

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI MUTAGEN
EMS (*ETHYL METHANE SULFONATE*) TERHADAP PERTUMBUHAN
KEDELAI (*Glycine max* L.) VARIETAS DERING 1**

SKRIPSI

Oleh :

RUDIN WIJIONO

NIM.11620061



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2016**

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI MUTAGEN
EMS (*ETHYL METHANESULFONATE*) TERHADAP PERTUMBUHAN
KEDELAI (*Glycine max* L.) VARIETAS DERING 1**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh :
RUDIN WIJONO
11620061

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2016**

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI MUTAGEN EMS
(ETHYL METHANESULFONATE) TERHADAP PERTUMBUHAN
KEDELAI (*Glycine max* L.) VARIETAS DERING 1**

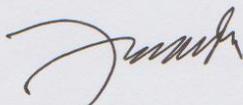
SKRIPSI

Oleh:

**RUDIN WIJONO
NIM.11620061**

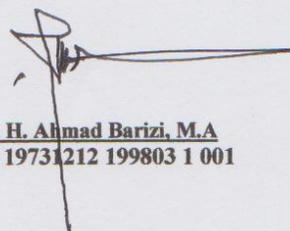
Telah disetujui oleh:

Pembimbing I



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002**

Pembimbing II



**Dr. H. Ahmad Barizi, M.A
NIP. 19731212 199803 1 001**

Tanggal, 12 Januari 2016

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002**

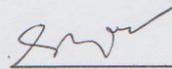
**PENGARUH LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI MUTAGEN
EMS (ETHYL METHANESULFONATE) TERHADAP PERTUMBUHAN
KEDELAI (*Glycine max* L.) VARIETAS DERING 1**

SKRIPSI

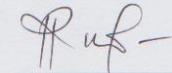
**Oleh:
RUDIN WIJIONO
11620061**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 12 Januari 2016

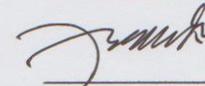
**Penguji Utama : Suyono, MP
NIP. 19710622 200312 1 002**



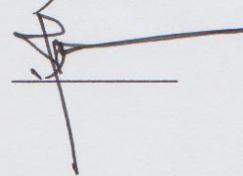
**Ketua Penguji : Ruri Siti Resmisari, M.Si
NIPT.201402012423**

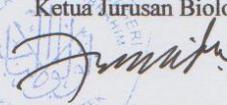


**Sekretaris Penguji : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002**



**Anggota Penguji : Dr. H. Ahmad Barizi, M.A
NIP. 19731212 199803 1 001**



Mengesahkan,
Ketua Jurusan Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002



PERSEMBAHAN

Assalamualaikum wr.wb

Syukur Alhamdulillah..

Segala puji dan syukur kupersembahkan kepada Allah SWT, Lantunan sholawat beriring salam menjadi persembahkan kepada Habibara wanabiyana Muhammad SAW ..!

Dengan hanya berharap ridhoMu, kupersembahkan karya sederhana ini untuk semua orang yang berarti dalam hidupku..

Untuk yang tersayang kedua orangtuaku, bapak Priyanto dan ibu Iswati, yang do`a dan restunya selalu menemani disetiap derap langkahku dalam meraih cita-cita. Terima kasih yang tak terkira untuk doa`anya, restunya, nasihatnya, semangatnya, Matur suwun..pak... mak... , Maafkanlah jika anakmu ini belum bisa membanggakan kalian. Walau jarang terucap, namun dalam hati ini selalau berkata "Aku sayang kalian..". Serta untuk orang tua ke-duaku Abah Khumaidi; terimakasih untuk do`a , arahan dan nasihatnya abah.., dan tak lupa untuk 2 adikku Dia Ayu Rahmani dan Anisa Alviatul Khoiriyah,, kalian adalah salah satu penyemangat cak din..

Untuk kedua mertuaku ,bapak Naparin dan ibu Munik , terima kasih atas do`anya , restunya, nasihatnya dan kepercayaannya.., Serta untuk istri tercinta, Rizkia Rodkia Rohima, terima kasih untuk bantuannya, pengertiannya dan semangatnya selama pembuatan karya ini, tak lupa untuk "Kakak" tendanganmu adalah penyemangat dan penyadar untuk ayah..

Untuk guru-guru dan dosen-dosenku.. terima kasih atas ketersediaanya mengajarkan berbeagai ilmu kepada saya, terimakasih atas do`a dan bimbinganya..

Untuk saudara-saudara seperjuangan Biologi`11 (Fikar, Rahman, Idris , Albert, Yogi, Mufti, Saipul, Uun, Febri, Agus, Hasan, Yudrik, Zaenal, Romi, Furqon, Fikriyah, Mayang dsb..), untuk teman2 KBMB khususnya angkatan 2011, untuk gus dan ning LKP2M , untuk dulur2 3.1 Ma. Mawar`09, untuk rekan2 OneVision, dan untuk pihak2 yang lain yang turut membantu dalam penyelesaiannya karya ini. Terima kasih atas do`anya , dukungan, dan semangatnya... Dan tak lupa untuk bangsa Indonesia, terima kasih atas kepercayaannya kepada saya.., Semoga kelak saya bisa membalas kepercayaan yang telah engkau berikan..

*Semoga karya ini bisa bermanfaat untuk semuanya, meskipun karya ini jauh dari sempurna..
Aaaminnn...*

Wassalamualaikum wr.wb

Motto

فَمَنْ يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْرًا يَرَهُ ﴿٧﴾ وَمَنْ يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ شَرًّا يَرَهُ ﴿٨﴾

Artinya: Barangsiapa yang mengerjakan kebaikan seberat dzarrahpun, niscaya Dia akan melihat (balasan)nya. dan Barangsiapa yang mengerjakan kejahatan sebesar dzarrahpun, niscaya Dia akan melihat (balasan)nya pula (Qs.Al-Zalzalah/99: 7-8).

*“ Sekecil apapun kebaikan dan keburukan pasti ada
balasanya ”*



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rudin Wijiono

NIM : 11620061

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Mutagen EMS (*Ethyl Methanesulfonate*) Terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Dering 1

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Januari 2016

Penulis,



Rudin Wijiono
NIM. 11620061

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan-Nya sehingga skripsi dengan judul “ **Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Mutagen EMS (*Ethyl Methane sulfonate*) Terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Dering 1 ” ini dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan manusia ke jalan kebenaran.**

Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa pikiran, motivasi, tenaga, maupun doa. Karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Raharjo, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan selaku dosen pembimbing Biologi, karena atas bimbingan, pengarahan dan kesabaran beliau penulisan tugas akhir dapat terselesaikan.
4. Dr. H. Ahmad Barizi, M.A selaku dosen pembimbing skripsi bidang agama, karena atas bimbingan, pengarahan dan kesabaran beliau penulisan tugas akhir dapat terselesaikan.

5. Kholifah Kholil, M.Si selaku dosen wali yang telah memberikan saran dan nasehat yang berguna selama masa perkuliahan.
6. Bapak dan Ibu dosen serta staf Jurusan Biologi maupun Fakultas yang selalu membantu dan memberikan dorongan semangat semasa perkuliahan.
7. Kedua orang tua penulis Bapak Priyanto dan Ibu Iswati Agustina serta segenap keluarga yang tidak pernah berhenti memberikan doa, kasih sayang, inspirasi, dan motivasi serta dukungan kepada penulis semasa kuliah hingga akhir pengerjaan skripsi ini.
8. Seluruh mahasiswa jurusan Biologi angkatan 2011. Teman-teman seperjuangan. Terima kasih atas dukungan semangat dan doanya.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas keikhlasan bantuan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT. membalas kebaikan mereka semua. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak terutama dalam pengembangan ilmu biologi di bidang terapan. Amin.

Malang, 12 Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
مستخلص البحث	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Hipotesis	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Batasan Masalah	9
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tumbuhan Biji Dalam Al-qur`an	
2.1.1 Kedelai Dalam Al-Qur`an.....	10

2.1.2 Peranan Tanah Subur Dan Ketersediaan Air Terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	12
2.2 Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> (L) Merrill)	17
2.2.1 Klasifikasi	17
2.2.2 Morfologi Tanaman Kedelai.....	18
2.2.3 Varietas Dering 1	24
2.2.4 Perkecambahan Kedelai.....	24
2.2.5 Pengaruh Cekaman Kekeringan pada Tanaman Kedelai.....	26
2.2.6 Induksi Mutasi	30
2.2.7 Ethyl Methane Sulfonate (EMS).....	32
2.2.8 Mutasi dengan Ethyl Methanesulfonat (EMS)	33
2.2.9 Keragaman Genetik	37
2.2.10 Seleksi.....	38
2.2.11 Gen pengontrol percabangan	39

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian	41
3.2 Waktu dan Tempat.....	42
3.3. Variabel Penelitian.....	42
3.4 Alat dan Bahan	42
3.4.1 Alat	42
3.4.2 Bahan	43

3.5	Prosedur Penelitian	43
3.5.1	Pembuatan Larutan EMS	43
3.5.2	Perlakuan Biji Kedelai dengan EMS	43
3.5.3	Uji Perkecambahan	44
3.5.4	Uji Pertumbuhan	46
3.6	Teknik Analisis Data.....	49

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Perkecambahan Biji Kedelai Varietas Dering 1	50
4.1.1	Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Daya Berkecambah (%).....	51
4.1.2	Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Kecambah Abnormal.....	54
4.1.3	Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Panjang Hipokotil.....	55
4.1.4	Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Panjang Akar Kecambah	57
4.1.5	Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Berat Kering Kecambah Normal	59
4.2	Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Pertumbuhan Kedelai Varietas Dering 1	63

4.2.1 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Tinggi Kedelai Varietas Dering 1.....	65
4.2.2 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Jumlah Cabang	66
4.2.3 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Jumlah Daun.....	68
4.3 Ulasan Hasil Penelitian dalam Prespektif Al-Qur`an.....	69
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN-LAMPIRAN	85

DAFTAR TABEL

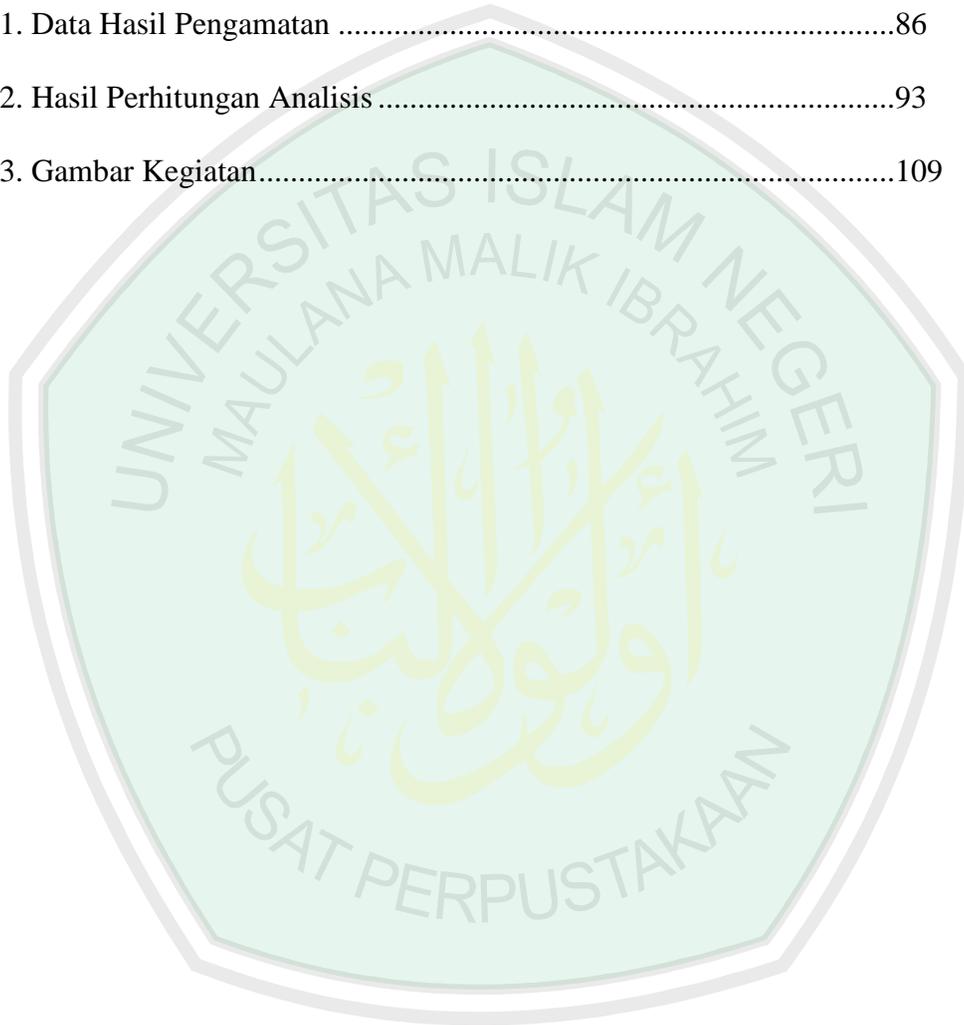
No.	Judul	Halaman
3.1	Kombinasi perlakuan antara konsentrasi dan lama perendaman EMS	41
3.2	Kebutuhan air tanaman kedelai pada setiap periode tumbuh	48
4.1.	Hasil Uji DMRT 5% Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Benih Kedelai Varietas Dering 1	51
4.2.	Hasil Uji DMRT 5% Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Terhadap Pertumbuhan Benih Kedelai Varietas Dering 1	64

DAFTAR GAMBAR

No.	Gambar	Halaman
2.1	Morfologi biji kedelai	18
2.6	Akar kedelai	23
2.8	Struktur Kimia EMS	33
2.9	Reaksi Induksi EMS.....	34
4.1	Perbandingan Perkecambahan antara 0,05% EMS 4 jam (a) dan 0,07% EMS 8 jam (b)	53
4.2	Perkecambahan Abnormal	55
4.3	Perbedaan panjang hipokotil pada perendaman 4 jam.....	56
4.4	Perbedaan Panjang Hipokotil Pada Perendaman 8 Jam.....	58
4.5	Berat Kering Kecambah Varietas Dering 1 (A) Kecambah Kontrol (B) Kecambah Perlakuan 0,05% EMS 6 Jam.....	6

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Data Hasil Pengamatan	86
Lampiran 2.	Hasil Perhitungan Analisis	93
Lampiran 3.	Gambar Kegiatan.....	109



ABSTRAK

Wijiono, Rudin. 2016. **Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Mutagen EMS (Ethyl Methanesulfonate) Terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Dering 1.** Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (1) Dr. Evika Sandi Savitri, M.P dan (2) Dr. H. Ahmad Barizi, M.A

Kata Kunci: EMS, Perkecambahan, Pertumbuhan, Kedelai Varietas Dering 1

Kedelai (*Glycine max L.*) menjadi tumbuhan yang penting bagi masyarakat Indonesia. Kandungan gizi yang tinggi serta harga yang murah menjadikan kedelai banyak diminati. Produktifitas kedelai dalam negeri belum bisa mencukupi kebutuhan kedelai dalam negeri. Produktifitas kedelai cenderung menurun pada musim kering. Salah satu upaya untuk meningkatkan produktifitas kedelai pada musim kering adalah dengan pemuliaan tanaman untuk mendapatkan varietas baru kedelai tahan kekeringan potensi hasil tinggi. Pemuliaan tanaman dapat ditempuh melalui metode mutagenesis menggunakan senyawa *EthylMethanesulfonate* (EMS) untuk mendapatkan keragaman genetik yang tinggi. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS pada perkecambahan dan pertumbuhan kedelai varietas Dering 1.

