

**PENGARUH PERIODE PELEMBABAN PADA VIGOR LIMA LOT
BENIH KEDELAI (*Glycine max* [L.] Merrill)**

(Skripsi)

Oleh

DEA LANIDYA SILVIA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

Pengaruh Periode Pelembaban pada Vigor Lima Lot Benih Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill)

Oleh

Dea Lanidya Silvia

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu dan Laboratorium Teknologi Benih dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Desember 2015 – Januari 2016. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui periode pelembaban yang menghasilkan vigor benih terbaik, (2) mengetahui lot benih kedelai yang menghasilkan vigor benih terbaik, (3) mengetahui kombinasi periode pelembaban dan lot benih kedelai yang menghasilkan vigor benih terbaik. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang diulang 3 kali. Rancangan perlakuan disusun secara faktorial (3 x 5). Homogenitas ragam data diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Pemisahan nilai tengah perlakuan dilanjutkan dengan uji perbandingan ortogonal kontras dan polinomial pada taraf nyata 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) periode pelembaban selama 12 jam menghasilkan vigor benih terbaik berdasarkan tolok ukur persentase kotiledon gugur, panjang akar, dan bobot kering akar, (2) lot benih kedelai asal pemupukan NPK susulan dengan dosis 100 kg/ha menghasilkan vigor benih terbaik

berdasarkan tolok ukur persentase kotiledon gugur, panjang akar, dan bobot kering akar, (3) periode pelembaban selama 12 jam pada lot benih kedelai asal pemupukan NPK susulan dengan dosis 100 kg/ha menghasilkan vigor terbaik berdasarkan tolok ukur daya berkecambah, kecepatan perkecambahan, persentase kotiledon membuka, persentase daun pertama yang muncul, panjang kecambah, dan bobot kering kecambah.

Kata kunci: benih, kedelai, pelembaban, NPK, vigor

**PENGARUH PERIODE PELEMBABAN PADA VIGOR LIMA LOT
BENIH KEDELAI (*Glycine max* [L.] Merrill)**

Oleh

DEA LANIDYA SILVIA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : **Pengaruh Periode Pelembaban pada Vigor Lima Lot Benih Kedelai (*Glycine Max* [L.] Merrill)**

Nama Mahasiswa : **DEA LANIDYA SILVIA**

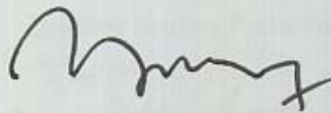
Nomor Pokok Mahasiswa : 1214121048

Jurusan : Agroteknologi

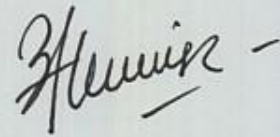
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi pembimbing



Ir. Yayuk Nurmiaty, M. S.
NIP 196101111987032005



Ir. Niar Nurmauli, M. S.
NIP 196102041986032002

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

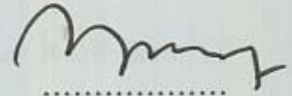


Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si
NIP 196305081988112001

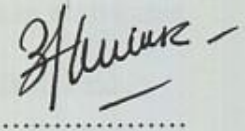
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

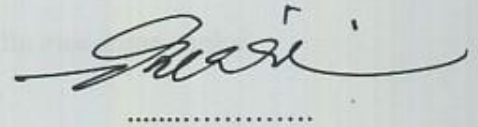
Pembimbing Utama : Ir. Yayuk Nurmiaty, M. S.


.....

Anggota Pembimbing : Ir. Niar Nurmauli, M.S.


.....

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


.....

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Iwan Sukri Banuwa, M. Si
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Oktober 2016

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Periode Pelembaban pada Vigor Lima Lot Benih Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill)”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini hasil salinan atau dibuat oleh orang lain maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Oktober 2016

Penulis



Dea Lanidya Silvia
NPM. 1214121048

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas limpahan berkat dan rahmat-Nya skripsi ini dapat terselesaikan.

Aku persembahkan karya sederhana penuh perjuangan dan kesabaran ini sebagai ungkapan rasa sayang dan bakti kepada

Bapak dan Ibu tersayang yang selalu mencurahkan kasih sayang, mengajari bagaimana menjadi manusia terbaik, serta dalam doa dan sujud yang selalu menantikan keberhasilanku dengan sabar dan penuh pengertian.

Semua keluarga besarku atas rasa sayang, doa, perhatian, pengertian, pengorbanan, penghormatan dan dorongan semangat yang tulus, serta persaudaraan yang tidak dapat tergantikan.

Almamater yang kucintai, Universitas Lampung.

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan
(QS.Al-Mujadalah:11).

Orang boleh pandai setinggi langit, tapi selama ia tidak menulis, ia akan hilang di dalam masyarakat dan dari sejarah. Menulis adalah bekerja untuk keabadian
(Pramoedya Ananta Toer, 1988).

Sebab menulis itu berjuang dan perjuangan tak mengenal kata henti.
(Asma Nadia, 2013).

Tulisan adalah obat lupa. Segeralah menulis saat ide telah memenuhi kepala.
(Dea Lanidya Silvia, 2016).

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Purnama Tunggal, Lampung Tengah pada tanggal 02 September 1995 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari Bapak Suparno dan Ibu Indiah Asmorowati.

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Dharma Wanita Lampung Tengah pada tahun 2000, Sekolah Dasar Negeri 1 Purnama Tunggal Lampung Tengah pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Way Pengubuan Lampung Tengah pada tahun 2009, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Terbanggi Besar Lampung Tengah pada tahun 2012.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Asisten Dosen untuk mata kuliah Teknologi Benih (2015), Statistika Pertanian (2015), Produksi Tanaman Pangan (2016), Dasar-dasar Ilmu Tanah (2016), dan melaksanakan Praktik Umum di PT Nusantara Tropical Farm Lampung Timur pada tahun 2015. Penulis dalam bidang keorganisasian aktif sebagai anggota BIRO BBQ FOSI FP 2013/2014, anggota bidang Eksternal Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) pada periode kepengurusan 2013/2014, dan anggota bidang Dana Usaha Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) pada periode kepengurusan 2014/2015.

SANWACANA

Puji syukur Penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Yayuk Nurmiaty, M.S., selaku Ketua Tim Penguji dan Pembimbing Pertama atas saran, pengarahan, motivasi, dan kesabaran dalam membimbing penulis selama penelitian hingga penyelesaian skripsi.
2. Ibu Ir. Niar Nurmauli, M.S., selaku Pembimbing Kedua atas kesediaannya memberikan bimbingan, pengarahan, pikiran, semangat, motivasi, waktu, saran, nasehat, dan bantuan selama penulis menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Ir. Eko Pramono, M.S., selaku Penguji bukan Pembimbing yang telah memberikan saran, pengarahan, semangat, motivasi, nasehat, kesabaran, dan bantuan yang sangat berharga untuk perbaikan penulisan skripsi.
4. Bapak Ir. Sarno, M.S., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberi nasehat demi kebaikan penulis selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas saran, koreksi, dan persetujuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Ibu Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.S., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas saran, koreksi, dan persetujuan pencetakan skripsi ini.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah mengizinkan skripsi ini.
8. Ayahanda Suparno dan Ibunda Indiah Asmorowati serta Adinda penulis Febio Dhuha Sasmita atas kasih sayang, dukungan, nasehat, dan saran yang diberikan.
9. Bude Tatik, Bude Sri, Mbak Vita, Kak Yudi, dan Mbak Lia yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Daryati, Anggun, Sinta, Nia, dan Kiki (tim penelitian) yang telah bersama-sama berjuang, memberikan semangat, dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Sahabat-sahabat tercinta: Putri, Ayu, Amichitia, Damai, Agus Maryatul, Zefni, Berri, Bayuga, Aziz, Bastian, Agung, dan Andrian yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan mereka dengan yang lebih baik dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, Oktober 2016

Penulis

Dea Lanidya Silvia

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Landasan Teori	4
1.5 Kerangka Pemikiran	7
1.6 Hipotesis	9
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Viabilitas dan Vigor Benih	10
2.2 Penyimpanan Benih Kedelai	13
2.3 Peranan Pemupukan NPK Susulan pada Stadium Mulai Berpolong (R ₃) dalam Meningkatkan Vigor Benih Kedelai	14
2.4 Pengaruh Pelembaban pada Vigor Benih	17
III. BAHAN DAN METODE	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Bahan dan Alat	20
3.3 Metodologi Penelitian	21
3.4 Pelaksanaan Penelitian	24
3.4.1 Persiapan dan Pelembaban Benih	24
3.4.2 Persiapan Lahan	24

