam pengujian ini sebanyak 25 butir dengan bobot 3-4 g yang sebelumnya sudah ditimbang menggunakan timbangan elektrik. Benih dimasukkan dalam gelas plastik dan direndam aquades sebanyak 120 ml. Gelas plastik tersebut kemudian dидiamkan selama 24 jam yang ditutup kertas. Perendaman benih dengan aquades dilakukan karena merupakan air bebas ion. Pengujian juga dilakukan pada larutan blanko (tanpa benih kedelai) sebagai pembandingan. Nilai konduktivitas akan terbaca dengan satuan mS/cm g. Rumus pengujian daya hantar listrik adalah

$$\text{DHL} = \frac{\text{Konduktivitas sampel} - \text{Blanko (mS/cm)}}{\text{Bobot benih (g)}}$$

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Waktu pergantian kapur tohor setiap 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 hari dengan proporsi kapur 37,5 g/500 g benih dalam volume wadah simpan plastik 2.400 ml menghasilkan viabilitas benih tidak berbeda pada penyimpanan empat bulan. Viabilitas benih tinggi didukung daya berkecambah 91,19%; potensi tumbuh maksimum 98,44%; kecepatan perkecambahan 24,02%/hari; kecambah normal kuat 80,50%; panjang hipokotil 9,03 cm; bobot kering kecambah normal 38,70 mg yang tinggi, sedangkan kadar air 7,42% dan daya hantar listrik 0,19 mS/cm yang rendah.

5.2 Saran

Perlakuan kontrol perlu ditambahkan pada penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh viabilitas benih tanpa pergantian kapur tohor, lama simpan diperpanjang menjadi lebih dari empat bulan, dan jarak pergantian kapur diperpanjang setelah rentang waktu lebih dari 30 hari seperti pada setiap 30, 40, 50, 60 hari dengan tetap memperhatikan kadar air (7,42%), suhu, dan kelembaban selama penyimpanan empat bulan ($t_1 = 26,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan 36%; $t_2 = 26,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan 36%; $t_3 = 26,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan 36%; $t_4 = 27,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan 37%; $t_5 = 27,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan 37%; serta $t_6 = 27,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan 37%). Pengamatan dan pencatatan perubahan fisik perlu dilakukan seperti warna kapur dan bentuk bongkahan atau serbuk pada setiap pengamatan viabilitas benih.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, H.L. 2020. Studi bahan kemasan dalam mempertahankan viabilitas benih kedelai (*Glycine max* L.) selama periode simpan empat bulan di kondisi ruang dengan zat pengering udara. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 96 hlm.
- Agrawal, P.K. dan Siddiqui. 1973. Influence of Storage Temperature and Seed Moisture on Germination, Free Fatty Acid Content and Leaching of Sugar of Soybean Seed during Storage. *Seed Science Research*. 1(1): 75-82.
- Al-Hammad, B.S. dan Al-Ammari. 2017. Seed Viability of Five Wild Saudi Arabian Species by Germination and X-Ray Tests. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 24(6): 1424-1429.
- Andayanie, W.R. 2016. *Pengembangan Produksi Kedelai sebagai Upaya Kemandirian Pangan*. Mitra Wacana Media. Jakarta. 169 hlm.
- Aziz, M. 2010. Batu Kapur dan Peningkatan, Nilai Tambah serta Spesifikasi untuk Industri. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*. 6(3): 116-131.
- Badan Pusat Statistik. 2007. Impor Kedelai Indonesia. <http://www.bps.go.id/>[21 Nopember 2020].
- Boadu, K.B. dan Siaw, D.E.K.A. 2019. The Effect of Storage Period on the Viability of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum Seeds. *Scientific African*. 5(e00127): 1-8.
- Brits, G.J., Brown, N.A.C., dan Staden, J.V. 2015. Effects of Storage under Low Temperature, Room Temperature and in The Soil on Viability and Vigour of *Leucospermum Cordifolium* (Proteaceae) Seeds. *South Africal Journal of Botany*. 97(1): 1-8.
- Copeland, O. dan McDonald, M.B. 2001. *Principles of Seed Science and Technology*. 4th edition. Kluwer Academic Publishers. London. 481 pp.

- Dewi, T.K. 2015. Pengaruh Kombinasi Kadar Air Benih dan Lama Penyimpanan terhadap Viabilitas dan Sifat Fisik Benih Padi Sawah Kultivar Ciherang. *Jurnal Agrotektan*. 2(1): 53-61.
- Dinarto, W. 2010. Pengaruh Kadar Air dan Wadah Simpan terhadap Viabilitas Benih Kacang Hijau dan Populasi Hama Kumbang Bubuk Kacang Hijau *Callosobruchus Cinensis* L. *Jurnal Agri Sains*. 1(1): 68-78.
- Harnowo, D. 2006. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu benih. Materi pelatihan penangkar benih kedelai jagung dan ubi kayu. Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Yogyakarta. Yogyakarta. 19 hlm.
- ISTA. 2010. *International Rules for Seed Testing*. ISTA: Switzerland. 464 pp.
- Justice, O.L. dan Bass, L.N. 2002. *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih (Terjemahan R. Roesli)*. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 273 hlm.
- Kartasapoetra, A.G. 2003. *Teknologi Benih (Pengolahan Benih dan Tuntunan Praktikum)*. PT Rineka Cipta. Jakarta. 187 hlm.
- Koryati, T., Purba, D.W., Surjaningsih, D.R., Herawati, J., Sagala, D., Purba, S.R., Khairani, M., Amartani, K., Sutrisno, E., Panggabean, N.H., Erdiandini, I., dan Aldya, R.F. 2021. *Fisiologi Tumbuhan*. Yayasan Kita Menulis. Jakarta. 204 hlm.
- Kuswanto, H. 2003. *Teknologi Pemrosesan, Pengemasan, dan Penyimpanan Benih*. Kanisius. Yogyakarta. 103 hlm.
- Lesilolo, M.K., Patty, J., dan Tetty, N. 2012. Penggunaan Desikan Abu dan Lama Simpan terhadap Kualitas Benih Jagung (*Zea Mays* L.) pada Penyimpanan Ruang Terbuka. *Jurnal Agrologia*: 1(1): 51-59.
- Mandim, F., Dias, M.I., Pinela, J., Barracosa, P., Ivanov, M., Stojkovic, D., Sokovic, M., Santos-buelga, C., Barros, L., Ferreria, I.C.F.R. 2020. Chemical Composition and In-Vitro Biological Activities of Cardoon (*Cynara cardunculus* L. Var. Altilis DC.) Seeds as Influenced by Viability. *Food Chemistry*. 323(1): 1-8.
- Nainggolan, K. dan Rachmat, M. 2014. Prospek Swasembada Kedelai Indonesia. *Jurnal Pangan*. 23(1): 83-92.

