

**STUDI INTEGRITAS KULIT BENIH DAN MUTU FISIK BENIH  
KEDELAI (*Glycine max* L. Merr) SELAMA PENYIMPANAN PADA DUA  
SUHU SIMPAN YANG BERBEDA**

**(Tesis)**

**Oleh**

**CITRA SUCI UTAMA UMPU  
2124011006**



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

## **ABSTRACT**

### **STUDY OF SEED COAT INTEGRITY AND PHYSICAL QUALITY OF SOYBEAN SEED (*Glycine max L. Merr*) DURING STORAGE AT TWO DIFFERENT STORAGE TEMPERATURES**

**By**

**CITRA SUCI UTAMA UMPU**

*Soybean is as a palawija crop has a high protein content, which is equal to 37%. Soybean also contains quite high fat, which is equal to 16%. The high protein and fat content causes soybean seeds to quickly decline, especially if the storage conditions are unfavorable (sub optimum). Previous studies revealed that the seed deterioration process is related to biochemical changes in the seed, caused by storage temperature factors, both open storage and controlled storage which cause damage to the integrity of the membrane and decrease the quality of soybean seeds. Therefore, this study aims to determine differences in membrane integrity and quality of soybean seeds after the shelf life with two different storage temperatures. This study was an experiment arranged in a Strip Plot design in RAK (Randomized Block Design) with 3 replications and using 2 factors. The main plot is the effect of temperature (S), which consists of 2 levels, namely Si at room temperature, S.-cold temperature. Sub-plots were storage time (W), which consisted of 6 levels, namely,  $W_1$  1 month,  $W_1-2$  month,  $W_1 = 3$  month,  $W_1 - 4$  month,  $W_1-5$  month and  $W_1 = 6 =$  month. Homogeneity of variance was tested by Bartlett's test and addition of data was tested by Tukey's test. The results of the research showed that seeds stored at room temperature damaged the integrity of the seed coat more quickly, whereas at cold temperatures the damage could be slowed down. At room temperature, damage to the morphology of the seed coat was seen after 2 months of storage based on the SEM test, the variables of seed viability and vigor were indicated by the concentration water (10.57%), vigor index (82%), germination power (86%), germination speed (83%), normal sprout dry weight (0.04 gr), electrical conductivity (4.10  $\mu\text{S/cm}$ ), tetrazolium (88%), carbohydrate content decreased (19.91%), protein content decreased (35.61%), free fatty acid content increased (18.70%). Meanwhile, at cold temperatures, the storage period can be maintained, damage can be seen at a storage time of 4 months based on the SEM test, the variables of seed viability and vigor are indicated by water content (9.91%), vigor index (85%), germination capacity (89%), speed germinated (87%), normal dry weight of sprouts (0.05 gr), electrical conductivity (3.48  $\mu\text{S/cm}$ ), tetrazolium (90%), decreased carbohydrate content (21.89%), protein content decreased*

*Citra Suci Utama Umpu*

*(35.87%), free fatty acid content increased (16.06%). This means that the longer the storage time, the more the quality of soybean seeds will decrease. Seeds stored for 6 months cause damage to the integrity of the seed coat and the quality of the seeds decreases at both room and cold temperatures. At room temperature, damage to the integrity of the seed coat and seed quality occurs more quickly based on SEM tests, vigor index (72%), germination power (75%), germination speed (74%), normal dry weight of sprouts (0.04 gr), power electrical conductivity (5.02  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), carbohydrate content decreased (17.52%), protein content decreased (32.42%), free fatty acid content increased (22.70%). Meanwhile, at cold temperatures, the damage to the integrity of the seed coat and the decline in seed quality can be slowed down based on the SEM test, vigor index (79%), germination power (82%), germination speed (80%), normal sprout dry weight (0.04 gr), electrical conductivity (4.22  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), carbohydrate content decreased (21.10%), protein content decreased (35.54%), free fatty acid content increased (18.79%). There is a difference in response between storage temperature and storage time. Storage at room temperature, a decrease in the integrity of the seed coat and the quality of soybean seeds was seen 2 months after storage based on water content (9.87%), germination speed (89%), and electrical conductivity (3.51%). Cold temperature storage decreased the integrity of the seed coat and the quality of soybean seeds seen 4 months after storage based on water content (10.43%), germination speed (86%), and electrical conductivity (3.69  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).*

*Keywords: soybean seed, seed coat integrity, quality, storage, temperatur*

## ABSTRAK

### STUDI INTEGRITAS KULIT BENIH DAN MUTU FISIK BENIH KEDELAI (*Glycine max L. Merr*) SELAMA PENYIMPANAN PADA DUA SUHU SIMPAN YANG BERBEDA

Oeh

#### CITRA SUCI UTAMA UMPU

Kedelai termasuk kedalam tanaman palawija yang memiliki kadar protein yang tinggi, yaitu sebesar 37%. Kedelai juga mengandung lemak cukup tinggi, yaitu sebesar 16%. Kandungan protein dan lemak yang tinggi menyebabkan benih kedelai cepat mengalami kemunduran, terutama jika kondisi lingkungan simpan kurang menguntungkan (sub optimum). Studi sebelumnya mengungkapkan bahwa proses deteriorasi benih berhubungan dengan perubahan biokimia didalam benih, yang disebabkan oleh faktor suhu penyimpanan, baik penyimpanan secara terbuka maupun penyimpanan secara terkontrol yang menyebabkan kerusakan integritas kulit benih dan menurunnya mutu benih kedelai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan integritas membran dan mutu benih kedelai setelah masa simpan dengan dua suhu penyimpanan yang berbeda. Penelitian ini merupakan percobaan yang disusun dalam rancangan Strip Plot dalam RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 3 ulangan dan menggunakan 2 faktor. Petak Utama yaitu pengaruh suhu (S), yang terdiri dari 2 taraf yaitu  $S_1$ = suhu ruang,  $S_2$ = suhu dingin. Anak Petak yaitu waktu simpan (W), yang terdiri dari 6 taraf yaitu,  $W_1$  = 1 bulan,  $W_2$  = 2 bulan,  $W_3$  = 3 bulan,  $W_4$  = 4 bulan,  $W_5$  = 5 bulan dan  $W_6$  = 6 bulan. Homogenitas ragam diuji dengan Uji Bartlett dan kementambahan data diuji dengan Uji Tukey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih yang disimpan pada suhu ruang integritas kulit benih lebih cepat rusak sedangkan pada suhu dingin kerusakan dapat diperlambat, pada suhu ruang kerusakan morfologi kulit benih terlihat pada waktu penyimpanan 2 bulan berdasarkan uji SEM, variabel viabilitas dan vigor benih yang ditunjukkan dengan kadar air (10,57%), indeks vigor (82%), daya berkecambah (86%), kecepatan berkecambah (83%), bobot kering kecambah normal (0,04 gr), daya hantar listrik (4,10  $\mu$ S/cm), tetrazolium (88%), kandungan karbohidrat menurun (19,91%), kandungan protein menurun (35,61%), kandungan asam lemak bebas meningkat (18,70%). Sedangkan pada suhu dingin masa simpan dapat dipertahankan kerusakan terlihat pada waktu penyimpanan 4 bulan berdasarkan uji SEM, variabel viabilitas dan vigor benih yang ditunjukkan kadar air (9,91%), indeks vigor (85%), daya berkecambah (89%), kecepatan berkecambah (87%), bobot kering kecambah normal (0,05 gr), daya hantar listrik (3,48  $\mu$ S/cm), tetrazolium (90%), kandungan karbohidrat menurun (21,89%),

*Citra Suci Utama Umpu*

kandungan protein menurun (35,87%), kandungan asam lemak bebas meningkat (16,06%). Hal ini semakin lama waktu simpan maka mutu benih kedelai akan semakin menurun. Benih yang disimpan selama penyimpanan 6 bulan menyebabkan kerusakan integritas kulit benih dan mutu benih menurun baik pada suhu ruang dan suhu dingin. Pada suhu ruang lebih cepat terjadinya kerusakan integritas kulit benih dan mutu benih berdasarkan uji SEM, indeks vigor (72%), daya berkecambah (75%), kecepatan berkecambah (74%), bobot kering kecambah normal (0,04 gr), daya hantar listrik (5,02  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), kandungan karbohidrat menurun (17,52%), kandungan protein menurun (32,42%), kandungan asam lemak bebas meningkat (22,70%). Sedangkan pada suhu dingin kerusakan integritas kulit benih dan menurunnya mutu benih dapat diperlambat berdasarkan uji SEM, indeks vigor (79%), daya berkecambah (82%), kecepatan berkecambah (80%), bobot kering kecambah normal (0,04 gr), daya hantar listrik (4,22  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), kandungan karbohidrat menurun (21,10%), kandungan protein menurun (35,54%), kandungan asam lemak bebas meningkat (18,79%). Terdapat perbedaan respons antara suhu simpan dan waktu simpan. Penyimpanan suhu ruang penurunan integritas kulit benih dan mutu benih kedelai terlihat 2 bulan setelah simpan berdasarkan kadar air (9,87%), kecepatan berkecambah (89%), dan daya hantar listrik (3,51%). Penyimpanan suhu dingin penurunan integritas kulit benih dan mutu benih kedelai terlihat 4 bulan setelah simpan berdasarkan kadar air (10,43%), kecepatan berkecambah (86%), dan daya hantar listrik (3,69  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Kata kunci: Benih Kedelai, Integritas Kulit, Mutu, Waktu Simpan, Suhu

**STUDI INTEGRITAS KULIT BENIH DAN MUTU FISIK BENIH  
KEDELAI (*Glycine max L. Merr*) SELAMA PENYIMPANAN PADA DUA  
SUHU SIMPAN YANG BERBEDA**

**Oleh**

**CITRA SUCI UTAMA UMPU  
2124011006**

**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  
2024**

Judul : **STUDI INTEGRITAS KULIT BENIH DAN  
MUTU FISIK BENIH KEDELAI (*Glycine max*  
*L. Merr*) SELAMA PENYIMPANAN PADA  
DUA SUHU SIMPAN YANG BERBEDA**

Nama Mahasiswa : **Citra Suci Utama Umpu**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2124011006

Program Studi : Magister Agronomi

Fakultas : Pertanian



*[Signature]*

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

*[Signature]*

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

2. Ketua Program Studi Magister Agronomi

*[Signature]*  
**Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.**  
NIP 196108031986032002



MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S.

