

**DAMPAK LAMA SIMPAN DAN SUHU PENYIMPANAN
TERHADAP KANDUNGAN SENYAWA ORGANIK DAN MUTU
FISIOLOGI BENIH KEDELAI (*Glycine max* L. Merr)**

(Tesis)

Oleh

**ENDANG MARIYANI
2124011005**



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

THE IMPACT OF STORAGE DURATION AND TEMPERATURE ON THE CONTENT OF ORGANIC COMPOUND AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN SEEDS (*Glycine max* L. Merr)

By

ENDANG MARIYANI

National soybean demand in Indonesia continues to rise, yet productivity remains low at only 14.56 tons per hectare. Additionally, seed quality often deteriorates during storage, particularly in tropical regions with high temperatures and humidity. This deterioration is closely related to internal biochemical changes in the seeds, particularly due to temperature and storage duration, which affect membrane integrity and seed physiology. This study aims to evaluate the effects of storage temperature and duration on the content of organic compounds (ascorbic acid, citric acid, carbohydrates, protein, and fat) as well as the physiological quality of Anjasmoro soybean seeds. The study was conducted over a period of 6 months at the Seed Laboratory and Technology Innovation Center of the University of Lampung, using a strip plot design in a Randomized Block Design (RCBD) with two factors: storage temperature (room temperature 25°C and cold temperature 18°C) and storage duration (1–6 months). The results showed that room temperature storage caused faster seed deterioration compared to cold temperature storage. For example, at room temperature, moisture content increased from 7.00% (month 1) to 11.60% (month 6), electrical conductivity increased to 4.58 $\mu\text{S}/\text{cm}$, vigor index decreased to 71.66%, and germination rate decreased to 82.00%. Carbohydrate content decreased by 17.52%, protein content dropped to 32.42%, while fat content increased to 22.70% after 6 months. Conversely, in cold storage, seed deterioration occurred more slowly; moisture content reached only 10.70%, electrical conductivity was 4.04 $\mu\text{S}/\text{cm}$, vigor index remained at 79.33%, and germination rate was 91.16%. Carbohydrate and protein levels decreased by 21.10% and 35.54%, respectively, with a 18.79% increase in fat content. Ascorbic acid and citric acid levels tended to increase over time, but the increase was

Endang Mariyani

more pronounced at room temperature. Overall, the longer the storage period, the more the seed quality deteriorated; however, the rate of deterioration could be mitigated through cold storage. There is a significant interaction between temperature and storage time on seed viability and chemical composition, where room temperature shows a decline in quality starting from the second month, while cold storage only shows a significant decline from the fourth month. These results indicate the importance of temperature control during storage to maintain the quality and viability of soybean seeds optimally.

Keywords: Soybean, Storage, Temperature, Physiologic quality, Seed viability.

ABSTRAK

DAMPAK LAMA SIMPAN DAN SUHU PENYIMPANAN TERHADAP KANDUNGAN SENYAWA ORGANIK DAN MUTU FISILOGI BENIH KEDELAI (*Glycine max L. Merr*)

Oleh

ENDANG MARIYANI

Permintaan kedelai nasional di Indonesia terus meningkat, namun produktivitasnya tetap rendah, hanya 14,56 ton per hektar. Selain itu, kualitas benih sering menurun selama penyimpanan, terutama di daerah tropis dengan suhu dan kelembapan tinggi. Penurunan kualitas ini erat kaitannya dengan perubahan biokimia internal pada benih, terutama akibat suhu dan lama penyimpanan, yang memengaruhi integritas membran dan fisiologi benih. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh suhu dan durasi penyimpanan terhadap kandungan senyawa organik (asam askorbat, asam sitrat, karbohidrat, protein, dan lemak) serta kualitas fisiologis biji kedelai Anjasmoro. Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan di Laboratorium Benih dan Pusat Inovasi Teknologi Universitas Lampung, menggunakan desain plot strip dalam Rancangan Blok Acak (RAK) dengan dua faktor: suhu penyimpanan (suhu ruangan 25°C dan suhu dingin 18°C) dan durasi penyimpanan (1–6 bulan). Hasil menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu ruangan menyebabkan penurunan kualitas biji lebih cepat dibandingkan penyimpanan pada suhu dingin. Misalnya, pada suhu ruangan, kandungan air meningkat dari 7,00% (bulan 1) menjadi 11,60% (bulan 6), konduktivitas listrik meningkat menjadi 4,58 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indeks vigor menurun menjadi 71,66%, dan tingkat perkecambahan menurun menjadi 82,00%. Kandungan karbohidrat menurun sebesar 17,52%, kandungan protein turun menjadi 32,42%, sementara kandungan lemak meningkat menjadi 22,70% setelah 6 bulan. Sebaliknya, dalam penyimpanan dingin, kerusakan biji terjadi lebih lambat; kandungan air mencapai 10,70%, konduktivitas listrik 4,04 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indeks vitalitas tetap pada 79,33%, dan tingkat perkecambahan 91,16%. Kandungan karbohidrat dan protein menurun masing-masing sebesar 21,10% dan 35,54%, dengan peningkatan kandungan lemak sebesar

Endang Mariyani

18,79%. Kandungan asam askorbat dan asam sitrat cenderung meningkat seiring waktu, tetapi peningkatan tersebut lebih signifikan pada suhu ruangan. Secara keseluruhan, semakin lama periode penyimpanan, semakin buruk kualitas biji; namun, laju penurunan kualitas dapat dikurangi melalui penyimpanan dingin. Terdapat interaksi yang signifikan antara suhu dan waktu penyimpanan terhadap viabilitas biji dan komposisi kimia, di mana suhu ruangan menunjukkan penurunan kualitas mulai dari bulan kedua, sementara penyimpanan dingin hanya menunjukkan penurunan signifikan mulai dari bulan keempat. Hasil ini menunjukkan pentingnya pengendalian suhu selama penyimpanan untuk menjaga kualitas dan viabilitas biji kedelai secara optimal.

Kata kunci: Kedelai, Penyimpanan, Suhu, Mutu Fisiologis, Viabilitas Benih.

**DAMPAK LAMA SIMPAN DAN SUHU PENYIMPANAN TERHADAP
KANDUNGAN SENYAWA ORGANIK DAN MUTU FISILOGI BENIH
KEDELAI (*Glycine max L. Merr*)**

Oleh

**ENDANG MARIYANI
2124011005**

Tesis

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

**Pada Program Studi Magister Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

Judul

: DAMPAK LAMA SIMPAN DAN SUHU
PENYIMPANAN TERHADAP KANDUNGAN
SENYAWA ORGANIK DAN MUTU
FISIOLOGI BENIH KEDELAI
(*Glycine max* L. Merr)

Nama Mahasiswa

: ENDANG MARIYANI

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2124011005

Program Studi

: Magister Agronomi

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S.
NIP 196209281987031001



Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.
NIP 197208042005011002



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002

2. Ketua Program Studi Magister Agronomi



Prof. Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S.
NIP 196209281987031001

MENGESAHKAN

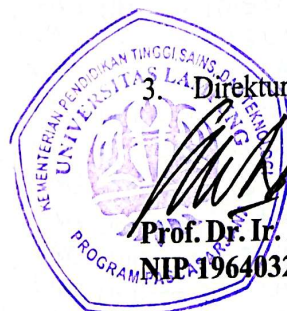
1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwiu, M.S.

Sekretaris 1 : Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si

Sekretaris 2 : Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

Penguji : Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.



3. Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Lampung

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.

NIP. 196403261989021001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 13 Juni 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa tesis saya yang berjudul: **“Dampak Lama Simpan Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Kandungan Senyawa Organik Dan Mutu Fisiologi Benih Kedelai (*Glycine Max L. Merr*)”**, merupakan hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain. Akan tetapi beberapa bagian tertentu yang mendukung dalam penulisan tesis ini saya kutip dari hasil karya orang lain dan semua tertuang dalam tesis ini telah mengikuti kaidah Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa tesis ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung,



ENDANG MARIYANI
NPM 2124011005

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Margototo Kecamatan Metro Kibang Kabupaten Lampung Timur, LAMPUNG, pada tanggal 17 Juni 1995, sebagai anak tunggal dari Bapak Tukimi (Alm) dan Ibu Ririn Juariah. Penulis telah menempuh pendidikan TK Margoasih lulus tahun 2001, Sekolah Dasar Negeri 1 Margototo Metro Kibang, Lampung Timur lulus tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Kibang, Lampung Timur lulus tahun 2010, dan Sekolah Menengah Atas SMA Kartikatama, Kota Metro Lampung lulus tahun 2013. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan studi ke Perguruan Tinggi Politeknik Negeri Lampung Jurusan Teknologi Pertanian Prodi Mekanisasi Pertanian (D3) lulus pada tahun 2016, lalu pada tahun 2017 penulis melanjutkan ke Universitas Mercu Buana Yogyakarta, Yogyakarta pada Jurusan Agroteknologi (S.P) lulus tahun 2020. Selanjutnya, pada tahun 2021 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur masuk tes tertulis

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang,
Dengan Ridho dan Rahmat NYA, Segala Puji Bagi-Mu Dalam syukur, ku
persembahkan karya ini kepada:

Orang tua ku, Alm Ayah,Paman, Mamak, Bapak dan Ibu yang tercinta dan
tersayang Bpk Tukimin (Alm), Paman Sugondo, Mak Musiem,Mak Bibit,
Bpk Sutrisno,Spd dan Ibu Iswati,Spd.Sd

Adik-adik ku tercinta dan tersayang,
Laras Sulasti,Dwi Utomo dan Muhammad Arifin
Anak ku tercinta dan tersayang,Almahyra Zea Rahmadhani
Saputro
Suami ku tercinta dan tersayang, Budi Saputro, SP Keluarga besar yang
telah memberikan Doa dan motivasi

Bapak/Ibu Dosen yang telah dengan ikhlas dan tulus dalam membagi
Ilmu, membimbing serta mendidik.