3.4.3 Penanaman	25
3.4.4 Pemeliharaan	25
3.5 Peubah Pengamatan	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Penelitian	29
4.1.1 Daya berkecambah	29
4.1.2 Kecepatan perkecambahan	31
4.1.3 Kotiledon yang membuka	33
4.1.4 Daun pertama yang muncul	35
4.1.5 Kotiledon yang gugur	37
4.1.6 Panjang kecambah	39
4.1.7 Panjang akar	39
4.1.8 Bobot kering kecambah	42
4.1.9 Bobot kering akar	44
4.2 Pembahasan	46
V. KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Koefisien ortogonal kontras dan polinomial.	23
2. Pengaruh periode pelebaban pada vigor lima lot benih kedelai untuk daya berkecambah.	30
3. Pengaruh periode pelebaban pada vigor lima lot benih kedelai untuk kecepatan perkecambahan.	32
4. Pengaruh periode pelebaban pada vigor lima lot benih kedelai untuk persentase kotiledon yang membuka.	34
5. Pengaruh periode pelebaban pada vigor lima lot benih kedelai untuk daun pertama yang muncul.	36
6. Pengaruh periode pelebaban pada vigor lima lot benih kedelai untuk persentase kotiledon yang gugur.	38
7. Pengaruh periode pelebaban pada vigor lima lot benih kedelai untuk panjang kecambah.	40
8. Pengaruh periode pelebaban pada vigor lima lot benih kedelai untuk panjang akar.	41
9. Pengaruh periode pelebaban pada vigor lima lot benih kedelai untuk bobot kering kecambah.	43
10. Pengaruh periode pelebaban pada vigor lima lot benih kedelai untuk bobot kering akar.	45
11. Data pengamatan daya berkecambah.	58
12. Uji Bartlett daya berkecambah.	58
13. Analisis ragam daya berkecambah.	59
14. Uji ortogonal kontras dan polinomial daya berkecambah.	60

15. Data pengamatan kecepatan perkecambahan.	61
16. Uji Bartlett kecepatan perkecambahan.	61
17. Analisis ragam kecepatan perkecambahan.	62
18. Uji ortogonal kontras dan polinomial persentase daya berkecambah.	63
19. Data pengamatan persentase kotiledon membuka.	64
20. Uji Bartlett persentase kotiledon membuka.	64
21. Analisis ragam persentase kotiledon membuka.	65
22. Uji ortogonal kontras dan polinomial persentase kotiledon membuka.	66
23. Data pengamatan persentase daun pertama yang muncul.	67
24. Uji Bartlett persentase daun pertama yang muncul.	67
25. Analisis ragam persentase daun pertama yang muncul.	68
26. Uji ortogonal kontras dan polinomial persentase daun pertama yang muncul.	69
27. Data pengamatan persentase kotiledon gugur.	70
28. Uji Bartlett persentase kotiledon gugur.	70
29. Analisis ragam persentase kotiledon gugur.	71
30. Uji ortogonal kontras dan polinomial persentase kotiledon yang gugur.	71
31. Data pengamatan panjang kecambah.	72
32. Uji Bartlett panjang kecambah.	72
33. Analisis ragam panjang kecambah.	73
34. Uji ortogonal kontras dan polinomial panjang kecambah.	74
35. Data pengamatan panjang akar.	75

36. Uji Bartlett panjang akar.	75
37. Analisis ragam panjang akar.	76
38. Uji ortogonal kontras dan polinomial panjang akar,	76
39. Data pengamatan bobot kering kecambah.	77
40. Uji Bartlett bobot kering kecambah.	77
41. Analisis ragam bobot kering kecambah.	78
42. Uji ortogonal kontras dan polinomial bobot kering kecambah. ...	79
43. Data pengamatan bobot kering akar.	80
44. Uji Bartlett bobot kering akar.	80
45. Analisis ragam bobot kering tajuk.	81
46. Uji ortogonal kontras dan polinomial bobot kering tajuk.	81
47. Korelasi antarvariabel.	82
48. Deskripsi kedelai Varietas Dering-1.	83

DAFTAR GAMBAR

Tabel	Halaman
1. Dry box tipe Wonderful (suhu 29°C dan RH 61%) (a) dan kulkas (suhu 10°C dan RH 50%) (b).	21
2. Tata letak percobaan.	22
3. Hubungan antara periode kelembaban dan lima lot benih kedelai pada daya berkecambah.	31
4. Hubungan antara periode kelembaban dan lima lot benih kedelai pada kecepatan perkecambahan.	33
5. Hubungan antara periode kelembaban dan lima lot benih kedelai pada persentase kotiledon yang membuka.	35
6. Hubungan antara periode kelembaban dan lima lot benih kedelai pada persentase daun pertama yang muncul.	37
7. Hubungan antara periode kelembaban dan lima lot benih kedelai pada persentase kotiledon yang gugur.	38
8. Hubungan antara periode kelembaban dan lima lot benih kedelai pada panjang kecambah.	41
9. Hubungan antara periode kelembaban dan lima lot benih kedelai pada panjang akar.	42
10. Hubungan antara periode kelembaban dan lima lot benih kedelai pada bobot kering kecambah.	44
11. Hubungan antara periode kelembaban dan lima lot benih kedelai pada bobot kering akar.	45

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) merupakan salah satu tanaman pangan penting di Indonesia setelah padi dan jagung. Konsumsi kedelai di Indonesia terus bertambah seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, namun produksi kedelai dalam negeri belum mampu mencukupi kebutuhan tersebut meskipun telah terjadi peningkatan produksi. Rata-rata kebutuhan kedelai setiap tahunnya sebanyak \pm 2,2 juta ton biji kering. Berdasarkan angka ramalan II Badan Pusat Statistika tahun 2015, kemampuan produksi dalam negeri saat ini hanya mampu memenuhi kebutuhan sebanyak 982,967 ton atau 44,68% dan sisanya sebesar 53,32% dipenuhi dari impor.

Peningkatan produksi kedelai dapat dilakukan melalui penggunaan benih bermutu. Mutu benih yang mencakup mutu fisik, fisiologis, dan genetik dipengaruhi oleh proses penanganannya dari produksi sampai akhir periode simpan (Sadjad, 1984). Salah satu masalah dalam penyediaan benih kedelai yang bermutu adalah penyimpanan. Kandungan protein (40%) dan lemak (18%) dalam benih kedelai dapat menyebabkan benih tersebut tidak tahan disimpan dalam waktu yang lama. Sadjad (1980) menyatakan bahwa dalam waktu 3 bulan pada suhu kamar 30°C

benih kacang-kacangan tidak dapat mempertahankan viabilitasnya pada kadar air 14%.

Benih kedelai dapat mengalami kemunduran apabila disimpan dalam waktu yang lama yaitu ditandai dengan menurunnya viabilitas benih sehingga menghasilkan vigor benih yang rendah. Hal tersebut ditunjukkan oleh rendahnya daya tumbuh dan kecepatan perkecambahan benih. Benih yang telah mengalami kemunduran dapat ditingkatkan performansinya dengan memberi perlakuan invigorasi.

Invigorasi adalah perlakuan benih sebelum tanam dengan cara menyeimbangkan potensial air benih untuk merangsang kegiatan metabolisme di dalam benih sehingga benih siap berkecambah tetapi struktur penting embrio yaitu radikula belum muncul (Khan *et al.*, 1992). Salah satu metode invigorasi adalah dengan cara hidrasi-dehidrasi. Hidrasi-dehidrasi dapat dilakukan dengan cara pelembaban benih sebelum tanam.

Keberhasilan perlakuan hidrasi-dehidrasi tergantung dari status viabilitas benih, metode hidrasi, suhu, dan waktu yang dibutuhkan untuk hidrasi (Nurmauli dan Nurmiaty, 2010). Perlakuan hidrasi-dehidrasi tidak dapat memperbaiki kondisi benih yang telah mengalami kemunduran dengan status viabilitas yang rendah yaitu dibawah 50%. Oleh karena itu kondisi benih pada saat awal penyimpanan harus tinggi agar dapat menekan laju penurunan viabilitas sehingga masih dapat menghasilkan vigor yang tinggi. Untuk memperoleh benih bermutu dengan status viabilitas awal yang tinggi, maka faktor lingkungan terutama kesuburan tanah harus dioptimalkan. Pemberian unsur hara dengan jumlah yang cukup diperlukan pada saat pembentukan benih. Optimalisasi pemupukan melalui dosis yang tepat

bertujuan untuk menghasilkan benih yang memiliki kualitas dan kuantitas tinggi. Kualitas yang tinggi ditunjukkan oleh viabilitas dan vigor yang tinggi. Pupuk NPK susulan yang diberikan pada saat mulai berpolong (R_3) dengan dosis yang tepat dapat memberikan makanan tambahan bagi tanaman untuk membantu pengisian polong, sehingga polong yang dihasilkan bernas.