Sekretaris 1

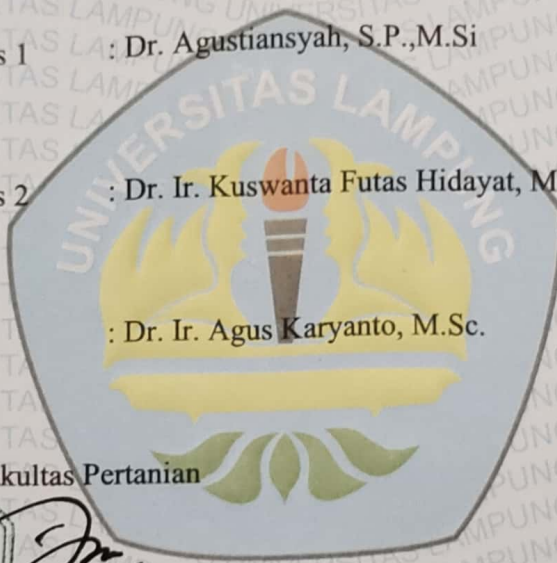
: Dr. Agustiansyah, S.P.,M.Si

Sekretaris 2

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

Penguji

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



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

NIP 196411181989021002



Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Lampung

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

NIP 196403261989021001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 16 Januari 2024



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa tesis saya yang berjudul: **Studi Integritas Kulit Benih dan Mutu Fisik Benih Kedelai (*Glycine max L. Merr*) Selama Penyimpanan Pada Dua Suhu Simpan yang Berbeda**, 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, 16 Januari 2024

Penulis,



**Citra Suci Utama Umpu**  
**NPM 2124011006**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Kecamatan Menggala Kabupaten Tulang Bawang, pada tanggal 23 Maret 1996, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Ferry Antoni, S.Ag., M.H. dan Ibu Nur Aini serta memiliki dua adik yang bernama Syofia Madu Utama Umpu dan Esa Kencana Utama Umpu. Penulis pernah menempuh pendidikan TK Nurul Iman lulus tahun 2002, Sekolah Dasar Negeri 01 Gunung Sakti Menggala lulus tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Menggala lulus tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 15 Bandar Lampung lulus tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan studi ke Perguruan Tinggi Politeknik Negeri Lampung Jurusan Budidaya Tanaman Pangan (D3) lulus pada tahun 2017, lalu pada tahun 2019 penulis melanjutkan ke Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Dharma Wacana Metro pada Jurusan Agroteknologi (S.P) lulus tahun 2021. 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:**

**Kedua orang tua ku, Bati dan Umi yang tercinta dan tersayang  
Bpk Ferry Antoni, S.Ag.,M.H. dan Ibu Nur Aini  
Adik-adik ku tercinta dan tersayang,  
Syofia Madu Utama Umpu dan Esa Kencana Utama Umpu  
Anak ku tercinta dan tersayang, Arsy Nur Jannah  
Suami ku tercinta dan tersayang, Media Saputra  
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  
Program Studi 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 “Studi Integritas Kulit Benih dan Mutu Fisik Benih Kedelai (*Glycine max L. Merr*) Selama Penyimpanan Pada Dua Suhu Simpan yang Berbeda”. 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. Yusnita, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas ilmu, motivasi, doa, dan dukungan serta perhatian terhadap Penulis hingga tesis ini selesai;
4. Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S., selaku Dosen Pembimbing I atas ilmu, fasilitas penelitian, motivasi, saran, dan nasihat serta kesabaran yang besar dalam membimbing Penulis hingga tesis ini selesai;

5. 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;
6. 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;
7. 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;
8. Kedua orang tua ku tercinta dan tersayang Bapak Ferry Antoni, S.Ag.,M.H., dan Ibu Nur Aini (Umi Bati ku, citra mengucapkan beribu-ribu terimakasih dengan tulus dan ikhlas, atas Doa kalian citra bisa sampai pada titik ini, kasih sayang kalian tidak akan terhingga sepanjang masa. Umi Bati, hanya Doa yang terbaik yang dapat citra berikan, smoga kalian berdua kelak mendapatkan balasan Surga dari Allah *Subhanahuwa ta'ala* dan kita dapat berjumpa kembali di Surga-Nya. Aamiin...) adik-adik ku tercinta dan tersayang Syofia Madu Utama Umpu dan Esa Kencana Utama Umpu, yang telah memberikan Doa dengan ikhlas dan tulus, Ridho, memberikan motivasi, dorongan kepada penulis hingga tesis ini selesai dengan baik;
9. Anak ku tercinta dan tersayang (Surganya Umi) Arsy Nur Jannah, serta suami ku Media Saputra, S.H. yang telah memberikan Ridho, Doa tulus dan ikhlas, memberikan motivasi, dorongan kepada penulis hingga tesis ini selesai dengan baik.

10. Keluarga besar, sahabat, dan teman-teman seperjuanganku Magister Agronomi 2021 atas kebersamaan, motivasi dan dukungan kepada Penulis;
11. 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.

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,

**Citra Suci Utama Umpu**



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	5
1.5 Hipotesis .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Benih Kedelai.....	7
2.2 Integritas Kulit Benih Kedelai .....	8
2.3 Mutu Benih Kedelai .....	12
2.4 Penyimpanan Benih Kedelai.....	14
2.5 Scanning Elektron Microscopy (SEM).....	17
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Metode Penelitian .....	20
3.4 Metode Pelaksanaan.....	20
3.4.1 Metode pengujian integritas kulit benih dan variabel pengamatan benih kedelai sebelum disimpan dan sesudah disimpan .....	20
3.4.1.1 Uji SEM .....	20
3.4.1.2 Uji karbohidrat total .....	20
3.4.1.3 Uji protein .....	21
3.4.1.4 Uji lemak total.....	22
3.4.2 Metode pengujian mutu dan variabel pengamatan benih kedelai sebelum disimpan dan sesudah disimpan .....	23

3.4.2.1 Pengujian kadar air (KA) .....	23
3.4.2.2 Indeks vigor (IV).....	23
3.4.2.3 Daya berkecambah (DB).....	24
3.4.2.4 Kecepatan berkecambah (KCT).....	24
3.4.2.5 Berat kering kecambah normal (BKKN) .....	25
3.4.2.6 Daya hantar listrik (DHL) .....	25
3.4.2.7 Tetrazolium (TZ).....	25
3.5 Penyimpanan Benih .....	26
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Hasil .....	27
4.1.1 Hasil uji integritas kulit benih kedelai .....	27
4.1.2 Hasil uji mutu benih kedelai .....	35
4.2 Pembahasan.....	46
4.2.1 Integritas kulit benih kedelai.....	46
4.2.2 Mutu benih kedelai .....	48
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>55</b>
5.1 Simpulan .....	55
5.2 Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	
<b>LAMPIRAN.....</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Rekapitulasi hasil analisis ragam terhadap mutu benih kedelai.....	35
2. Nilai rata-rata perlakuan dua suhu simpan yang berbeda dan waktu simpan terhadap variabel kadar air benih kedelai .....	36
3. Nilai rata-rata perlakuan dua suhu simpan yang berbeda terhadap variabel indeks vigor benih kedelai .....	37
4. Nilai rata-rata perlakuan waktu simpan terhadap variabel indeks vigor benih kedelai.....	37
5. Nilai rata-rata perlakuan suhu simpan yang berbeda terhadap variabel daya berkecambah benih kedelai .....	38
6. Nilai rata-rata perlakuan waktu simpan terhadap variabel daya berkecambah benih kedelai .....	38
7. Nilai rata-rata perlakuan suhu simpan terhadap variabel benih abnormal pada kedelai .....	39
8. Nilai rata-rata perlakuan waktu simpan terhadap variabel benih abnormal pada kedelai .....	39
9. Nilai rata-rata perlakuan suhu simpan terhadap variabel benih mati pada kedelai .....	40
10. Nilai rata-rata perlakuan waktu simpan terhadap variabel benih mati pada kedelai .....	40
11. Nilai rata-rata perlakuan suhu simpan yang berbeda dan waktu simpan terhadap variabel kecepatan berkecambah benih kedelai.....	41
12. Nilai rata-rata perlakuan suhu simpan yang berbeda terhadap variabel bobot kering kecambah normal benih kedelai .....	42
13. Nilai rata-rata perlakuan waktu simpan terhadap variabel bobot kering kecambah normal benih kedelai .....	42

14. Nilai rata-rata perlakuan suhu simpan yang berbeda dan waktu simpan terhadap variabel daya hantar listrik benih kedelai .....	43
15. Nilai rata-rata perlakuan suhu simpan yang berbeda terhadap variabel tetrazolium pada benih kedelai .....	44
16. Nilai rata-rata perlakuan waktu simpan terhadap variabel tetrazolium pada benih kedelai .....	44
17. Jadwal penelitian.....	63
18. Data rata-rata variabel kadar air, daya berkecambah, Indeks vigor, kecepatan berkecambah, bobot kering kecambah normal, daya hantar listrik, tetrazolium, benih normal, abnormal dan mati .....	64
19. Analisis ragam variabel kadar air benih kedelai .....	66
20. Uji kehomogenan ragam variabel kadar air benih .....	66
21. Uji kenormalan variabel kadar air benih.....	67
22. Analisis ragam variabel indeks vigor benih kedelai .....	67
23. Uji kehomogenan ragam variabel indeks vigor benih kedelai.....	68
24. Uji kenormalan variabel indeks vigor benih kedelai .....	68
25. Analisis ragam variabel daya berkecambah benih kedelai .....	68
26. Uji kehomogenan ragam variabel daya berkecambah benih kedelai.....	69
27. Uji kenormalan variabel daya berkecambah benih kedelai .....	69
28. Analisis ragam variabel kecepatan berkecambah benih kedelai.....	69
29. Uji kehomogenan ragam variabel kecepatan berkecambah benih kedelai .....	70
30. Uji kenormalan variabel kecepatan berkecambah benih kedelai .....	70
31. Analisis ragam variabel bobot kering kecambah normal benih kedelai .....	70
32. Uji kehomogenan ragam variabel bobot kering kecambah normal benih kedelai .....	71