Sahabat dan teman seangkatan MAGR 2021 seperjuangan, yang selalu
memberikan semangat, motivasi, suka dan duka

Almamater Tercinta
ProgramStudi Magister Agronomi
Fakultas Pertanian
Universitas Lampung

SANWACANA

Puji dan syukur Penulis ucapkan kepada Allah Subhanahuwa ta'ala yang selalu mencurahkan berkah dan rahmat-Nya pada setiap hembusan nafas sehingga Penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis yang berjudul “Study Kandungan Senyawa Organik Benih Kedelai (*Glycine max L. Merr*) Setelah Masa Simpan Pada Dua Suhu Simpan”. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pertanian (S2) di Program Studi Magister Agronomi, pada Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Muhardi, M.Si., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung;
3. Prof. Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S. selaku Ketua Program Studi Magister Agronomi dan selaku Dosen Pembimbing I, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas ilmu, motivasi, doa, dan dukungan serta perhatian terhadap Penulis hingga tesis ini selesai;
4. Dr. Agustiansyah, S.P.,M.Si., selaku Dosen Pembimbing II atas ilmu, fasilitas penelitian, motivasi, saran, dan nasihat serta kesabaran yang besar dalam membimbing Penulis hingga tesis ini selesai;

5. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dosen Pembimbing III atas ilmu, fasilitas penelitian, motivasi, saran, dan nasihat serta kesabaran yang besar dalam membimbing Penulis hingga tesis ini selesai;
6. Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc., selaku Dosen Penguji atas ilmu, fasilitas penelitian, motivasi, saran, dan nasihat serta kesabaran yang besar dalam membimbing Penulis hingga tesis ini selesai;
7. Orang tua ku tercinta dan tersayang Bapak Tukimin (Alm), Paman Sugondo dan Mamak Musiem (Untuk Orang Tua ku Tercinta , Endang mengucapkan beribu-ribu terimakasih dengan tulus dan ikhlas, atas Doa kalian Endang bisa sampai pada titik ini, kasih sayang kalian tidak akan terhingga sepanjang masa. Untuk Orang Tua ku Tercinta, hanya Doa yang terbaik yang dapat Endang berikan, smoga kalian kelak mendapatkan balasan Surga dari Allah *Subhanahuwa ta'ala* dan kita dapat berjumpa kembali di Surga-Nya. Aamiin...) adik-adik ku tercinta dan tersayang Laras Sulastri, Dwi Utomo dan Muhammad, yang telah memberikan Doa dengan ikhlas dan tulus, Ridho, memberikan motivasi, dorongan kepada penulis hingga tesis ini selesai dengan baik;
8. Anak ku tercinta dan tersayang (Cahanya Umy) Almahyra Zea Ramadhani Saputro, serta suami ku tercinta dan tersayang (My Love) Budi Saputo, SP yang telah memberikan Ridho, Doa tulus dan ikhlas, memberikan motivasi, dorongan kepada penulis hingga tesis ini selesai dengan baik;
9. Keluarga besar, sahabat dan teman-teman seperjuanganku Magister Agronomi 2021 atas kebersamaan, motivasi dan dukungan kepada penulis.

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang secara langsung telah membantu Penulis baik selama pelaksanaan penelitian maupun dalam proses penyelesaian tesis ini.
11. Semoga Allah *Subhanahuwa ta'ala* membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini dan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Bandar Lampung,
Penulis,

ENDANG MARIYANI

DAFTAR PUSTAKA

Halaman

DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	5
1.5 Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tanaman Kedelai.....	7
2.2 Mutu Benih.....	8
2.3 Penyimpanan Benih Kedelai.....	11
2.4 Senyawa Organik Kedelai.....	12
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Tempat.....	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.4 Metode Pelaksanaan.....	15
3.4.1 Metode pengujian mutu dan variable pengamatan benih kedelai sebelum disimpan dan sesudah disimpan.....	15
3.4.1.1 Pengujian kadar air (KA).....	15
3.4.1.2 Pengujian indeks vigor (IV).....	16
3.4.1.3 Pengujian daya berkecambah (DB).....	16

	xv
3.4.1.4 Pengujian kecepatan berkecambah (KCT).....	17
3.4.1.5 Pengujian berat kering kecambah normal (BKKN).....	17
3.4.1.6 Pengujian daya hantar listrik (DHL).....	17
3.4.2 Metode pengujian kandungan kimiawi pengujian mutu dan variable pengamatan benih kedelai sebelum disimpan dan sesudah disimpan.....	18
3.4.2.1 Pengujian kandungan karbohidrat.....	18
3.4.2.2 Pengujian kandungan protein.....	19
3.4.2.3 Pengujian kandungan lemak.....	20
3.5 Penyimpanan Benih.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil.....	23
4.1.1 Asam organik askorbat, sitrat, karbohidrat total, protein dan lemak.....	23
4.1.2 Hasil uji mutu benih kedelai.....	27
4.2 Pembahasan.....	34
4.2.1 Asam organic benih.....	34
4.2.2 Mutu fisiologis benih kedelai.....	35
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Simpulan.....	42
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rekapitulasi hasil analisis ragam pada penyimpanan benih kedelai.....	28
2. Nilai rata-rata perlakuan dua suhu simpan yang berbeda dan waktu simpan terhadap kadar air (%) benih kedelai.....	28
3. Nilai rata-rata perlakuan dua suhu simpan yang berbeda dan waktu simpan terhadap daya hantar listrik ($\mu\text{S} / \text{cm}$) benih kedelai.....	29
4. Nilai rata-rata perlakuan dua suhu simpan yang berbeda terhadap daya berkecambah (%) benih kedelai.....	30
5. Nilai rata-rata perlakuan waktu simpan yang berbeda terhadap daya berkecambah (%) benih kedelai.....	31
6. Nilai rata-rata perlakuan waktu simpan yang berbeda terhadap berat kering kecambah normal (gr) benih kedelai.....	32
7. Nilai rata-rata perlakuan dua suhu simpan yang berbeda dan waktu simpan terhadap indeks vigor (%) benih kedelai.....	32
8. Nilai rata-rata perlakuan dua suhu simpan yang berbeda dan waktu simpan terhadap kecepatan berkecambah (%) benih kedelai.....	33
9. Jadwal penelitian.....	53
10. Data rata-rata variabel kadar air, daya hantar listrik, berat kering kecambah normal, daya berkecambah, indeks vigor, dan kecepatan Berkecambah.....	53
11. Analisis ragam variabel kadar air benih kedelai.....	55
12. Uji Kehomogenan ragam, Normalitas dan Non Aditifitas variabel kadar air benih kedelai.....	55

13. Analisis ragam variabel daya hantar listrik benih kedelai.....	56
13. Uji Kehomogenan ragam, Normalitas dan Non Aditifitas variabel daya hantar listrik benih kedelai.....	56
14. Analisis ragam variabel daya berkecambah benih kedelai.....	57
15. Uji Kehomogenan ragam, Normalitas dan Non Aditifitas variabel daya berkecambah benih kedelai.....	57
16. Analisis ragam variabel berat kering kecambah normal benih kedelai.....	58
17. Uji Kehomogenan ragam, Normalitas dan Non Aditifitas variabel berat kering kecambah normal benih kedelai.....	58
18. Analisis ragam variabel indeks vigor benih kedelai.....	59
19. Uji Kehomogenan ragam, Normalitas dan Non Aditifitas variabel indeks vigor benih kedelai.....	59
20. Analisis ragam variabel kecepatan berkecambah benih kedelai Uji kenormalan variabel indeks vigor benih kedelai.....	60
21. Uji Kehomogenan ragam, Normalitas dan Non Aditifitas variabel kecepatan berkecambah benih kedelai.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran studi tentang senyawa organik benih kedelai setelah masa simpan pada dua suhu simpan.....	5
2. Persentase kandungan asam askorbat pada perlakuan suhu simpan dan waktu simpan terhadap benih kedelai 3	2
3. Persentase kandungan asam sitrat pada perlakuan suhu simpan dan waktu simpan terhadap benih kedelai.....	24
4. Persentase kandungan karbohidrat pada perlakuan suhu simpan dan waktu simpan terhadap benih kedelai.....	25
5. Persentase kandungan protein pada perlakuan suhu simpan dan waktu simpan terhadap benih kedelai 6	2
6. Persentase kandungan lemak pada perlakuan suhu simpan dan waktu simpan terhadap benih kedelai 7	2
7. Daya berkecambah benih kedelai, benih normal (a), benih busuk atau mati (b) dan benih abnormal (c).....	31
8. Layout penelitian.....	51

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang memiliki nilai komersial tinggi dan merupakan tanaman budidaya yang penting dalam kebutuhan pangan. Menurut Badan Pusat Statistik (2024), Produktivitas kedelai di Indonesia secara nasional yaitu 14,56 ku/ha. Kebutuhan kedelai di Indonesia meningkat setiap tahun sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, oleh karena itu untuk memenuhi konsumsi dalam negeri produksi menggunakan benih bermutu harus ditingkatkan. Kandungan gizi pada kedelai terdiri dari kandungan protein nabati, lemak dan mineral (Purwanti, 2015).

Kandungan yang terdapat pada benih kedelai yaitu kandungan protein dan lemak yang cukup tinggi, sehingga benih kedelai di daerah tropis seperti di Indonesia cepat mengalami kemunduran. Kemunduran benih kedelai akan berdampak pada mutu benih sehingga produktivitas benih kedelai akan menurun, proses inilah yang tidak dapat dihindari selama proses penyimpanan, baik pada kondisi penyimpanan terbuka maupun dalam kondisi yang terkontrol (Noviana, *et al.*, 2017). Penurunan mutu dan kerusakan benih selama penyimpanan tidak dapat dihentikan akan tetapi dapat diperlambat dengan mengatur kondisi penyimpanan (Tefa, 2017). Salah satu tujuan penyimpanan benih adalah untuk mempertahankan viabilitas benih dalam periode simpan dengan kurun waktu yang panjang (Hayati and Setiono, 2021).