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Jatikerto dan laboratorium Fisiologi Tumbuhan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan Agustus-November 2015. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah lama perendaman EMS yang terdiri dari 3 taraf yaitu 4 , 6 dan 8 jam. Sedangkan faktor yang kedua adalah konsentrasi EMS yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0%; 0,03%; 0,05%; dan 0,07%. Data yang di peroleh dalam penelitian ini dianalisis dengan teknik Analisis Variansi (ANAVA) Dua Jalur. Jika ada pengaruh yang signifikan dari perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji beda berupa *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh lama perendaman dan konsentrasi EMS terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kedelai varietas Dering 1. Pada uji perkecambahan, konsentrasi EMS 0,03% dengan perendaman 4 jam berpengaruh terhadap penambahan panjang akar kecambah. Sedangkan pada uji pertumbuhan, konsentrasi EMS 0,05 % dengan perendaman 8 jam menurunkan tinggi tanaman, jumlah cabang dan jumlah daun kedelai varietas Dering 1. Sedangkan pada konsentrasi 0,03% dengan perendaman 4 jam menunjukkan nilai tidak berbeda dengan kontrol.

ABSTRACT

Wijiono, Rudin. 2016. **Soaking Time Effect of and concentration Mutagens EMS (Ethyl Methanesulfonate) On Growth of Soybean (Glycine max L.) varieties Dering 1.** Thesis. Department of Biology . Faculty of Science and Technology. State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor (1) Dr. Evika Sandi Savitri, M.P dan (2) Dr. H. Ahmad Barizi, M.A

Keywords: EMS, Germination, Growth, Soybean Varieties Dering 1

Soybean (*Glycine max L.*) into the plants that are important to the people of Indonesia. High nutrient content and low price make soybean demand. Soybean productivity in the country can not meet the needs of the domestic soybean. Soybean productivity tends to decrease in times of drought. One effort to increase soybean productivity in the dry season is the plant breeding to obtain new varieties of high productivity drought resistant soybeans. Plant breeding can be done through methods of mutagenesis using Ethyl Methanesulfonate compound (EMS) to obtain high genetic diversity. Thus this study aims to determine the effect of concentration and soaking time EMS on the germination and growth of soybean varieties Dering 1.

This research was conducted at the experimental garden Jatikerto and Plant Physiology Laboratory of the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang in August to November 2015. The design used was completely randomized design (CRD) with two factors. The first factor is the soaking time EMS which consists of three levels are 4, 6 and 8 hours. While the second factor is the concentration of EMS which consists of four levels ie 0%; 0.03%; 0.05%; and 0.07%. The data obtained in this study were analyzed by using Analysis of Variance (ANOVA) Two Line. If there is a significant effect of treatment, continue with the analysis of different test form Multiple Duncan Range Test (DMRT) at the 5% significance level.

The results showed that there was an effect soaking time and concentration of EMS on germination and growth of soybean varieties Dering 1. In the germination test, EMS concentration of 0.03% with 4 hours soaking effect on increasing the length root sprouts. While the growth test, EMS concentration of 0.05% with soakaing 8 hours to lower plant height, number of branches and number of leaves of soybean varieties Dering 1. While at a concentration of 0.03% with 4 hours immersion showed the value is not different from controls.

مستخلص البحث

رودين وجيونو، 2016م، تأثير وقت التمرغ وتركيز موتاكون EMS على انبات ونمو فول الصويا النوع دورينغ اول، البحث العلمي، قسم علم الحياة في كلية العلوم التكنولوجية، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرفة الاولى: الدكتور افريكا سندي سفطري الماجستير، المشرف الثاني: الدكتور احمد بارزي الماجستير

الكلمات الأساسية : EMS، انبات ونمو فول الصويا النوع دورينغ اول.

ان فول الصويا هو احد من النباتات الهامة للمجتمع خاصة للإندونيسيين. ولان منه المحتوى الغذائي العالي ورخيص من ثمنه كثير من الناس يحبون اليه. وان انتاجية من فول الصويا في هذا البلاد ليس قادرة على تلبية احتياجات لان هذه احتياجات منخفضة في موسم الجفاف واحد من محاولات لارتفاع انتاجات من فول الصويا وهي تربية النبات لحصول النوع الجيد و مقاومة الجفاف منه. وبهذه الطريقة يمكن الوصول اليها بكيفية الطفرات باستخدام مركبات EMS لحصول التنوع الوراثي العالي حتى تهدف هذا البحث وهو لمعرفة تأثير وقت التمرغ وتركيز موتاكون EMS على انبات ونمو فول الصويا النوع دورينغ اول.

وحرى الباحث في حديقة التجريبية بجاتي كورطو ومختبر الفيسيولوجي النبات بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج في الشهر اغسطس حتى نوفمبر عام 2015. واما التصميم المستخدم في هذا البحث وهو التصميم كامل العشوائية بعاملين. واما العامل الاول وهو الوقت تمرغ EMS ويتكون من ثلاثة اسراب وهي اربع ساعات، ست ساعات وثمان ساعات. واما العامل الثاني وهو تركيز EMS ويتكون من اربعة اسراب وهي 0%، 0,03%، 0,05% و 0,07%. واما الاسلوب المستخدمة لتحصيل البيانات وهي بأسلوب تحليل التباين (ANAVA) بمسربين. وإذا آثارا بذوي معنى من علاج، تحليل ثم اختبار مختلف وهي DMRT او UJD على درجة ذو معنى حوالي 5%.

واما النتائج المحسولة في هذا البحث وهي تدل على ان هناك آثارا في وقت التمرغ وتركيز EMS على انبات ونمو فول الصويا النوع دورينغ اول. واما تم الحصول على أفضل مزيج المعاملة بتركيز حوالي 0,03% بوقت التمرغ حوالي اربع ساعات وهناك آثارا على اضافة جذر طويل في فول الصويا. واما على اختبار نمو منه التركيز من EMS حوالي 0,05% بتمرغ ثمان ساعات لخفض ارتفاع النبات، مجموعة الفروع ومجموعة الأوراق من فول الصويا النوع دورينغ اول. واما على تركيزه حوالي 0,03% بتمرغ اربع ساعات وتدل على ان نتيجة لا يختلف مع سيطرة منه.

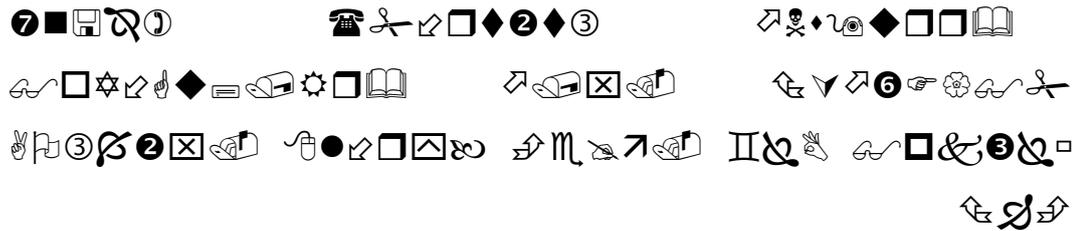
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai telah menjadi tanaman yang penting dan erat kaitannya dengan kehidupan masyarakat Indonesia. Kedelai mulai ditanam oleh banyak petani Jawa dan Bali pada tahun 1750 dan sejak tahun 1892 kedelai sudah menjadi tanaman penting selain Padi, Jagung, Ubi kayu dan Ubi jalar. Kedelai merupakan tumbuhan multiguna yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan pangan, pakan ternak maupun sebagai bahan baku berbagai industri manufaktur dan olahan. Beberapa produk yang dihasilkan dari olahan kedelai antara lain tempe, tahu, taucho, es krim, susu kedelai, tepung kedelai, minyak kedelai, dan lain-lain. Tempe dan tahu mendominasi pemanfaatan kedelai untuk bahan pangan, yakni masing-masing 50% dan 40%, sedangkan sisanya digunakan untuk pengolahan susu kedelai, kecap, taoge, tauco, tepung, dan olahan lainnya (Silitonga dan Djanuardi, 1996).

Kedelai merupakan tanaman yang ditumbuhkan oleh Allah SWT sebagai wujud sifat الرَّحْمَن dan الرَّحِيم kepada makhlukNya, terutama manusia. Karena melalui kedelai, manusia mampu mencukupi kebutuhannya mulai dari kebutuhan akan sumber makanan yang baik (sehat) sampai kebutuhan untuk pakan ternak. Banyak manfaat yang terdapat pada tanaman kedelai sehingga patut untuk disyukuri. Allah berfirman dalam QS. Asy-Syu'araa` ayat 7:



Artinya: *Dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?* (Qs. Asy-Syu`araa` (26) :7)

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah telah berfirman “*Berapa banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tanaman yang baik*”. Pada firman Allah tersebut disebutkan زوج كريم yang artinya “*tanaman yang baik*”. yaitu dapat diartikan bahwa tanaman yang ditumbuhkan Allah SWT dalam kondisi baik dan berkualitas (mempunyai gizi yang tinggi) sehingga mampu dimanfaatkan oleh manusia untuk menyukupi kebutuhannya, seperti halnya tumbuhan kedelai. Menurut Al-Qurtubi (2009) lafadz *Kariim* bermakna mulia, baik, berkualitas dan bermutu. Darwis (2004) menambahkan bahwa maksud dari ayat tersebut adalah Allah SWT mengingatkan kekuasaanya bahwa Dia-lah yang menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik dan bermanfaat bagi kehidupan manusia dan makhluk lain di muka bumi.

Sifat kedelai yang multiguna menyebabkan kedelai banyak diminati sebagai sumber protein murah sehingga menyebabkan tingginya permintaan kedelai dalam negeri. Kedelai merupakan komoditas pangan utama ketiga setelah padi dan jagung yang menjadi komoditi prioritas dalam program Revitalisasi Pertanian (Darmadjati *et al.*, 2005). Kebutuhan kedelai di Indonesia setiap tahun cenderung mengalami peningkatan, hal ini dapat diketahui dari jumlah impor kedelai yang cenderung meningkat setiap tahunnya.

Berdasarkan data BPS (2014) menyebutkan bahwa jumlah impor kedelai antara tahun 2010 sampai tahun 2013 cenderung mengalami peningkatan. Jumlah impor kedelai paling besar terjadi pada tahun 2011 dan 2012 yaitu sekitar 2,1 juta ton, kemudian mengalami penurunan menjadi 1,8 juta ton pada tahun 2013. Penyebabnya adalah produksi kedelai yang belum bisa memenuhi kebutuhan kedelai dalam negeri. Kebutuhan kedelai nasional menurut data yang tercatat di Kementerian Pertanian tahun 2011 mencapai 1,8 juta ton per tahun, hasil pertanian kedelai dalam negeri baru mencapai sekitar 900 ton per tahun atau hanya mampu memenuhi 50 persen dari total kebutuhan kedelai di pasar domestik. (Balitbang, 2013).

Peningkatan produksi kedelai dalam negeri dapat diwujudkan melalui percepatan peningkatan produktivitas dengan menggunakan varietas unggul yang diperoleh melalui kegiatan pemuliaan termasuk perakitan varietas unggul baru yang berdaya hasil tinggi. Menurut suhartina (2013) Pembudidayaan kedelai di Indonesia sebagian besar (65%) dibudidayakan di lahan sawah pada musim kemarau. Salah satu varietas kedelai yang mampu tumbuh pada lahan sawah pada musim kemarau adalah varietas Dering 1.

Varietas Dering 1 merupakan varietas baru dengan keunggulan tahan cekaman kekeringan pada masa generatif dengan produktivitas tinggi dengan wilayah adaptasi lahan sawah dan lahan kering. Lahan kering didefinisikan sebagai lahan dengan kebutuhan air tanaman tergantung sepenuhnya pada air hujan dan tidak pernah tergenang air secara tetap (Notohadiprawiro, 1989). Rukmana (2001) menegaskan, lahan kering merupakan sebidang lahan yang dapat

digunakan untuk usaha pertanian dengan menggunakan air secara terbatas dan biasanya bergantung pada air hujan.

Meskipun produktifitas varietas Dering 1 dinilai sudah tinggi, tetapi jika dibandingkan dengan produktifitas kedelai potensi hasil tinggi lainnya misalnya varietas Grobogan. Produktifitas kedelai varietas Dering 1 cenderung lebih rendah dibandingkan produktifitas kedelai varietas Grobogan. Salah satunya disebabkan oleh ukuran biji yang tergolong sedang. Varietas Dering 1 hanya mempunyai berat 10,7 gr/ 100 biji (Suhartina, 2012) sedangkan varietas kedelai unggul potensi hasil tinggi seperti Grobogan mempunyai berat 18 gr/100 biji (Sembiring, 2015). Potensi hasil menurut Phoelman dan Sleper (1995) adalah sifat kuantitatif yang penting pada sebagian besar program pemuliaan tanaman dan ekspresi fenotipik tersebut sangat dipengaruhi oleh interaksi faktor genetik dengan lingkungan.