33. Uji kenormalan variabel bobot kering kecambah normal benih kedelai ...	71
34. Analisis ragam variabel daya hantar listrik benih kedelai .....	71
35. Uji kehomogenan ragam variabel daya hantar listrik benih kedelai .....	72
36. Uji kenormalan variabel daya hantar listrik benih kedelai .....	72
37. Analisis ragam variabel uji tetrazolium benih kedelai.....	72
38. Uji kehomogenan ragam variabel uji tetrazolium benih kedelai .....	73
39. Uji kenormalan variabel uji tetrazolium benih kedelai.....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran pengujian integritas kulit benih dan mutu benih kedelai setelah masa simpan dengan dua suhu penyimpanan yang berbeda.....	5
2. Bagian biji kedelai; A) tampak atas, B) tampak samping (Adie and Krisnawati, 2013).....	10
3. Potongan Melintang Biji Kedelai (Adie and Krisnawati, 2013).....	11
4. Kulit biji kedelai genotipe MLG 3036 pada perbesaran 400x. a) epidermis, b) hipodermis, c) parenkim .....	11
5. Foto SEM yang mengilustrasikan detail penampang kulit biji kedelai (Lee <i>et al.</i> , 2011) .....	18
6. Struktur morfologi penampang melintang kulit benih kedelai Varietas Dega-1 analisis SEM (a), lapisan kulit benih kedelai (b) (Qutob <i>et al.</i> , 2008) .....	27
7. Analisis <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) yang Menunjukkan penampang melintang kulit benih kedelai Varietas Dega-1 terhadap waktu simpan dengan perbesaran 500x (A), 1000x (B) pada suhu ruang (SR).....	28
8. Analisis <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) yang menunjukkan penampang melintang kulit benih kedelai Varietas Dega-1 terhadap waktu simpan dengan perbesaran 500x (A), 1000x (B) pada suhu dingin (SD).....	30
9. Persentase kandungan karbohidrat total pada perlakuan suhu simpan dan waktu simpan terhadap benih kedelai.....	32
10. Persentase kandungan protein pada perlakuan suhu simpan dan waktu simpan terhadap benih kedelai .....	33
11. Persentase kandungan lemak total pada perlakuan suhu simpan dan waktu simpan terhadap benih kedelai .....	34



12. Daya berkecambah benih kedelai, benih normal (a) benih busuk/mati (b) dan benih abnormal (c) .....	39
13. Hasil uji tetrazolium benih viabel kedelai Varietas Dega-1 .....	45
14. Hasil uji tetrazolium benih non-viabel kedelai Varietas Dega-1 .....	45
15. Layout penelitian .....	62

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* L. Merr) merupakan salah satu tanaman pangan ketiga yang potensial di Indonesia setelah padi dan jagung, dapat digunakan sebagai bahan makanan, pakan ternak maupun bahan baku industri. Menurut Badan Pusat Statistik (2021), tahun 2021 secara nasional rata-rata produktivitas kedelai yaitu 1,67 (ton/ha), pada tahun 2022 impor kedelai di Indonesia mencapai 2,32 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2023) oleh karena itu, peningkatan produksi kedelai dalam negeri harus ditingkatkan karena sebagian besar kedelai yang digunakan adalah impor (Indartono, 2012).

Kedelai termasuk kedalam tanaman palawija yang memiliki kadar protein yang tinggi, yaitu sebesar 37%. Kedelai juga mengandung lemak cukup tinggi, yaitu sebesar 16% (Tatipata, 2010). Kandungan protein dan lemak yang tinggi menyebabkan benih kedelai cepat mengalami kemunduran, terutama jika kondisi lingkungan simpan kurang menguntungkan (sub optimum) (Tatipata, 2008). Benih yang mengalami kemunduran karena adanya kerusakan yang terjadi, yang disebabkan pada masa pemasakan atau pada saat pra panen sehingga menyebabkan penurunan kualitas benih (Forti *et al.*, 2013), yang dicirikan dengan peningkatan permeabilitas kulit benih sehingga benih cepat mengalami proses imbibisi, jaringan kulit mengalami kerusakan dengan ditandai kulit benih yang keriput atau retak (Forti *et al.*, 2013).

Kulit benih yang keriput atau retak akan mengakibatkan terganggunya fungsi kulit benih. Kulit benih menjalankan fungsi penting selama perkembangan dan perkecambahan benih termasuk pengangkutan air dan zat terlarut, pertahanan dan dormansi. Struktur kulit benih kacang-kacangan yang khas terdiri dari sel epidermis, hipodermis dan beberapa lapisan sel parenkim (Miller *et al.*, 2010).

Kulit benih sebagian besar terdiri dari karbohidrat tidak larut, hemiselulosa, selulosa, pektin, serta kaya akan kandungan protein yang berhubungan dengan pertahanan dan patogenesis (Qutob *et al.*, 2008). Integritas kulit benih adalah suatu keadaan yang dapat menggambarkan fungsi kulit benih agar benih tetap memiliki potensi dan kemampuan untuk berkecambah. Hilangnya integritas kulit benih menyebabkan benih cepat mengalami deteriorasi (Forti *et al.*, 2013).

Benih yang mengalami deteriorasi menyebabkan proses kehidupan benih menuju kematian yang bersifat *erasable* (Noviana *et al.*, 2017). Proses deteriorasi benih dapat bersifat kumulatif, irreversible, degeneratif, dan tak terhindarkan (Mahjabin *et al.*, 2015) dan berdampak pada integritas sel kulit benih, selain itu terjadi kebocoran pada kulit benih yang dapat diukur dari daya hantar listrik, dan konsentrasi senyawa metabolit (gula, asam amino, asam lemak, enzim, ion-ion inorganik seperti  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ) (Vieira *et al.*, 2008).

Perubahan biokimia mempengaruhi kualitas dan viabilitas benih kedelai kandungan karbohidrat, protein, dan lipid mengalami penurunan selama penyimpanan sedangkan asam amino bebas, asam lemak bebas, dan daya hantar listrik meningkat yang mengakibatkan hilangnya integritas sel (Begum *et al.*, 2013). Salah satu penyebab perubahan biokimia adalah suhu penyimpanan, baik pada suhu rendah maupun suhu tinggi (Noviana *et al.*, 2017). Penyimpanan suhu rendah respirasi berjalan lambat, dibandingkan dengan penyimpanan suhu tinggi. Penyimpanan suhu tinggi laju respirasi akan meningkat lebih cepat dan menghasilkan energi yang akan menyebabkan peningkatan perombakan cadangan makanan, sehingga daya berkecambah benih akan menurun (Aruan *et al.*, 2018), sedangkan penyimpanan benih pada suhu rendah dapat menekan laju respirasi yang mengakibatkan berhentinya proses metabolisme dalam sel, jaringan tanaman yang disimpan sehingga tidak terjadi perubahan dalam waktu cepat (Tatipata, 2008). Kemunduran benih yang cepat selama periode simpan akan mengakibatkan menurunnya mutu benih kedelai.

Menurunnya mutu benih kedelai akan berdampak pada produktivitas benih kedelai (Indartono, 2012). Ada tiga jenis mutu benih yaitu mutu fisik, mutu

fisiologis dan mutu genetik (Tatipata, 2008). Mutu fisik diindikasikan dengan ukuran seragam, kadar air tepat, dan bersih dari kotoran. Mutu fisiologis diindikasikan oleh viabilitas dan vigor benih, rendahnya mutu fisiologis benih kedelai karena terjadi perubahan biokimia di dalam benih (Tatipata, 2010). Menurunnya vigor benih ditandai dengan penurunan daya berkecambah, peningkatan jumlah kecambah abnormal, dan menurunnya kecepatan berkecambah di lapangan (*field emergence*) (Ramadhani *et al.*, 2018), faktor penyebab penurunan vigor dan daya berkecambah adalah suhu dan kadar air tinggi (Noviana *et al.*, 2017).

Penelitian ini mempelajari perubahan yang terjadi pada mutu fisik dan fisiologis benih kedelai selama masa penyimpanan, baik pada suhu rendah dan suhu tinggi. *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat perubahan morfologi benih, sedangkan untuk melihat mutu fisiologis benih melalui pengujian kandungan karbohidrat, protein, dan lemak, uji kadar air, daya berkecambah, indeks vigor, bobot kering kecambah normal, kecepatan berkecambah, nilai daya hantar listrik, dan uji tetrazolium sebagai indikator mutu benih kedelai. Manfaat penelitian ini yaitu dapat mengetahui integritas morfologi kulit benih kedelai dan mutu fisiologis benih kedelai setelah waktu simpan dan suhu penyimpanan yang berbeda. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi bahan referensi bagi peneliti berikutnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