Selama penyimpanan, benih mengalami kemunduran viabilitas dan vigor hal ini berhubungan dengan kadar air benih. Kadar air benih merupakan faktor utama yang menentukan daya simpan benih (Tefa, 2017). Tingkat kadar air aman untuk penyimpanan benih tergantung jenis benih, metode penyimpanan, dan lama penyimpanan, serta penyimpanan yang lama memerlukan kadar air yang rendah untuk mempertahankan viabilitas benih (Kolo and Tefa, 2016). Faktor yang mempengaruhi masa penyimpanan yaitu suhu dan kelembaban. Hal ini sangatlah mempengaruhi kecepatan dalam kemunduran benih pada proses penyimpanan secara terbuka (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2010). Suhu ruang simpan berperan penting dalam mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan. Pada suhu rendah, respirasi berjalan lambat dibandingkan dengan suhu tinggi. Kondisi suhu yang rendah, maka viabilitas benih dapat bertahan lebih lama, dan proses penyimpanan dengan suhu standar adalah tidak lebih dari 11% hal tersebut dapat menyimpan benih kedelai lebih lama yaitu 6-10 bulan (Purwanti, 2004). Kemunduran benih merupakan suatu proses penurunan mutu secara bertahap (perlahan) serta tidak dapat balik (*irreversible*) yang mengakibatkan perubahan secara fisiologi. Hal ini menyebabkan perubahan terhadap fisik benih, fisiologi benih, biokimia benih dan penurunan viabilitas benih (Umar, 2012).

Kebocoran senyawa organik juga merupakan dampak yang terjadi akibat lamanya penyimpanan dan pengaruh suhu simpan selama proses penyimpanan benih. Kebocoran senyawa organik yang berfluktuasi untuk mendorong penurunan mutu benih karena adanya kemunduran benih, hal ini dapat diamati melalui uji konduktivitas listrik (uji massal) yang pertama kali dikembangkan untuk mendeteksi kacang keriput (*pisum sativum L*), lalu benih rentan terhadap kegagalan pra-tumbuh pada kondisi lapang ((Matthews dan Bradnock 1967 dalam Makkawi *et al.*, 2008). Perubahan biokimia mempengaruhi kualitas dan viabilitas benih kedelai kandungan karbohidrat, protein dan lipid mengalami penurunan sedangkan asam organik mengalami peningkatan selama penyimpanan (Begum, *et al.*, 2013).

Asam organik merupakan salah satu antimikroba alami yang dapat digunakan sebagai alternatif disinfektan benih atau sebagai kombinasi perlakuan terhadap benih (Nugroho, *et al.*, 2017). Salah satu asam organik yang terdapat pada benih yaitu asam askorbat dan asam sitrat. Asam askorbat merupakan salah satu senyawa terpenting dalam aktifitas sel termasuk pembelahan dan pembesaran sel serta dalam mengaktifkan aktivitas metabolisme ketika proses perkecambahan dimulai (Rahmadiani, *et al.*, 2017). Asam sitrat seperti halnya asam askorbat dapat menetralkan oksigen radikal bebas. Asam sitrat sangat efektif untuk mengendalikan jamur, meningkatkan perkecambahan benih serta mengurangi laju kemunduran benih kacang dalam masa penyimpanan (Nugroho, *et al.*, 2017).

Penelitian ini mempelajari kandungan senyawa organik benih kedelai selama masa penyimpanan, baik pada suhu rendah dan suhu tinggi. Untuk melihat kandungan senyawa organik pada benih melalui pengujian kandungan asam askorbat, asam sitrat, karbohidrat, protein, dan lemak, uji kadar air, daya berkecambah, indeks vigor, bobot kering kecambah normal, kecepatan berkecambah, dan daya hantar listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan berikut :

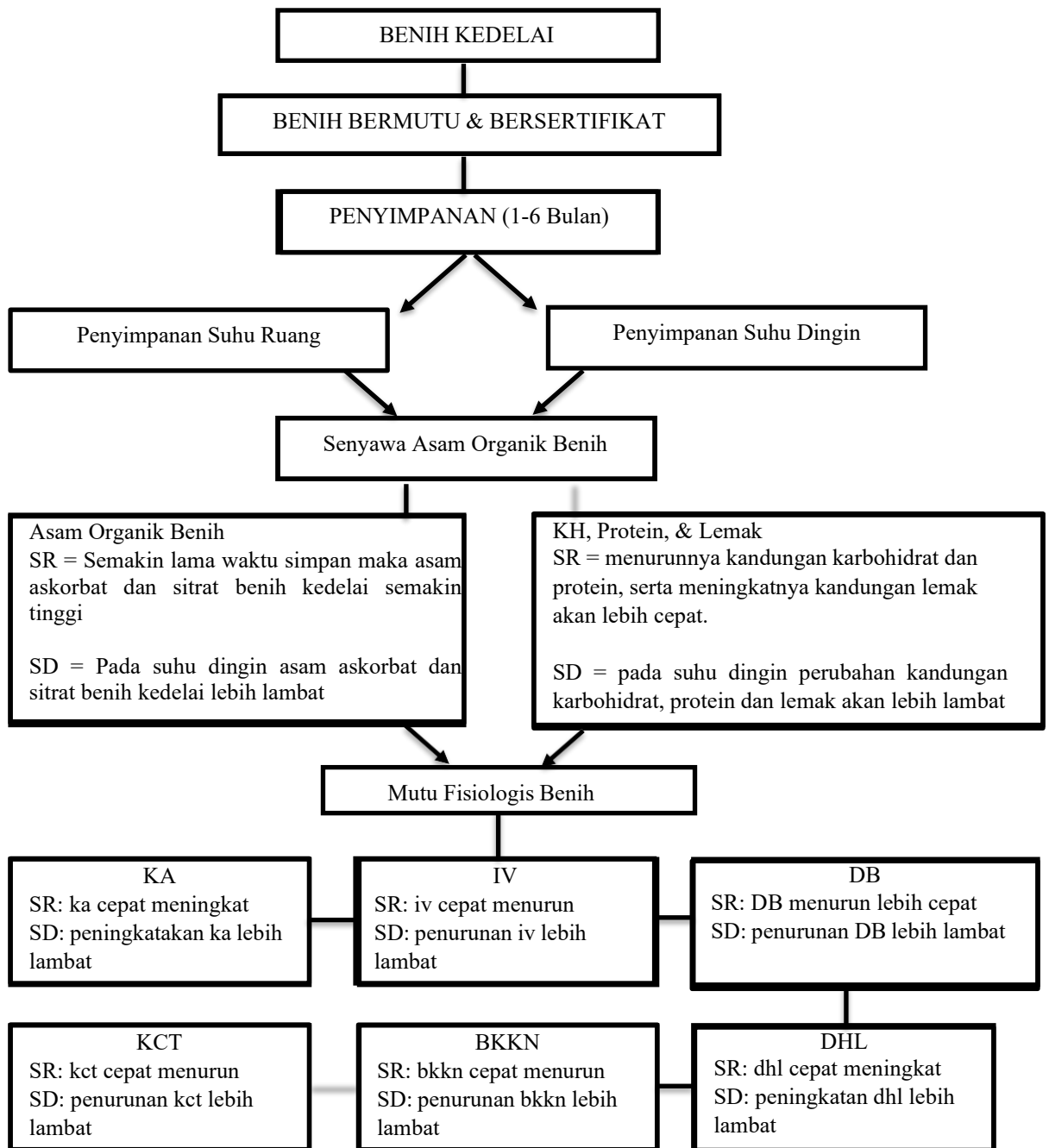
1. Apakah terdapat perbedaan senyawa asam askorbat, asam sitrat dan mutu benih kedelai akibat suhu simpan yang berbeda
2. Apakah terdapat perbedaan senyawa asam askorbat, asam sitrat dan mutu benih kedelai akibat waktu penyimpanan.
3. Apakah terdapat respon antara waktu simpan dan suhu simpan yang berbeda terhadap senyawa asam askorbat, asam sitrat dan mutu benih kedelai.

1.3 Tujuan

Berdasarkan indentifikasi dan perumusan masalah , tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Megetahui perbedaan senyawa asam askorbat, asam sitrat dan mutu benih kedelai selama suhu simpan yang berbeda.
2. Megetahui perbedaan senyawa asam askorbat, asam sitrat dan mutu benih kedelai selama waktu penyimpanan.
3. Megetahui perbedaan respon benih kedelai yang ditunjukkan dari senyawa asam askorbat, asam sitrat dan mutu benih kedelai pada waktu penyimpanan dan suhu simpan yang berbeda.

1.4 Kerangka Pemikiran



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran studi tentang senyawa organik benih kedelai setelah masa simpan pada dua suhu simpan.

1.5 Hipotesis

Penulis mengajukan hipotesis sebagai berikut :

1. Senyawa asam askorbat, asam sitrat dan mutu benih kedelai pada suhu rendah lebih baik.
2. Semakin lama waktu penyimpanan maka senyawa asam askorbat, asam sitrat dan mutu benih kedelai menurun.
3. Respon benih kedelai pada senyawa asam askorbat, asam sitrat dan mutu benih kedelai berbeda terhadap waktu simpan dan suhu simpan yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kedelai

Di Indonesia tanaman kedelai merupakan tanaman semusim yang dibudidayakan oleh petani, tanaman ini memiliki karakteristik tumbuh dengan tegak, dan memiliki tinggi 40-90 cm, memiliki cabang daun tunggal dan daun trifoliolate, memiliki bulu pada daun dan polong tidak terlalu padat, umumnya tanaman ini tumbuh di semak-semak rendah, dan memiliki umur tanam sekitar 72-90 hari. Tanaman kedelai merupakan salah satu komoditas penting di Indonesia, umumnya digunakan sebagai bahan pangan yang memiliki banyak kandungan protein, menjadi bahan baku industri dan bahan baku pakan ternak menurut (Statistik, 2010).