Hasil rata-rata panen varietas Grobogan mampu mencapai 2,77 ton/ha (Balitkabi, 2015). Dibandingkan itu, hasil rata-rata panen varietas Dering 1 hanya mampu mencapai 1,95 ton/ha (Suhartina *et al.*, 2012). Dari fakta tersebut dapat dilihat bahwa produktifitas (hasil panen) varietas Dering 1 masih rendah. Oleh sebab itu diperlukan suatu upaya guna meningkatkan produktifitas kedelai tahan cekaman kekeringan khususnya varietas Dering 1.

Salah satu upaya untuk meningkatkan produktifitas kedelai tahan cekaman kekeringan adalah pemuliaan tanaman untuk mendapatkan varietas baru. Pemuliaan tanaman dapat ditempuh melalui induksi mutasi untuk mendapatkan keragaman genetik tinggi yang nantinya akan dirakit menjadi varietas baru. Induksi mutasi merupakan metode yang banyak digunakan sebagai upaya untuk

mendapatkan keragaman genetik tanaman dengan menggunakan bahan mutagen. Bahan mutagen (*mutagenic agent*) dapat digolongkan dalam dua jenis yaitu mutagen kimia dan mutagen fisika. Mutagen jenis kimia salah satunya adalah *Ethyl Methane Sulphonate* (EMS) (IAEA, 1977).

Menurut Van Harten (1998) EMS paling banyak digunakan karena sering menghasilkan mutan yang bermanfaat dan tidak bersifat mutagenik setelah terhidrolisis. Serta mempunyai harga yang relatif lebih murah dan mudah diperoleh dan terbukti efektif dapat menyebabkan mutasi titik pada berbagai tanaman dibandingkan dengan senyawa kimia lainnya.

Telah banyak dilaporkan adanya pengaruh induksi mutagen EMS terhadap berbagai spesies tanaman, diantaranya: berhasil meningkatkan keragaman genetika tanaman seperti tembakau, *Arabidopsis*, kubis bunga, pisang, kenaf dan menyebabkan kedelai lebih cepat berbunga (genjah) dan toleran terhadap herbisida (Qosim, 2012), dihasilkannya mutan pisang resisten virus (Imelda, *et al.*, 2000), dan dihasilkannya lebih banyak mutan viable pada tanaman kacang tunggak (Girija dan Dhanavel, 2009).

Pemberian EMS menggunakan konsentrasi dan lama perendaman yang bervariasi terhadap beberapa spesies tumbuhan menghasilkan pengaruh yang berbeda, diantaranya: pemberian EMS pada konsentrasi 0,05% menyebabkan peningkatan nilai jumlah bulbet dan persentase perakaran pada tanaman Lily Kerk (Priyono dan Susilo, 2002), pemberian 0,03-0,06% EMS terhadap bawang menghasilkan mutan, mutan ini dilaporkan meningkatkan produksi dan jumlah umbi (Novax *et al.*, 1984; Selvaraj *et al.*, 2001), serta konsentrasi 0,05% mampu menyebabkan peningkatan nilai jumlah bulbet dan persentase perakaran pada

tanaman Lily Kerk (Priyono dan Susilo, 2002). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi dan lama perendaman EMS sangat berpengaruh menentukan keberhasilan memunculkan keanekaragaman genetik yang baru.

Induksi mutasi menggunakan *Ethyl Methane Sulphonate* (EMS) diharapkan mampu meningkatkan keragaman genetik untuk pemuliaan kedelai dengan sifat tahan kering produksi hasil tinggi melalui peningkatan percabangan. Menurut Mehandjiev *et al* (1999) dalam Arumingtyas (2006) menyatakan bahwa mutasi menggunakan *Ethyl Methane Sulphonate* (EMS) dilaporkan berhasil menginduksi terjadinya peningkatan percabangan pada berbagai tanaman. Beberapa penelitian lain dilaporkan adanya peningkatan jumlah cabang sekaligus peningkatan jumlah biji sebagai efek dari induksi mutasi menggunakan EMS diantaranya; pada kapri varietas Parvus (Arumingtyas, 1992 dan Arumingtas dan Murfet, 1992), Terese (Rameau *et al.*, 1997), Cowpea (*Vigna unguiculata*) (Odeigah *et al.* ., 1998), gandum (*Triticum aestivum*, L.) (Khan, 2001), mungbean (*Vigna radiata*) (Singh *et al.*, 2001), dan *Capsicum annum* (Jabeen dan Mirza, 2002) (Arumingtyas, 2006).

Selain induksi EMS terhadap fase pertumbuhan, induksi EMS terhadap fase perkecambahan penting dilakukan. Karena pada fase tersebut mampu menunjukkan hasil induksi mutasi dengan waktu yang relatif singkat untuk dijadikan parameter pengamatan pada fase pertumbuhan. Selain itu, pentingnya uji perkecambahan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui mutu fisiologis benih hasil induksi mutasi, karena kecambah yang memiliki mutu fisiologis yang baik akan berpotensi untuk tumbuh menjadi tanaman sempurna jika ditanam di lapang (Wulandari, 2008)

Beberapa penelitian induksi mutasi menggunakan EMS dilaporkan pernah diinduksikan terhadap tanaman kedelai diantaranya; dengan pemberian 1-30 mM EMS menunjukkan polimorfisme dalam jaringan kedelai (Hofman *et al.*, 2004). Penelitian Patil *et al.*, (1996) menyatakan daya perkecambahan kedelai menurun secara signifikan dalam pemberian EMS diatas 0,05% dengan perendaman 4 jam. Penelitian Verawati (2012) menunjukkan penggunaan EMS pada kedelai varietas Willis untuk mendapatkan mutan dengan kandungan asam fitat tinggi. Kedelai varietas PUSA -16 dan PK- 1042 dengan EMS konsentrasi antar 0,1 % sampai dengan 0,3% selama 8 jam, menghasilkan persentase perkecambahan benih yang rendah pada semua perlakuan serta sterilitas polen yang meningkat dengan tingginya dosis mutagen yang diberikan (Khan dan Tyagi, 2006).

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukanlah penelitian ini, guna meningkatkan keragaman kedelai yang nantinya digunakan dalam pemuliaan kedelai dengan sifat kedelai tahan cekaman kekeringan hasil tinggi. Penelitian ini menguji pengaruh variasi konsentrasi EMS dan lama perendaman biji kedelai terhadap pertumbuhan tanaman kedelai.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini antar lain :

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS pada perkecambahan benih kedelai varietas Dering 1 ?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS pada pertumbuhan kedelai varietas Dering 1 ?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS pada perkecambahan benih kedelai varietas Dering 1.
2. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS pada pertumbuhan kedelai varietas Dering 1.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Terdapat pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS pada perkecambahan benih kedelai varietas Dering 1.
2. Terdapat pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS pada pertumbuhan kedelai varietas Dering 1.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan mutan beberapa varietas kedelai tahan cekaman kekeringan dengan potensi hasil tinggi. Sehingga produktifitas kedelai di Indonesia dapat meningkat dengan memaksimalkan potensi lahan kering yang ada. Disamping itu, penelitian ini menambah pengetahuan tentang keefektifan EMS terhadap munculnya variasi genetik baru yang menguntungkan untuk perbaikan sifat genetik baru. Mendapatkan keragaman genetik kedelai baru yang nantinya berpotensi untuk dikembangkan.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Varietas kedelai yang digunakan sebagai obyek penelitian adalah varietas Dering 1 .
2. Konsentrasi EMS yang digunakan adalah 0.03%, 0,05 %, dan 0,07 % .
3. Perendaman yang dilakukan adalah selama 4 jam, 6 jam dan 8 jam.
4. Penelitian ini dilakukan dalam kondisi cekaman, dengan pemberian air 25% kapasitas lapang.
5. Parameter pengamatan anatara lain: Daya berkecambah, kecambah abnormal, panjang hipokotil, panjang akar kecambah, berat kering kecambah normal, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, jumlah percabangan dan jumlah cabang berbunga.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan Biji Dalam Al-qur`an

2.1.1 Kedelai Dalam Al-Qur`an

Kedelai merupakan salah satu tumbuhan yang diciptakan Allah SWT. Allah menumbuhkan kedelai untuk dapat dimanfaatkan oleh makhlukNya terutama manusia. Beberapa ayat dalam Al-qur`an menjelaskan mengenai tumbuhan kedelai (biji-bijian) sebagai sumber bahan makanan, dan itu semua merupakan tanda kebesaran dan kekuasaan Allah SWT. Allah SWT berfirman dalam surat Qaf (50) ayat 9 yang berbunyi:

وَاللَّهُ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَخًا وَأَنْبُتًا ذَاتًا لَیْسًا
فِيهَا كَبُورٌ لِقَوْمٍ كَافِرٍ
وَاللَّهُ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَخًا وَأَنْبُتًا ذَاتًا لَیْسًا
فِيهَا كَبُورٌ لِقَوْمٍ كَافِرٍ
وَاللَّهُ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَخًا وَأَنْبُتًا ذَاتًا لَیْسًا
فِيهَا كَبُورٌ لِقَوْمٍ كَافِرٍ

Artinya: “dan Kami turunkan dari langit air yang banyak manfaatnya lalu Kami tumbuhkan dengan air itu pohon-pohon dan biji-biji tanaman yang diketam” (Qs. Qaf/ 50:9).

Berdasarkan *Tafsir Ibnu Katsir* (2003) وَحَبِّ الْحَصِيدِ “Dan biji-biji tanaman yang di ketam.” Yaitu yang diambil bijinya untuk disimpan. Pernyataan tersebut bisa diartikan bahwa biji-biji itu dipanen untuk kemudian disimpan dan nantinya digunakan sebagai bahan pangan. Merujuk pada manfaat kedelai, kedelai bermanfaat sebagai bahan baku pembuatan produk pangan, seperti tahu, tempe,

kecap, dll. Kedelai setelah masak kemudian akan dipanen untuk disimpan dan nantinya akan digunakan sebagai bahan baku produk pangan.

Ayat lain yang menjelaskan biji-bijian (kedelai) sebagai bahan makanan adalah Qs. Yasin (36) ayat 33. Allah berfirman:



Artinya: *dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan dari padanya biji-bijian, Maka daripadanya mereka makan (Qs. Yasin/36:33).*

Abdullah (2003) dalam *Tafsir Ibnu Katsir* menjelaskan bahwa Allah SWT berfirman *وَأَيَّةٌ لَهُمْ* ”Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka.” Yaitu, tanda bagi mereka tentang adanya Maha pencipta, kekuasaan-Nya yang sempurna dan perbuantan-Nya menghidupkan yang mati.” *Adalah bumi yang mati*” yaitu, dahulunya bumi itu mati dan gersang, tidak ada tumbuhan satu pun. Lalu, ketika Allah Ta`ala berfirman *اٰحْيَيْنٰهَا وَاٰخِرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يٰكُلُوْنَ* ”Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan dari padanya biji-bijianya, maka dari padanya mereka makan.” Yaitu, Kami jadikan hal itu sebagai rizki bagi mereka dan binatang-binatang ternak mereka .

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah Maha pencipta, atas kekuasaanya menghidupkan bumi yang dulu mati menjadi hidup dengan penuh tumbuhan. Dari tumbuhan itu mengasilkan biji-bijian yang menjadi sumber bahan pangan bagi

manusia. Seperti halnya kedelai, kedelai menjadi sumber bahan pangan bagi manusia.

2.1.2 Peranan Tanah Subur Dan Ketersediaan Air Terhadap Pertumbuhan

Tanaman

Kesuburan tanah dan ketersediaan air menjadi aspek yang penting terhadap kelangsungan hidup tumbuhan kedelai. Tumbuhan kedelai mampu tumbuh baik pada tanah subur dengan ketersediaan air yang cukup. Dan sebaliknya, pertumbuhan kedelai akan terganggu jika tumbuh pada tanah yang tidak subur dan gersang. Beberapa ayat Al-qur`an telah menjelaskan tentang tanah yang tidak subur (tandus) dan pengaruhnya terhadap tanaman. Ayat tersebut diantaranya adalah Qs. Al-Rad (13) ayat 4 dan Qs Al-A`raf (7) ayat 58. Penjelasan ayat-ayat tersebut sebagai berikut:

Allah berfirman dalam Qs. Ar-rad (13) ayat 4 :



Artinya : “Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan

yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanam-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir” (Qs. Al- Rad/ 13: 4).

Menurut Abdullah (2003) dalam *Tafsir Ibnu Katsir* di jelaskan tentang makna dari ayat ini antara lain (وفي الأرض قطع متجاورات) “*Dan dibumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan*” Maksudnya, tanah-tanah yang berdekatan antara satu dengan yang lain, pada bagian ini tanahnya baik, menumbuhkan tanaman yang berguna bagi manusia, sedang dibagian yang lain tanahnya berpasir asin tidak menumbuh sesuatu dari tanah. Demikian pendapat yang diriwayatkan dari Ibnu`Abbas, Mujahid, Sa`id bin Jubair, adh-Dhahhak dan lain-lain yang tercantum dalam *Tafsir Ibnu Katsir* (2003) “*termasuk dalam ayat ini, yaitu perbedaan warna tanah yang ada di bumi ini, ada yang berwarna merah, putih, kuning, hitam, berbatu, gembur, berpasir, keras, lembut, dan lain- lainnya, tetapi semuanya berdekatan, dan masing- masing tetap pada sifat-sifatnya tersendiri*”.

Berdasarkan uraian makna surah Qs. Al-Rad (13) ayat 4, makna ayat tersebut juga menjelaskan tentang ilmu biologi. Makna ayat diatas yang menjelaskan tentang perbedaan tanah yaitu tentang warna dan tekstur tanah yang berbeda pada tiap-tipa jenis tanah. Hal ini bisa merujuk pada lapisan-lapisan tanah yang berbeda-beda setiap lapisan tanah mempunyai warna dan tekstur yang berbeda sehingga menciptakan tingkat kesuburan yang berbeda-beda pula. Selain itu juga menjelaskan tentang perbedaan kondisi tanah dalam wilayah geografis tertentu misalnya antara tanah pada daerah kering dengan tanah curah hujan cukup. Tanah

pada daerah kering cenderung lebih gersang dan menurunkan produktifitas tanaman yang dibudidayakan pada lahan tersebut.