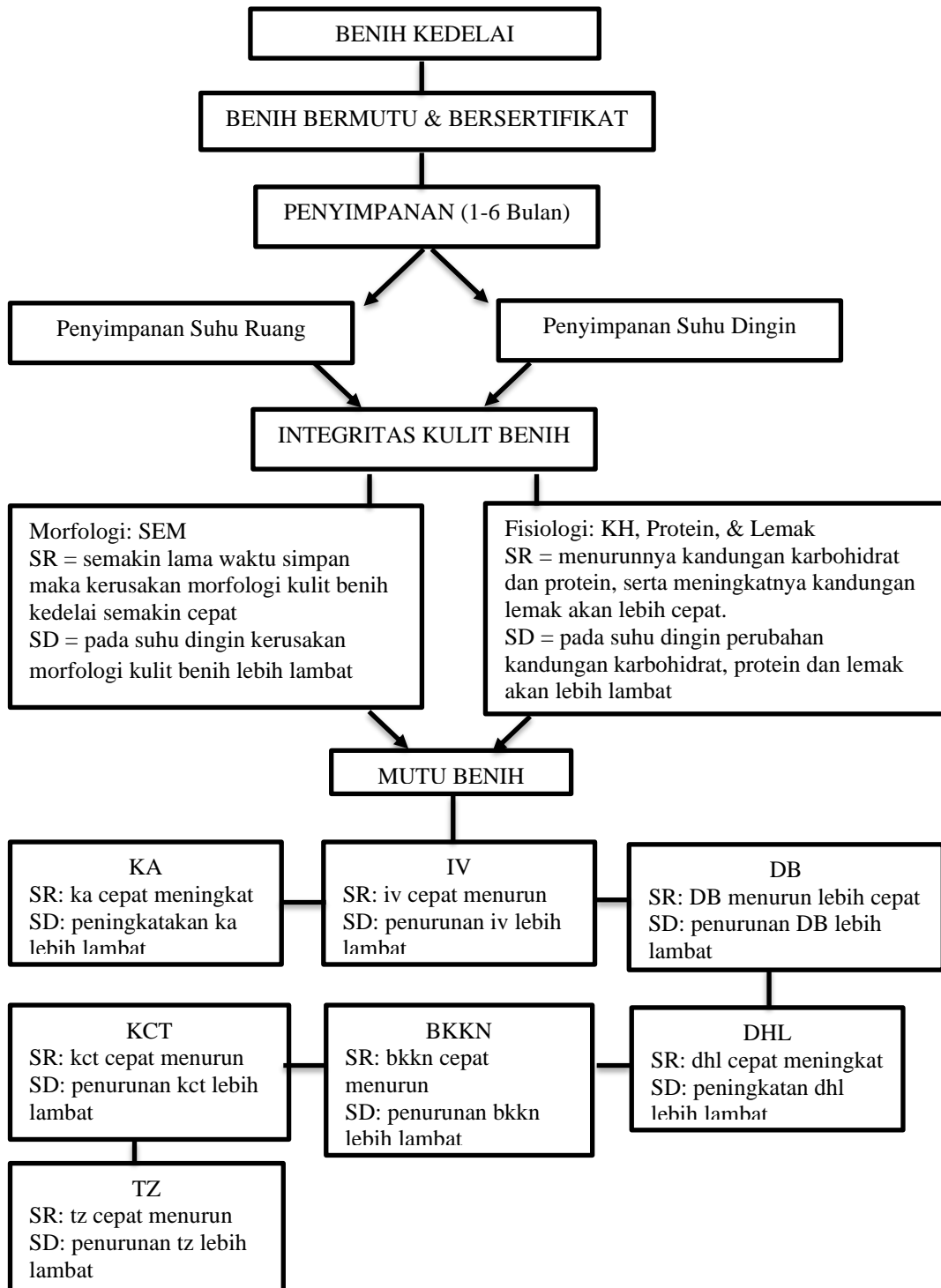
1. Apakah terdapat perbedaan integritas kulit benih dan mutu benih kedelai akibat waktu penyimpanan?
2. Apakah terdapat perbedaan integritas kulit benih dan mutu benih kedelai akibat suhu simpan yang berbeda?
3. Apakah terdapat pengaruh interaksi antara waktu simpan dan suhu simpan yang berbeda terhadap integritas kulit benih dan mutu benih kedelai?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

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

1. Mengetahui perbedaan integritas kulit benih dan mutu benih kedelai pada suhu simpan yang berbeda.
2. Mengetahui perbedaan integritas kulit benih dan mutu benih kedelai selama waktu penyimpanan.
3. Mengetahui perbedaan respons benih kedelai yang ditunjukkan dari integritas kulit benih dan mutu benih kedelai pada waktu penyimpanan dan suhu simpan yang berbeda.

#### 1.4 Kerangka Pemikiran



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran studi integritas kulit benih dan mutu fisik benih selama penyimpanan pada dua suhu simpan yang berbeda.



## **1.5 Hipotesis**

Hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Integritas kulit benih dan mutu benih kedelai pada suhu rendah kerusakan dapat diperlambat.
2. Semakin lama waktu penyimpanan maka integritas kulit benih dan mutu benih kedelai menurun.
3. Respons benih kedelai untuk integritas kulit benih dan mutu benih kedelai berbeda terhadap waktu simpan dan suhu simpan yang berbeda.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Benih Kedelai

Kedelai termasuk famili *Leguminosae*, subfamili *Papilionoideae*. Kedelai (*Glycine max*) bukan tanaman asli Indonesia. Kedelai diduga berasal dari daratan pusat dan utara Cina. Hal ini didasarkan pada adanya penyebaran *Glycine ussuriensis*, spesies yang diduga sebagai tetua *G. max*. Bukti sitogenetik menunjukkan bahwa *G. max* dan *G. ussuriensis* tergolong spesies yang sama. Namun bukti sejarah dan sebaran geografis menunjukkan Cina Utara sebagai daerah di mana kedelai dibudidayakan untuk pertama kalinya, sekitar abad 11 SM. Penyebaran kedelai di kawasan Asia, khususnya Jepang, Indonesia, Filipina, Vietnam, Thailand, Malaysia, Birma, Nepal, dan India dimulai sejak pada abad pertama setelah masehi sampai abad penemuan (abad 15-16), bersamaan dengan semakin berkembangnya jalur perdagangan lewat darat dan laut. Saat ini, tanaman kedelai telah berkembang di banyak negara, bahkan negara Amerika dan sebagian Amerika Selatan merupakan produsen kedelai utama di dunia (Adie and Krisnawati, 2013).

Kedelai adalah salah satu tanaman palawija yang menduduki posisi penting untuk konsumsi pangan dan pakan karena mengandung protein nabati yang tinggi, sumber lemak, sumber vitamin dan mineral (Heriyanto and Krisdiana, 2011). Kedelai merupakan tanaman semusim yang banyak dibudidayakan salah satunya di Negara Indonesia, kedelai memiliki karakteristik berupa semak rendah, tumbuh tegak dengan tinggi 40-90 cm, bercabang memiliki daun tunggal dan daun trifoliolate, bulu pada daun dan polong tidak terlalu padat dan umur tanaman antara 72-90 hari. Pada umumnya warna biji kedelai berbeda-beda, perbedaan warna biji dapat dilihat pada belahan biji ataupun pada selaput biji, biasanya kuning atau

hijau transparan (tembus cahaya), selain itu ada juga biji yang berwarna gelap kecoklat-coklatan sampai hitam atau berbintik (Adie and Krisnawati, 2013).

Benih kedelai termasuk kedalam benih ortodoks yaitu benih yang tahan disimpan lama dengan kadar air yang rendah (Indartono, 2012). Benih kedelai memiliki tipe perkecambahan epigeal yaitu pada saat berkecambah kotiledon akan terangkat ke atas dan dari kotiledon akan keluar calon daun. Benih kedelai terdiri dari embrio, kotiledon dan kulit benih. Embrio terdiri dari radikula, plumula, dan hipokotil. Kotiledon benih kedelai memiliki struktur yang besar berisikan cadangan makanan benih kedelai. Kotiledon berasal dari protoderm dan sel dalam yang mengalami pembelahan dan diferensiasi (Mulyani, 2006). Benih kedelai berbentuk lonjong bulat dengan ukuran bermacam-macam tergantung varietasnya. Bagian kulit benih merupakan bagian terluar dari benih yang terdiri atas testa, lapisan epidermis, hypodermis dan parenkima. Warna benih kedelai terdiri dari kuning muda, kuning, kuning tua, kuning hijau, hijau kuning, coklat muda, coklat, coklat tua, dan hitam (Adie and Krisnawati, 2013).

Salah satu masalah benih kedelai di daerah tropis adalah terjadinya kemunduran benih yang cepat selama penyimpanan sehingga menurunkan mutu. 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 Integritas Kulit Benih Kedelai**

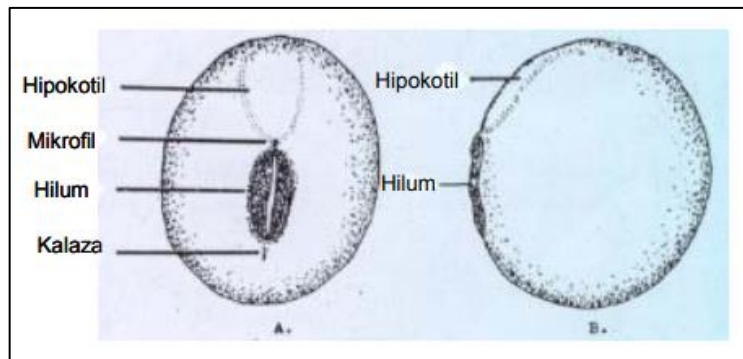
Deteriorasi benih merupakan proses yang tidak dapat dihindari selama benih dalam masa penyimpanan baik penyimpanan secara terbuka (suhu ruang) maupun kondisi terkontrol. Faktor suhu dan kelembaban sangat mempengaruhi kecepatan kemunduran benih pada penyimpanan secara terbuka (suhu ruang). Pada

penyimpanan secara terkontrol yang kondisi suhu, kadar air serta kelembaban ruangan cenderung konstan, maka proses deteriorasi benih berhubungan dengan perubahan biokimia di dalam benih selama periode simpan (Noviana *et al.*, 2017). Kandungan biokimia benih setiap varietas kedelai berbeda-beda sehingga akan memberikan perubahan perilaku benih yang berbeda dan kecepatan deteriorasi yang berbeda. Beberapa perubahan biokimia mempengaruhi kualitas dan viabilitas benih kedelai selama periode penyimpanan (Noviana *et al.*, 2017). Di sisi lain, integritas kulit benih sebagaimana ditentukan oleh tingkat perubahan biokimia dan/atau kerusakan fisik, dapat dianggap sebagai penyebab mendasar dari perbedaan vigor benih. Menurunnya integritas kulit benih mengakibatkan keluarnya senyawa dari dalam benih, yang diamati berdasarkan daya hantar listrik, dan konsentrasi senyawa metabolit (gula, asam amino, asam lemak, enzim, ion-ion inorganik seperti K, Na, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) (Vieira *et al.*, 2008). Sehingga benih kekurangan senyawa atau unsur yang penting bagi proses metabolisme, gejala perubahan fisik benih dapat dideteksi berdasarkan ukuran laju kebocoran Kalium ataupun daya hantar listrik. Semakin besar nilai DHL maka semakin rendah vigor benih. Kalium merupakan ion utama yang terdapat dalam bocoran selama proses imbibisi, diikuti oleh natrium dan kalsium dan dapat digunakan sebagai indikator dari integritas membran sel (Umar, 2012).

Sifat genetik benih antara lain tampak pada permeabilitas dan warna kulit benih berpengaruh terhadap daya simpan benih kedelai. Penelitian terdahulu menemukan bahwa varietas kedelai berbiji sedang atau kecil umumnya memiliki kulit berwarna gelap, tingkat permeabilitas rendah, dan memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi penyimpanan yang kurang optimal dan tahan terhadap deraan cuaca lapang dibanding varietas yang berbiji besar dan berkulit biji terang (Setyastuti, 2004).