Hasil penelitian Nurmauli dan Nurmiaty (2010) menunjukkan bahwa benih Varietas Anjasmoro yang dihasilkan dari pemupukan NPK susulan dan telah mengalami penyimpanan 8 bulan, setiap penambahan 1 kg NPK/ha pada saat berbunga (R_1) akan meningkatkan persentase bibit tumbuh sebesar 0,11% jika benih dilembabkan selama 18 jam, dan akan mencapai optimum 68,83% pada pupuk NPK susulan sebesar 62,3 kg/ha, sedangkan yang tidak dilembabkan mencapai optimum sebesar 59,36% pada pupuk NPK susulan sebesar 42,8 kg/ha.

Dalam penelitian ini, lima lot benih kedelai Varietas Dering-1 yang diproduksi dari pemupukan NPK susulan saat mulai berpolong (R_3) (dosis 0, 25, 50, 75, dan 100 kg/ha) dan telah disimpan selama 7 bulan akan diberi perlakuan pelembaban selama 0, 12, dan 24 jam untuk diketahui pengaruhnya terhadap vigor benih yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan masalah tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Berapa periode pelembaban yang menghasilkan vigor benih terbaik?
2. Apakah terdapat lot benih kedelai yang menghasilkan vigor benih terbaik?

3. Apakah terdapat kombinasi periode pelebaban dan lot benih kedelai yang menghasilkan vigor benih terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah diuraikan maka tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui periode pelebaban yang menghasilkan vigor benih terbaik.
2. Mengetahui lot benih kedelai yang menghasilkan vigor benih terbaik.
3. Mengetahui kombinasi periode pelebaban dan lot benih kedelai yang menghasilkan vigor benih terbaik.

1.4 Landasan Teori

Mutu benih dapat dilihat dari viabilitas maupun vigor benih. Viabilitas awal yang tinggi dapat berpengaruh terhadap vigor benih. Menurut Justice dan Bass (2002), vigor benih adalah kemampuan benih tumbuh normal pada kondisi lapang dan lingkungan suboptimum. Mutu benih dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor genetik, lingkungan dan status benih (kondisi fisik dan fisiologi benih). Faktor kondisi fisik dan fisiologi benih berkaitan dengan performa benih seperti tingkat kemasakan, tingkat kerusakan mekanis, tingkat keusangan (hubungan antara vigor awal dan lamanya disimpan) (Sutopo, 1985).

Benih kedelai dapat mengalami kemunduran apabila disimpan dalam waktu yang lama. Sudarmadji *et al.* (1989) menyatakan bahwa benih dengan kandungan protein tinggi seperti kedelai cenderung mudah pecah dan tidak bisa disimpan dalam waktu yang relatif lama karena rawan terjadi kerusakan mekanis.

Perlakuan penyimpanan yang kurang baik pada benih cenderung akan menurunkan daya berkecambah dan vigor benih akibat dari proses deteriorasi benih (Pitojo, 2003).

Deteriorasi benih merupakan proses penurunan mutu yang terus-menerus dan tidak dapat balik (*irreversible*) akibat perubahan fisiologis yang disebabkan oleh faktor dalam benih. Deteriorasi benih dapat diketahui secara biokemis dan fisiologis. Indikasi biokimia kemunduran benih dapat dicirikan dengan penurunan aktivitas enzim, penurunan cadangan makanan, dan meningkatnya nilai konduktivitas. Indikasi fisiologis ditandai dengan penurunan daya berkecambah dan lambatnya pertumbuhan kecambah (Bewley and Black, 1985).

Faktor utama yang menyebabkan kemunduran benih dapat diidentifikasi melalui penurunan aktivasi enzim. Aktivasi enzim yang menurun antara lain dehidrogenase, glutamat dekarboksilase, katalase, peroksidase, fenolase, amilase, dan sitokromoksidase. Umumnya penurunan aktivitas enzim menyebabkan berkurangnya ATP dan suplai makanan di dalam benih sehingga daya berkecambah benih menurun. Penurunan aktivitas enzim disebabkan oleh kadar air dalam benih yang rendah. Kadar air dapat diberikan melalui perlakuan hidrasi-dehidrasi (Salisbury dan Ross, 1995). Perlakuan hidrasi-dehidrasi dapat menambahkan kadar air yang tersedia di dalam benih. Pengambilan air oleh benih yang bertujuan untuk meningkatkan kadar air benih disebut imbibisi. Faktor yang mempengaruhi imbibisi adalah (1) komposisi benih, (2) permeabilitas kulit benih, dan (3) ketersediaan air (Copeland dan McDonald, 2001).

Keberhasilan perlakuan hidrasi-dehidrasi tergantung dari status viabilitas benih, metode hidrasi, suhu, dan waktu yang dibutuhkan untuk hidrasi (Nurmauli dan Nurmiaty, 2010). Perlakuan hidrasi-dehidrasi menggunakan dua metode yaitu metode pelembaban dan perendaman. Metode pelembaban memberikan jumlah air secara terkontrol dan perlahan-lahan sehingga dapat mengurangi terjadinya kerusakan benih akibat kontak langsung antara benih dan air, sedangkan metode perendaman memberikan jumlah air secara terus-menerus tanpa terkontrol yang akan mengakibatkan dinding sel pecah (Erawan, 1996 dalam Putri, 2010).

Adapun status viabilitas benih setelah mengalami penyimpanan juga mempengaruhi keberhasilan perlakuan pelembaban. Perlakuan hidrasi-dehidrasi dapat memperbaiki kondisi benih yang mengalami kemunduran dengan daya berkecambah di atas 50%, jika daya berkecambah di bawah 50% perlakuan hidrasi-dehidrasi tidak efektif digunakan karena diduga kapasitas perkecambahan berkurang dan vigor benih rendah (Bewley dan Black, 1985). Oleh karena itu status viabilitas awal harus tinggi agar dapat menekan laju penurunan viabilitas selama penyimpanan. Viabilitas awal benih yang tinggi dapat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang cukup pada saat pembentukan benih tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian Nurmauli dan Nurmiaty (2010), bahwa penambahan nutrisi (NPK susulan) pada fase pembentukan benih dan pengisian benih diperkirakan dapat mensuplai kebutuhan nutrisi dalam benih yang terbentuk sehingga dapat menghasilkan benih yang berviabilitas tinggi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa benih yang tidak dilembabkan memiliki persentase daya berkecambah hanya 52,36% sedangkan jika benih dilembabkan pada kertas merang selama 18 jam, maka persentase daya berkecambah menjadi 68,83% pada

dosis NPK susulan 62,30 kg/ha. Hal ini diduga ketersediaan bahan makanan yang cukup dalam benih yang berasal dari pemupukan NPK susulan dapat mempertahankan viabilitas benih setelah disimpan selama 8 bulan.

1.5 Kerangka Pemikiran

Keberhasilan pengembangan tanaman kedelai dipengaruhi oleh tersedianya benih bermutu. Benih kedelai yang bermutu memiliki viabilitas awal yang tinggi sehingga dapat disimpan dalam waktu yang lama. Viabilitas awal benih yang tinggi akan berpengaruh terhadap vigor benih. Vigor benih merupakan kemampuan benih untuk tumbuh secara normal pada lingkungan yang optimum maupun lingkungan yang kurang memadai (suboptimum).

Penyimpanan merupakan salah satu masalah yang dihadapi dalam penyediaan benih kedelai yang bermutu. Umumnya kedelai hanya tahan disimpan sampai 3 bulan. Benih kedelai cepat mengalami kemunduran apabila disimpan dalam waktu yang lama karena kandungan protein dan lemaknya relatif tinggi.

Kemunduran benih menyebabkan penurunan viabilitas selama penyimpanan sehingga dapat menghasilkan vigor benih yang rendah.

Benih yang telah mengalami kemunduran dapat ditingkatkan lagi performansinya dengan invigorasi. Invigorasi sebagai perlakuan benih sebelum tanam yang dapat merangsang metabolisme benih untuk berkecambah. Salah satu metode invigorasi yang dapat dilakukan yaitu dengan hidrasi-dehidrasi. Keberhasilan perlakuan hidrasi-dehidrasi dapat dipengaruhi oleh status viabilitas benih, metode hidrasi, suhu, dan waktu yang dibutuhkan untuk hidrasi. Dalam penelitian ini metode

hidrasi-dehidrasi yang digunakan yaitu dengan pelembaban benih sebelum tanam. Pelembaban dapat dilakukan dengan melembabkan benih dalam suatu periode tertentu yang dikeringanginkan. Pelembaban membutuhkan waktu tertentu karena akan mempengaruhi jumlah air yang masuk ke dalam benih. Adapun status viabilitas benih setelah mengalami penyimpanan juga mempengaruhi keberhasilan perlakuan pelembaban. Perlakuan pelembaban tidak dapat memperbaiki kondisi benih yang telah mengalami kemunduran dengan persentase daya berkecambah yang rendah yaitu dibawah 50%. Viabilitas awal benih harus tinggi agar dapat menekan laju penurunan viabilitas benih selama penyimpanan. Benih dengan viabilitas awal yang tinggi dapat diperoleh apabila tanaman mendapatkan unsur hara yang cukup pada saat pembentukan benih. Pemberian pupuk NPK susulan pada fase mulai berpolong (R_3) dapat mensuplai kebutuhan nutrisi dalam benih yang terbentuk. Oleh karena itu diperlukan dosis pupuk yang tepat agar dapat menghasilkan benih bermutu tinggi yaitu ditandai dengan status viabilitas yang tinggi sehingga masih dapat menghasilkan vigor yang tinggi setelah mengalami penyimpanan.