Serta ayat ini juga menjelaskan tentang adanya bibit unggul atas seizin Allah. Allah berfirman “*Disirami dengan air yang sama, Kami melebihkan sebagian tanaman-tanaman itu atas sebagian yang lain tentang rasanya* “. Bibit unggul adalah bibit yang mempunyai kelebihan di bandingkan dari bibit-bibit lainnya. Misalnya produktifitas lebih tinggi, lebih tahan cekaman, lebih genjah, mempunyai protein lebih tinggi dll.

Allah SWT berfirman dalam surat Al-A`raf (7) ayat 58 yang berbunyi sebagai berikut:



Artinya : “*dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur*” (Qs. Al-a`raff /7 :58).

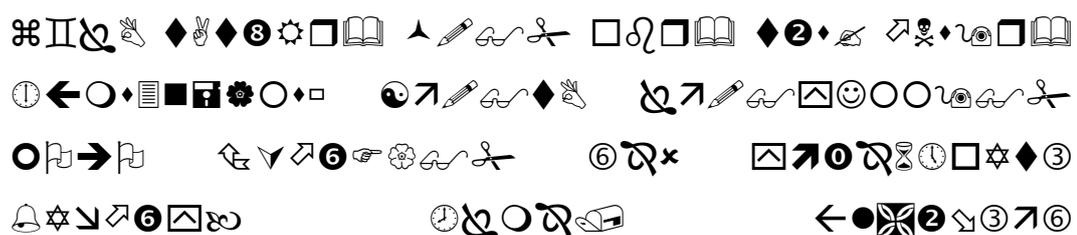
Allah SWT berfirman” *Dan yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah.*” Maksudnya, tanah yang baik akan menumbuhkan tumbuh-tumbuhan dengan cepat dan baik. Firman Allah” *Dan tanah yang tidak subur,*

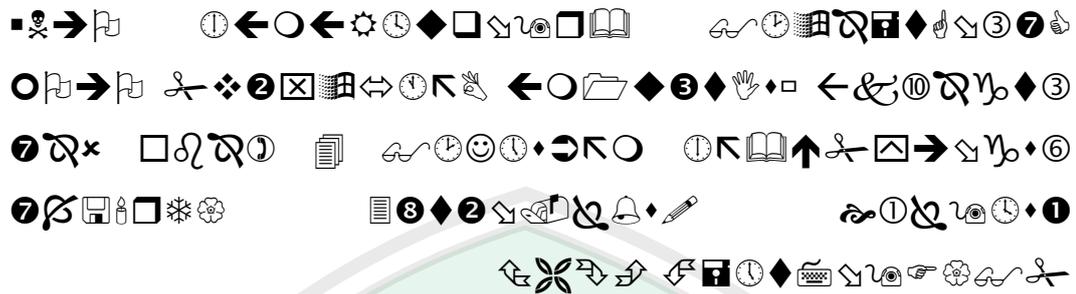
tanam tanamannya hanya tumbuh susah payah,” Mujahid dan ulama lainnya mengatakan, seperti misalnya, tanah yang berair (lembab serta asin) dan lain sebagainya (Abdullah, 2003).

Berdasarkan *Tafsir Al-Maraghi* (1993), maksud ayat diatas sesungguhnya bumi itu diantaranya ada tanah yang baik dan subur *al-bladu al-Thayyib* (البلد الطيب) (seingga memungkinkan tanaman-tanamannya tumbuh dengan cepat dan hasil yang optimal. Adapun diantaranya yang tanahnya buruk *al-ladzi khabutsa laa yakhruju illa nakida* (الذي خبيث لا يخرج), seperti tanah hitam berbau dan tanah tandus yang tanaman-tanamannya sulit tumbuh atau tumbuh sedikit.

Ayat di atas menjelaskan bahwa apabila kondisi tanah pertanian maupun perkebunan baik, maka dengan izin Allah SWT tanaman-tanaman yang ditanam akan tumbuh subur dan baik. Dan jika tanah pertanian maupun perkebunan tidak baik (tidak subur). Maka akan berakibat tanaman yang tumbuh menjadi tidak subur (abnormal). Salah satu kategori tanah yang tidak subur adalah tanah yang tandus dan kering.

Seperti yang sudah disinggung diatas, ketersediaan air menjadi aspek yang penting dalam kelangsungan hidup tumbuhan. Tumbuhan mampu hidup dengan baik dan subur jika ketersediaan air cukup. Dan sebaliknya tumbuhan akan mati jika ketersediaan air sedikit. Hal ini sudah diterangkan dalam Al-qur`an surat Az-Zumar (39) ayat 21. Allah SWT berfirman:





Artinya: “Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa Sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, Maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal.” (Qs.Az-Zumar/39:21).

Menurut Abdullah (2003) dalam *Tafsir Ibnu Katsir*, Allah berfirman “Kemudian, ditumbuhkannya dengan air itu tanaman-tanaman yang bermacam-macam warnanya,” yaitu, kemudian dengan air yang turun dari langit dan yang muncul dari bumi itu, Dia tumbuhkan tanam-tanaman yang bermacam-macam; yaitu bentuk, rasa, bau dan manfaatnya. Ayat tersebut menjelaskan pentingnya air bagi kelangsungan hidup tumbuhan. Air menjadi sangat dibutuhkan oleh tumbuhan karena mempunyai beberapa fungsi penting diantaranya; penyusun tubuh tanaman (70-90%), pelarut dan medium reaksi biokimia, medium untuk transport zat terlarut organik dan anorganik, medium yang memberikan turgor bagi sel tanaman (dalam hali ini sangat penting dalam proses perkecambahan

benih karena untuk pembelahan sel dan pembearan sel), hidrasi dan netralisasi muatan pada molekul-molekul koloid (Gardener,1991).

Seperti halnya tanaman kedelai, tanaman kedelai mampu tumbuh baik dan subur jika tumbuh pada kondisi tanah yang bagus dan ketersediaan air yang cukup. Sedangkan tanaman kedelai akan tumbuh tidak subur jika tumbuh pada kondisi tanah yang tidak bagus dan ketersediaan air kurang (gersang). Salah satu varietas kedelai yang mampu tumbuh di tanah (lahan) kering (gersang) adalah varietas Dering 1. Tetapi kekurangan dari varietas ini adalah produktifitas yang tergolong rendah. Sehingga diperlukan suatu upaya untuk meningkatkan produktifitas kedelai varietas Dering 1.

2.2 Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill)

2.2.1 Klasifikasi

Menurut Sudarsono (2003) klasifikasi kedelai sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta / Spermatophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Anak Kelas	: <i>Rosidae</i>
Bangsa/Ordo	: <i>Fabales / Polypetales</i>
Famili/suku	: <i>Leguminosae / Fabaceae</i> (kacang-kacangan)
Subfamili	: <i>Papilionoidae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Species	: <i>Glycine max</i>

Nama ilmiah : *Glycine max* (L.) Merrill

Varietas : Dering 1

2.2.2 Morfologi Tanaman Kedelai

Morfologi tanaman kedelai mencakup organ-organ antara lain akar, batang, daun, bunga, buah dan biji (Adisarwanto, 2008):

1. Biji

Biji merupakan komponen morfologi kedelai yang bernilai ekonomis. Bentuk biji kedelai beragam dari lonjong hingga bulat, dan sebagian besar kedelai yang ada di Indonesia berkriteria lonjong (Adie dan Ayda, 2005). Di dalam polong terdapat biji yang berjumlah 1-4 biji (Fachruddin, 2000). Morfologi biji kedelai disajikan dalam gambar 2.1, sebagai berikut :



A

B

C

Gambar 2.1 Morfologi biji kedelai: a) Kuning (Wilis), b) Kuning kehijaun (Dieng), c) Hitam (Detam 1) (Susila, 2003).

Biji sebagian besar tersusun oleh kotiledon dan dilapisi oleh kulit biji (testa), warna kulit bijinya bervariasi misalnya kuning, hitam, atau coklat. Antara kulit biji dan kotiledon terdapat lapisan endosperm (Adie dan Ayda, 2005). Biji kedelai yang kering akan berkecambah bila memperoleh air yang cukup. Bila biji kedelai ditanam dalam tanah, air dalam kapasitas lapang selama 5 hari setelah tanam merupakan keadaan yang baik untuk perkecambahan biji. Kecambah kedelai termasuk epigeus yaitu keping biji muncul di atas tanah (Suprpto, 1997).

Setiap varietas mempunyai besar biji yang bervariasi, di Indonesia besar biji bervariasi dari 6 – 30 gram (Suprpto, 2001). Pengelompokan ukuran biji 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. Bentuk biji kedelai tidak sama tergantung varietas, ada yang berbentuk bulat, agak gepeng dan bulat telur (Adie dan Ayda, 2005).

Bobot 100 biji merupakan karakter untuk menunjukkan ukuran biji suatu varietas kedelai, jika semakin tinggi bobot 100 biji suatu varietas kedelai maka ukuran biji kedelai semakin besar. Menurut Somaatmadja (1985) bobot biji/tanaman yang ideal untuk tanaman kedelai berdaya hasil tinggi adalah sekitar 17 gram.

2. Buah

Buah kedelai disebut polong, yang tersusun dalam rangkaian buah. mudah pecah, lazimnya berisi 2-3 tetapi ada yang 1-5 butir biji (Somaatmadja, 1993). Polong berlekuk lurus atau ramping dengan panjang kurang dari 2 sampai 7 cm

atau lebih pada beberapa varietas (Adie dan Ayda, 2005). Warna polong kuning kelabu, coklat atau hitam. Polong kedelai mempunyai bulu yang berwarna kuning kecoklatan atau abu-abu (Lamina, 1989).

Polong kedelai pertama kali muncul sekitar 10 - 14 hari masa pertumbuhan yakni setelah bunga pertama muncul (Adisarwanto, 2008). Jumlah polong bervariasi mulai 2 hingga 20 dalam satu pembungaan dan lebih dari 400 dalam satu tanaman (Adie dan Ayda, 2005). Warna polong yang baru tumbuh berwarna hijau dan selanjutnya akan berubah menjadi kuning atau coklat pada saat dipanen. Warna polong tergantung oleh keberadaan pigmen karoten dan xantofil, warna trikoma dan ada tidaknya pigmen antosianin (Adie dan Ayda, 2005).

Pembentukan dan pembesaran polong akan meningkat sejalan dengan bertambahnya umur dan jumlah bunga yang terbentuk. Sementara jumlah polong yang dapat dipanen berkisar 20 - 200 polong per tanaman, tergantung dari varietas kedelai yang ditanam dan dukungan kondisi lingkungan tumbuh. Warna polong masak dan ukuran biji antara posisi polong paling bawah dan paling atas akan sama selama periode pemasakan polong optimal berkisar 50 - 75 hari. Periode waktu tersebut dianggap optimal untuk proses pengisian biji dalam polong yang terletak di sekitar pucuk tanaman (Adisarwanto, 2008).

3. Bunga

Kedelai merupakan tanaman menyerbuk sendiri yang bersifat kleistogami (Adie dan Ayda, 2005). Bunga pada tanaman kedelai adalah bunga sempurna, yaitu dalam satu bunga terdapat alat kelamin jantan (benang sari) dan alat kelamin betina (putik) (Fachruddin, 2000). Bunga kedelai berbentuk kupu-kupu dan

muncul di ketiak daun (Danarti dan Najiyanti, 1994). Bunga berwarna ungu atau putih, sekitar 60% bunga rontok sebelum membentuk polong. Di Indonesia tanaman kedelai mulai berbunga pada umur 30 - 50 hari setelah tanam (Fachruddin, 2000). Menurut Danarti dan Najiyanti (1994) semakin pendek penyinaran dan semakin tinggi suhu udaranya akan semakin cepat kedelai berbunga.

Tunas aksilar akan berubah menjadi kelompok bunga pada saat tanaman memasuki fase reproduktif, setiap kelompok bunga berisi 2 hingga 25 kuntum bunga (Adie dan Ayda, 2005). Ada dua cara permulaan bunga berdasarkan tipe batang yaitu tipe determinate dan tipe indeterminate. Pada tipe batang determinate, kedelai mulai berbunga jika hampir semua node batang utama sudah berkembang sempurna, dimulai dari node atas berlnjut ke bagian bawah. Tipe batang indeterminate, kedelai sudah mulai berbunga meskipun kurang dari setengah node di batang utama sudah berkembang sempurna. Pembentukan bunga dimulai dari node bawah ke arah atas sehingga ketika bunga tersebut membentuk polong, node-node di atasnya masih terus memunculkan bunga. Bunga kedelai tumbuh berkelompok pada ruas-ruas batang, berwarna putih atau ungu, dan memiliki kelamin jantan dan betina (Wasiaturrohmah, 2008 ; Pitojo, 2003).

Karakteristik bunga kedelai adalah corolla (mahkota bunga) terdiri atas 5 petal yang menutupi sebuah pistil dan 10 stamen (benang sari). 9 stamen berkembang membentuk seludang yang mengelilingi putik, sedangkan stamen yang kesepuluh terpisah bebas (Poehlman and Sleper, 1995). Berwarna lembayung atau putih (Measen dan Somaatmadja, 1993).

4. Daun

Menurut Henderson dan Miller (1973) dalam Rida (2003) dalam (Wasiaturrohmah, 2008) terdapat empat tipe daun yang berbeda :

- a. Kotiledon atau daun biji, daun yang tumbuh pertama kali setelah perkecambahan
- b. Daun primer sederhana, berbentuk oval berupa daun tunggal dan bertangkai panjang antara 1-2 cm
- c. Daun bertiga, terbentuk pada batang utama dan cabang terdiri dari tiga helai daun dan umumnya berwarna hijau muda atau hijau kekuning-kuningan
- d. Daun profilia, terbentuk pada batang utama dan cabang. Daun profilia terletak pada tiap pangkal cabang tidak bertangkai

5. Batang

Tanaman kedelai mempunyai batang berbentuk semak yang dapat mencapai ketinggian antara 30 - 100 cm. Batang ini beruas-ruas dan memiliki percabangan antara 3 - 6 cabang (Wasiaturrohmah, 2008). Batang tanaman kedelai berasal dari poros embrio yang terdapat pada biji masak. Hipokotil merupakan bagian terpenting pada poros embrio, yang berbatasan dengan bagian ujung bawah permulaan akar yang menyusun bagian kecil dari poros bakal akar hipokotil. Bagian atas poros embrio berakhir pada epikotil yang terdiri dari dua daun sederhana, yaitu primordia daun bertiga pertama dan ujung batang (Adie dan Ayda, 2005).