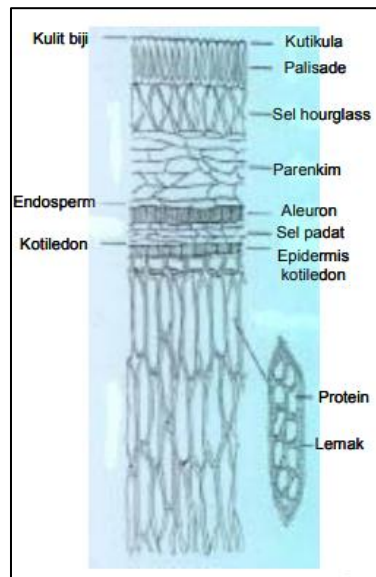
Bentuk benih kedelai beragam dari lonjong hingga bulat, dan sebagian besar kedelai yang ada di Indonesia berkriteria lonjong. Pengelompokan ukuran benih kedelai berbeda antar negara, di Indonesia kedelai dikelompokkan berukuran besar (berat >14 g/100 biji), sedang (10-14 g/100 biji), dan kecil (< 10 g/100 biji). Di Jepang dan Amerika biji kedelai berukuran besar jika memiliki berat 30 g/100

biji. Benih sebagian besar tersusun oleh kotiledon dan dilapisi oleh kulit benih (testa). Antara kulit benih dan kotiledon terdapat lapisan endosperm (Adie and Krisnawati, 2013).

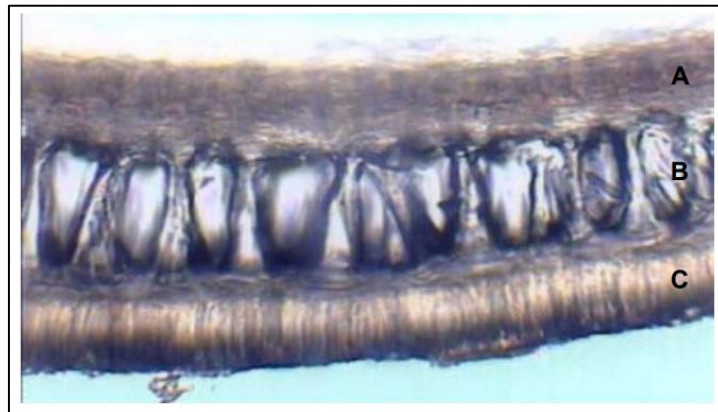


Gambar 2. Bagian benih kedelai: A) tampak atas, B) tampak samping (Adie and Krisnawati, 2013)

Kulit benih kedelai terdiri dari tiga lapisan yaitu epidermis, hipodermis, dan parenkim. Lapisan epidermis terdapat sel-sel palisade diselubungi oleh lapisan kutikula yang memantulkan cahaya lebih kuat (light line) yang ditemukan pada kedelai liar dibandingkan dinding sel lainnya. Lapisan hipodermis terdiri dari selapis sel yang berbentuk huruf I (hourglass), sedangkan lapisan parenkim terdiri dari 6-8 lapisan tipis pada keseluruhan kulit biji kecuali pada hilum yang tersusun oleh tiga lapisan yang berbeda. Hilum tersusun oleh tiga lapisan parenkim yang terdapat ruang interseluler dilapisan terluar terhubung langsung dengan sel hourglass. Karakter sel palisade yang bersifat impermeabel terhadap udara berfungsi sebagai tempat terjadinya pertukaran udara dari dalam embrio dengan lingkungan luar melalui hilum. Struktur hilum diduga memiliki peran dalam mengatur metabolisme dan kelembaban dalam embrio (Adie and Krisnawati, 2013). Proses awal terjadinya imbibisi benih adalah melalui kulit biji. Benih berkulit tipis lebih cepat menyerap air sehingga mempercepat perkecambahan benih, sebaliknya benih berkulit tebal proses imbibisinya lebih lambat. Sedangkan lapisan terdalam dari kulit biji adalah parenkim.



Gambar 3. Potongan melintang benih kedelai (Adie and Krisnawati, 2013)



Gambar 4. Kulit benih kedelai genotipe MLG 3036 pada perbesaran 400x. A) epidermis, B) hipodermis, C) parenkim.

Embrio terdiri dari dua kotiledon, sebuah plumula dengan dua daun yang telah berkembang sempurna, dan sebuah radikel hipokotil. Ujung radikula dikelilingi jaringan yang dibentuk oleh kulit biji. Pada lapisan epidermis, baik pada bagian atas maupun bawah terdapat stomata. Sel mesofil tersusun oleh satu sampai tiga lapisan palisade yang menyatu dengan parenkim gabus di bagian tengah kotiledon. Sel mesofil berisi aleuron dan minyak. Beberapa kristal kalsium oksalat

tersebar di kotiledon. Panjang plumula sekitar 2 mm dan mempunyai dua helai daun yang berhadapan, masing-masing dilengkapi dengan sepasang stipula. Sistem vaskular dari daun pertama adalah menjari dan berisi inisiasi protosilem, metasilem dan beberapa elemen protofloem yang telah matang. Panjang radikel hipokotil sekitar 5 mm, terletak pada ujung poros embrio. Hipokotil tersusun oleh jaringan epidermis, kortek, dan stele (Adie and Krisnawati, 2013).

### **2.3 Mutu Benih Kedelai**

Benih bermutu tinggi adalah benih yang memiliki mutu fisik (Ukuran seragam, kadar air tepat, bersih dari kotoran), mutu genetik (kemurnian spesies yang tinggi), mutu fisiologis (daya berkecambah dan vigor), dan mutu saniter (kesehatan benih) yang tinggi. Faktor utama yang menentukan mutu benih adalah kemurnian benih dan daya kecambah (Sundari and Hapsari, 2018). Sehingga, penggunaan benih kedelai yang memiliki mutu tinggi dapat meningkatkan produksi benih kedelai.

Mutu benih mencakup tiga aspek, yaitu mutu fisik, fisiologis, dan mutu genetik:

1. 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.
2. Mutu fisiologis berkaitan dengan daya hidup atau tumbuh benih memiliki daya tumbuh >80% pada kondisi optimum maupun suboptimum.
3. 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.

Faktor-faktor penentu dalam meningkatkan mutu benih, dipengaruhi oleh kondisi penangkaran benih di lapangan, yaitu faktor genetik dan lingkungan. Faktor genetik merupakan faktor bawaan yang berkaitan dengan komposisi genetik benih. Setiap varietas memiliki identitas genetika yang berbeda. Faktor genetik yang mempengaruhi mutu benih adalah susunan genetik, ukuran biji, dan berat

jenis. Benih dengan ukuran biji sedang mempunyai persentase perkecambahan yang lebih tinggi dibandingkan biji berukuran besar maupun kecil (Sundari and Hapsari, 2018).

Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap mutu benih adalah: (1) lokasi produksi dan waktu tanam, memajukan atau menunda waktu tanam memiliki pengaruh buruk terhadap produksi benih kedelai, terutama dalam kaitannya dengan kualitas benih, (2) teknik budi daya, (3) waktu dan cara panen, serta (4) penimbunan dan penanganan hasil. Faktor lingkungan tersebut berpengaruh terhadap kondisi fisik dan fisiologis benih yang berkaitan dengan performa benih seperti tingkat kematangan, tingkat kerusakan mekanis, tingkat keusangan (hubungan antara vigor awal dan lamanya disimpan), tingkat kesehatan, ukuran dan berat jenis, komposisi kimia, struktur, tingkat kadar air dan dormansi benih (Sundari and Hapsari, 2018).

Untuk mengevaluasi benih kecambah pada kedelai digunakan kriteria sebagai berikut (Aruan *et al.*, 2018):

1. Kecambah Normal
  - a. akar : kecambah mempunyai akar primer atau satu set akar-akar sekunder yang berkembang baik.
  - b. Hipokotil : panjang atau pendek, tetapi tumbuh baik tanpa ada luka yang mungkin mengakibatkan jaringan pengangkut menjadi rusak.
  - c. Plumulae : berkembang sempurna dengan daun hijau dan tumbuh baik.
  - d. Memiliki dua kotiledon.
2. Kecambah Abnormal
  - a. Akar : tidak ada akar primer atau akar-akar sekunder yang tidak tumbuh baik.
  - b. Hipokotil : pecah atau luka terbuka, merusak jaringan pengangkut, cacat, berkeriput, dan membengkak atau memendek.
  - c. Kotiledon : kedua kotiledon hilang dan kecambah lemah sehingga tidak vigor.



- d. 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.
3. Benih Tidak Berkecambah
    - a. Benih keras : benih yang hingga akhir periode pengujian tetap keras, sebab benih-benih tersebut tidak menyerap.
    - b. Benih segar : benih yang tidak keras dan juga tidak berkecambah hingga akhir pengujian tetapi tetap bersih , mantap, dan tampaknya masih hidup.
    - c. 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 serta tidak ada tanda-tanda pertumbuhan.

Dari uraian diatas, kemunduran suatu benih dapat diartikan sebagai turunnya kualitas atau viabilitas benih yang mengakibatkan rendahnya vigor dan jeleknya pertumbuhan tanaman serta produksinya, dan proses tersebut tidak dapat balik dari kualitas suatu benih (*irreversible*). Benih yang memiliki vigor rendah akan berakibat terjadinya kemunduran yang cepat selama penyimpanan benih.

Peningkatan masa simpan pada benih sangat penting dilakukan, dengan melakukan upaya melalui perbaikan secara genetik, perbaikan teknik produksi dan pengelolaan, serta perbaikan lingkungan penyimpanan pada benih.

#### **2.4 Penyimpanan Benih Kedelai**

Penyimpanan benih kedelai merupakan salah satu kegiatan penting dalam upaya mempertahankan mutu benih kedelai. Tujuan utama penyimpanan benih kedelai adalah untuk mempertahankan viabilitas (daya hidup) benih dalam periode simpan selama mungkin. Benih kedelai lebih cepat mengalami kemunduran (deteriorasi) selama penyimpanan dibandingkan benih tanaman lain (Sucahyono, 2013).