Dari uraian di atas maka penelitian ini dilakukan dengan dasar pemikiran bahwa perbedaan hasil vigor diperoleh berdasarkan periode pelembaban selama (0, 12, dan 24) jam dan lima lot benih asal pemupukan NPK susulan saat mulai berpolong dengan dosis yang berbeda yaitu (0, 25, 50, 75, dan 100) kg/ha. Vigor benih yang diamati dapat dilihat berdasarkan tolok ukur daya berkecambah, kecepatan perkecambahan, persentase kotiledon yang membuka, persentase daun pertama yang muncul, persentase kotiledon yang gugur, panjang kecambah, panjang akar, bobot kering kecambah, dan bobot kering akar.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan perumusan masalah dan dasar teori yang ada maka dapat ditarik hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat periode pelebaban yang menghasilkan vigor benih terbaik.
2. Terdapat lot benih kedelai yang menghasilkan vigor benih terbaik.
3. Terdapat kombinasi periode pelebaban dan lot benih kedelai yang menghasilkan vigor benih terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Viabilitas dan Vigor Benih

Viabilitas benih mencakup daya kecambah benih dan vigor benih. Viabilitas benih diartikan sebagai kemampuan benih untuk tumbuh menjadi kecambah. Istilah lain untuk viabilitas benih adalah daya kecambah benih, persentase kecambah benih atau daya tumbuh benih (Kamil, 1979). Vigor adalah kemampuan benih menumbuhkan tanaman normal yang berproduksi normal pada kondisi lapangan yang optimum maupun suboptimum (Sadjad, 1999).

Menurut Copeland dan McDonald (2001), viabilitas benih dapat diukur dengan tolok ukur daya berkecambah. Perkecambahan benih adalah muncul dan berkembangnya struktur terpenting dari embrio benih serta kecambah tersebut menunjukkan kemampuan untuk berkembang menjadi tanaman normal pada kondisi lingkungan yang menguntungkan.

Viabilitas benih semakin meningkat dengan bertambah tuanya benih dan mencapai perkecambahan maksimum jauh sebelum masak fisiologis atau sebelum tercapainya bobot kering maksimum, pada saat itu benih telah mencapai viabilitas maksimum (100%) yang konstan tetapi sesudah itu akan menurun sesuai dengan keadaan lingkungan (Kamil, 1979).

Menurut Lindayanti (2006), pengujian vigor dapat memberikan petunjuk mutu benih yang lebih tepat daripada pengujian daya berkecambah, memberikan tingkatan yang konsisten dari lot benih yang *acceptable germination* mengenai mutu fisiologis, fisik lot benih, dan memberikan keterangan tentang pertumbuhan dan daya simpan suatu lot benih guna perencanaan strategi pemasaran.

International Seed Testing Association (2010) dalam Wibowo (2014) mendefinisikan bahwa vigor sebagai sekumpulan sifat yang dimiliki benih yang menentukan tingkat potensi aktivitas dan kinerja benih atau lot benih selama perkecambahan dan munculnya kecambah.

Benih yang mampu menumbuhkan tanaman normal, meskipun kondisi alam tidak optimum atau suboptimum disebut benih memiliki vigor (Vg). Benih yang memiliki vigor akan menghasilkan produksi di atas normal bila ditumbuhkan pada kondisi optimum. Benih yang memiliki vigor mampu menumbuhkan tanaman normal pada kondisi alam suboptimum dikatakan memiliki vigor kekuatan tumbuh (VKT) yang mengindikasikan bahwa vigor benih mampu menghadapi lahan pertanian yang kondisinya suboptimum (Sadjad, 1999).

Menurut Sutopo (1985), benih yang memiliki vigor rendah akan berakibat terjadinya kemunduran benih yang cepat selama penyimpanan, makin sempitnya keadaan lingkungan tempat benih dapat tumbuh, kecepatan berkecambah benih yang menurun, serangan hama dan penyakit meningkat, jumlah kecambah abnormal meningkat, dan rendahnya produksi tanaman.

Rendahnya vigor pada benih dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain faktor genetik, fisiologis, morfologis, sitologis, mekanis dan mikrobial (Heydecker, 1972 dalam Sutopo, 1985). Faktor genetik yang mempengaruhi vigor benih adalah pola dasar perkecambahan dan pertumbuhan yang merupakan bawaan genetik dan berbeda antara satu spesies dan spesies lain. Faktor fisiologis yang mempengaruhi vigor benih adalah semua proses fisiologis yang merupakan hasil kerja komponen pada sistem biokimia benih. Faktor eksternal yang mempengaruhi vigor benih adalah kondisi lingkungan pada saat memproduksi benih, saat panen, pengolahan, penyimpanan, dan penanaman kembali (Bedell, 1998).

Variabel pengujian vigor benih antara lain, benih yang sudah tumbuh normal sesuai ukuran yang sudah dibakukan diambil dan dihitung. Umumnya kenormalannya ditentukan berdasar ketegaran struktur tumbuh yang terdiri dari akar primer, akar seminal sekunder, kecambah, kotiledon, dan daun pertama yang tumbuh dalam kotiledon, atau koleoptil dan daun pertama yang tumbuh di dalamnya. Jumlah kecambah normal dihitung dalam persen terhadap semua benih yang ditanam dan menjadi gambaran persentase tanaman yang mampu tumbuh secara normal di lapang yang berkondisi optimum (Sadjad, 1993).

Pada umumnya uji vigor benih hanya sampai pada tahapan bibit. Karena terlalu sulit dan mahal untuk mengamati seluruh lingkaran hidup tanaman. Oleh karena itu digunakanlah kaidah korelasi misal dengan mengukur kecepatan berkecambah sebagai parameter vigor, karena diketahui ada korelasi antara kecepatan berkecambah dengan tinggi rendahnya produksi tanaman (Sutopo, 1985).

Pengamatan vigor benih kedelai di lapang hanya dilakukan sampai fase bibit yaitu kira-kira umur 14 hari. Pengamatan dilakukan terhadap persentase daya tumbuh, kecepatan pemunculan bibit (5-14 HST), tinggi bibit, panjang hipokotil, panjang akar, bobot kering akar bibit, dan bobot kering bibit normal (Nurmauli dan Nurmiaty, 2010).

2.2 Penyimpanan Benih Kedelai

Penyimpanan merupakan salah satu mata rantai terpenting dalam rangkaian kegiatan teknologi benih. Tujuan utama penyimpanan benih adalah untuk mempertahankan viabilitas benih dalam periode simpan yang sepanjang mungkin (Sutopo, 1985). Faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan dibagi menjadi faktor internal dan eksternal. Faktor internal mencakup sifat genetik, daya tumbuh dan vigor, kondisi kulit dan kadar air benih awal. Faktor eksternal antara lain kemasan benih, komposisi gas, suhu dan kelembaban ruang simpan (Copeland dan McDonald, 1985).

Komposisi kimia benih seperti karbohidrat, protein, dan lemak dapat berpengaruh terhadap lama masa simpan suatu benih. Benih dengan kandungan protein tinggi seperti kedelai cenderung mudah pecah dan tidak bisa disimpan dalam waktu yang relatif lama karena rawan terjadi kerusakan mekanis (Sudarmadji *et al.*, 1989).

Adapun menurut Rukmana dan Yuniarsih (1996), bahwa apabila kedelai disimpan dalam waktu yang lama, maka setiap 2-3 bulan sekali harus dijemur lagi sampai kadar airnya sekitar 9-11%.

Hasil pengujian daya tumbuh benih kedelai dengan teknik penyimpanan pada kadar air dan suhu yang berbeda mengindikasikan hasil yang berbeda yaitu benih dengan kadar air 8% dapat disimpan sampai 3 tahun dalam gudang biasa tanpa menurun daya kecambahnya. Namun, bila kadar airnya 12% maka dalam waktu 1 tahun daya kecambah akan turun menjadi 60%. Benih dengan kadar air 13% yang disimpan dalam gudang bersuhu $>25^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban nisbi (RH) $>75\%$ daya tumbuhnya hanya 51% setelah disimpan selama 6 bulan (Kartono, 2004).