Tipe pertumbuhan tanaman kedelai dibedakan menjadi 3 macam yaitu tipe determinate, intermedinet dan semideterminate. Tipe determinate ialah tipe yang

memiliki ciri-ciri antara lain ujung batang tanaman hampir sama besarnya dengan batang bagian tengah, pembungaannya berlangsung secara serempak, pertumbuhan vegetatif akan berhenti setelah berbunga. Tipe indeterminate yang mempunyai ciri-ciri ujung tanaman lebih kecil dibandingkan dengan batang bagian tengah, ruas-ruas batangnya panjang dan agak melilit, pertumbuhan vegetatif terus menerus setelah berbunga. Sedangkan tipe semideterminate memiliki ciri-ciri di antara tipe determinate dan tipe indeterminate (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

6. Akar

Tanaman kedelai mempunyai akar berupa akar tunggang yang membentuk cabang. Cabang akar tunggang berkembang menyamping. Panjang akar tunggang ditentukan oleh berbagai faktor, seperti kekerasan tanah, populasi tanaman, varietas dan sebagainya. Akar tunggang dapat mencapai kedalaman 200 cm, namun pada pertanaman tunggal dapat mencapai 250 m (Adie dan Ayda, 2005).

Jika kadar dalam tanah menurun, akar akan berkembang lebih dalam agar mampu air dan hara lebih banyak. Pertumbuhan akar kesamping mampu mencapai jarak 40 cm, dengan kedalaman hingga 120 cm (Wasiaturrohman, 2008). Selain itu, akar tanaman kedelai mampu bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* yang membentuk bintil akar yang berfungsi untuk menikat nitrogen dari udara (Fachruddin, 2000). Morfologi akar kedelai disajikan pada gambar 2.6, sebagai berikut:



Gambar 2.6 Akar kedelai (Dokumen pribadi)

2.2.3 Varietas Dering 1

Varietas Dering 1 pertama kali dilepas pada tahun 2012. Varietas ini memiliki karakteristik utama toleran kekeringan. Varietas Dering 1 mampu beradaptasi dan tumbuh baik pada cekaman kekeringan selama fase reproduksi hingga kandungan air 30% dari air tersedia. Potensi hasil panen yang diperoleh dari varietas ini adalah 2,83 ton/ha biji kering, dengan rata-rata hasil yang di peroleh 1,95 ton/ha biji kering (Suhartina *et al.*,2012). Karakteristik dari varietas antara lain tinggi tanaman mencapai 57 cm, jumlah cabang 3,2, jumlah buku subur 18,5, umur berbunga 35 hari, jumlah polong 38 polong per tanaman, umur masak 81 hari, dan ukuran biji 10,7 g/100 biji. Keunggulan lainnya adalah tahan rebah, tahan penyakit karat daun *Phakopsora pachyrhizi*, tahan hama pengisap polong *Riptortus linearis*, dan tahan hama penggerek polong *Etiella zinckenella* (Anonymous, 2012).

2.2.4 Perkecambahan Kedelai

Tipe pertumbuhan awal kecambah kedelai adalah Epigeal (*epigeour*) di mana munculnya radikel diikuti dengan memanjangnya hipokotil secara

keseluruhan dan membawa serta kotiledon dan plumula ke atas permukaan tanah (Hidayat, 1995). Menurut Sutopo (1985), kriteria kecambah sebagai berikut:

a) Kecambah normal

1. Kecambah yang memiliki perkembangan sistem perakaran yang baik terutama akar primer.
2. Perkembangan hipokotil yang baik dan sempurna tanpa ada kerusakan pada jaringan-jaringannya.
3. Pertumbuhan plumula yang sempurna dengan daun hijau dan tumbuhan dengan baik di dalam atau pertumbuhan epikotil yang sempurna dengan kuncup yang normal.
4. Memiliki satu kotiledon untuk kecambah dari monokotil dan dua kotiledon dari dikotil.

b) Kecambah abnormal

1. Kecambah yang rusak, tanpa kotiledon, embrio yang pecah dan akar primer yang pendek.
2. Kecambah yang bentuknya cacat, perkembangannya lemah atau kurang seimbang dari bagian-bagian yang penting. Plumula yang terputar, hipokotil, epikotil, kotiledon yang membengkok, akar yang pendek. Koleoptil yang pecah atau tidak mempunyai daun dan kecambah yang kerdil.
3. Kecambah yang tidak membentuk klorofil
4. Kecambah yang lunak.

c) Mati

Kriteria ini ditunjukkan untuk benih-benih yang busuk sebelum berkecambah atau tidak tumbuh atau tidak tumbuh dalam jangka waktu pengujian yang ditentukan, tetapi bukan dalam keadaan dorman.

2.2.5 Pengaruh Cekaman Kekeringan pada Tanaman Kedelai

Ketersediaan air bagi setiap tanaman mutlak dibutuhkan. Air diperlukan tanaman hampir pada setiap proses yang terjadi pada tubuh tanaman baik fisika, kimia maupun biologis. Slatyer (1991) menyatakan bahwa air sangat penting perannya dalam pertumbuhan tanaman terutama pada saat stadia kritis pertumbuhan tanaman.

Reaksi setiap tumbuhan terhadap cekaman kekeringan berbeda-beda tergantung pada fase pertumbuhannya, kadar cekaman dan jenis tumbuhannya. Tumbuhan yang mengalami cekaman kekeringan akan melakukan mekanisme adaptasi secara morfologi dan fisiologi yang dikelompokkan menjadi mekanisme escape, avoidance, tolerance, dan recovery (Levitt, 1980; Fukai dan Cooper, 1995). Menurut Bruce *et al.*, (2001) bentuk adaptasi tersebut dapat dipelajari melalui respon spesifik pada berbagai tingkatan seperti adanya perubahan anatomi, morfologi, fisiologi, biokimia dan molekuler.

Cekaman kekeringan mampu mempengaruhi proses yang terjadi pada tumbuhan baik itu proses biologis, fisika dan kimia. Jika suatu tumbuhan mengalami cekaman kekeringan, semua proses metabolik yang terjadi akan terpengaruh sehingga berakibat pertumbuhan dan perkembangan tanaman

mengalami gangguan. Pada fase perkembangan sel merupakan fase sensitive terhadap kekurangan air. Menurut Jackson (1979) Stadia perkecambahan merupakan stadia yang sangat peka terhadap ketersediaan air tanah, kekurangan atau kelebihan air pada fase ini akan mengurangi daya kecambah biji sehingga biji-biji tersebut terhambat pertumbuhannya. Cekaman kekeringan juga mampu menghambat proses perkecambahan benih, menurunkan produksi bobot kering tanaman (Kramer dan Kozlowski, 1979).

Cekaman kekeringan yang terjadi berhubungan dengan ketersediaan air dalam tanah. Menurut Herawati (1994); Mar'ah (1996); Masyhudi *et al.*, (1989) Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan air dalam tanah mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan dan produksi tanaman kedelai. Ketersediaan air dalam tanah secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi hampir setiap proses metabolisme tanaman. Air berguna untuk melarutkan zat hara sebelum di serap oleh akar untuk kemudian diangkut dan disebarkan oleh jaringan pembuluh. Air diperlukan untuk asimilasi dan pengaturan suhu (Harjadi, 1985). Rhine (2006), menyatakan bahwa terdapat pengaruh negatif yang nyata antara perlakuan pemberian air yang kurang dengan fase pertumbuhan kedelai. Pada kondisi kekurangan air, hasil kedelai menurun 17-43% pada fase vegetatif dan 50-56% pada fase reproduktif (Oosterhuis *et al.*, 1990).

Pengaruh cekaman kekeringan pada fase pertumbuhan vegetatif. Menurut Purwitasari (2006) cekaman kekeringan berpengaruh kepada pertumbuhan kedelai, bahwa semakin besar penurunan potensial air, maka pertumbuhan vegetatif kedelai semakin terhambat. Selain itu, pengaruh yang ditimbulkan

cekaman kekeringan pada perkembangan daun adalah memengaruhi kadar air relative daun akibatnya berkembanglah daun-daun yang lebih kecil sehingga mengurangi nilai indeks luas daun. Dengan ukuran daun yang kecil akan mengurangi penyerapan cahaya oleh tanaman dan menghambat pertumbuhan serta laju asimilasi (Rofiah, 2010).

Beberapa variabel pertumbuhan pada fase vegetatif yang dipengaruhi oleh cekaman kekeringan antara lain tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, tebal daun, dan berat kering akar serta tajuk. Cekaman kekeringan juga berpengaruh terhadap penurunan persentase akar aktif, berat kering tanaman, polong, serta tinggi tanaman. Selain itu cekaman kekeringan juga akan mempercepat penuaan daun kedelai (Harnowo, 1992). Menurut Purwitasari (2006), penurunan ketersediaan air tanah (cekaman kekeringan) mempunyai pengaruh yang berbeda-beda pada masing-masing variabel pertumbuhan.

Pengaruh cekaman kekeringan yang terjadi pada fase vegetative mampu menurunkan hasil panen kedelai sebesar 17–43 % (Oosterhui *et al.*, 1990). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Harnowo (1992) menyatakan cekaman kekeringan yang dialami tanaman kedelai pada kondisi 50% di bawah air tersedia selama pertumbuhan vegetatif tidak mempengaruhi hasil tetapi akan meningkatkan indeks panen dan efisiensi remobilisasi bahan kering.

Harnowo (1992) menyatakan bahwa tanaman kedelai yang mengalami cekaman kekeringan pada fase reproduktif berakibat menghambat distribusi asimilat ke bagian reproduktif, menurunkan jumlah polong, biji dan bobot biji per tanaman. Cekaman kekeringan yang terjadi pada fase generatif (pengisian polong)

mampu menurunkan produksi (Dombos *et al.*, 1987). Hasil penelitian Riwanodja *et al.*, (2003) menyatakan bahwa cekaman yang dialami pada fase generatif yaitu pada umur 51-75 hari dapat menurunkan hasil biji sebesar 62%, hal ini juga terjadi pada penurunan kadar lengas tanah dari 90% menjadi 50% air tersedia akan menurunkan berat biji per tanaman masing-masing sebesar 27% pada musim kering (MK) I dan 45% pada musim kering (MK) II .

Antara varietas kedelai toleran dan peka kekeringan menunjukkan perkembangan yang berbeda sebagai respon terhadap cekaman. Menurut Hamim *et al.*, (1996), antara varietas toleran dan peka kekeringan mempunyai sistem perakaran yang berbeda, hal ini menunjukkan bahwa sistem perakaran mempunyai peranan penting bagi kedelai dalam proses adaptasi terhadap stres kekeringan. Varietas kedelai yang peka terhadap kekeringan (Tidar dan Gunitir) mengalami penurunan baik panjang maupun berat kering akar, sedangkan varietas toleran justru mengalami penambahan panjang akar selama stres kekeringan (Kisman, 2010).

Perubahan yang terjadi pada akar yang mengalami cekaman kekeringan adalah terjadinya kavitasi xilem sehingga dinding sel akan menebal oleh lignifikasi atau suberasi untuk mengurangi air yang hilang. Selain itu akan terbentuk rongga antar sel di dalam jaringan korteks yang menunjukkan belum terpenuhinya kebutuhan akar tanaman terhadap oksigen (Vasellati *et al.*, 2001). Hal ini terjadi sebagai upaya adaptasi yang dilakukan oleh tanaman yang disebabkan oleh rendahnya ketersediaan air yang menyebabkan suplai air di daerah perakaran semakin berkurang sehingga menghambat proses penyerapan air

oleh akar tanaman karena potensial air (ϕ_w) tanah lebih rendah daripada potensial air (ϕ_w) pada tubuh tanaman (Budianto *et al.*, 1984). Cekaman kekeringan juga dapat menurunkan diameter xilem pada tanaman kedelai sehingga aliran air dari akar ke batang terhambat (Vasellati *et al.*, 2001).

2.2.6 Induksi Mutasi

Mutasi adalah proses yang menyebabkan terjadinya perubahan pasangan basa DNA atau kromosom (Parker, 1995). Peristiwa terjadinya mutasi disebut mutagenesis. Makhluk hidup yang mengalami mutasi disebut mutan dan faktor penyebab mutasi disebut mutagen (Shah *et al.*, 2008). Berdasarkan penyebabnya, mutasi dibedakan menjadi mutasi spontan dan mutasi buatan. Mutasi spontan adalah mutasi yang terjadi secara spontan dan cenderung terjadi secara alami. Sedangkan mutasi buatan adalah mutasi yang sengaja dilakukan dengan menginduksikan bahan mutagen pada suatu organisme. Ada dua jenis bahan mutagen yang kerap digunakan oleh para peneliti, yaitu mutagen berjenis fisika dan mutagen berjenis kimia. Beberapa mutagen fisika diantaranya: radiasi energi nuklir dan iradiasi sinar gamma, sedangkan mutagen kimia pada umumnya berasal dari senyawa kimia yang memiliki gugus alkil, seperti *etil metan sulfonat* (EMS), *dietil sulfat* (DES), *metil metan sulfonat* (MMS), *hidroksil amina*, *nitrous acid*.

Mutasi induksi dapat dilakukan pada tanaman dengan perlakuan bahan mutagen tertentu terhadap organ reproduksi tanaman seperti biji, stek batang, serbuk sari, akar, kultur jaringan dan lain-lain. (BATAN, 2006 ; Hanafiah *et al.*, 2011). Induksi mutasi pada tanaman dilakukan dengan tujuan perbaikan sifat

genetik, terutama peningkatan produksi, ketahanan terhadap penyakit serta toleran terhadap cekaman lingkungan (Mikce, 1996 ;Wartina, 2011). Mutasi dapat menimbulkan keragaman genetik yang berguna dalam pemuliaan tanaman.