Karakteristik benih (komposisi kimia, struktur, dan morfologi biji), kondisi lapang sebelum benih dipanen, dan penyimpanan berpengaruh terhadap mutu benih kedelai. Mutu benih kedelai dikatakan menurun jika telah mengalami kemunduran (deteriorasi) dengan ciri-ciri (Sucahyono, 2013):

1. Terjadi perubahan fisik, seperti kulit keriput dan berwarna kusam.
2. Terjadinya perubahan fisiologis, seperti daya berkecambah turun dan kecambah abnormal meningkat.
3. 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.
4. 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 (Suchayono, 2013):

1. 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.
2. Faktor eksternal (kemasan benih, komposisi gas, suhu dan kelembaban ruang simpan).

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap daya simpan benih kedelai yaitu:

1. Kadar air awal  
Kadar air benih pada awal penyimpanan merupakan faktor utama yang menentukan daya simpan benih. Kadar air yang terlalu tinggi meningkatkan proses metabolisme dan respirasi yang dapat mempercepat hilangnya viabilitas benih karena berkurangnya bahan cadangan makanan dalam benih. Viabilitas benih ortodoks (seperti kedelai) cepat turun bila disimpan dengan

kadar air awal 12-14%. Penyimpanan benih kedelai dengan kadar air 12-12,5 % dalam waktu satu tahun mengakibatkan daya kecambah benih turun menjadi 60%. Kadar air benih <11% mampu menekan terjadinya respirasi dan viabilitas benih dapat dipertahankan. Kadar air awal benih berpengaruh terhadap kadar protein membran dalam mitokondria. Kadar protein membran sel dalam mitokondria yang tinggi menghasilkan daya berkecambah dan vigor benih kedelai tinggi (Tatipata, 2008).

## 2. Bahan kemasan

Bahan pengemas benih kedelai selama dalam penyimpanan berpengaruh terhadap penurunan mutu fisiologis benih. Setiap bahan kemasan mempunyai tingkat porositas yang berbeda. Porositas adalah kemampuan suatu bahan dalam menahan masuknya uap air atau udara ke dalam kantong penyimpanan benih. Makin tinggi porositas bahan kemasan, makin tinggi peluang masuknya uap air atau udara ke dalam kemasan. Benih kedelai bersifat higroskopis (mudah menyerap air), sehingga kadar air benih akan mudah meningkat bila disimpan di ruang yang kelembabannya tinggi dan menggunakan bahan kemasan yang porositasnya tinggi (Sucahyono, 2013).

## 3. Kotoran benih

Kotoran benih dan campuran biji pecah dapat memicu tumbuhnya mikroorganisme di dalam kantong kemasan. Biji yang pecah lebih mudah ditumbuhi jamur atau bakteri karena sudah kehilangan lapisan pelindung. Aktivitas mikroba tersebut menghasilkan uap air, peningkatan suhu, dan menghasilkan ethanol yang sangat berbahaya bagi kehidupan embrio benih (Sucahyono, 2013). Oleh karena itu, sortasi benih terhadap kotoran dan biji rusak sangat penting dilakukan.

## 4. Suhu dan kelembaban ruang simpan

Fluktuasi kelembaban udara relatif di daerah tropis sangat tinggi (65-100%), dan berpengaruh negatif terhadap viabilitas benih selama periode penyimpanan. Suhu ruang simpan berperan dalam mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan. Pada suhu rendah, aktivitas enzim tertekan dan laju respirasi lebih lambat dibanding pada suhu tinggi sehingga viabilitas benih dapat dipertahankan lebih lama (Danapriatna, 2007).

Selama dalam penyimpanan, benih mengalami proses kemunduran yang tidak dapat dihindari. Kualitas benih awal dalam penyimpanan sangat berpengaruh terhadap daya simpan benih. Ada dua faktor yang mempengaruhi mutu benih dalam penyimpanan yaitu faktor biotik dan faktor abiotik. faktor biotik adalah faktor yang disebabkan oleh jasad hidup yang terdapat pada ruang simpan benih didalam gudang maupun di dalam kemasan yang dapat merusak mutu benih selama penyimpanan seperti adanya cendawan, bakteri, dan hama gudang. Faktor biotik adalah faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi mutu benih dalam penyimpanan yang meliputi (kelembaban, temperatur, dan komposisi gas di ruang simpan).

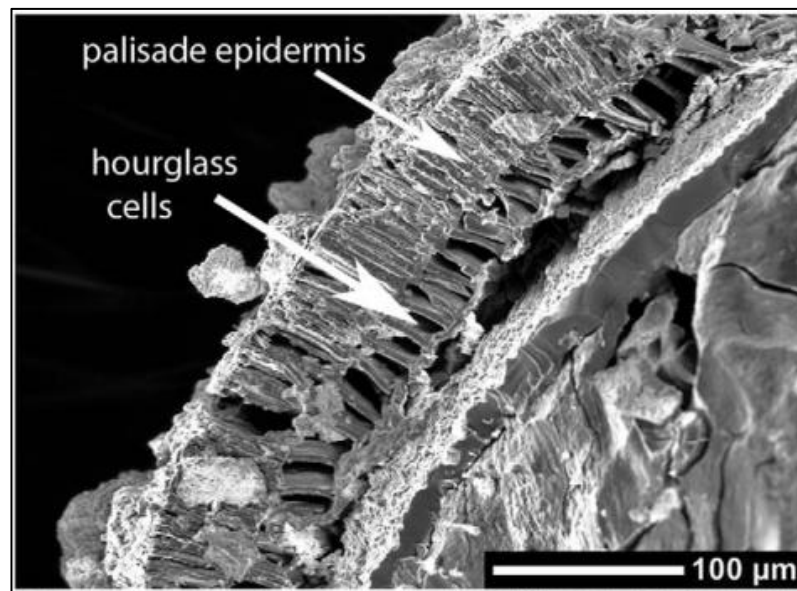
Benih memiliki sifat higroskopis, apabila disimpan pada kelembaban yang tinggi, benih akan menyerap uap air sampai kadar air benih seimbang dengan kelembaban ruang simpan. Sebaliknya bila benih disimpan pada kelembaban yang rendah, benih akan mengeluarkan uap air sampai antara benih dengan kelembaban disekitarnya tercapai keseimbangan (Danapriatna, 2007). Pada umumnya semakin lama benih disimpan maka viabilitas dan vigor benih akan semakin menurun.

Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya vigor adalah sulitnya biji untuk berkecambah. Rendahnya vigor benih dapat diterangkan sebagai turunya kualitas atau viabilitas benih. Kemunduran benih disebabkan oleh kehabisan cadangan makanan, meningkatnya aktivitas enzim, meningkatnya asam lemak, permeabilitas membran, dan kerusakan-kerusakan membran kulit benih akibat dari penyimpanan terlalu lama (Sutopo, 2002). Sehingga faktor eksternal yang mempengaruhi viabilitas dan vigor benih kedelai sangat berhubungan dengan temperatur (suhu) dan lama penyimpanan.

## **2.5 Scanning Elektron Microscopy (SEM)**

*Scanning electron microscope* (SEM) merupakan jenis mikroskop elektron yang dapat menampilkan gambaran permukaan dan rincian suatu spesimen dengan resolusi yang tinggi (Diansari *et al.*, 2018). Identifikasi struktur mikro lapisan oksida dengan menggunakan SEM tidaklah sekedar pengambilan gambar dan fotografi, tetapi harus dilakukan dengan teknik dan metode operasi yang benar,

mengingat proses pembentukan *image* pada alat ini merupakan proses fisika yang merupakan interaksi korpuskular antara elektron sumber dengan atom pada bahan. Meskipun sinyal data yang dihasilkan cukup kuat dibanding mikroskop optik atau XRD, tetapi karena seringkali obyek pengamatan yang terbilang kecil dan mengandung komponen non konduktif, seperti lapisan pasivasi oksida pada permukaan, SEM dapat memberikan kontras yang relatif rendah terlebih pada perbesaran tinggi. Selain itu, proses pengambilan gambar dan analisis kimia dengan SEM sangatlah dipengaruhi oleh jenis sampel (Sujatno *et al.*, 2017).



Gambar 5. Foto SEM yang mengilustrasikan detail penampang kulit biji kedelai (Lee *et al.*, 2011)

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Juli 2023. Sedangkan tempat pelaksanaan penelitian adalah di Laboratorium Benih Fakultas Pertanian Universitas Lampung, dan di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (UPT LTSIT) Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah moisture tester, conductivity meter, plastik, timbangan analitik, tupperware plastik (1.000 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*, aluminium foil, alat tulis, SEM, 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-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah benih kedelai varietas Dega-1, waktu panen 06 Januari 2023 yang di peroleh dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Dinas Pertanian Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, 2,3,5 Trifenil Tetrazolium klorida, aquades, kertas buram, plastik transparan, lebel nama, air destilasi, alkohol, CaCO<sub>3</sub>, Pb-Asetat, Na-Oksalat, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, larutan fenol 5%, dietil ether anhydros, tissue, katalis selenium reagent mixture, NaOH 50%, HCl 0,1 N, H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub> 4%, indikator metil merah-metil biru.

### 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 yaitu pengaruh suhu (S), yang terdiri dari 2 taraf yaitu  $S_1$  = suhu ruang,  $S_2$  = suhu dingin. Anak Petak yaitu waktu simpan (W), yang terdiri dari 6 taraf yaitu,  $W_1$  = 1 bulan,  $W_2$  = 2 bulan,  $W_3$  = 3 bulan,  $W_4$  = 4 bulan,  $W_5$  = 5 bulan dan  $W_6$  = 6 bulan. Homogenitas ragam 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  $\alpha$  5%.

### 3.4 Metode Pelaksanaan

#### 3.4.1 Metode pengujian integritas kulit benih dan variabel pengamatan benih kedelai sebelum disimpan dan sesudah disimpan

##### 3.4.1.1 Uji SEM

Untuk pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan dengan cara, benih kedelai direndam dalam air selama empat jam (4 jam) lalu dikeringkan dengan menggunakan tisu, diamkan selama dua jam (2 jam), lalu benih kedelai dibelah dengan menggunakan pisau tajam, bagian belakang benih dipotong agar benih menjadi tipis, setelah itu benih dimasukkan kedalam mesin vacum (*coating*) dengan suhu 80°C, selanjutnya setelah benih dilakukan coating maka benih dimasukkan kedalam mesin cember, setelah vacum selesai maka benih siap untuk dianalisis.