2.3 Peranan Pemupukan NPK Susulan pada Stadium Mulai Berpolong (R_3) dalam Meningkatkan Vigor Benih Kedelai

Peningkatan kualitas benih dapat dilakukan dengan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk karena unsur hara merupakan faktor pembatas produksi suatu tanaman. Tanaman kedelai menyerap nitrogen, fosfor, dan kalium dalam jumlah yang relatif besar. Pemupukan dengan dosis dan waktu yang tepat dapat meningkatkan serapan N, P, dan K, bobot kering tanaman dan hasil biji kedelai (Hunt *et al.*, 1985 dalam Wibowo, 2014).

Pemupukan dapat dilakukan dengan pemupukan dasar dan pemupukan susulan. Pemupukan susulan merupakan pemupukan yang dilakukan setelah pupuk dasar. Menurut Adisarwanto (2005), pemupukan susulan pada tanaman kedelai perlu dilakukan pada fase generatif. Penambahan unsur hara ke tanaman dengan melakukan pemupukan susulan dalam jumlah yang cukup dapat memaksimalkan pengisian biji, sehingga benih memiliki viabilitas yang tinggi.

Pemupukan susulan dapat diberikan dengan menggunakan pupuk tunggal atau pupuk majemuk (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Kelebihan pupuk majemuk

yaitu dengan satu kali pemberian pupuk dapat mencakup beberapa unsur sehingga lebih cepat tersedia untuk tanaman dalam penggunaan bila dibandingkan dengan pupuk tunggal. Kelebihan lain penggunaan pupuk majemuk yaitu menghemat waktu, tenaga kerja, biaya pengangkutan, dan penyimpanan (Hardjowigeno, 2003).

Kegiatan pemupukan sangat dipengaruhi oleh dosis, waktu aplikasi, dan jenis pupuk. Dosis pupuk susulan yang diberikan harus berimbang agar tanaman kedelai tidak mengalami kelebihan atau kekurangan unsur hara. Penggunaan pupuk tunggal di lahan tegalan disarankan menggunakan 50-100 kg urea, 50-100 kg TSP, dan 50-75 kg KCl (Mugnisyah dan Setawan, 2004). Adapun rekomendasi dosis pupuk NPK majemuk untuk komoditas kedelai adalah sebesar 200 kg/ha (Deptan, 2013 dalam Wibowo, 2014). Pemupukan susulan dengan setengah dosis pupuk normal dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah polong isi per tanaman kedelai (Soedradjad dan Avivi, 2005). Hasil penelitian Prayuda (2015) menunjukkan bahwa Pupuk NPK susulan dengan dosis 0 kg/ha sampai 100 kg/ha mempengaruhi viabilitas benih kedelai Varietas Dering-1 pascasimpan 3 bulan yaitu ditandai dengan meningkatkan kecepatan perkecambahan, kecambah normal total, panjang akar primer, panjang kecambah, kecambah normal kuat, dan bobot kering kecambah normal. Waktu pemupukan seperti pemupukan saat fase pertumbuhan tertentu dapat mempengaruhi produksi tanaman. Menurut Nurmiaty dan Nurmauli (2015), pemberian pupuk susulan seperti pupuk NPK merupakan suatu teknik untuk memenuhi kebutuhan tanaman selama fase generatif sehingga pengisian benih maksimal.

Kebutuhan N sangat variatif sesuai dengan periode pertumbuhan tanaman. Periode puncak kebutuhan N bagi kedelai adalah selama pengisian polong (R_3). Kebutuhan N pada fase ini tinggi dan N yang diserap dari tanah tidak mencukupi apabila tidak diberikan tambahan dalam bentuk pupuk (Lamond dan Wesley, 2001 dalam Suryati, 2009). Menurut Wesley *et al.* (1999) dalam Suryati (2009), hasil penelitian lapangan di Kansas, Amerika Serikat menunjukkan bahwa pemberian N pada awal pembentukan polong (R_3) meningkatkan hasil kedelai pada lahan beririgasi. Bewley dan Black (1987), bahwa pemupukan N berkaitan dengan peningkatan protein benih. Protein di dalam benih berperan penting dalam menunjang viabilitas dan vigor benih.

Menurut Syafrudin *et al.* (1996) dalam Akil (2009), unsur P meningkatkan bobot biji yang selanjutnya dapat meningkatkan vigor dan ketahanan simpan benih. Kadar P dalam tanah berkorelasi positif dengan kandungan P-total dalam biji. Semakin tinggi P-total dalam biji maka dapat meningkatkan fitin dalam benih. Fitin merupakan bentuk simpanan P dalam benih yang berperan dalam pemeliharaan energi. Pemberian P menurunkan kadar asam lemak bebas dalam biji, menurunnya kadar asam lemak bebas menyebabkan daya simpan benih meningkat sehingga benih mampu disimpan lebih lama dan mampu mempertahankan vigor benihnya. Menurut Novizan (2003), penggunaan P terbesar dimulai pada masa pembentukan polong (R_3) yang berfungsi untuk mempercepat masak panen dan menambah kandungan nutrisi benih kedelai.

Syafrudin *et al.* (1996) dalam Akil (2009) menyatakan bahwa unsur K selain diperlukan untuk mempertinggi vigor tanaman di lapang, juga berperan dalam

meningkatkan mineral dalam fitin, memperbaiki integritas membran dan kulit biji, sehingga daya simpannya meningkat. Selain itu juga K berfungsi sebagai media transportasi hara (termasuk P) dari akar ke daun. Kurangnya K dalam tanaman dapat menghambat proses transportasi dalam tanaman.

2.4 Pengaruh Pelembaban pada Vigor Benih

Proses perkecambahan benih dimulai dari proses penyerapan air oleh benih.

Proses penyerapan air oleh benih mengikuti pola *triphasic* (3 fase) (Ai dan Ballo, 2010). Fase I diawali oleh penyerapan air secara cepat, ini dikarenakan adanya perbedaan potensial antara air dan benih. Air memiliki nilai potensial sebesar 0 Mpa, sedangkan nilai potensial pada benih (khususnya benih ortodok) berada diantara -50 dan -350 Mpa. Selanjutnya pada fase II, penyerapan air berlangsung lambat, karena potensial air benih dengan lingkungannya dalam keadaan seimbang, tetapi metabolisme benih secara aktif berlangsung. Pada fase III penyerapan air kembali naik, yang mana proses perkecambahan telah lengkap dengan ditandai oleh munculnya radikula (Girolamo dan Barbanti, 2012). Akan tetapi menurut Powell (1998), penyerapan air yang diawali secara cepat (fase I), justru dapat berdampak negatif bagi benih yang telah lama disimpan. Benih yang telah lama disimpan mengalami kemunduran mutu, ditandai dengan kerusakan pada membran sel. Sehingga perlu penanganan khusus terhadap benih yang telah mengalami kemunduran.

Saat ini perlakuan invigorasi merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi mutu benih yang rendah yaitu dengan cara memperlakukan benih sebelum tanam untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme

benih sehingga benih siap memasuki fase perkecambahan. Selama proses invigorasi, terjadi peningkatan kecepatan dan keserempakan perkecambahan serta mengurangi tekanan lingkungan yang kurang menguntungkan (Khan *et al.*, 1992)

Salah satu perlakuan invigorasi yang dapat dilakukan adalah perlakuan hidrasi-dehidrasi. Perlakuan hidrasi memberikan sejumlah air ke dalam benih untuk mengaktifkan kerja enzim yang dibutuhkan dalam proses perkecambahan sedangkan dehidrasi merupakan perlakuan pengeringan agar bobot benih kembali menjadi bobot semula. Proses hidrasi-dehidrasi melalui berbagai proses yaitu imbibisi air, pengaktifan enzim dan hormon, proses perombakan cadangan makanan, pertumbuhan awal embrio, pecahnya kulit benih dan munculnya akar, dan pertumbuhan kecambah. Proses imbibisi terjadi penyerapan air secara cepat oleh lapisan bikoloid benih yang kering, reaktivasi makro molekul dan organel, dan respirasi yang menghasilkan ATP untuk suplai energi (Bewley and Black, 1985).

Menurut Marwanto (2007), proses imbibisi terjadi karena terdapat perbedaan antara potensial air benih dan lingkungan. Air selalu mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah. Benih-benih yang memiliki kadar air yang rendah dari hasil proses penyimpanan yang cukup lama dapat disuplai air dari lingkungan ke dalam benih. Kecepatan proses imbibisi dipengaruhi beberapa faktor yaitu jenis benih, kemasakan benih, permeabilitas kulit benih, dan jumlah air yang tersedia di sekitar benih. Masuknya air ke dalam benih merupakan awal terjadinya peningkatan aktivitas metabolisme. Meningkatnya metabolisme juga dapat meningkatkan laju respirasi. Aktifnya respirasi pada awal perkecambahan tidak

hanya menyediakan substrat respirasi glukosa di dalam embrio tetapi juga aktivitas enzim yang merupakan katalisator biologi. Enzim-enzim itu adalah protein dan aktivitasnya distimulir oleh adanya air yang membasahi embrio.