Keragaman genetik yang dapat ditingkatkan melalui induksi mutasi antara lain adalah peningkatan variasi karakter kualitatif seperti morfologi tanaman, morfologi daun, bentuk bunga dan warna bunga (Seneviratne & Wijesundara, 2007). Serta menurut Van Harten (1998), pemuliaan mutasi berguna untuk memperbaiki karakter tanaman jika karakter yang diinginkan tidak terdapat pada suatu plasma nutfah suatu spesies. Salah satu keuntungan induksi mutagenesis yaitu dapat menghasilkan alel-alel mutan yang berbeda dengan berbagai modifikasi sifat/karakter tanaman (Chopra, 2005). Selain itu, pemuliaan menggunakan metode induksi mutasi dinilai relatif lebih cepat memunculkan keragaman genetik baru jika di bandingkan dengan pemuliaan menggunakan metode hibridisasi.

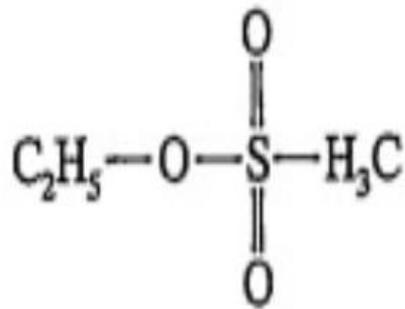
Penggunaan bahan mutagen kimia dan fisika dalam perbaikan sifat genetik tanaman sudah banyak dilaporkan. Salah satunya, penggunaan mikro irradiasi sinar gamma untuk meningkatkan keragaman genetik pada varietas kedelai argomulyo (*Glycine max (L) Merr*) (Hanifah *et al.*, 2011). Menurut Wartina (2011) penggunaan induksi EMS dalam peningkatan keragaman genetik tanaman telah berhasil dilakukan pada berbagai spesies tanaman, seperti tembakau (Gichner *et al.*, 2001), arabidopsis (Chen *et al.*, 2000), kubis bunga (Mangal dan Sharma, 2002), pisang (Imelda, 2000), kerk lily (*Lilium longiflorum T.*) (Priyono dan Susilo, 2002).

Ethyl Methane Sulfonat (EMS) banyak digunakan untuk memperluas keragaman genetik pada tanaman untuk tujuan pemuliaan. Dari beberapa mutagen kimia yang telah dipergunakan, EMS sering menghasilkan mutan yang bermanfaat (Wartina, 2011). Diantara mutagen kimia lainnya, EMS merupakan mutagen kimia yang paling berpotensi menghasilkan alel-alel mutan dengan sifat yang berbeda (Chopra, 2005). Ems menjadi mutagen yang paling sering digunakan dikarenakan selain harganya yang murah dan mudah diperoleh juga terbukti efektif meningkatkan keragaman genetik pada tanaman.

2.2.7 Ethyl Methane Sulfonate (EMS)

Ethyl Methane Sulfonate (EMS) adalah mutagen kimia yang banyak digunakan untuk memperluas keragaman genetik pada tanaman untuk tujuan pemuliaannya (Wartina, 2011). EMS merupakan senyawa kimia yang paling banyak digunakan sebagai mutagen kimia dan terbukti efektif dapat menyebabkan mutasi (Van Harten, 1998).

EMS termasuk dalam mutagen perubah basa, mutagen ini merubah struktur kimia dari suatu basa nitrogen sehingga menyebabkan sifat dari basa berubah. EMS mengintroduksi gugus alkilnya yaitu etil ($-\text{CH}_2\text{CH}_3$) pada beberapa lokasi pada suatu basa nitrogen sehingga merubah struktur dari basa tersebut dan kemudian menyebabkan pasangan yang salah. Senyawa EMS memiliki rumus kimia $\text{C}_3\text{H}_8\text{SO}_3$ (Russell, 1992). Struktur kimia EMS akan disajikan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Struktur Kimia EMS (Suzuki *et al.*, 1989).

Menurut Wartina (2011) penggunaan induksi EMS dalam peningkatan keragaman genetik tanaman telah berhasil dilakukan pada berbagai spesies tanaman, seperti tembakau (Gichner, Stavevra, dan van Breusegem, 2001), arabidopsis (Chen, Choi, Voytas, dan Rodermel, 2000), kubis bunga (Mangal dan Sharma, 2002), pisang (Imelda, 2000), kerk lily (*Lilium longiflorum T.*) (Priyono dan Susilo, 2002)

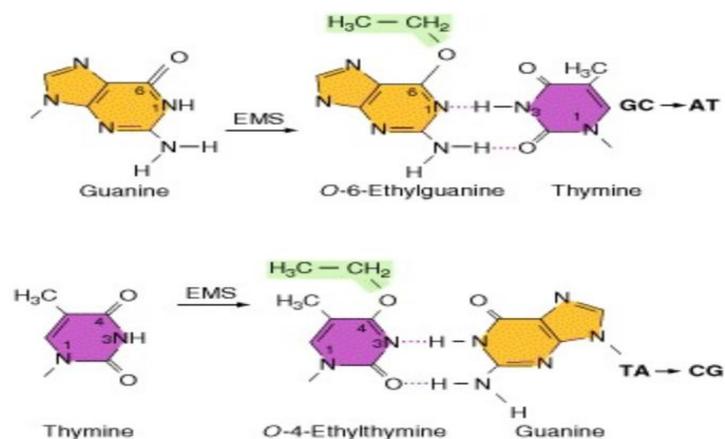
2.2.8 Mutasi dengan Ethyl Methanesulfonat (EMS)

Perlakuan mutasi dengan EMS dapat menyebabkan terjadinya substitusi nukleotida pada DNA. Oleh karenanya, mutasi yang diinduksi EMS berupa mutasi titik, sehingga dapat menghasilkan keragaman hasil mutasi yang luas (Sega 1984). Menurut Van harten (1998) Mutasi titik merupakan perubahan kimiawi pada satu atau beberapa pasangan basa dalam satu gen.

EMS mengalkilasi gugus oksigen dan nitrogen reaktif pada basa purin dan pirimidin yang dapat menyebabkan perubahan pada struktur basa-basa tersebut yang berakibat terbentuknya rekombinasi pita DNA (Dodson dan Masker, 1986 ;

Poerba, 2009). Adanya rekombinasi pada pita baru DNA tersebut menyebabkan perubahan pada struktur genetik organisme (Poerba, 2009). Perubahan tersebut akan diteruskan pada replikasi selanjutnya. Perubahan struktur DNA akan diikuti dengan perubahan transkripsi pada RNA dan diteruskan pada translasi yang akan menghasilkan rantai polipeptida yang berbeda dibandingkan dengan sebelum diberi mutagen (Micke, 1996).

EMS mengikatkan gugus etilnya pada DNA guanin dan DNA timin. Gugus etil berikatan pada atom O6 dari guanin dan O4 dari timin sehingga terbentuklah *O6-ethylguanine* atau *O4-ethylthymine*. Hal ini menyebabkan pasangan yang salah pada basa nitrogen, guanin berubah menjadi seperti adenin dan berpasangan dengan timin dimana seharusnya guanin berpasangan dengan sitosin, sementara timin berubah menjadi menjadi seperti sitosin dan berpasangan dengan guanin. Sehingga disini terjadi transisi dari GC menjadi AT untuk guanin yang teretilasi, dan dari TA menjadi CG untuk timin yang teretilasi (Sega, 1984; Suzuki, 1989; Russel, 1994; Arumingtyas, 2006). Reaksi induksi EMS disajikan pada gambar 2.9 berikut:



Gambar 2.9 Reaksi Induksi EMS (Suzuki *et al.*, 2000).

EMS menyebabkan terjadinya mutasi secara acak pada basa DNA (Snustad & Simmons, 2003). Mutasi ini terjadi karena EMS menginduksikan mutasi titik yang menyebabkan terjadinya perpasangan yang keliru pada basa nukleotida saat replikasi DNA, akibat kesalahan ini terjadi perubahan struktur pada susunan basa nukleotida yang juga berpengaruh terhadap sintesis enzim/proteinnya (Hartati dan Sukmadjaja, 2002).

Penggunaan mutagen EMS sudah banyak dilaporkan mampu menyebabkan munculnya keanekaragaman genetik baru. Purwati *et al* (2008) menyatakan bahwa Induksi mutasi EMS dengan berbagai konsentrasi terbukti dapat meningkatkan keragaman genetik varian abaka. Selain itu Peningkatan keragaman genetika tanaman dengan induksi EMS telah berhasil dilakukan pada berbagai spesies tanaman, seperti tembakau (Gichner *et al.*, 2001), Arabidopsis (chen *et al.*, 2000; sokamoto *et al.*, 2002), kubis bunga (Mangal dan sharma, 2002), pisang (Roux, 2004), kenaf (Arumintyas & indriyanti, 2005), dan *Brasica napus* (Scierholt *et al.*, 2001; Spasibionex, 2006).

Penggunaan induksi EMS terbukti mampu menghasilkan mutan pada tanaman pisang. Jamaluddin (1995) pada konsentrasi 0,5% EMS selama 2 jam secara *in vitro* telah mampu menghasilkan mutan-mutan yang mempunyai karakter kapasitas pertumbuhan yang tinggi serta tahan terhadap penyakit layu *Fusarium* pada pisang Mas dan pisang Rastali. Selanjutnya Yanti *et al* (2008), melaporkan bahwa induksi dengan mutagen EMS 0,2-0,4% selama 2-4 jam menghasilkan jumlah tunas yang bervariasi serta tahan terhadap penyakit BBD pada tunas pisang Raja Sereh.

Penggunaan (EMS) mampu menghasilkan tanaman steril. Perendaman kacang kapri dengan EMS pada konsentrasi 0,13% dan 0,2% selama 24 jam pada suhu 20°C diperoleh tanaman generasi M1 steril sebesar 75% (Heringa dalam Sunarjo dan Zahara, 1975; Wiguna *et al.* , 2011). Pada penelitian yang lain seperti dilaporkan oleh Nyla Jaben dan Bushra Mirza (2004) dalam Wiguna *et al.* (2011) dari 16 tipe mutasi yang terjadi tanaman cabe setelah perlakuan dengan EMS, 5 diantaranya adalah steril sedangkan pada kontrol tidak ditemui tanaman yang steril.

Penelitian Lukmaningtyas (2014) menyatakan dalam perlakuan EMS terhadap kedelai varietas Anjamoro, kedelai direndam dalam aquadest selama 3 jam, kemudian direndam dalam larutan 20 mM EMS selama 10 jam dalam kondisi teraerasi kemudian dicuci dengan aquadest 20 menit sebanyak 3 kali. Kedelai varietas Anjasmoro yang diberi perlakuan mutasi memiliki waktu muncul bunga dan polong lebih lambat, tinggi tanaman meningkat, jumlah polong total, isi, berat polong sebelum jemur, berat polong setelah jemur, jumlah biji, berat biji pertanaman, serta berat 100 biji mengalami peningkatan hasil. Penelitian Patil *et al.* (1996) menyatakan bahwa EMS yang digunakan pada kisaran konsentrasi 0,05% sampai dengan 0,15% dan lama perendaman 4 jam dapat menghasilkan daya kecambah benih kedelai berkurang secara signifikan pada semua perlakuan mutagen EMS kecuali pada konsentrasi 0,05% serta presentasi hidup benih kedelai berkurang secara signifikan pada konsentrasi EMS tertinggi, yaitu 0,15%.

2.2.9 Keragaman Genetik

Keragaman genetik dapat diartikan sebagai variasi gen dan genotip antar dan dalam species (Melchias, 2001). Keragaman genetik dapat dicapai melalui cara introduksi, persilangan dan pemuliaan mutasi. Selain itu juga dapat dicapai melalui keragaman somaklonal, seleksi *in vitro*, kultur anter, penyelamatan embrio, dan fusi protoplas (Mariska, 2002).

Pemuliaan mutasi merupakan salah satu pemuliaan secara konvensional yang tidak membutuhkan waktu relatif lama untuk meningkatkan keragaman genetik suatu tanaman (Hanafiah *et al.*, 2011). Menurut Barcaccia *et al* (1994) dalam Ishak (1998) menyatakan keragaman genetik yang terjadi akibat mutasi dapat dideteksi pada tingkat molekuler dengan menggunakan teknik ‘DNA fingerprinting’ seperti Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD).

Keragaman genetik erat kaitannya dengan dilakukannya seleksi. Keragaman genetik yang tinggi akan mempermudah usaha dalam menyeleksi tanaman guna mendapatkan suatu tanaman dengan sifat yang diinginkan, misalnya karakter tanaman dengan hasil tinggi. Keragaman genetik yang tinggi merupakan salah satu syarat yang diperlukan dalam perbaikan tanaman (Husni *et al.*, 2006). Keragaman genetik yang tinggi sangat penting pada proses seleksi karena respon genetik untuk seleksi tergantung pada tingkat keragaman genetik (Hallauer, 1987).

2.2.10 Seleksi

Seleksi merupakan proses yang individu atau kelompok tanaman dipisahkan dari populasi dasar (Phoespodarsono, 1988). Seleksi akan efektif jika keragamannya luas dan sebaliknya tidak akan efektif bila keragamannya sempit (Rachmadi, 2000). Dalam proses seleksi, seleksi visual belum tentu memberikan hasil yang memuaskan. Oleh karena itu perlunya berpedoman pada parameter genetik, karena keragaman yang muncul tidak mutlak dipengaruhi oleh faktor genetik melainkan juga dipengaruhi faktor lingkungan (Aminasih, 2009).

Bentuk seleksi tanaman yang paling sederhana adalah memilih individu tanaman berdasarkan data fenotip karakter yang dipelajari. Akan tetapi kelemahannya adalah berubahnya frekuensi gen yang mempengaruhi karakter yang muncul (Aminasih, 2009). Metode seleksi pada pemuliaan mutasi yang lazim digunakan adalah menggunakan metode bulk yang diikuti oleh pedigree (Chahal dan Gosal, 2006; asadi, 2013). Metode *bulk* merupakan metode untuk membentuk galur-galur homozigot dari populasi bersegregasi melalui selfing selama beberapa generasi tanpa seleksi (Syukur *et al.*, 2012).