Secara umum kedelai memiliki warna biji berbeda-beda, perbedaan pada biji dapat dilihat dari belahan bijinya atau bisa dilihat pada selaput biji, biasanya terlihat berwarna kuning atau hijau transparan (tembus cahaya), dan ada juga yang berwarna gelap kecoklat-coklatan sampai hitam atau berbintik (Yanti, 2019). Benih kedelai merupakan benih ortodoks yang tahan disimpan lama dengan kadar air yang rendah. Benih kedelai memiliki tipe perkecambahan epigeal yaitu pada saat berkecambah kotiledon akan terangkat ke atas dan dari kotiledon akan keluar calon daun. Biji kedelai berkeping dua dan umumnya berbentuk bulat lonjong, tetapi ada kultivar yang mempunyai biji bulat agak pipih atau bundar, besar biji tergantung dari kultivar, tidak mengandung jaringan endosperm, embrio terletak di antara keping biji (Indartono, 2012). Salah satu masalah benih kedelai di daerah tropis adalah terjadinya

kemunduran benih yang cepat selama penyimpanan sehingga menurunkan mutu (Octavia, 2018). Kemunduran benih merupakan proses penurunan mutu secara berangsur-angsur dan kumulatif serta tidak dapat balik (*irreversible*) akibat perubahan fisiologis yang disebabkan oleh faktor dalam benih. Kemunduran benih secara fisiologis ditandai dengan penurunan daya berkecambah, peningkatan jumlah kecambah abnormal, penurunan pemunculan kecambah di lapangan (*field emergence*), pertumbuhan dan perkembangan tanaman terhambat, peningkatan kepekaan terhadap lingkungan yang ekstrim yang akhirnya dapat menurunkan produksi tanaman (Danapriatna, 2007).

2.2 Mutu Benih

Benih bermutu ialah benih yang telah dinyatakan sebagai benih yang berkualitas tinggi dari jenis tanaman unggul. Benih yang berkualitas tinggi memiliki daya tumbuh lebih dari 80%. Benih unggul yaitu benih yang bermutu tinggi, baik segi kemurnian, kebersihan, daya tumbuh, maupun kesehatan benih (Widajati, 2014).

Mutu benih mencakup tiga aspek, yaitu mutu fisik, mutu fisiologis, dan mutu genetik. Mutu fisik meliputi mutu fisiologis berkaitan dengan daya hidup atau tumbuh benih memiliki daya tumbuh >80% pada kondisi optimum maupun suboptimum. Mutu fisik adalah kondisi fisik benih yang menyangkut warna benih tidak kusam, bentuk, bobot, tekstur permukaan benih tidak keriput, tingkat kerusakan fisik benih tidak berbecak, kulit tidak terkelupas, kebersihan benih harus bebas dari kotoran, dan kemurnian, benih harus sehat bernas, dan ukuran normal. Mutu genetik yaitu benih yang jelas dan benar identitas genetiknya, atau berkaitan dengan kebenaran dari varietas benih baik secara genotip maupun fenotip serta tidak terdapat campuran varietas lain (Arnanto and Darnawi, 2020).

Untuk menentukan mutu benih (Sundari and Hapsari, 2017) menyatakan bahwa karakter yang diuji antara lain tingkat kemurnian fisik benih, kotoran benih lain (kurang dari 0,2%), tingkat perkecambahan (minimal 80%), tingkat kesehatan benih (minimal 98%), kebenaran varietas (100%), dan daya simpan benih (1-5 tahun). Kemudian menurut (Indriani, 2019) benih bermutu harus memiliki syarat daya tumbuh minimal 80%, benih harus sudah tumbuh kurang dari 4 hari, benih harus murni artinya tidak tercampur varietas lain dan biji gulma, biji sehat secara fisik, bernas, mengkilap, tidak keriput, dan tidak terdapat luka gigitan serangga (Sundari and Hapsari, 2017).

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu benih adalah (Sundari and Hapsari, 2017) :

- a. Faktor genetik, merupakan faktor bawaan yang berkaitan dengan komposisi genetik benih. Setiap varietas memiliki identitas genetika yang berbeda. Perbedaan tersebut diakibatkan oleh perbedaan gen yang ada dalam benih. Faktor genetika mempengaruhi mutu benih adalah susunan genetik, ukuran biji dan berat jenis. Benih dengan ukuran biji sedang mempunyai persentase perkecambahan lebih tinggi dibandingkan biji berukuran besar maupun kecil.
- b. Faktor lingkungan, faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap mutu benih berkaitan dengan kondisi dan perlakuan selama prapanen, pascapanen, penyimpanan maupun saat pemasaran benih. Kemunduran benih tidak dapat di cegah tetapi dapat ditekan lajunya dengan dengan mengendalikan faktor yang berpengaruh selama penyimpanan seperti suhu, kadar air benih, dan kelembaban. Salah satu cara untuk mempertahankan daya simpan benih adalah dengan penetapan kadar air yang tepat saat benih disimpan sehingga benih dapat disimpan dalam waktu yang cukup lama tanpa menurunkan viabilitas benih (Subantoro, 2014). Lokasi produksi dan waktu tanam, memajukan atau menunda waktu tanam memiliki pengaruh buruk terhadap produksi benih kedelai, terutama dalam kaitanya dengan kualitas benih.

Menurut (Aruan *et al.*, 2018) untuk mengevaluasi kecambah di gunakan kriteria sebagai berikut:

- a. Kecambah normal, yaitu terdiri dari akar: kecambah mempunyai akar primer atau satu set akar-akar sekunder yang berkembang biak. Hipokotil: panjang atau pendek, tetapi tumbuh baik tanpa ada luka yang mungkin mengakibatkan jaringan pengangkut menjadi rusak. Plumulae: berkembang sempurna dengan daun hijau dan tumbuh baik dan memiliki dua kotiledon
- b. Kecambah abnormal, yaitu terdiri dari akar : tidak ada akar primer atau akar-akar sekunder yang tidak tumbuh baik. Hipokotil : pecah atau luka terbuka, merusak jaringan pengangkut, cacat, berkeriput, dan membengkak atau memendek. Kotiledon : kedua kotiledon hilang dan kecambah lemah sehingga tidak vigor. Epikotil: tidak ada daun primer atau tunas ujung, ada satu atau ada daun primer, tetapi tidak ada tunas ujung, epikotil membusuk, yang menyebabkan pembusukan menyebar dari kotiledon dan bibit lemah.
- c. Benih tidak berkecambah, yaitu benih yang hingga akhir periode pengujian tidak berkecambah. Benih yang tidak berkecambah meliputi: Benih keras : benih yang hingga akhir periode pengujian tetap keras, sebab benih-benih tersebut tidak menyerap. Benih segar : benih yang tidak keras dan juga tidak berkecambah hingga akhir pengujian tetapi tetap bersih , mantap, dan tampaknya masih hidup. Benih mati : benih yang pada akhir pengujian tidak berkecambah tetapi bukan sebagai benih keras maupun benih segar. Biasanya benih mati, lunak , warnanya memudar, dan seringkali bercendawan. Faktor kondisi fisik dan fisiologis benih, yaitu berkaitan dengan performa benih seperti tingkat kemasakan, tingkat kerusakan mekanis, tingkat keusangan, tingkat kesehatan, ukuran dan berat jenis, komposisi kimia, struktur benih, tingkat kadar air dan dormansi benih menurut.

Menurut (Putri *et al.*, 2021) kemunduran benih merupakan proses penurunan mutu secara angsur dan kumulatif serta tidak dapat balik (*irreversible*) akibat

perubahan yang disebabkan oleh faktor internal. Proses penuaan dan mundurnya vigor secara fisiologis ditandai dengan penurunan daya berkecambah, peningkatan jumlah kecambah abnormal, penurunan pemunculan kecambah di lapangan, terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta meningkatnya kepekaan terhadap lingkungan yang ekstrim yang akhirnya dapat menurunkan produksi tanaman. Peningkatan daya simpan benih dapat dilakukan melalui perbaikan secara genetik, perbaikan teknik produksi dan pengelolaan, serta perbaikan lingkungan simpan.

2.3 Penyimpanan Benih Kedelai

Penyimpanan merupakan salah satu proses penting dalam kegiatan pembenihan kedelai. Karakteristik benih (komposisi kimia, struktur, dan morfologi biji), kondisi lapang sebelum benih dipanen, dan penyimpanan berpengaruh terhadap mutu benih kedelai. Menurut (Sucahyono, 2014), mutu benih kedelai dikatakan menurun jika sudah mengalami kemunduran (deteriorasi), dengan ciri-ciri:

- a. Terjadi perubahan fisik, seperti kulit keriput dan berwarna kusam.
- b. Terjadinya perubahan fisiologis, seperti daya berkecambah turun dan kecambah abnormal meningkat.
- c. Terjadinya perubahan kimiawi, yaitu perubahan aktivitas enzim, laju respirasi meningkat, perubahan kromosom, dan pada akhirnya mengarah pada kematian benih. Benih kedelai yang mengalami kemunduran dapat diamati dari menurunnya kadar fosfolipid, protein membrane, fosfor anorganik mitokondria, aktivitas spesifik suksinat dehidrogenase, sitokrom oksidase dan laju respirasi.
- d. Terjadi kerusakan membran sel. Tingkat integritas membran sel mitokondria dapat dilihat dari nilai daya hantar listrik (DHL). Makin tinggi nilai DHL berarti integritas membran mitokondria makin turun, yang berarti viabilitas benih turun. Mengukur DHL benih merupakan alternatif cara cepat mengetahui viabilitas benih.

Faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan (Purwanti, 2004) adalah :

- a. Faktor internal (sifat genetik, kondisi kulit dan kadar air awal). Benih kedelai yang mempunyai kandungan lemak tinggi dan karbohidrat rendah lebih cepat turun viabilitasnya dibandingkan benih yang memiliki kandungan lemak rendah dan karbohidrat tinggi, benih kedelai berbiji besar lebih cepat menurun viabilitasnya dibanding benih berbiji kecil-sedang karena benih berbiji besar memiliki nisbah selaput lebih rendah.
- b. Faktor eksternal (temperature, kelembaban, gas disekitar benih, mikroorganisme). Temperature dan kelembaban lingkungan sangat berpengaruh selama penyimpanan pada viabilitas benih. Temperature yang sangat tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada benih. Karena saat pembesaran terjadinya penguapan zat cair dalam benih akan kehilangan daya imbibisi dan kemampuan untuk berkecambah. Kandungan air yang tinggi dalam benih dengan kelembaban udara yang rendah dapat menyebabkan penguapan air dari dalam benih dan mempertinggi kelembaban udara disekitar benih.