##### 3.4.1.2 Uji karbohidrat total

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  $\text{CaCO}_3$  sampai cukup basa. Panaskan pada pemanas air  $90^\circ\text{C}$  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 filtrate 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:

$$\text{Glukosa (\%)} = \frac{(C_{\text{terukur}} \times V \times \text{FP})}{W \times 10000}$$

Keterangan:

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

### 3.4.1.3 Uji 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat (95% - 97%) dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  secara perlahan-lahan dan diamkan 10 menit dalam ruang asam. Destruksi pada suhu  $410^\circ\text{C}$  selama kurang lebih 2 jam atau larutan jernih diamkan hingga suhu khamar dan tambahkan 50-75 ml aquades. Siapkan erlenmeyer berisi 25 ml larutan  $\text{H}_2\text{BO}_3$  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:



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

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

Keterangan:

- $V_S$  : Volume larutan standar asam yang digunakan untuk titran sampel  
 $V_B$  : 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

#### 3.4.1.4 Uji lemak total

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 ( $w_o$ ) 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 ( $w_1$ ), 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 ( $w_2$ ) (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 Metode pengujian mutu dan variabel pengamatan benih kedelai sebelum disimpan dan sesudah disimpan**

#### **3.4.2.1 Pengujian kadar air (KA)**

Benih diuji kadar air dengan metode Oven. Pengukuran kadar air benih menggunakan metode oven dengan cara menimbang wadah ( $M_1$ ), setelah itu menimbang wadah dengan benih kedelai yang sudah dihancurkan sebanyak 2 gram ( $M_2$ ). Selanjutnya wadah + benih ( $M_2$ ) dimasukan kedalam oven pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$  selama 3 hari. Setelah itu wadah + benih ( $M_2$ ) yang telah dioven didinginkan dalam desikator selama 45 menit kemudian ditimbang kembali ( $M_3$ ) (ISTA, 2010). Kadar air benih dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} : \frac{(M_2 - M_3)}{(M_2 - M_1)} \times 100 \%$$

Keterangan :

$M_1$  : Berat wadah sebelum dioven (g)

$M_2$  : Berat wadah + benih sebelum dioven (g)

$M_3$ : Berat wadah + benih setelah dioven (g)

#### **3.4.2.2 Indeks vigor (IV)**

benih kedelai diuji indek vigor dengan metode Uji Kertas digulung dengan plastik (UKDdp) pada germinator standar suhu  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Cara penggulangan 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 kosentrasi 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, 2010). Indeks vigor benih dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

#### 3.4.2.3 Daya berkecambah (DB)

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 7 hari setelah benih dikecambahkan. Lalu diamati dan dihitung jumlah kecambah normal dan jumlah benih yang dikecambahkan (ISTA, 2010). Daya berkecambah benih dapat dihitung menggunakan rumus:

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

#### 3.4.2.4 Kecepatan berkecambah (KCT)

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, 2010). Kecepatan berkecambah benih dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{KcT} = \sum_0^{tn} \frac{N}{t}$$

Keterangan :

t = Waktu Pengamatan ke-i

N = Presentase KN setiap Waktu Pengamatan

tn = Waktu Akhir Pengamatan (Hari ke-7)

### 3.4.2.5 Bobot kering kecambah normal (BKKN)

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, 2010). Bobot kering kecambah normal dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

### 3.4.2.6 Daya hantar listrik (DHL)

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, 2010). Daya hantar listrik dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

### 3.4.2.7 Tetrazolium (TZ)

Benih kedelai disiapkan sebanyak 300 benih dengan 3 ulangan, masing-masing ulangan terdapat 100 benih. Dilakukan imbibisi benih kedelai terlebih dahulu dengan merendam benih tersebut kedalam wadah berisi air selama 18 jam setelah itu dilakukan pengupasan kulit dan pembelahan benih setelahnya. Persiapan pembuatan larutan fosfat buffer timbang 10,9 gr natrium fosfat dibasic ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ), 3,2 g natrium fosfat monobasa anhidrat ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ), dan 90 gr natrium clorida ( $\text{NaCl}$ ) didalam larutan 1.000 ml aquades. Untuk pembuatan larutan Tetrazolium 0,1%, dilakukan dengan cara melarutkan 2,3,5-triphenyl tetrazolium sebanyak 0,1 gr kedalam larutan buffer 100 ml. Benih kedelai yang telah dilembabkan, kemudian direndam dalam larutan tetrazolium 0,1% selama 18 jam pada suhu 40°C dalam kondisi gelap ditutup dengan alluminium foil. Benih yang

telah di rendam dalam larutan tetrazolium 0,1% kemudian dilakukan evaluasi atau pengamatan pola pewarnaan tetrazolium pada benih kedelai. Selanjutnya menghitung benih kedelai viabel (ISTA, 2010). Uji viabelitas dengan tetrazolium dapat menggunakan rumus dan skor pewarnaan:

$$\text{Benih Viabel (\%)} = \frac{\text{Jumlah Benih Viabel}}{\text{Jumlah Benih di Uji}} \times 100\%$$

Skor pewarnaan tetrazolium:

1. Merah tua cerah
2. Merah cerah
3. Merah muda (bercak-bercak putih)
4. Tidak tewarnai

### **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 satu bulan sekali dilakukan pembongkaran untuk pengamatan mutu benih yaitu kadar air benih, indeks vigor, daya berkecambah, BKKN (Bobot Kering Kecambah Normal), DHL (Daya Hantar Listrik) dan uji tetrazolium, selanjutnya dilakukan setiap dua bulan sekali untuk pengamatan integritas kulit benih kedelai yaitu uji SEM, uji karbohidrat total, protein, dan lemak total.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Adapun simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Benih yang disimpan pada suhu ruang integritas kulit benih lebih cepat rusak sedangkan pada suhu dingin kerusakan dapat diperlambat, pada suhu ruang kerusakan morfologi kulit benih terlihat pada waktu penyimpanan 2 bulan berdasarkan uji SEM, variabel viabilitas dan vigor benih yang ditunjukkan dengan kadar air (10,57%), indeks vigor (82%), daya berkecambah (86%), kecepatan berkecambah (83%), bobot kering kecambah normal (0,04 gr), daya hantar listrik (4,10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), tetrazolium (88%), kandungan karbohidrat menurun (19,91%), kandungan protein menurun (35,61%), kandungan asam lemak bebas meningkat (18,70%). Sedangkan pada suhu dingin masa simpan dapat dipertahankan kerusakan terlihat pada waktu penyimpanan 4 bulan berdasarkan uji SEM, variabel viabilitas dan vigor benih yang ditunjukkan kadar air (9,91%), indeks vigor (85%), daya berkecambah (89%), kecepatan berkecambah (87%), bobot kering kecambah normal (0,05 gr), daya hantar listrik (3,48  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), tetrazolium (90%), kandungan karbohidrat menurun (21,89%), kandungan protein menurun (35,87%), kandungan asam lemak bebas meningkat (16,06%). Hal ini semakin lama waktu simpan maka mutu benih kedelai akan semakin menurun.
2. Benih yang disimpan selama penyimpanan 6 bulan menyebabkan kerusakan integritas kulit benih dan mutu benih menurun baik pada suhu ruang dan suhu dingin. Pada suhu ruang lebih cepat terjadinya kerusakan integritas kulit benih dan mutu benih berdasarkan uji SEM, indeks vigor (72%), daya berkecambah (75%), kecepatan berkecambah (74%), bobot kering kecambah normal (0,04 gr), daya hantar listrik (5,02  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), kandungan karbohidrat

menurun (17,52%), kandungan protein menurun (32,42%), kandungan asam lemak bebas meningkat (22,70%). Sedangkan pada suhu dingin kerusakan integritas kulit benih dan menurunnya mutu benih dapat diperlambat berdasarkan uji SEM, indeks vigor (79%), daya berkecambah (82%), kecepatan berkecambah (80%), bobot kering kecambah normal (0,04 gr), daya hantar listrik (4,22  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), kandungan karbohidrat menurun (21,10%), kandungan protein menurun (35,54%), kandungan asam lemak bebas meningkat (18,79%).

3. Terdapat perbedaan respons antara suhu simpan dan waktu simpan. Penyimpanan suhu ruang penurunan integritas kulit benih dan mutu benih kedelai terlihat 2 bulan setelah simpan berdasarkan kadar air (9,87%), kecepatan berkecambah (89%), dan daya hantar listrik (3,51%). Penyimpanan suhu dingin penurunan integritas kulit benih dan mutu benih kedelai terlihat 4 bulan setelah simpan berdasarkan kadar air (10,43%), kecepatan berkecambah (86%), dan daya hantar listrik (3,69  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti menyarankan bahwa perlu dilakukan penelitian pada suhu ruang penyimpanan benih yang menggunakan berbagai bahan *packaging* dalam mempertahankan masa simpan benih yang lebih panjang. Sedangkan, pada suhu dingin penyimpanan benih perlu dilakukan berbagai suhu simpan dingin yang optimal dalam mempertahankan masa simpan benih yang lebih panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adie, M.M., and A. Krisnawati. 2013. Biologi Tanaman Kedelai. Balai Penelit. kacang-kacangan dan Umbi-umbian: 45–73.
- Afifah, N., E. Widajati, and E.R. Palupi. 2020. Development of Tetrazolium Test as Vigor Analysis Method of True Seed of Shallot. *J. Hortik. Indones.* 11(2): 120–130. doi: 10.29244/jhi.11.2.120-130.
- 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). *J. Wacana Pertan.* 15(1): 22–29. <http://ojs.stiperdharmawacana.ac.id>.
- Aruan, R.B., I.D.N. Nyana, I.K. Siadi, and I.G.N. Raka. 2018. Toleransi penundaan prosesing terhadap mutu fisik dan mutu fisiologis benih kedelai (*Glycine max* L . Merrill). *E-Jurnal Agroekoteknologi Trop.* 7(2): 264–274.
- Badan Pusat Statistik. 2021. Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia. <https://www.bps.go.id/publication/2022/12/16/9e87d65dae851717a1af5784/analisis-produktivitas-jagung-dan-kedelai-di-indonesia-2021.html>
- Badan Pusat Statistik. 2023. Impor Kedelai Tahun 2017-2022. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxNSMx/impor-kedelai-menurut-negara-asal-utama--2017-2022.html>
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2006. Cara Uji Kimia. SNI 01-2354.4
- Balachander, B.S., N.H. Netha, and D.G. Dalvi. 2018. Effect of Genotypes and Containers on Physiological and Biochemical Changes during Storage of Soybean seed (*Glycine max* L . Merrill ). (6): 1836–1851.
- Begum, A. J., R. Jerlin., and M. Jayanthi. 2013. Seed quality changes during storage of oil seeds- A Review. *International Journal of Scientific Research. Int. J. Sci. Res.* 2(2277): 1–2.