Seleksi yang dilakukan pada suatu populasi tanaman yang masih mengalami segregasi adalah dengan memilih individu-individu tanaman yang terbaik pada populasi tersebut. Metode seleksi massa mungkin akan lebih tepat diaplikasikan pada populasi tanaman generasi lanjut yang masih mengalami segregasi (Soeranto, 1996). Seleksi massa merupakan seleksi yang mudah dan sederhana karena hanya terdiri dari satu generasi per siklus. Seleksi massa efektif untuk

karakter dengan heritabilitas tinggi seperti umur berbunga, tinggi tanaman, dan populasi yang sangat heterogen (Jan-orn *et al.*, 1976).

2.2.11 Gen pengontrol percabangan

Percabangan pada kedelai berkaitan erat terhadap produktifitas buah (polong) kedelai. Polong kedelai muncul pada ketiak percabangan. Percabangan merupakan fungsi genotip yang berinteraksi dengan sejumlah faktor lingkungan dan biologis. Selain kuncup bunga yang tumbuh pada batang utama, potensi percabangan ketiak selalu ada dan terdapat sebuah kuncup pada masing-masing daun. Tunas samping atau tunas lateral yang selanjutnya dalam pertumbuhannya menjadi cabang lateral.

Pembentukan cabang dipengaruhi oleh berbagai interaksi biologis antara hormon, enzim dan gen. beberapa hormon yang umum bertanggung jawab dalam pembentukan cabang adalah hormon auksin dan hormon sitokinin. Beberapa penelitian menunjukkan interaksi gen terhadap biosintesis auksin dan sitokinin yang berperan dalam pembentukan cabang. Beberapa gen tersebut antara lain: Gen *Rms1*, *Rms2*, *AXR1*, dan *AXR2* (Arumingtyas, 2006). Selain itu peningkatan salah satu kerja enzim juga terbukti mampu menurunkan kandungan IAA yaitu enzim peroksidase (Jansen *et al.*, 2001; Arumingtyas, 2006).

Munculnya sebuah cabang tak lepas dari ekspresi gen yang ada. Sebuah percabangan adalah efek dari proses pembelahan dan perpanjangan sel. Gen yang berperan dalam proses pembelahan adalah gen SAUR. Gen SAUR tersebut berperan sebagai promotor yang selanjutnya mengaktifkan gen-gen lain dalam

mensintesis protein, seperti protein siklin yang bertanggung jawab dalam pembelahan sel (Fukuda et al., 1994; Taiz & Zeiger, 1998) dan protein ekspansin, salah satu protein yang paling berperan dalam pemanjangan sel (Cosgrove, 1998; Zang & Hasenstein, 2000). Ekspresi suatu gen selain dipengaruhi oleh faktor dari dalam sel juga dipengaruhi oleh lingkungan, seperti cahaya, nutrisi, air, pH, logam berat dan lain-lain. Ekspresi gen SAUR yang mengontrol pemanjangan hipokotil kedelai (Gee *et al.*, 1991) dan tropisme pada tembakau (Li *et al.*, 1991) dipengaruhi oleh auksin eksogen dan cahaya.

Berdasarkan laporan tahunan BPPP (2011). Salah satu upaya peningkatan produktifitas kedelai adalah dengan Isolasi gen yang berkaitan dengan nodulasi dan fiksasi nitrogen dari tanaman kedelai kemudian mengoverekspresikan gen tersebut memberi peluang untuk meningkatkan produktivitas tanaman kedelai. Salah satu gen yang berkaitan dengan nodulasi dan fiksasi nitrogen adalah Gen GmNFR1a. Menurut Lakitan (1996) Pembentukan cabang dapat menguntungkan bila pada cabang tersebut akan terbentuk organ hasil dan merugikan jika cabang yang terbentuk tidak produktif sehingga hanya menjadi pesaing bagi organ hasil dalam memanfaatkan fotosintat.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan menggunakan 2 faktor, 12 kombinasi perlakuan dan 3 kali ulangan, sebagai berikut:

a. Faktor pertama adalah konsentrasi EMS yang terdiri dari 4 taraf, yaitu:

$$K_0 = 0 \%$$

$$K_1 = 0,03\%$$

$$K_2 = 0,05\%$$

$$K_3 = 0,07\%$$

b. Faktor kedua adalah lama perendaman yang terdiri dari 3 taraf, yaitu:

$$L_1 = 4 \text{ jam}$$

$$L_2 = 6 \text{ jam}$$

$$L_3 = 8 \text{ jam}$$

Dengan demikian dalam penelitian ini terdapat 12 kombinasi perlakuan, yaitu 4 x 3 unit perlakuan dengan kombinasi sebagai berikut :

Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan antara konsentrasi dan lama perendaman EMS

Lama Perendaman (L)	Konsentrasi (K)			
	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃
L ₁	L ₁ K ₀	L ₁ K ₁	L ₁ K ₂	L ₁ K ₃
L ₂	L ₂ K ₀	L ₂ K ₁	L ₂ K ₂	L ₂ K ₃
L ₃	L ₃ K ₀	L ₃ K ₁	L ₃ K ₂	L ₃ K ₃

Perlakuan dalam penelitian ini dilakukan dengan 3 kali ulangan, maka secara keseluruhan terdapat 36 kombinasi perlakuan perunit percobaan.

3.2. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2015 yang bertempat di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan *Greenhouse* Lahan Pertanian Jatikerto.

3.3. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas: Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi konsentrasi EMS yang terdiri atas 0,03% ; 0,05% dan 0,07% serta lama perendaman dalam EMS yang terdiri dari 4 jam, 6 jam dan 8 jam.
2. Variabel terikat: Variabel terikat dalam penelitian ini adalah daya berkecambah, presentase kecambah abnormal, panjang hipokotil dan akar, berat kering kecambah normal, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah percabangan, luas daun, dan jumlah cabang yang berbunga.

3.4. Alat dan Bahan

3.4.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, labu ukur, gelas beaker, pinset, tabung reaksi, penggaris, pipet tetes, mikropipet, pipet tip, nampan, tali raffia ,polybag, kertas merang, plastik, kertas label, alat tulis dan kamera.

3.4.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian, adalah biji kedelai varietas Dering 1 yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (BALITKABI) mutagen *Ethyl methanesulfonate* (EMS), aquades, media tanam, dan pupuk.

3.5. Prosedur Penelitian

3.5.1. Pembuatan larutan EMS

Pembuatan larutan EMS dilakukan dengan mencampurkan 1 M buffer posfat pH 7 kemudian tahap berikutnya membuat EMS 0,03% ; 0,05% dan 0,07% dengan cara mengambil 0,03 ml, 0,05 ml dan 0,07 ml EMS dan masing-masing konsentrasi dijadikan 100 ml dengan menambahkan buffer posfat pH 7.

3.5.2. Perlakuan Biji Kedelai dengan EMS

Biji kedelai diseleksi yang berkualitas baik dengan cara direndam dalam air bersih, kemudian dipilih biji kedelai yang tenggelam. Biji kedelai yang telah diseleksi direndam dengan EMS 0,03% ; 0,05% dan 0,07% masing-masing 50 biji untuk uji perkecambahan dan 5 biji untuk uji pertumbuhan. Masing-masing direndam selama 4 jam, 6 jam dan 8 jam. Perlakuan dilakukan pada temperatur ruang. Biji kedelai selanjutnya dibilas dengan aquades untuk menghilangkan sisa-sisa mutagen (Narayanan and Konzak, 1969). Sebagai kontrol (0% EMS) adalah 50 biji untuk uji perkecambahan dan 5 biji untuk uji pertumbuhan. Setiap kombinasi perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

3.5.3. Uji Perkecambahan

Pengujian daya kecambahan dilakukan dengan metode UKDdp (Uji Kertas Digulung dalam plastik) (Sadjad, 1975) sebanyak 3 kali ulangan setiap kombinasi perlakuan biji kedelai, yakni dengan menggunakan substrat kertas merang:

- a) Disiapkan 5 lembar kertas merang dengan ukuran persegi panjang dan diletakkan diatas nampan, kemudian dibasahi dengan air. Tujuannya adalah agar kertas merang lembab sehingga biji kedelai akan mampu menyerap air dan tidak mengalami kekeringan pada saat berkecambah.
- b) Diletakan 3 lembar kertas merang sebagai alas substrat pada tempat yang datar.
- c) Diambil 25 biji kedelai yang sudah direndam dalam larutan EMS sesuai dengan kombinasi perlakuan. Disusun sedemikian rupa sehingga memberi kesempatan setiap benih untuk tumbuh bebas dengan akar primer ke bawah.
- d) Diambil 2 lembar kertas merang sebagai penutup substrat.
- e) Digulung substrat sesuai dengan metode UKDdp.
- f) Dimasukan substrat kedalam plastik dan diikat dengan karet.
- g) Diletakan diatas nampan dengan posisi berdiri untuk proses perkecambahan.
- h) Dilakukan pengamatan antara lain meliputi:

1) Persentase Daya Perkecambahan

Pengamatan perkecambahan dilakukan pada waktu kecambah berumur 7 hari setelah tanam (HST), setiap ulangan dihitung sebagai berikut:

$$\%DB = \frac{\sum KN}{\sum TB} \times 100\%$$

Keterangan:

% DB : Presentase daya kecambah
 \sum KN : Jumlah kecambah normal sampai pada hari ke-7
 \sum TB : Jumlah total benih yang dikecambahkan

2) Persentase Kecambah Abnormal

Pengamatan perkecambahan Abnormal dilakukan pada waktu kecambah berumur 7 hari setelah tanam (HST), setiap ulangan dihitung sebagai berikut:

$$\%KA = \frac{\sum KN}{\sum TB} \times 100\%$$

Keterangan:

% KA : Presentase Kecambah Abnormal
 \sum KN : Jumlah kecambah abnormal sampai pada hari ke-7
 \sum TB : Jumlah total benih yang dikecambahkan

3) Panjang Hipokotil

Pengamatan panjang hipokotil dilakukan pada waktu kecambah berumur 7 hari setelah tanam (HST). Diukur panjang hipokotil dengan menggunakan penggaris dari pangkal hipokotil sampai ujung hipokotil.

4) Panjang Akar

Pengamatan panjang akar dilakukan pada waktu kecambah berumur 7 hari setelah tanam (HST). Diukur panjang akar dengan menggunakan penggaris dari pangkal hipokotil sampai ujung akar.

5) Berat Kering Kecambah Normal

Pengamatan berat kering kecambah normal dilakukan dengan menimbang berat kecambah setelah kecambah dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 80°C selama 48 jam.

3.5.4. Uji Pertumbuhan

1. Perlakuan Cekaman Kekeringan

Perlakuan cekaman kekeringa diberikan saat tumbuhan kedelai memasuki stadia vegetatif aktif yaitu pada umur 15 HST. Cekaman yang diberikan adalah dengan pemberian air 25% kapasitas lapang. Pada penelitian ini terdapat 2 jenis kontrol yaitu kontrol cekaman dan kontrol non cekaman.

2. Penanaman

Media tanam yang digunakan adalah media tanah jenis Aluvial yang telah diberi pupuk NPK. Pupuk NPK yang digunakan adalah pupuk NPK majemuk

yang terdiri dari KCL 0.25 g, Urea 0.25 g dan Sp36 0.25 g. Sebelum dimasukkan di polybag, tanah dikeringkan dan dihaluskan, kemudian tanah dimasukkan ke dalam polybag dengan berat 7kg per polybag. Berat tanah 7 kg ini ditetapkan berdasarkan asumsi bahwa berat tanah lapisan olah dalam satu hektar adalah 2 juta kg (Harsono, 2006) dan populasi optimal kedelai per hektar 255 ribu tanaman (Irwan, 2006).

Sebelum dilakukan penanaman, media tanam disiram dengan air pada kondisi kapasitas lapang. Penanaman biji kedelai dilakukan dengan menanam 5 biji kedelai dalam setiap polybag dengan kedalaman ± 3 cm. Penanaman dilakukan pada sore hari secara serentak dalam 1 hari.

3. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pengendalian gulma, hama dan penyakit dilakukan secara intensif. Penyiraman dilakukan sesuai dengan keadaan cekaman atau di bawah kebutuhan air tiap fase.. Pengendalian gulma dilakukan jika terdapat tanaman lain yang hidup dan tumbuh disekitar tanaman langsung dicabuti. Hama yang biasa menyerang tanaman kedelai adalah kutu kebul (*Bemisia tabaci Genn.*), kutu kebul disemprot dengan insektisida kimia dua kali dalam seminggu. Mengikat batang tanaman pada ajir atau tongkat dengan menggunakan tali raffia agar tanaman dapat berdiri tegak. Penjarangan dilakukan dengan menyisakan 3 tanaman yang pertumbuhannya plaing baik.

Kebutuhan air pada kedelai berkisar 300-350 ml per musim tanam. Menurut Doorenbos & Pruitt (1979) kebutuhan air tanaman kedelai sebesar 318.93 mm selama pertumbuhannya. Selama fase vegetatif dibutuhkan sebanyak

125.97 mm dan selama fase generatif sebanyak 192.96 mm. Berdasarkan perhitungan Kung dalam Somaatmadja dkk (1985), kebutuhan air tanaman kedelai per fase adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Kebutuhan air tanaman kedelai pada setiap periode tumbuh

Stadia Tumbuh Tanaman Kedelai	Periode (hari)	Kebutuhan air (mm/periode)
Pertumbuhan Awal	15	53-62
Vegetatif aktif	15	53-62
Pembuahan pengisian polong	35	124- 143
Kematangan Biji	20	70-83

4. Pengamatan

Dalam penelitian ini, pengamatan yang dilakukan adalah meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, luas daun dan jumlah cabang berbunga.

1. Tinggi tanaman

Pengamatan ini dilakukan ketika tumbuhan kedelai memasuki fase vegetatif aktif. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan cara diukur menggunakan penggaris, diukur mulai dari permukaan media pada pangkal batang pertama sampai ujung tanaman.

2. Jumlah daun (helai)

Pengamatan ini dilakukan ketika tumbuhan kedelai memasuki fase vegetatif aktif. Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan cara dihitung jumlah seluruh daun pada tiap tanaman.

3. Jumlah percabangan

Pengamatan ini dilakukan ketika tumbuhan kedelai memasuki fase vegetatif aktif. Pengamatan jumlah cabang dilakukan dengan cara dihitung

semua cabang yang telah terbentuk pada tanaman yang ditandai dengan telah terbentuknya dua daun sempurna.