Periode simpan benih dimulai sejak tanaman masak fisiologis. Pada saat itu mutu benih dalam kondisi maksimum. Tujuan penyimpanan adalah mempertahankan viabilitas maksimum benih tersebut selama mungkin atau memperpanjang stadium II pada konsep Steinburer-Sadjad. Fungsi penyimpanan benih adalah menciptakan kondisi sedemikian rupa sehingga faktor-faktor yang menyebabkan penurunan mutu benih dapat dikendalikan. Saat panen yang tepat (beberapa saat setelah masak fisiologis), cara panen dan pasca panen benih (periode konservasi sebelum simpan) sangat berpengaruh terhadap daya simpan benih (Nasrullah, *et al.*, 2021).

2.4 Senyawa Organik Benih Kedelai

Asam organik adalah senyawa organik yang memiliki gugus Karboksil (Theron and Lues, 2010). Asam organik dapat diklasifikasikan berdasarkan

tipe rantai karbonat (Alifatik, Alisiklik, Aromatik, atau heterosiklik), kejenuhan, substitusi, dan nomor gugus fungsinya (Gomis, 2000). Beberapa contoh asam organik yang ditemukan dalam makanan adalah asam malat, asam laktat, asam fumarat, asam piroglutamat, asam oksalat, asam askorbat, asam sitrat dan asam tartrat (Violeta *et al.*, 2010).

Kandungan benih yang terdapat pada benih kedelai akan memberikan perubahan secara fisik benih yang berbeda dan kecepatan deteorisasi benih yang berbeda (Noviana *et al.*, 2016). Perubahan pada benih merupakan karakterisasi fisiologi dan biokimia yang mampu menunjukan tingkat viabilitas benih dan vigor benih selama benih dalam periode deteriorasi (Tatipata, 2010).

Pengujian daya hantar listrik adalah suatu uji untuk mendapatkan informasi mengenai level kebocoran bahan organik yang terdapat pada benih pada saat proses penyimpanan, jika kebocoran elektrolit tinggi dapat diartikan bahwa benih tersebut bervigor rendah, dan sebaliknya jika tingkat kebocoran elektrolit rendah, dapat diartikan bahwa benih tersebut bervigor tinggi. Benih yang sedang menjalani proses imbibisi, apabila struktur benih tersebut rusak maka dapat melepaskan elektrolit dari dalam benih menuju keluar benih (Pamungkas and Kusberyunadi, 2020).

Semakin lama proses penyimpanan pada benih maka dapat mengakibatkan kadar lemak dan kadar protein menurun. Benih yang memiliki kadar lemak tinggi maka akan cepat rusak, sehingga benih akan cepat mati dan daya berkecambahnya menurun. Kadar protein yang meningkat akan menyebabkan metabolisme benih juga meningkat. Selain itu pada penurunan karbohidrat menyebabkan penurunan pada pertahanan benih. Hal ini dapat mengakibatkan bahwa daya kecambah benih menurun (Yuniarti *et al.*, 2016). Mutu fisiologis benih diindikasikan oleh viabilitas dan vigor benih. Rendahnya mutu

fisiologis benih kedelai disebabkan oleh perubahan kimia didalam benih (Copeland and McDonald, 2012).

Salah satu perubahan biokimia pada benih adalah perubahan asam lemak . perubahan asam lemak disebabkan oleh adanya hidrolisis yang menghasilkan asam lemak bebas. Perubahan tersebut dapat terjadi selama penyimpanan pada saat kondisi ruang simpan yang memiliki suhu dan kelembaban tinggi. Menurut (Colder dan Burdge,2004) suhu dan kelembaban ruang penyimpanan masing-masing $\geq 30^{\circ}\text{C}$ dan $\geq 75\%$ dapat mengakibatkan perubahan lemak yang meningkat, semakin meningkatnya asam lemak maka viabilitas benih semakin menurun (Copeland and McDonald, 2012).

III. METODOLOGI PELAKSANAAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Juni 2022 sd Januari 2023. Sedangkan tempat Penelitian dilakukan di Laboratorium Benih Fakultas Pertanian Universitas Lampung, dan Sentra Inovasi Teknologi (UPT LTSIT), Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah moisture tester, conductivity meter, timbangan analitik, tupperware plastik (1000 ml), spektrofotometer, gelas ukur, pipet ukur, batang pengaduk, beker glass 100 ml, labu ukur, cawan petri, Germinator, desikator, pisau , kamera, oven, hand sealer, hand sprayer, tisu, wrapping, alluminium foil, alat tulis, water bath, UDK VELP 142, DK 20 VELP , High Performance Liquid Chromatograph (HPLC) merek Shimadzu LC 20 dengan kolom YMC Triart C- 18 detektor UV-VIS, rak kayu untuk meletakkan perlakuan, orbital shaker, kertas saring, tabung reaksi, spektrometer, penangas air, pipet, alat soklet, corong, labu takar, erlenmeyer, satu set alat Kjeldahl distillation unit, satu set alat digestion 250 ml.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah benih kedelai varietas Anjasmoro yang di peroleh dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat (BPTP), aquades, kertas buram, plastik transparan, lebel nama, air destilasi, asam sitrat, asam askorbat, alkohol, HCL, Na_2CO_3 , $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}$, N_2 , NaOH, CaCO_3 , $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, larutan H_2SO_4 pekat, larutan fenol 5 %, dietil ether anhydros, tissue,

katalis selenium reagent mixture, NaOH 50%, HCl 0,1 N, H₃BO₄ 4%, indikator metil merah-metil biru, KH₂PO₄, petroleum enter sebagai pelarut.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan percobaan yang disusun dalam rancangan Strip Plot dalam RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 3 ulangan dan menggunakan 2 faktor . Petak Utama adalah pengaruh suhu (S), yang terdiri dari 2 taraf yaitu S₁= Suhu Ruang (25°C), S₂= suhu AC (18°C). Anak Petak yaitu waktu simpan (W), yang terdiri dari 6 taraf yaitu, W₁ = 1 bulan, W₂ = 2 bulan, W₃ = 3 bulan, W₄ = 4 bulan, W₅ = 5 bulan dan W₆ = 6 bulan. Homogentitas data diuji dengan Uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan Uji Tukey. Bila kedua asumsi terpenuhi data dianalisis ragam dan dilakukan pemisahan nilai tengah dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf α 5%.

3.4 Metode Pelaksanaan

3.4.1 Metode pengujian mutu dan variabel pengamatan benih kedelai sebelum disimpan dan sesudah disimpan

3.4.1.1 Pengujian KA (kadar air)

Setelah dilakukan penyimpanan, benih diuji kadar air benih dengan metode Oven. Pengukuran kadar air benih menggunakan metode oven dengan cara menimbang wadah (M1), setelah itu menimbang wadah dengan benih kedelai yang sudah dihancurkan sebanyak 2 gram (M2). Selanjutnya wadah + benih (M2) dimasukan kedalam oven pada suhu 80°C selama 3 hari. Setelah itu wadah + benih (M2) yang telah dioven didinginkan dalam desikator selama 45 menit kemudian ditimbang kembali (M3). (ISTA, 2023). Kadar air benih dihitung dalam rumus :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(M2-M3)}{(M2-M1)} \times 100 \%$$

Keterangan :

KA : Kadar air benih

M1 : Berat wadah sebelum dioven (g)

M2 : Berat wadah + benih sebelum dioven (g)

M3: Berat wadah + benih setelah dioven (g)

3.4.1.2 Pengujian DB (daya berkecambah)

Setelah dilakukan penyimpanan benih, benih kedelai diuji daya berkecambahnya dengan menanam 100 butir benih setiap ulangan dengan uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp). Benih disimpan di dalam alat pengecambahan benih (Ecogerminator). Daya berkecambah benih kedelai diamati pada hari ke 7 setelah benih dikecambahkan. Lalu diamati dan dihitung jumlah kecambah normal dan jumlah benih yang dikecambahkan (ISTA, 2023)

Persentase perhitungan daya berkecambah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daya berkecambah \%} = \frac{\Sigma \text{kecambah normal}}{\Sigma \text{benih dikecambahkan}} \times 100 \%$$

3.4.1.3 Pengujian IV (indeks vigor)

Setelah dilakukan penyimpanan, benih diuji indeks vigor benih dengan Uji Kertas digulung dengan plastik (UKDdp). Benih kedelai diuji indek vigor dengan metode Uji Kertas digulung dengan plastik (UKDdp) pada germinator standar suhu 25 ± 2 °C. Cara penggulungan adalah dengan meletakkan lembaran substrat (3 - 4 lembar) yang telah dibasahi di atas plastik transparan untuk setiap satuan percobaan. Tanam benih menggunakan pinset sebanyak 100 butir benih di atas lembaran substrat dalam satu deretan pada 1/3 kali lebar substrat. Jarak tanam benih tidak saling berdekatan. Tutuplah substrat yang telah ditanami, dengan substrat lain yang telah dibasahi (3-4 lembar),

kemudian digulung dari sisi kiri ke kanan atau sebaliknya dan diberi label sesuai konsentrasi perlakuan. Letakkan substrat yang telah digulung dengan cara didirikan pada trays pengecambah benih. Diamati hari ke-5 setelah tanam. Lalu diamati dan dihitung jumlah benih yang tumbuh pada hitungan ke-1 dan total benih yang ditanam (ISTA, 2023).