Salah satu metode hidrasi-dehidrasi yang dapat dilakukan adalah pelembaban. Pelembaban dilakukan dengan cara meletakkan benih dalam hamparan tipis pada udara jenuh uap air (kelembaban nisbi 100% dan suhu 30⁰C) selama 24-72 jam, kemudian dikeringanginkan di bawah sinar matahari atau di dalam oven dengan suhu 30⁰C. Cara ini dapat mengurangi kerusakan akibat kontak langsung antara benih dan air. Pada benih kacang-kacangan cara ini cukup efektif khususnya pada benih yang bervigor rendah (Basu dan Rudrapal, 1982 dalam Putri, 2010).

Munifah (1997) menyatakan bahwa metode invigorasi dengan cara melembabkan benih dengan air selama 18 jam dapat meningkatkan daya berkecambah dan kecepatan berkecambah pada benih yang berasal dari lot yang bermutu rendah dan sedang, untuk benih yang bermutu tinggi pengaruh hidrasi dehidrasi tidak nyata. Berdasarkan penelitian Nurmauli dan Nurmiaty (2010), menunjukkan bahwa invigorasi dengan cara hidrasi-dehidrasi yaitu dengan pelembaban selama 18 jam, kemudian dikeringkan, ternyata dapat mengoptimalkan viabilitas benih kedelai yang telah disimpan selama 8 bulan yaitu mempengaruhi persentase bibit muncul, kecepatan bibit muncul, tinggi bibit, panjang kecambah, panjang akar, bobot kering akar, dan bobot kering bibit normal.

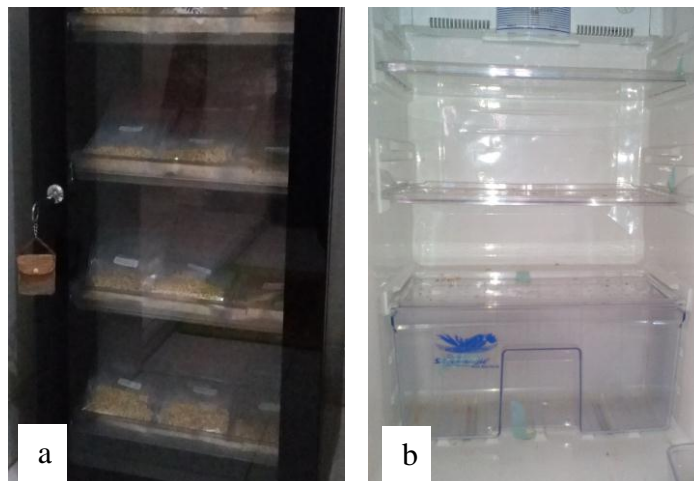
III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu dan Laboratorium Teknologi Benih dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Desember 2015 - Januari 2016.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah lima lot benih kedelai Varietas Dering-1 asal pemupukan NPK susulan saat R₃ dengan dosis (0, 25, 50, 75, dan 100) kg/ha yang telah disimpan selama 5 bulan di dalam *dry box* dan di dalam kulkas selama 2 bulan (Gambar 1), kertas merang, aquades, kertas label, koran, dan insektisida Furadan 3GR. Alat-alat yang digunakan adalah gunting, nampan, gelas plastik, alat tulis, mistar, cangkul, kored, meteran, dan timbangan digital tipe Ohaus.



Gambar 1. *Dry box* tipe Wonderful (suhu 29°C dan RH 61%) (a) dan kulkas (suhu 10°C dan RH 50%) (b).

3.3 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK). Rancangan perlakuan terdiri dari 2 faktor yang disusun secara faktorial (3 x 5). Faktor pertama adalah periode pelembaban yang terdiri dari 3 taraf yaitu 0 jam (p_0), 12 jam (p_1), dan 24 jam (p_2). Faktor kedua adalah lima lot benih kedelai Varietas Dering-1 asal pemupukan NPK susulan saat mulai berpolong (R_3) dengan dosis berbeda yang terdiri dari 5 taraf yaitu 0 kg/ha (d_0), 25 kg/ha (d_1), 50 kg/ha (d_2), 75 kg/ha (d_3), dan 100 kg/ha (d_4). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 45 satuan percobaan (Gambar 2), kemudian dikelompokkan berdasarkan waktu penanaman yang terdiri dari 3 kelompok.

Homogenitas ragam data diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Apabila asumsi analisis ragam terpenuhi, pemisahan nilai tengah perlakuan dilanjutkan dengan uji perbandingan ortogonal kontras dan polinomial pada taraf nyata 5% (Tabel 1).

p_2d_1	p_2d_4	p_2d_2	I
p_0d_2	p_1d_3	p_0d_3	
p_1d_2	p_1d_0	p_0d_1	
p_0d_0	p_1d_1	p_2d_0	
p_0d_4	p_1d_4	p_2d_3	
p_2d_0	p_1d_4	p_1d_3	II
p_1d_0	p_0d_2	p_2d_1	
p_0d_3	p_2d_2	p_1d_2	
p_2d_3	p_0d_4	p_1d_1	
p_0d_0	p_0d_1	p_2d_4	
p_1d_1	p_0d_2	p_1d_2	III
p_2d_1	p_2d_2	p_1d_4	
p_1d_0	p_0d_4	p_0d_1	
p_1d_3	p_2d_0	p_2d_4	
p_2d_3	p_0d_0	p_0d_3	

Gambar 2. Tata Letak Percobaan.

Keterangan: p_0 , p_1 , dan p_2 = periode pelembaban benih selama 0, 12, dan 24 jam;
 d_0 , d_1 , d_2 , d_3 , dan d_4 = lot benih asal pemupukan NPK susulan dosis
 0, 25, 50, 75 dan 100 kg/ha; I, II, III = kelompok.

Tabel 1. Koefisien ortogonal kontras dan polinomial.

Perbandingan	p ₀					p ₁					p ₂				
	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄
Pengaruh periode kelembaban benih (p)															
C ₁ : p ₀ vs p ₁ , p ₂	-2	-2	-2	-2	-2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
C ₂ : p ₁ vs p ₂	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1
Pengaruh lot benih asal pemupukan NPK susulan (d)															
C ₃ : d ₀ vs d ₁ , d ₂ , d ₃ , d ₄	-4	+1	+1	+1	+1	-4	+1	+1	+1	+1	-4	+1	+1	+1	+1
C ₄ : d-linier	0	-3	-1	+1	+3	0	-3	-1	+1	+3	0	-3	-1	+1	+3
C ₅ : d-kuadratik	0	+1	-1	+1	-1	0	+1	-1	+1	-1	0	+1	-1	+1	-1
Interaksi periode kelembaban dan lot benih asal pemupukan NPK susulan (p x d)															
C ₆ : C ₁ x C ₃	+8	-2	-2	-2	-2	-4	+1	+1	+1	+1	-4	+1	+1	+1	+1
C ₇ : C ₁ x C ₄	0	+6	2	-2	-6	0	-3	-1	+1	+3	0	-3	-1	+1	+3
C ₈ : C ₁ x C ₅	0	-2	+2	-2	+2	0	+1	-1	+1	-1	0	+1	-1	+1	-1
C ₉ : C ₂ x C ₃	0	0	0	0	0	+4	-1	-1	-1	-1	-4	+1	+1	+1	+1
C ₁₀ : C ₂ x C ₄	0	0	0	0	0	0	+3	+1	-1	-3	0	-3	-1	+1	+3
C ₁₁ : C ₂ x C ₅	0	0	0	0	0	0	-1	+1	-1	+1	0	+1	-1	+1	-1
Tanggapan benih terhadap waktu kelembaban benih pada:															
d ₀ : p ₀ vs p ₁ , p ₂	-2					+1					+1				
d ₀ : p ₁ vs p ₂	0					-1					+1				
d ₁ : p ₀ vs p ₁ , p ₂		-2					+1					+1			
d ₁ : p ₁ vs p ₂		0					-1					+1			
d ₂ : p ₀ vs p ₁ , p ₂			-2					+1					+1		
d ₂ : p ₁ vs p ₂			0					-1					+1		
d ₃ : p ₀ vs p ₁ , p ₂				-2					+1					+1	
d ₃ : p ₁ vs p ₂				0					-1					+1	
d ₄ : p ₀ vs p ₁ , p ₂					-2					+1					+1
d ₄ : p ₁ vs p ₂					0					-1					+1
Tanggapan benih terhadap asal lot benih dengan pemupukan NPK susulan pada:															
p ₀ : d-linier	0	-3	-1	+1	+3										
p ₀ : d-kuadratik	0	+1	-1	+1	-1										
p ₁ : d-linier						0	-3	-1	+1	+3					
p ₁ : d-kuadratik						0	+1	-1	+1	-1					
p ₂ : d-linier											0	-3	-1	+1	+3
p ₂ : d-kuadratik											0	+1	-1	+1	-1

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan dan Pelembaban Benih

Benih yang digunakan adalah lima lot benih kedelai Varietas Dering-1 yang berasal dari pemupukan NPK susulan saat mulai berpolong (R_3) dengan dosis 0 kg/ha (d_0), 25 kg/ha (d_1), 50 kg/ha (d_2), 75 kg/ha (d_3), dan 100 kg/ha (d_4).