- Bernardes da Silva Ferreira, L., N. Alves Fernandes, L. Costa de Aquino, A. Rodrigo da Silva, W. Marcos Nascimento, et al. 2017. Temperature and seed moisture content affect electrical conductivity test in pea seeds 1. *J. Seed Sci.* 3939(44): 410–416. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n4181021>.
- Danapriatna, N. 2007. Pengaruh penyimpanan terhadap viabilitas benih kedelai. *Paradigma* 8(1): 178–187.
- Diansari, V., I. Sundari, and N. Deswitri. 2018. Gambaran Scanning Electron Microscope (SEM) Mikrostruktur Permukaan Resin Komposit Nanofiler Setelah Perendaman Dalam Kopi Arabika Gayo. *Cakradonya Dent. J.* 10(2): 96–101. doi: 10.24815/cdj.v10i2.11708.
- Dinarto, W. 2010. Pengaruh Kadar Air dan Wadah Simpan terhadap Viabilitas Benih Kacang Hijau dan Populasi Hama Kumbang Bubuk Kacang Hijau *Callosobruchus Chinensis* L. *J. AgriSains* 1(1): 68–78.
- Do, D.T., and J. Singh. 2018. Legume microstructure. *Elsevier*.
- Dwi Purwanti, M. 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.
- 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.
- Forti, V.A., C. de Carvalho, F.A.O. Tanaka, and S.M. Cicero. 2013. Weathering Damage in Soybean Seeds: Assessment, Seed Anatomy and Seed Physiological Potential. *Seed Technol.* 35(2): 213–224.
- França-Neto, J. de B., and F.C. Krzyzanowski. 2019. Tetrazolium: An important test for physiological seed quality evaluation. *J. Seed Sci.* 41(3): 359–366. doi: 10.1590/2317-1545v41n3223104.
- Hasbianto, A., and M. Yasin. 2014. Simulasi Vigor Daya Simpan Benih Kedelai Menggunakan Model Sistem Dinamik. *Bul. Palawija* 27(27): 52–64.
- Heriyanto, H., and R. Krisdiana. 2011. Dinamika Preferensi Petani Dan Penyebaran Varietas Unggul Kedelai Di Propinsi Jawa Timur. *Cakrawala* 5(2). doi: 10.32781/cakrawala.v5i2.241.
- 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.

- Irma Noviana, IGP. Alit Diratmaja, Abdul Qadir, and Faiza C Suwarno. 2017. Estimation Of Soybean Seed (*Glycine Max* L. Merr) Deterioration During Storage. *J. Pertan. Agros* 19(1): 1–12.
- ISTA. 2010. The evolution of seed testing. *Seed Test. Int.* (139): 3–7. <http://www.seedtest.org>.
- Jawak, G., E. Widajati, D. Liana, and T. Astuti. 2022. Pendugaan Kemunduran Benih dengan Uji Fisiologi dan Biokimiawi. *Savana Cendana* 7(04): 61–64. doi: 10.32938/sc.v7i04.1921.
- Khairani, M., N. Rozen, and E. Swasti. 2022. Uji Daya Hantar Listrik untuk Benih Padi (*Oryza sativa* L.). *J. Pertan. Agros* 24(1): 496–504.
- Kolo, E., and A. Tefa. 2016. Pengaruh Kondisi Simpan terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Savana Cendana* 1(03): 112–115. doi: 10.32938/sc.v1i03.57.
- Krisnawati, A., and M.M. Adie. 2016. Ragam Karakter Morfologi Kulit Biji Beberapa Genotipe Plasma Nutfah Kedelai. *Bul. Plasma Nutfah* 14(1): 14. doi: 10.21082/blpn.v14n1.2008.p14-18.
- Kuchlan, M.K., M. Dadlani, and D.V.K. Samuel. 2010. Seed coat properties and longevity of soybean seeds. *J. New Seeds* 11(3): 239–249. doi: 10.1080/1522886X.2010.497960.
- Lee, G.A., G.W. Crawford, L. Liu, Y. Sasaki, and X. Chen. 2011. Archaeological soybean (*Glycine max*) in East Asia: Does size matter? *PLoS One* 6(11). doi: 10.1371/journal.pone.0026720.
- Ma, F., E. Cholewa, T. Mohamed, C.A. Peterson, and M. Gijzen. 2004. Cracks in the palisade cuticle of soybean seed coats correlate with their permeability to water. *Ann. Bot.* 94(2): 213–228. doi: 10.1093/aob/mch133.
- Mahjabin, S. Bilal, and A.B. Abidi. 2015. Physiological and biochemical changes during seed deterioration: A review. *Int. J. Recent Sci. Res.* 6(4): 3416–3422.
- Malik, C.P., and Jyoti. 2013. Seed deterioration: a review. *Int. J. life Sci. Biotechnol. pharma Res.* 2(3): 374–385.
- Mesquita, C.M., M.A. Hanna, and N.P. Costa. 2006. Crop and Harvesting Operation Characteristics Affecting Field Losses and Physical Qualities of Soybean. *22(2003)*: 325–333.
- Miller, S.S., Z. Jin, J.A. Schnell, M.C. Romero, D.C.W. Brown, and D. A. Johnson. 2010. Hourglass cell development in the soybean seed coat. *Ann. Bot.* 106(2): 235–242. doi: 10.1093/aob/mcq101.

- Mulyani, S. 2006. *Anatomi tumbuhan*. Kanisius. Yogyakarta 325.
- Murniati, H. dan E. 2008. Pengaruh pemberian senyawa antioksidan dan sebelum simpan terhadap umur simpan benih kapas (*Gossypium hirsutum* L.). *J. Floratek* 3(2008): 1–9.
- Noviana, I., A. Qadir, and D.F.C. Suwarno. 2017. Perilaku Biokimia Benih Kedelai Selama Penyimpanan dalam Kondisi Terkontrol. *J. Agron. Indones.* (Indonesian J. Agron. 44(3). doi: 10.24831/jai.v44i3.12931.
- 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. doi: 10.32530/agroteknika.v3i1.56.
- Pamungkas, P.B., R.I. Yulia, and I. Puspitasari. 2022. Studi kimiawi berbagai jenis varietas dan kemasan simpan benih kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Agrovigor J. Agroekoteknologi* 15(2): 112–117. doi: 10.21107/agrovigor.v15i2.14412.
- 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.
- Puspita, S.V., W.P. Lestari, A.R. Murtadho, and R.D. Lestari. 2023. Analisis Pengujian Mutu Benih Secara Fisiologis Pada Tanaman Pangan. *Pros. Semin. Nas. Hukum, Bisnis, Sains dan Teknol.* 3(1): 554–561.
- Qutob, D., F. Ma, C.A. Peterson, M.A. Bernards, and M. Gijzen. 2008. Structural and permeability properties of the soybean seed coat. *Botany* 86(3): 219–227. doi: 10.1139/B08-002.
- 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): 21–31. doi: 10.29244/agrob.v6i1.16820.
- 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.) The Effect of Sarcotesta and Seed Moisture Content on Total Phenolic Content and Longevity of *Carica papaya* Seed. 49(35): 44–49.
- Setyastuti, P. 2004. Kajian Suhu Ruang Simpan Terhadap Kualitas Benih Kedelai Hitam Dan Kedelai Kuning. *Ilmu Pertan.* 11(1): 22–31.
- Sinaga, A.O.Y., M. Lindayanti, P.G. Lestari, and D.S.S. Marpaung. 2021. Uji Tetrazolium dan Daya Berkecambah Benih Kedelai (*Glycine Max* L.) Varietas Anjasmoro dan Biosoy 2. *Media Agribisnis* 5(2): 116–122. doi: 10.35326/agribisnis.v5i2.1651.

- Souza, F.H.D. DE, and J. Marcos-filho. 2001. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. *Rev. Bras. Botânica* 24(4): 365–375. doi: 10.1590/s0100-84042001000400002.
- Sucahyono, D. 2013. Teknologi penyimpanan dan invigorasi benih kedelai. *Penyimpanan dan Invigorasi Benih Kedelai*: 185–194.
- Sujatno, A., R. Salam, B. Bandriyana, and A. Dimyati. 2017. Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *J. Forum Nukl.* 9(1): 44. doi: 10.17146/jfn.2015.9.1.3563.
- Sundari, T., and R. tri Hapsari. 2018. Pengawalan mutu benih kedelai. Balai Penelit. Tanam. Aneka Kacang dan Umbi (Zecchinelli): 29–42. [http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2018/03/bunga\\_rampai\\_2017\\_3\\_titik.pdf](http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2018/03/bunga_rampai_2017_3_titik.pdf).
- Sutopo, L. 2002. *Teknologi benih*. PT Raja Grafindo Persada.
- Sych, T., Y. Mély, and W. Römer. 2018. Lipid self-assembly and lectin-induced reorganization of the plasma membrane. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 373(1747). doi: 10.1098/rstb.2017.0117.
- Tatipata, A. 2008. Pengaruh Kadar Air Awal, Kemasan dan Lama Simpan terhadap Protein Membran Dalam Mitokondria Benih Kedelai. *J. Agron. Indones. (Indonesian J. Agron.* 36(1): 8–16.
- Tatipata, A. 2010. Perubahan Asam Lemak Selama Penyimpanan Benih Kedelai (*Glycine Max* L. Merr) Dan Hubungannya Dengan Viabilitas Benih. *J. Agron. Indones. (Indonesian J. Agron.* 38(1): 30–35.
- Tefa, A. 2017. Uji Viabilitas dan Vigor Benih Padi (*Oryza sativa* L.) selama Penyimpanan pada Tingkat Kadar Air yang Berbeda. *Savana Cendana* 2(03): 48–50. doi: 10.32938/sc.v2i03.210.
- Umar, S. 2012. Pengaruh Pemberian Bahan Organik Terhadap Daya Simpan Benih Kedelai { *Glycine max* ( L .) Merr .}. *Ber. Biol.* 11(3): 401–410.
- 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): 496–501. doi: 10.1590/s0103-90162008000500008.