Indeks vigor benih dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Index Vigor (\%)} = \frac{\text{Jumlah Benih yang Tumbuh pada Hitungan ke-1}}{\text{Total Benih yang Ditanam}} \times 100\%$$

3.4.1.4 Pengujian KCT (kecepatan berkecambah)

Setelah dilakukan penyimpanan benih, benih kedelai diuji kecepatan berkecambah benih dengan menanam 100 butir benih setiap ulangan dengan uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp). Benih disimpan di dalam alat pengecambahan benih (*Ecogerminator*). Pengujian Kecepatan berkecambah benih dengan menghitung berdasarkan jumlah pertambahan kecambah normal setiap hari. Lalu diamati dan dihitung waktu pengamatan ke-i, presentase kecambah normal setiap pengamatan dan waktu akhir pengamatan (hari ke-7) (ISTA, 2023). Kecepatan berkecambah benih dapat dihitung menggunakan rumus:

$$KcT = \sum_{0}^{tn} \frac{N}{t}$$

Keterangan :

t = Waktu Pengamatan ke-i

N = Presentase KN setiap Waktu Pengamatan

tn = Waktu Akhir Pengamatan (Hari ke-7)

3.4.1.5 Pengujian BKKN (berat kering kecambah normal)

Setelah dilakukan penyimpanan benih, benih kedelai diuji indek vigor lalu dilakukan pengamatan pada hari ke 7(hari setelah tanam) dan selajutkan dengan uji bobot kering dengan mengumpulkan kecambah normal dan

dimasukan kedalam kantung kertas, kemudian dioven selama 3x24 jam dengan suhu 80°C lalu selanjutnya hasil dari oven tersebut ditimbang untuk mendapatkan bobot kering (ISTA, 2023).

Bobot kering kecambah normal dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BKKN \text{ (gr)} = \frac{\text{Bobot kering kecambah normal}}{\text{Jumlah kecambah normal}}$$

3.4.1.6 Pengujian DHL (daya hantar listrik)

Pengamatan dilakukan dengan alat Conductivity Meter (satuan $\mu\text{S/cm}$). Lalu setelah masa penyimpanan benih diuji DHL (daya hantar listrik) dengan cara benih sampel sebanyak 100 butir dimasukkan ke dalam 250 ml air destilasi, direndam selama 24 jam. Lalu Air rendaman benih tersebut diukur nilai konduktivitasnya dengan alat Conductivity Meter (satuan $\mu\text{S/cm}$) dan Diukur pula nilai konduktivitas air destilasi sebagai blanko. (ISTA, 2023)

Daya hantar listrik dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Konduktivitas } (\mu\text{S/cm}) = \frac{\text{Konduktivitas sampel} - \text{blanko}}{\text{Jumlah benih sampel}}$$

3.4.2 Metode pengujian kandungan kimiawi dan variabel pengamatan benih kedelai sebelum disimpan dan sesudah disimpan

3.4.2.1 Pengujian kandungan karbohidrat

Timbang sampel benih 3 gr yang telah ditumbuk halus lalu tambahkan 5 ml HCL 3 N, selanjutnya dipanaskan dengan menggunakan suhu 80°C selama 1,5 jam. Selanjutnya, masukkan kedalam beaker gelas 200 ml, tambahkan aquades sebanyak 150 ml. Lakukan ekstrak dengan menggunakan shaker orbital selama 30 menit dengan rpm 180. Lakukan penyaringan dengan kertas saring biasa, bilas sampel tersisa di beaker gelas dan kertas saring sampai karbohidrat terlarut pada ekstrak. Ukur pH filtrate, jika asam tambahkan CaCO_3 sampai cukup basa.

Panaskan pada pemanas air 90°C selama 30 menit. Saring kembali dengan kertas saring whatman nomor 1. Lakukan penambahan 5 ml Pb-Asetatjenuh sampai senyawa berwarna dan senyawa koloid pada filtrate mengendap sehingga filtrat berwarna bening. Lakukan penyaringan kembali dengan kertas saring biasa. Tambahkan 1 gr Na-Oksalat untuk menghilangkan Pb berlebihan, lalu di kocok. Diamkan selama 10 menit, untuk mengendapkan Pb berlebihan. Tepatkan volume ekstrak sampai volume tertentu dengan aquades, kocok agar homogen (BSN, 2006).

Kadar karbohidrat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ glukosa} = \frac{(C_{\text{Terukur}} \times V \times FP)}{W \times 10000} \times 0,9$$

Keterangan :

V = Volume ekstrak sampel (mg/ml)
 C_{Terukur} = Konsentrasi glukosa terukur (ml)
 W = Berat sampel (gr)
 FP = Faktor pengenceran
 10000 = Konversi dari ppm ke %

3.4.2.2 Pengujian kandungan Protein

Timbang seksama 2 gr homogenal, lipat-lipat dan masukkan kedalam labu destruksi. Tambahkan 2 tablet katalis serta beberapa butir batu didih. Tambahkan 15 ml H₂SO₄ pekat (95% - 97%) dan H₂O₂ secara perlahan-lahan dan diamkan 10 menit dalam ruang asam. Destruksi pada suhu 410oC selama kurang lebih 2 jam atau larutan jernih diamkan hingga suhu khamar dan tambahkan 50-75 ml aquades. Siapkan erlenmeyer berisi 25 ml larutan H₂BO₃ 4% yang mengandung indikator sebagai penampung destilasi. Pasang labu yang berisi hasil destruksi pada rangkaian alat destilasi uap. Lakukan destilasi dan tampung destilat dalam erlenmeyer tersebut hingga volume mencapai minimal 150 ml. Titrasi hasil destilat dengan HCL 0,1 N yang sudah dibakukan sampai warna berubah (BSN, 2006). Kadar protein dihitung dengan persamaan berikut:

$$Kjeldahl\ Nitrogen\ (\%) = \frac{(V_S - V_B) \times N \times 14,01}{W \times 10}$$

$$Protein\ (\%) = N \times 6,25$$

Keterangan:

- VS : Volume larutan standar asam yang digunakan untuk titran sampel
 VB : Volume larutan standar asam yang digunakan untuk titran blanko reagen (0 mL)
 N : Normalitas HCl
 14.1 : Berat atom N
 W : Berat sampel (gram)
 6.25 : Faktor konversi dari Nitrogen ke Protein (sampel)
 5.75 : Faktor konversi dari Nitrogen ke Protein (kedelai)
 10 : Faktor konversi ke persen

3.4.2.3 Pengujian kandungan Lemak

Siapkan HCl 3N, tambahkan 250 ml HCl pekat 37% dalam 500 ml aquades dalam labu 1000 ml dan diencerkan. Giling sampel hingga ukuran 0,75 – 1 mm.

Selanjutnya, timbang 3 gr sampel (wo) masukkan kedalam labu bundar.

Tambahkan 150 ml HCl 3N, letakkan labu kedalam hidrolisis asam, didihkan selama 1 jam. Lalu diangkat tambahkan 100 ml aquades dingin. Residu disaring menggunakan kerta saring (ditimbang), dan dibilas air hangat (50-60°C) sebanyak 5 kali dengan volume 50 ml. Residu dalam kertas saring dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama semalaman (16-18 jam) dan dinginkan dalam desikator. Timbang hasil oven, pindahkan residu dalam kertas saring baru yang telah diketahui beratnya, timbang residu dalam kertas saring (w1), lipat dan ikat yang kuat dan letakkan dalam tabung ekstraksi. Masukkan 70 ml dietil ether dan sedikit batu didih dalam labu soklet, kemudian rangkai alat (ekstraksi).

Residu di ekstraksi menggunakan pelarut dietil ether mendidih selama 1 jam (3 kali proses ekstraksi). Letakkan residu dan kedalam lemari asam agar pelarut yang tersisa menguap kemudian dikeringkan dalam oven suhu 60°C selama semalam, dinginkan di desikator. Residu ditimbang (w2) (BSN, 2006). Kadar lemak dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{kadar lemak\%} \left(\frac{w}{w} \right) = \frac{W_1 - W_2}{W_0} * 100$$

Keterangan:

W_0 : berat sampel awal

W_1 : berat sampel hasil hidrolisis

W_2 : berat sampel hasil sokletasi

3.4.2.4 Pengujian kandungan Asam Organik

Pengujian dilakukan dengan melakukan preparasi sampel dan asam standar terlebih dahulu dengan cara sampel yang akan digunakan sihaluskan terlebih dahulu sampai halus, kemudian siapkan sampel 2,5 g yang kemudian dilarutkan dengan akuades dan untuk 5 g dilarutkan dengan fase gerak dalam 100 mL guna pengujian berikutnya.

Asam standar yang digunakan berada dalam bentuk larutan dan juga serbuk.

Untuk asam dalam bentuk larutan seperti asam asetat diambil sebanyak 10 mL kemudian ditambahkan 90 mL fase gerak sedangkan ; untuk asam dalam bentuk serbuk seperti asam malat dan sitrat, ditimbang sebanyak 0,1 g dan dilarutkan dengan fase gerak hingga menjadi 100 mL. Setelah itu asam-asam standar tersebut di variasikan untuk kurva standar. Variasi dari setiap asam yang digunakan mulai dari konsentrasi 0,01%, 0,02%, 0,03%, 0,04%, 0,05%, 0,1%, 0,2%, 0,3% dan 0,4%. Menurut (Saputra, 2015).

Selanjutnya pengukuran PH, Sampel sebanyak 5 g di larutkan dengan menggunakan akuades sebanyak 100 mL. pH larutan sampel diukur dengan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan menggunakan larutan buffer pH 4, pH 7 dan pH 10. Elektroda diangkat dari larutan sampel dan kemudian dicuci dengan air. Saat tidak digunakan elektroda harus diredam dengan air.

Setelah itu melakukan titrasi sampel dengan NaOH, Sampel sebanyak 2,5 g dilarutkan dengan akuades hingga 100 mL dan ditambahkan indikator fenolftalein sebanyak 2-3 tetes. Kemudian larutan NaOH 0,1 M dimasukkan ke dalam buret dan diteteskan ke dalam sampel sampai terjadi perubahan warna indikator dari tidak berwarna menjadi merah muda.

Konsentrasi yang dihitung dengan menggunakan :

$$\text{Asam (\%)} = \frac{M \times V1 \times \text{Eq. wt}}{V2 \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

M = Molaritas titran (mmol / mL)

V1= volume titran (mL)

V2= volume sampel (mL)

Eq. wt . = Berat Molekul Asam (mg / mmol) = Asam Laktat (90,08 mg/mmol).

Selanjutnya dilakukan analisis dengan HPLC menurut (Violeta *et al.*, 2010).