Masing-masing lot benih diambil 225 butir benih dan dibagi dalam 3 kelompok (75 benih). Kebutuhan benih kedelai adalah 375 butir per petak tanam.

Pelaksanaan pelembaban dilakukan pada benih yang diberi perlakuan pelembaban selama 24 jam terlebih dahulu, selanjutnya dilakukan pelembaban pada benih yang diberi perlakuan pelembaban selama 12 jam, sedangkan untuk benih yang tidak dilembabkan langsung dapat dipilih sebanyak 25 butir dan disisihkan dalam plastik. Benih sebanyak 25 butir untuk masing-masing perlakuan dilembabkan pada kertas merang lembab berukuran 22 cm x 16 cm dan diletakkan pada nampan. Banyaknya kertas merang yang digunakan adalah 2 lembar pada bagian bawah dan 2 lembar sebagai penutup.

3.4.2 Persiapan Lahan

Lahan terlebih dahulu dibersihkan dari gulma dengan cara dibabat dan dikored.

Tanah diolah dengan menggunakan cangkul sebanyak 2 kali hingga tanah menjadi gembur. Petak percobaan berukuran 4 m x 5 m yang dibagi menjadi 3 kelompok berukuran 4 m x 1 m dengan jarak antarpetak 1 m. Setiap kelompok terdiri dari 15 plot dengan jarak tanam 20 cm x 5 cm.

3.4.3 Penanaman

Penanaman dilakukan pada tanggal 31 Desember 2015. Penanaman dilakukan dengan cara dibuat lubang tanam sedalam ± 2 cm dengan jarak tanam 20 cm x 5 cm dan pada setiap lubang berisi 1 butir benih kedelai. Waktu penanaman berdasarkan kelompok, kelompok 1 ditanam pada petak pertama dan hari pertama, kelompok 2 ditanam pada petak kedua dan hari kedua, dan seterusnya. Penanaman di lapang dilakukan hanya sampai bibit tumbuh sempurna kira-kira umur 14 hari (Nurmauli dan Nurmiaty, 2010).

3.4.4 Pemeliharaan

a. Penyiraman

Benih kedelai yang sudah berkecambah disiram secara teratur setiap hari pada saat pagi hari. Penyiraman tanaman dilakukan dengan menggunakan gembor bervolume 5 liter sebanyak 2 gembor per petak.

b. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Tindakan pengendalian OPT yang dilakukan yaitu pengendalian gulma berupa kegiatan penyiangan secara manual dengan cara dicabut, sehingga harus berhati-hati agar akar tanaman tidak terganggu. Penyiangan gulma dilakukan setiap hari atau tergantung pada kondisi gulma di lapang. Tindakan pengendalian hama dilakukan dengan pemberian insektisida Furadan 3GR secara merata di dekat lubang tanam pada saat penanaman kedelai.

3.5 Peubah Pengamatan

3.5.1 Daya berkecambah

Daya berkecambah adalah persentase dari jumlah benih yang mampu berkecambah pada jangka waktu yang telah ditentukan. Waktu pengamatan daya berkecambah benih kedelai didasarkan pada ketentuan (ISTA, 2010 dalam Sucahyono *et al.*, 2013) yaitu pada 8 hari setelah tanam. Daya berkecambah dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daya berkecambah (\%)} = \frac{\text{Jumlah benih yang berkecambah}}{\text{Jumlah benih yang ditanam}} \times 100 \%$$

3.5.2 Kecepatan perkecambahan

Kecepatan perkecambahan dilihat dari munculnya kotiledon di atas permukaan tanah. Kecambah yang telah muncul dihitung dari setiap satuan percobaan (25 butir). Menurut Nurmauli dan Nurmiaty (2010), kecepatan perkecambahan benih kedelai di lapang dihitung mulai umur 5 hari sampai 14 hari setelah tanam. Menurut Pramono (2014) kecepatan perkecambahan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KP = \sum_{t=1}^n \frac{\Delta KN}{t}$$

Keterangan:

KP = kecepatan perkecambahan (%/hari)

ΔKN = $KN_{(t)} - KN_{(t-1)}$

t = jumlah hari sejak penanaman benih hingga hari pengamatan ke t
(5-14HST)

3.5.3 Kotiledon yang membuka

Pengamatan kotiledon yang membuka dilakukan setelah kotiledon muncul di atas permukaan tanah yaitu pada saat 5 HST. Pengamatan ini dilakukan dengan cara menghitung persentase kotiledon yang membuka pada masing-masing satuan percobaan.

3.5.4 Daun pertama yang muncul

Daun pertama muncul setelah kotiledon membuka. Pada penelitian ini, pengamatan daun pertama yang muncul dilakukan pada 6 HST yaitu dengan cara menghitung persentase daun pertama yang muncul pada masing-masing satuan percobaan.

3.5.5 Kotiledon yang gugur

Kotiledon yang gugur diamati pada saat tanaman berumur 14 HST yaitu ditandai dengan menguningnya kotiledon terlebih dahulu. Pengamatan kotiledon yang gugur dilakukan dengan cara menghitung persentase kotiledon yang gugur pada masing-masing satuan percobaan.

3.5.6 Panjang kecambah

Panjang kecambah diukur dengan mistar dari pangkal akar sampai ujung titik tumbuh. Panjang kecambah adalah rata-rata panjang kecambah dari 25 kecambah yang tumbuh normal pada setiap satuan percobaan. Pengukuran panjang kecambah dilakukan pada akhir pengamatan setelah tanaman dicabut yaitu pada 14 HST.

3.5.7 Panjang akar

Panjang akar diukur dengan mistar dari pangkal akar sampai ujung akar. Panjang akar adalah rata-rata panjang akar primer dari 25 kecambah yang tumbuh normal di setiap satuan percobaan. Pengukuran panjang akar dilakukan pada akhir pengamatan setelah tanaman dicabut yaitu pada 14 HST.

3.5.8 Bobot kering kecambah

Kecambah yang tumbuh normal dipisahkan, kemudian bagian atas kecambah dipisahkan dari akarnya. Kecambah dibungkus dan dikeringkan dengan oven tipe Memmert pada suhu 80°C selama 3 x 24 jam. Bobot kering kecambah ditimbang dengan menggunakan timbangan digital tipe Ohaus. Bobot kering kecambah dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata bobot kering kecambah (mg)} = \frac{\text{Bobot kering kecambah pada setiap satuan percobaan}}{\text{Jumlah kecambah yang tumbuh pada setiap satuan percobaan}}$$