- Nasrullah., Surahman, M., dan Qadir, A. 2021. Pengemasan Tepat Guna pada Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merr) Selama Penyimpanan: Analisis Konsepsi Steinbauer-Sadjad Periode-3. *Journal of Applied Agricultural Sciences*. 5(2): 97-106).
- Nurhisyam, A.K., Seng, C.T., Ismail, A.A., Azwanida, N.N., Shazani, S., dan Jamaludin, M.H. 2013. Effect of Storage Temperature and Seed Moisture Contents on Papaya (*Carica papaya* I.) Seed Viability and Germination. *Journal of Sustainability Science and Management*. 8(1): 87-92.
- Nurisma, I., Agustiansyah., dan Kamal, M. 2015. Pengaruh Jenis Kemasan dan Suhu Ruang Simpan terhadap Viabilitas Benih Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 13(3): 183-190.
- Ochandio, D., Bartosik, R., Gaston, A., Abalone, R., dan Barreto, A.A. 2017. Modelling Respiration Rate of Soybean Seeds (*Glycine max* (L.)) in Hermetic Storage. *Journal of Stored Products Research*. 74(1): 36-45.
- Pitojo, S. 2003. *Benih Kedelai*. Kanisius. Yogyakarta. 84 hlm.
- Pramono, E. 2011. Peningkatan Daya Simpan Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) dengan Kapur Tohor. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Lampung. 39 hlm.
- Purwanti, S. 2004. Kajian Suhu Ruang Simpan terhadap Kualitas Benih Kedelai Hitam dan Kuning. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 1(1): 22-31.
- Rahajeng, W. dan Hapsari, R.T. 2016. Kualitas Mutu Benih Lima Varietas Kedelai pada Beberapa Periode Simpan. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. *Prosiding Seminar Nasional*. Malang. 7 hlm.
- Rasyid, H. 2013. Peningkatan Produksi dan Mutu Benih Kedelai Varietas Hitam Unggul Nasional sebagai Fungsi Jarak Tanaman dan Pemberian Dosis Pupuk P. *Jurnal Gamma*. 8(2): 46-63.
- Rosdanelli, H. dan Marbun, I.D.S. 2018. Efektivitas Jenis Desikan dan Kecepatan Udara Terhadap Penyerapan Uap Air di Udara. *Jurnal Teknik Kimia*. 7(1): 41-47.
- Rukmana, S.K. dan Yuniarsih, Y. 1996. *Kedelai, Budidaya Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta. 92 hlm.
- Sadjad, S. 1993. *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. Grasindo. Jakarta. 103 hlm.

- Schmidt, Lars. 2022. *Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan Tropis dan Subtropis 2000*. PT Gramedia. Jakarta. 530 hlm.
- Staden, J.V., Davey, J.E., dan Plessis, L.M. 1975. Lipid Utilization in Viable and Non-Viable *Protea Compacta* Embryos during Germination. *Zeitschrift Fur Pflanzenphysiologie*. 77(2): 113-119.
- Subantoro, R. dan Rossi, P. 2013. Pengkajian Viabilitas Benih dengan Tetrazolium Test pada Jagung dan Kedelai. *Jurnal Mediagro*. 9(2): 1-8.
- Sutopo, L. 2010. *Teknologi Benih*. Cetakan Ketujuh. PT Grafindo Persada. Jakarta. 237 hlm.
- Tatipata, A., Prapto, Y., Aziz, P., dan Woerjono, M. 2004. Kajian Aspek Fisiologi dan Biokimia Deteriorasi Benih Kedelai dalam Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 11(2): 76-87.
- Utami, S. 2013. Uji Viabilitas dan Vigoritas Padi Lokal Ramos Adaptif Deli Serdang dengan Berbagai Tingkat Dosis Irradiasi Sinar Gamma di Persemaian. *Jurnal Agrium*. 18(2): 158-161.
- Wang, J., Peng, J., Dong, L., Qiang, M.A., Shu-Jin, T.A.I., Peng-Peng, Z.U.O., Lu-Hao, D.O.N.G., dan Qing-Quan, S.U.N. 2010. Moisture Variation and Modeling of Cotton and Soybean Seeds under Different Storage Conditions. *Acta Agronomica Sinica, Online English Edition of Chinese Language Journal*. 36(7): 1161-1168.
- Yuniarti, N., Syamsuwida, D., dan Aminah, A. 2013. Dampak Perubahan Fisiologi dan Biokimia Benih Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) selama Penyimpanan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 10(2): 65-71.