Asam organik pada sampel dipisahkan dengan menggunakan HPLC merek Shimadzu LC 20 A dengan kolom YMC Triart C-18. Fase gerak yang digunakan terdiri dari 50 mM larutan fosfat yang dibuat dari 6,8 g kalium dihidrogen fosfat dalam 900 mL akuades, selanjutnya pH disesuaikan dengan menambahkan asam fosfat sampai pH = 2,8. Selanjutnya larutan ditambahkan kembali dengan akuades sampai 1000 mL. Fase gerak disaring dengan menggunakan kertas saring 0,45 µm. Setelah itu, alat HPLC diatur pada suhu ruang 25 °C, dengan panjang gelombang 210 nm. Laju alir fase gerak adalah 0,7 mL/menit. Kemudian alat HPLC dibiarkan sampai baseline stabil. Asam standar dan sampel sebanyak 5 g yang telah dilarutkan dengan fase gerak, diambil sebanyak 100 µL kemudian disaring menggunakan kertas saring 0,2 µm selanjutnya disuntikkan ke dalam HPLC.

3.5 Penyimpanan Benih

Benih kedelai sebanyak 250 gram/perlakuan dimasukkan kedalam kantong plastik dengan ketebalan 0,8 mm, selanjutnya kantong plastik ditutup rapat dengan menggunakan sealer dan disimpan selama 6 bulan didalam suhu ruang dan suhu dingin. Setiap dua bulan sekali dilakukan pembongkaran untuk pengamatan kandungan kimia organik benih kedelai yaitu uji kandungan karbohidrat, kandungan protein, kandungan lemak dan asam organik (asam sitrat dan asam askorbat). Selanjutnya setiap sebulan sekali untuk pengamatan mutu fisiologis benih yaitu kadar air benih, indeks vigor, daya berkecambah, BKKN (Bobot Kering Kecambah Normal) dan DHL (Daya Hantar Listrik).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penyimpanan pada suhu ruang benih mengalami kebocoran senyawa organik dan penurunan mutu fisiologis benih lebih cepat dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu dingin, kerusakan tersebut mulai terlihat pada bulan ke tiga hingga bulan ke enam di penyimpanan suhu ruang. Pada penyimpanan suhu dingin dapat memperlambat laju kemunduran benih kedelai sehingga dapat mempertahankan mutu fisiologis benih, sedangkan pada suhu ruang benih sangat cepat mengalami kemunduran.
2. Semakin lama waktu penyimpanan maka kebocoran senyawa asam askorbat dan asam sitrat benih semakin meningkat, dan mutu fisiologis benih kedelai akan semakin menurun dengan meningkatnya kadar air benih, menurunnya daya berkecambah, menurunnya indeks vigor, menurunnya kecepatan berkecambah, menurunnya berat kering kecambah normal, dan meningkatnya daya hantar listrik.
3. Terdapat perbedaan respon benih kedelai semakin lama waktu penyimpanan maka adanya peningkatan kebocoran senyawa organik benih yang dilihat dari peningkatan asam askorbat dan asam sitrat benih, baik pada suhu ruang maupun suhu dingin. Semakin lama waktu simpan maka mutu fisiologis benih semakin menurun, dengan adanya perbedaan respon menurunnya daya berkecambah, menurunnya indeks vigor, menurunnya kecepatan berkecambah, menurunnya berat kering kecambah normal, dan meningkatnya daya hantar listrik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti menyarankan bahwa perlu dilakukan penelitian mengenai asam organik yang lain seperti asam salisilat, asam oksalat atau asam malat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alencar, E. R. D., L. R. A. Faroni., A. F. D. L. Filho., and L. Ferreira. 2015. Influence Of Different Storage Conditions On Soybean Grain Quality. *Article. ResearchGate*. 30-37.
- Arief, R.W., and R. Asnawi. 2019. Perubahan Mutu Fisik dan Mutu Kimia Kedelai Selama Penyimpanan (*Change of Physical Quality and Chemical Quality of Soybean During Storage*) Ratna Wylis Arief dan Robet Asnawi. *J. Wacana Pertan*. 15(1): 22–29. <http://ojs.stiperdharmawacana.ac.id>.
- Arnanto, D., and D. Darnawi. 2020. Studi Pengaruh Media Penyimpanan Benih Terhadap Viabilitas dan Vigoritas Tanaman Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*). *J. Pertan. Agros* 22(2): 134–139.
- Aruan, R.B., I.D. Nyana, I.K. Siadi, and I.G. Raka. 2018. Toleransi penundaan prosesing terhadap mutu fisik dan mutu fisiologis benih kedelai (*Glycine max L. Merril*). *E-Jurnal Agroekoteknologi Trop*. 7(2): 264–2749.
- Azharini, R., O.C.P. Pradana, and A. Wahyuni. 2020. Umur Simpan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Varietas Ajasmoro pada Kondisi Ruang Simpan Berbeda. *Storability of Soybean Seed (Glycine max (L.) Merrill) Anjasmoro Variety in Different Storage Conditions. J-Plantasimbiosa* 2(2): 53–63.
- Badan Pusat Statistik. 2024. Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/08/30/e2e46d52a9cc9f78422f77ad/analisis-produktivitas-jagung-dan-kedelai-di-indonesia--2023--hasil-survei-ubinan-.html> BPS 2024.
- Begum, A., R. Jerlin, and M. Jayanthi. 2013. *Seed quality changes during storage of oil seeds- a Review. Int. J. Sci. Res.* 2(2277): 1–2. Colder, P. *Bioactive lipids Also in the Oily Press Lipid Library*
- Copeland, L.O., and M.F. McDonald. 2012. *Principles of seed science and technology. Springer Science & Business Media*. ISBN: 1416516196, 9781461516194.

- Danapriatna, N. 2007. Pengaruh penyimpanan terhadap viabilitas benih kedelai. *Paradigma* 8(1): 178–187.
- Ebone, L.A., A. Caverzan, and G. Chavarria. 2019. *Physiologic alterations in orthodox seeds due to deterioration processes*. *Plant Physiol. Biochem.* 145(September): 34–42. doi: 10.1016/j.plaphy.2019.10.028.
- El-Saidy, A.E.A., and K.M.A. Abd El-Hai. 2011. *Alleviation of peanut seed deterioration during storage using biotic and abiotic agents*. *Res. J. Seed Sci.* 4(2). doi: 10.3923/rjss.2011.64.81.
- Fernandez, M.F., Y. Maryani, and Darnawi. 2013. Pengaruh Jenis Kemasan Penyimpanan terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Koro Pedang Putih (*Canavalia ensiformis*). *Pap. Knowl.*
- Ghassemi-Golezani, K., J. Bakhshy, Y. Raey, and A. Hossainzadeh-Mahootchy. 2010. *Seed vigor and field performance of winter oilseed rape (Brassica napus L.) cultivars*. *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca* 38(3).
- Gomis, D.B. 2000. *HPLC analysis of organic acids*. *Food Sci. Technol. York-Maecel Dekkel-*: 477–492.
- Harsono, N.A., F.M. Bayfurqon, and E. Azizah. 2021. Pengaruh Periode Simpan Dan Konsentrasi Ekstrak Bawah Merah (*Allium cepa L.*) Terhadap Viabilitas Dan Vigor Benih Timun Apel (*Cucumis SP.*). *J. Ilm. Wahana Pendidik.* 7(1).
- Hayati, N., and S. Setiono. 2021. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max (L) Merrill*) Varietas Anjasmoro. *J. Sains Agro* 6(2).
- Indartono, I. 2012. Pengkajian Suhu Ruang Penyimpanan Dan Teknik Pengemasan Terhadap Kualitas Benih Kedelai. *Gema Teknol.* 16(3): 158. doi: 10.14710/gt.v16i3.4715.
- Indriani, A.N. 2019. Penentuan Masak Fisiologis Biji Pare (*Momordica charantia L.*) sebagai Syarat Benih Bermutu.
- Irma Noviana, IGP. Alit Diratmaja, Abdul Qadir, and Faiza C Suwarno. 2017. *Eestimation Of Soybean Seed (Glycine max L. Merr) Deterioration During Storage*. *J. Pertan. Agros* 19(1): 1–12.
- Ista. 1993. International rules for seed testing. 12. ISTA Int. rules seed testing. Zurich, Switzerland. 12. ISTA ((12. ISTA Int. rules seed testing. Zurich, Switzerland.): 345.
- ISTA. 2023. The evolution of seed testing. *Seed Test. Int.* (139): 3–7. <http://www.seedtest.org>.

- Khairani, M., N. Rozen, and E. Swasti. 2022. Uji Daya Hantar Listrik Untuk Benih Padi (*Oryza sativa* L.) Conductivity Test for Rice Seed (*Oryza sativa* L.). *J. Pertan. Agros* 24(1).
- Kolo, E., and A. Tefa. 2016. Pengaruh Kondisi Simpan terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Savana Cendana* 1(03). doi: 10.32938/sc.v1i03.57.
- Mahjabin, S., Bilal, and A. Abidi. 2015. Physiological and biochemical changes during seed deterioration: A review. *Int. J. Recent Sci. Res.* 6(4): 3416–3422.
- Makkawi, M., M. El Balla, Z. Bishaw, and A.J.G. Van Gastel. 2008. Electrical conductivity in lentil seed leachates using a single-seed analyzer. *J. New Seeds* 9(4): 267–283. doi: 10.1080/15228860802308347.
- Murtiwulandari, dan E. Pudjihartati. 2022. Optimalisasi Metode Uji Perkecambah dan Media Tanam Pada Biji Anuma (*Artemessia annua* L.). *J. Ilmiah Pertanian*. 19(3): 175-86.
- Nasrullah. M., Surahman, dan A., Qadir. 2021. Pengemasan Tepat Guna Pada Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merr) Selama Penyimpanan: Analisis Konsepsi Steinbauer-Sadjad Periode 3. *J. Agriprima*. 5(2):97-106
- N. Yuniarti, Nurhasybi, and Darwo. 2016. Seed Characteristics of Kayu Bawang (*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs) Based on The Level of Seed Drying and Storage. *J. Penelit. Hutan Tanam*. 13(2): 105–112.
- Noviana, I., I.A. Diratmaja, A. Qadir, and F.C. Suwarno. 2017. Pendugaan Deteriorasi Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merr) Selama Penyimpanan. *J. Pertan. Agros* 19(1).
- Noviana, I., A. Qadir, and F.C. Suwarno. 2016. Perilaku Biokimia Benih Kedelai Selama Penyimpanan dalam Kondisi Terkontrol. *J. Agron. Indones. (Indonesian J. Agron.* 44(3): 255–260.
- Nuraini, A., S. Sumadi, M. Kadapi, A. Wahyudin, D. Ruswandi, et al. 2018. Evaluasi ketahanan simpan enam belas genotip benih jagung hibrida Unpad pada periode simpan empat bulan. *Kultivasi* 17(1): 568–575. doi: 10.24198/kultivasi.v17i1.15854.
- Nugroho, K.W., P. Rahardjo., W. Widiarti., S. Pancaningtyas. 2017. Mempertahankan Sifat Fisik Dan Fisiologis Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.) Selama Penyimpanan Melalui Penambahan Asam Organik. Tesis. Universitas Muhammadiyah Jember.