3.5.9 Bobot kering akar

Kecambah yang tumbuh normal dipisahkan, kemudian bagian akar dipisahkan dari bagian atas kecambah. Akar dibungkus dan dikeringkan dengan oven tipe Memmert pada suhu 80°C selama 3 x 24 jam. Bobot kering akar ditimbang dengan menggunakan timbangan digital tipe Ohaus. Bobot kering akar dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata bobot kering akar (mg)} = \frac{\text{Bobot kering akar pada setiap satuan percobaan}}{\text{Jumlah kecambah yang tumbuh pada setiap satuan percobaan}}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh periode pelebaban pada vigor benih kedelai pascasimpan 7 bulan asal pemupukan NPK susulan saat R₃ dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Periode pelebaban selama 12 jam menghasilkan vigor benih terbaik berdasarkan tolok ukur persentase kotiledon gugur, panjang akar, dan bobot kering akar.
2. Lot benih kedelai asal pemupukan NPK susulan dengan dosis 100 kg/ha menghasilkan vigor benih terbaik berdasarkan tolok ukur persentase kotiledon gugur, panjang akar, dan bobot kering akar.
3. Periode pelebaban selama 12 jam pada lot benih kedelai asal pemupukan NPK susulan dengan dosis 100 kg/ha menghasilkan vigor terbaik berdasarkan tolok ukur daya berkecambah, kecepatan perkecambahan, persentase kotiledon membuka, persentase daun pertama yang muncul, panjang kecambah, dan bobot kering kecambah.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian ini yaitu perlu pengujian viabilitas benih di laboratorium sebelum pengujian vigor benih di lapang serta perlu penimbangan bobot benih pada saat sebelum dan setelah dilembabkan untuk mengetahui banyaknya air yang masuk ke dalam benih selama periode pelembaban tertentu. Selain itu juga perlu dilakukan analisis kimia untuk mengetahui kandungan protein pada masing-masing lot benih yang diuji sehingga dapat membuktikan bahwa dosis pupuk NPK susulan yang semakin tinggi dapat meningkatkan kandungan protein dalam benih.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 2005. *Meningkatkan Hasil Panen Kedelai*. Penebar Swadaya. Jakarta. 86 hlm.
- Ai, N. S. dan M. Ballo. 2010. Peranan Air dalam Perkecambahan Biji. *Jurnal Ilmiah Sains*. 10(2): 190-195.
- Akil, M. 2009. Peningkatan Kualitas Benih Melalui Pengelolaan Hara yang Optimal. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. ISBN. 206-217 hlm.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai. <http://www.bps.go.id/brs/view/id/1122>. Diakses pada tanggal 30 November 2015.
- Balitkabi. 2012. Varietas unggul baru kedelai toleran kekeringan. <http://balitkabi.litbang.deptan.go.id/infoteknologi/965dering1varietasunggul-baru-kedelai-toleran-kekeringan.html>. Diakses pada tanggal 16 Juni 2016 pukul 19.15 WIB.
- Bedell, P. E. 1998. *Seed Science and Technology*. Indian Forestry Species. Allied Publishers Limited. New Delhi. 346 hlm.
- Bewley, J. D. dan M. Black. 1985. *Seed Physiology of Development and Germination*. Plenum Press. New York. 367 hlm.
- Bewley, J. D. dan M. Black. 1987. *Physiology and Biochemistry of Seed*. Springer-Verlag Heidelberg. New York. 302 hlm.
- Copeland, L. O., dan M. B. McDonald. 1985. *Principles of Seed Science and Technology*. Burgess Publishing Company. New York. 369 hlm.
- Copeland, L. O., dan M. B. McDonald. 2001. *Principles of Seed Science and Technology*. Fourth edition. Kluwer Academic Publishers. Boston, Dordrecht, London. 467 hlm.
- Girolamo, G. D. and L. Barbanti. 2012. Treatment Conditions and Biochemical Processes Influencing Seed Priming Effectiveness. *Italian Journal of Agronomy*. 25(7): 178-188.

- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 87 hlm.
- Justice, O. L. dan L. N. Bass. 2002. *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 445 hlm.
- Kamil, J. 1979. *Teknologi Benih*. Angkasa Raya. Padang. 227 hlm.
- Kartasapoetra, A. G. *Teknologi Benih dan Pengelolaan Benih*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kartika dan Sari DK. Pengaruh Lama Penyimpanan dan Invigorasi Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Padi Lokal Bangka Aksesori Mayang. *Jurnal Pertanian dan Lingkungan*. 8(1): 10-18.
- Kartono. 2004. Teknik Penyimpanan Benih Kedelai Varietas Wilis pada Kadar Air dan Suhu Penyimpanan yang Berbeda. *Buletin Teknik Pertanian*. Teknisi Litkayasa Pelaksana Lanjutan pada Balai Besar Penelitian, Pengembangan Bioteknologi, dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Bogor. 9(2): 79-82.
- Khan, A. A., J. D. Marguire, G. S. Abawi dan S. Ilyas. 1992. Matricconditioning of Vegetable Seeds to Improve Stand Establishment in Early Field Plantings. *J. Amer. Soc. Horti. Sci.* 117(1): 41-47.
- Lindayanti, M. 2006. Pengujian Vigor pada Beberapa Varietas Padi (*Oryza sativa*) dengan Metode Accelerated Ageing (AA) setelah Masa Simpan 6 Bulan. *Jurnal Vigor Benih*. 4(4): 12.
- Marwanto. 2007. Hubungan antara Kandungan Lignin Kulit Benih dengan Sifat-sifat Khusus Kulit Benih Kacang Hijau. *Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. 9(6): 11.
- Mugnisyah, W. Q. dan A. Setiawan. 2004. *Produksi Benih*. Bumi Aksara. Jakarta. 129 hlm.
- Munifah, S., 1997. Pengaruh Vigor Awal Benih dan Priming Terhadap Viabilitas dan Produksi Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). (Skripsi). Faperta IPB. Bogor. 46 hlm.
- Novizan. 2003. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 114 hlm.
- Nurmauli, N. dan Y. Nurmiaty. 2010. Pengaruh Hidrasi Dehidrasi dan Dosis NPK pada Viabilitas Benih Kedelai. *Jurnal Agrotropika*. 15(1): 1-8.

- Nurmiaty, Y. dan N. Nurmauli. 2015. Pengaruh Waktu Aplikasi dan Dosis Pemupukan Susulan NPK Majemuk pada Vigor Awal Simpan Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). Seminar Nasional Sains dan Teknologi VI Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lampung. 13 hlm.
- Nurmiaty, Y. dan N. Nurmauli. 2010. Pengendalian Agronomik melalui NPK Susulan dan Waktu Panen dalam Menghasilkan Vigor Benih Kedelai. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 10(1): 29-37.
- Perdana, J. L., A. Rasyad, dan E. Zuhry. 2014. Pengaruh Beberapa Dosis Pupuk Fosfor (P) Terhadap Mutu Benih Berbagai Kultivar Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) Selama Pengisian dan Pemasakan Biji. *Jurnal Online Mahasiswa*. 1(1): 1-12. <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/view/2647>. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2016.
- Pitojo, S. 2003. *Benih Kedelai*. Kanisius. Yogyakarta. 83 hlm.
- Pramono, E. 2014. *Penuntun Praktikum Teknologi Benih*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 15 hlm.
- Prayuda, C. 2015. Pengaruh Bentuk dan Dosis Pupuk NPK Majemuk susulan pada Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine Max* (L.) Merrill) Varietas Dering 1 Pascasimpan Tiga Bulan. (Skripsi). Fakultas Pertanian Unila. Bandar Lampung. 79 hlm.
- Putri, M. F. 2010. Studi Perlakuan Hidrasi-Dehidrasi pada Viabilitas Dua Lot Benih Kedelai (*Glycine max* [L.] Merr.) Varietas Anjasmoro yang Mengalami Deteriorasi. (Skripsi). Fakultas pertanian Unila. Bandar Lampung. 41 hlm.
- Powell, A. A. 1998. Seed Improvement by Selection and Invigoration. *Scientia Agricola*. 55(Edisi Khusus): 126-133.
- Rosmarkam, A. dan N. W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta. 210 hlm.
- Rukmana, S. K. dan Y. Yuniarsih. 1996. *Kedelai, Budidaya Pascapanen*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 92 hlm.
- Ruliyansyah, A. 2011. Peningkatan Performansi Benih Kacangan dengan Perlakuan Invigorasi. *J. Perkebunan dan Lahan Tropika*. 1(1): 13-18.
- Sadjad, S. 1993. *Dari Benih kepada Benih*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta. 145 hlm.
- Sadjad, S. 1980. *Panduan Mutu Benih Tanaman Kehutanan di Indonesia IPB*. Bogor. 205 hlm.

- Sadjad, S. 1984. *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta. 145 hlm.
- Sadjad, S. 1999. *Parameter Pengujian Vigor Benih*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta. 185 hlm.
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3*. Diterjemahkan dari Plant Physiology oleh D.R. Lukman, dan Sumaryono. Disunting oleh Niksolihin, S. Penerbit ITB. Bandung. 343 hlm.
- Soedradjad, R. dan S. Avivi. 2005. Efek Aplikasi *Synechococcus* sp. pada Daun dan Pupuk NPK terhadap Parameter Agronomis Kedelai. *Buletin Agronomi* 33(3): 17-23.
- Sucahyono, D., M. Sari, M. Surahman, dan S. Ilyas. 2013. Pengaruh Perlakuan Invigorasi pada Benih Kedelai Hitam (*Glycine soja*) terhadap Vigor Benih, Pertumbuhan Tanaman, dan Hasil. *J. Agron. Indonesia*. 41(2): 126–132.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1996. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta. 172 hlm.
- Suryati, D., N. Susanti, dan Hasanudin. 2009. Waktu Aplikasi Pupuk Nitrogen Terbaik untuk Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Varietas Kipas Putih dan Galur 13 ED. *J. Akta Agrosia*. 12 (2): 204-212.
- Sutopo, L. 1985. *Teknologi Benih*. Rajawali. Jakarta. 247 hlm.
- Umar, S. 2012. Pengaruh Pemberian Bahan Organik terhadap Daya Simpan Benih Kedelai (*Glycine max* [L.] Merr.). *Berita Biologi*. 11(3): 401-410.
- Wibowo, D. K. 2014. Bentuk dan Dosis Pupuk NPK Majemuk Susulan pada Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine Max* [L] Merrill) Varietas Dering 1 Prasimpan. (Skripsi). Fakultas pertanian Unila. Bandar Lampung. 80 hlm.