- Nurhafidah, A. Rahmat, A. Karre, and H.H. Juraeje. 2021. Uji daya kecambah berbagai jenis varietas jagung (*Zea mays*) dengan menggunakan metode yang berbeda. *Agroplanta* 10(8).
- Nursolehah, A., M.R. Suhartanto, and E. Widajati. 2023. Pengembangan Uji Cepat Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* (L.)) dengan Urine Sugar Analysis Paper (USAP. *Bul. Agrohorti* 10(3). doi: 10.29244/agrob.v10i3.46449.
- Octavia, S.D. 2018. Efektivitas Biopestisida Ekstrak Daun Gamal Terhadap *Callosobrochus Chinensis* L. pada Penyimpanan Benih Kedelai.
- Pamungkas, P.B., and M. Kusberyunadi. 2020. Studi Daya Hantar Listrik Terhadap Mutu Fisiologis Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dengan Perlakuan Invigorasi Matricconditioning dan Osmoconditioning. *Agroteknika* 3(1): 16–25.
- Pamungkas, P.B., R.I. Yulia, I. Puspitasari, and F. Pertanian. 2022. Studi kimiawi berbagai jenis varietas dan kemasan simpan benih kacang hijau (*Vigna radiata* L.). 15(2): 112–117.
- Pancaningtyas, S., T.I. Santoso, and Sudarsianto. 2014. Studi Perkecambahan Benih Kakao Melalui Metode Perendaman. *Pelita Perkeb.* 30(3).
- Panobianco, M., and R.D. Vieira. 2007. Electrical conductivity and deterioration of soybean seeds exposed to different storage conditions. *Rev. Bras. Sementes* 29(2): 97–105. doi: 10.1590/S0101-31222007000200013.
- Purnama, F.A., L. Dewi, and S.P. Hastuti. 2010. Kadar Air, Abu, Protein Dan Karbohidrat Pada Tahapan Pembuatan Tempe. : 1–9.
- Purwanti, S. 2004. Kajian Suhu Ruang Simpan Terhadap Kualitas Benih Kedelai Hitam dan Kedelai Kuning Study Of Storage Temperature On The Quality Of Black and Yellow Soybean. *Ilmu Pertan.* 11(1).
- Putri, R., A. Wahyuni, and R. Jumawati. 2021. Deteksi Kemunduran Benih Kedelai (*Glycine max* L.) Dengan Metode Pengusangan Cepat (*Accelerated Aging Test*) Kimiawi. *J. Agrotek Trop.* 9(2): 329–336.
- Purwanti, M. D. 2015. Efektifitas Kemasan dan Suhu Ruang Simpan terhadap Daya Simpan Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Meirril). *Planta Trop. J. Agro Sci.* 3(1): 1–7. doi: 10.18196/pt.2015.033.1-7.
- Rahayu, A.D., T.K. Suharsi. 2015. Pengamatan Daya Berkecambah dan Optimalisasi Substrat Perkecambahan Benih Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) *Bul. Agrohorti.* 3(1):18-27

- Rahmadiani, F., Violita, and I.L.E. Putri. 2017. Respon Pertumbuhan dan Kandungan Asam Ascorbat Beberapa Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*) Terhadap Cekaman Kekeringan Growth Response and Ascorbic Acid Content Of Serveral Varietas Of Rice Plants (*Oryza sativa L.*) To Drought Strees. Mahasiswa Jur. *J. Biosains* 1(2): 81–89.
- Ramadhani, F., M. Surahman, and A. Ernawati. 2018. Pengaruh Jenis Kemasan terhadap Daya Simpan Benih Kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*) Varietas Anjasmoro. *Bul. Agrohorti* 6(1). doi: 10.29244/agrob.6.1.21-31.
- Ridha, R., M. Syahril, and B.R. Juanda. 2017. Viabilitas dan Vigoritas Benih Kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*) Akibat Perendaman dalam Ekstrak Telur Keong Mas. *J. Penelit.* 4(1).
- Safutri, W., Zulkifli, and T.. Handayani. 2016. Pengaruh Asam Sitrat , Aluminium dan Interaksinya Terhadap Pertumbuhan Kecambah Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Anjasmoro Effect of Citric Acid , Aluminum and It ' s Interaction in The Seedling Growth of Soybean (*Glycine max L.*) Varietas Anjasmoro. *J. Penelit. Pertan.* 16(3): 132–138.
- Saputra, K.A. 2015. Analisis Kandungan Asam Organik pada Beberapa Sampel Gula Aren. *J. MIPA* 4(1): 69. doi: 10.35799/jm.4.1.2015.6908.
- Sari, M., and M.R. Suhartanto. 2007. Pengaruh Sarcotesta dan Kadar Air Benih terhadap Kandungan Total Fenol dan Daya Simpan Benih Pepaya (*Carica papaya L.*) 49(35): 44–49.
- Shah, T., S. Latif, H. Khan, F. Munsif, and L. Nie. 2019. Ascorbic acid priming enhances seed germination and seedling growth of winter wheat under low temperature due to late sowing in Pakistan. *Agronomy* 9(11). doi: 10.3390/agronomy9110757. 9(11): 757.
- SNI (Standar Nasional Indonesia). (2015). SNI 6234-2015 benih kedelai. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Statistik, B.P. 2010. Produksi kedelai 2007-2009. BPS Indonesia. Jakarta.
- Subantoro, R. 2014. Studi pengujian deteriorasi (kemunduran) pada benih kedelai. *Mediagro J. Ilmu-Ilmu Pertan.* 10(1).
- Sucahyono, D. 2014. Teknologi Penyimpanan dan Invigorasi Benih Kedelai. Malang Balai Penelit. Tanam. Aneka Kacang dan Umbi.
- Sundari, T., and R.T. Hapsari. 2017. Pengawasan Mutu Benih Kedelai. Malang Balai Penelit. Tanam. Aneka Kacang dan Umbi.

- Tantia, M.A., E. Pramono, M. Kamal, and K. Setiawan. 2019. Pengaruh lama simpan dan suhu ruang penyimpanan pada kemunduran dan vigor benih sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) Varietas Samurai-1. *Agrotek Trop.*
- Tatipata, A. 2008. Pengaruh Kadar Air Awal , Kemasan dan Lama Simpan terhadap Protein Membran Dalam Mitokondria Benih Kedelai The Effect of Moisture Content , *Package and Storage Period on.* 16(36): 8–16.
- Tatipata, A. 2009. Effect of Seed Moisture Content Packaging and Storage Period on Mitochondria Inner Membrane of Soybean Seed. *J. Agric. Technol.* 5(1).
- Tatipata, A. 2010a. Perubahan asam lemak selama penyimpanan benih kedelai (*Glycine max* L. Merr) dan hubungannya dengan viabilitas benih. *J. Agron. Indones. (Indonesian J. Agron.* 38(1).
- Tatipata, A. 2010b. Perubahan Asam Lemak Selama Penyimpanan Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merr) dan Hubungannya dengan Viabilitas Benih Fatty Acid Changes During Soybean (*Glycine max.* L. Merr) Seed Storage and Their Relationship with Seed Viability. *J. Agron. Indones.* 38(1): 30–35.
- Theron, M.M., and J.F.R. Lues. 2010. Organic acids and food preservation. CRC press.
- Umar, S. 2012. Pengaruh Pemberian Bahan Organik Terhadap Daya Simpan Benih Kedelai { *Glycine max* (L.) Merr .}. *Ber. Biol.* 11(3): 401–410.
- Utami, E.P. 2023. Pengaruh Invigorasi Dan Pelapisan Terhadap Viabilitas Benih Terong Yang Mengalami Kemunduran Effect of Invigoration and Seed Coating in Viability of Eggplant Aging Seed. *Agroscript J. Appl. Agric. Sci.* 5(1): 34–42.
- Vieira, R.D., D.M. TeKrony, D.B. Egli, W.P. Bruenning, and M. Panobianco. 2008. Temperature during soybean seed storage and the amount of electrolytes of soaked seeds solution. *Sci. Agric.* 65(5). doi: 10.1590/s0103-90162008000500008.
- Violeta, N., I. Trandafir, and M.E. Ionica. 2010. HPLC organic acid analysis in different citrus juices under reversed phase conditions. *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca* 38(1): 44–48.
- Wain-Tassi, A.L., J.F. dos Santos, R. de Cássia Panizzi, and R.D. Vieira. 2012. Seed-borne pathogens and electrical conductivity of soybean seeds. *Sci. Agric.* 69(1). doi: 10.1590/S0103-90162012000100004.
- Wicaksana, A., and T. Rachman. 2018. No Title No Title No Title. *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952. 3(1): 10–27.
<https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>.

- Widajati, E. 2014. Dasar ilmu dan teknologi benih. PT Penerbit IPB Press.
- Yanti, K.W. 2019. Mutu Benih Kedelai Yang Disimpan Pada Berbagai Jenis Wadah Dan Lama Penyimpanan.
- Zumani, D., and Suhartono. 2018. Pemanfaatan antioksidan pada seed coating untuk mempertahankan vigor benih kedelai di penyimpanan. *J. Siliwangi* 4(1).