4. Luas daun

Pengamatan ini dilakukan ketika tumbuhan kedelai memasuki fase vegetatif aktif. Pengamatan luas daun dilakukan dengan cara dihitung setiap luas helai daun menggunakan metode Panjang x Lebar menggunakan penggaris.

5. Jumlah cabang berbunga

Pengamatan ini dilakukan ketika tumbuhan kedelai memasuki fase pembungaan. Pengamatan cabang berbunga dilakukan dengan cara dihitung semua cabang yang berbunga.

3.6. Teknik Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari hasil perlakuan dianalisis dengan teknik analisis variansi (ANOVA) dua jalur untuk mengetahui pengaruh konsentrasi EMS dan lama perendaman dalam EMS terhadap perubahan morfologi kedelai. Apabila terdapat pengaruh yang signifikan antar perlakuan, maka perlu dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji perbandingan UJD (DMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui perlakuan yang paling baik.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Perkecambahan Benih Kedelai Varietas Dering 1

Parameter dalam pengamatan ini adalah persentase daya berkecambah, persentase kecambah abnormal, panjang hipokotil, panjang akar dan berat kering kecambah. Berdasarkan hasil uji Anava 0,05 menunjukkan adanya pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap perkecambahan benih Kedelai varietas Dering 1. Hasil uji Anava 0,05 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2. Selanjutnya dilakukan uji lanjut DMRT 5% untuk mengetahui taraf perbedaanya, selengkapnya tercantum pada tabel 4.1.

Perkecambahan pada suatu benih tanaman, menurut Hidayat (1995), adalah pertumbuhan embrio yang dimulai kembali setelah penyerapan air atau imbibisi. Menurut Prihmantoro (1990) perkecambahan adalah berkembangnya struktur penting dari embrio yang ditandai dengan munculnya struktur tersebut dengan menembus kulit benih. Sedangkan menurut Kamil (1987), perkecambahan benih adalah pengaktifan kembali embrionik aksis dalam benih yang terbentuk untuk kemudian membentuk bibit.

Tabel 4.1. Hasil Uji DMRT 5% Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambah Benih Kedelai Varietas Dering 1

Interaksi	Daya Berkecambah (%)	Kecambah Abnormal (%)	Panjang Hipokotil (cm)	Panjang Akar (cm)	Berat Kering Kecambah Normal (g)
Kontrol	96,00 e	10,00b	9,6089cde	7,4030cde	0,0703cd
0,03%*4Jam	92,00 cde	3,33ab	10,4312de	7,8928ef	0,0597bcd
0,03%*6Jam	84,67a	8,00b	9,6539cde	6,8858bcd	0,0633bcd
0,03%*8Jam	94,67 de	28,00e	9,3898bce	7,0145bcd	0,0219a
0,05%*4Jam	96,00 e	5,33ab	10,8536e	9,9807f	0,0625bcd
0,05%*6Jam	90,67 bcde	4,67ab	10,1841de	8,6634ef	0,0560bc
0,05%*8Jam	91,33 bcde	22,67cde	8,3822abc	5,5788ab	0,0759d
0,07%*4Jam	90,67 bcde	0,67a	7,8300a	5,0850a	0,0697cd
0,07%*6Jam	89,33 abcd	23,33cde	8,4222abc	5,6260ab	0,0758d
0,07%*8Jam	87,33 abc	23,33cde	8,0110ab	4,4461a	0,0636bcd

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda berdasarkan uji DMRT 5%

4.1.1 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Daya Berkecambah (%)

Berdasarkan hasil analisis uji DMRT 5% (Tabel 4.1) diketahui bahwa terdapat beberapa interaksi menunjukkan adanya nilai yang berbeda pada beberapa interaksi perlakuan. Seperti pada perlakuan kontrol (96,00) dan konsentrasi 0,03% dengan perendaman 6 jam (84,67). Hasil uji menunjukkan daya berkecambah yang cenderung tidak berbeda pada kontrol, pemberian EMS

konsentrasi 0,03% dan 0,05%. Pada pemberian konsentrasi tersebut menunjukkan daya berkecambah yang tinggi kemudian menurun pada pemberian EMS dengan konsentrasi 0,07% .

Menurut Sadjad (1993) daya berkecambah merupakan tolok ukur viabilitas potensial yang merupakan simulasi dari kemampuan benih untuk tumbuh dan berproduksi normal dalam kondisi optimum. Tingginya persentase daya perkecambahan pada lama perendaman 4 jam dan pada konsentrasi yang rendah (0,03% dan 0,05%) menunjukkan bahwa viabilitas biji kedelai belum signifikan terpengaruh oleh sifat racun dari EMS, hal ini karena konsentrasi EMS yang diinduksikan dalam konsentrasi rendah dan dengan perendaman yang tidak terlalu lama.

Rendahnya daya perkecambahan pada konsentrasi 0,03% dan 0,07% EMS dengan perendaman 6 jam dan pada konsentrasi 0,07% EMS dengan perendaman 8 jam diduga disebabkan sifat racun dari EMS. Menurut Pratiwi *et al* (2013) semakin tinggi lama perendaman dan konsentrasi yang diberikan akan mampu menurunkan persentase daya berkecambah yang disebabkan sifat racun dari EMS. EMS mampu menyebabkan kerusakan fisiologis, kerusakan kromosom, terhambatnya proses mitosis, aberasi kromosom yang disebabkan aktivitas enzim seperti enzim katalase dan lipase dan mengganggu aktifitas hormonal yang dapat mengakibatkan penurunan persentase bertahan hidup kecambah.

Penelitian yang dilakukan Bahar dan Akkaya (2009) menunjukkan bahwa perlakuan dengan mutagen EMS mampu memperlambat laju perkecambahan pada bibit gandum. Hal senada juga disampaikan oleh Jaben dan Mirza (2002) bahwa

perlakuan EMS dengan konsentrasi tertinggi yaitu 0,5% dengan perendaman 6 jam menurunkan perkecambahan benih cabai dengan drastis. Terjadinya penurunan perkecambahan disebabkan oleh gangguan pada tingkat seluler (disebabkan antara tingkat fisiologi atau tingkat fisik) mencakup kerusakan kromosom atau pengaruh dari kombinasi keduanya serta gangguan pada pembentukan enzim sebagai akibat dari induksi EMS (Solanki dan Sharma, 2002; Kumar dan Selvaraj, 2003; Solankin dan Phogat, 2005). Berikut adalah gambar perbandingan perkecambahan antara perlakuan 0,05% EMS 4 jam dan 0,07% EMS 8 jam:



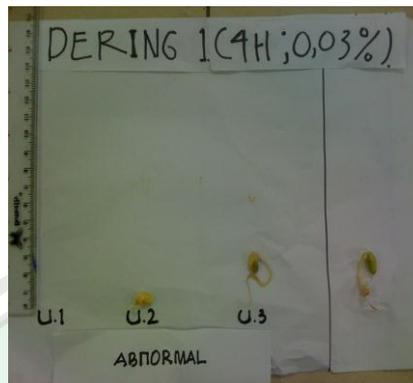
Gambar 4.1 Perbandingan Perkecambahan antara 0,05% EMS 4 jam (a) dan 0,07% EMS 8 jam (b)

4.1.2 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Persentase Kecambah Abnormal (%)

Hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% sebagian besar menunjukkan persentase kecambah abnormal yang tidak berbeda. Konsentrasi 0,07% EMS dengan perendaman 6 jam dan seluruh konsentrasi EMS (0,03%, 0,05% dan 0,07%) dengan perendaman 8 jam menunjukkan persentase perkecambahan abnormal yang tidak berbeda, tetapi menunjukkan persentase perkecambahan abnormal yang berbeda dengan perlakuan kontrol.

Berdasarkan hasil uji DMRT diatas dapat diketahui tingginya persentase perkecambahan abnormal pada konsentrasi 0,07% EMS dengan perendaman 6 jam dan seluruh konsentrasi EMS (0,03%, 0,05% dan 0,07%) dengan perendaman 8 jam menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan lama perendaman yang diberikan akan semakin meningkatkan persentase kecambah abnormal.

Peningkatan persentase perkecambahan abnormal disebabkan sifat EMS yang toksik, semakin tinggi konsentrasi dan lama perendaman yang diberikan maka penyerapan EMS oleh biji kedelai semakin tinggi. Priyono dan Susilo (2002) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi EMS menyebabkan semakin banyak EMS yang terserap ke dalam tanaman termasuk bertambahnya toksisitas EMS. Induksi EMS juga memunculkan varian yang abnormal pada tanaman Abaka, yang meliputi morfologi daun dan pertumbuhan tanaman (Purwati *et al.*, 2008). Berikut adalah gambar perkecambahan abnormal:



Gambar 4.2 Perkecambahan Abnormal

4.1.3 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Panjang Hipokotil

Berdasarkan hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT), menunjukkan panjang hipokotil tidak berbeda pada beberapa perlakuan. Jika dibandingkan dengan kontrol, interaksi menunjukkan panjang hipokotil berbeda pada interaksi pemberian EMS konsentrasi 0,07 % pada perendaman 4 dan 8 jam. Panjang hipokotil pada perlakuan EMS konsentrasi 0,05% dan 0,03% dengan perendaman 4, 6 dan 8 jam tidak berbeda dibandingkan panjang hipokotil kontrol.

Data pengamatan menunjukkan, nilai panjang hipokotil cenderung tinggi pada pemberian konsentrasi EMS rendah yaitu 0,03% dan 0,05%. Panjang hipokotil mampu menjadi tanda laju perkecambahan. Apabila laju perkecambahan cepat maka biji akan cepat tumbuh sehingga hipokotil akan semakin bertambah panjang. Disamping itu, laju perkecambahan dirangsang oleh adanya hormon giberelin dalam biji. Diduga EMS menyebabkan perubahan pada gen yang mempengaruhi biosintesis beberapa hormon salah satunya gibberelin. Menurut

Junaid *et al* (2008) pada konsentrasi EMS *in vitro* dapat meningkatkan kandungan GA₃. Pada umumnya konsentrasi mutagen yang digunakan pada teknik *in vitro* berukuran rendah. Potdukhe (2004) menambahkan, penggunaan mutagen kimia dengan konsentrasi rendah dapat merangsang atau menstimulasi pertumbuhan tanaman dan menginduksi fisiologi tanaman. Menurut Agung dan Priyono (2002), Semakin rendah konsentrasi EMS yang digunakan maka EMS dapat berfungsi menjadi auksin.

Selain itu, data di atas juga menyebutkan bahwa pemberian konsentrasi EMS yang lebih tinggi dari 0,03% dan 0,05% (0,07%) pada semua perendaman cenderung menurunkan panjang hipokotil. Penurunan panjang hipokotil diakibatkan sifat racun dari EMS. Menurut Resti *et al.*, (2009), perlakuan EMS dapat mendorong pembelahan sel tanaman, namun semakin tinggi konsentrasi EMS yang digunakan, maka dapat menyebabkan kematian pada sel tanaman. Pada penelitian Kharade *et al* (2015) menyatakan bahwa panjang hipokotil mengalami penurunan seiring meningkatnya konsentrasi EMS dan sinar gamma. Berikut adalah gambar perbedaan panjang hipokotil pada perendaman 4 jam:



Gambar 4.3 Perbedaan panjang hipokotil pada perendaman 4 jam

4.1.4 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Panjang Akar Kecambah

Berdasarkan hasil uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT), konsentrasi EMS rendah (0,03% dan 0,05%) cenderung menunjukkan panjang akar tidak berbeda dengan kontrol. Nilai panjang akar berbeda dari kontrol ditunjukkan pada pemberian EMS konsentrasi 0,07% dengan lama perendaman 4, 6 dan 8 jam, serta 0,05% EMS pada 4 dan 8 jam perendaman.

Selain itu, pada SK (Sumber Keragaman) lama perendaman juga menunjukkan bahwa semakin lama perendaman diberikan maka pertumbuhan panjang akar semakin terhambat akibatnya akar menjadi pendek. Biji kedelai yang direndam dengan EMS selama 4 jam mempunyai akar lebih panjang daripada biji kedelai yang direndam EMS selama 8 jam.

Akar merupakan organ yang penting pada proses perkecambahan. Akar berfungsi menyerap nutrisi dan air yang terdapat di sekitar biji. Kombinasi perlakuan pada konsentrasi EMS 0,05% dengan perendaman 4 jam menunjukkan ukuran akar yang lebih panjang dari perlakuan kontrol. Hal ini diduga induksi EMS pada konsentrasi rendah menyebabkan perubahan pada gen yang mempengaruhi biosintesis beberapa hormon pertumbuhan yang berakibat dalam pembelahan dan pemanjangan sel. Menurut Agung dan Priyono (2002), semakin rendah konsentrasi EMS yang digunakan maka EMS dapat berfungsi menjadi auksin. Peningkatan panjang akar kecambah pada perlakuan ini dimungkinkan mampu meningkatkan ketahanan kedelai terhadap cekaman kekeringan.

Peningkatan panjang akar sebagai akibat dari induksi mutasi EMS juga pernah dilaporkan terjadi pada tanaman kentang. Perendaman kalus kentang pada 0,02% EMS selama 30 sampai 60 menit menghasilkan persentase tumbuh akar paling tinggi (Fitri, 2011). Selain itu, Penelitian Priyono dan Susilo (2002) menyebutkan, pada konsentrasi 0,05% menyebabkan peningkatan nilai jumlah bulbet dan persentase perakaran pada tanaman Lily Kerk.

Rendahnya panjang akar pada konsentrasi EMS dan lama perendaman tinggi dikarenakan sifat racun dari EMS yang menyebabkan terganggunya fisiologi Gaul (1997). Penurunan sifat kuantitatif tanaman seperti ukuran akar yang pendek diduga disebabkan oleh mutasi acak akibat aksi mutagen. Ethyle methane sulphonate menyebabkan mutasi titik melalui transisi pada DNA, melalui perubahan pasangan basa nukleotida yang mengakibatkan perubahan asam amino (Chopra, 2005). Penelitian sebelumnya menunjukkan, pada dosis mutagen berlebih pada tanaman gerbera mampu menghambat munculnya akar Prasetyorini, 1991 Berikut adalah gambar perbedaan panjang akar pada perendaman 8 jam:



Gambar 4.4 Perbedaan Panjang Akar Pada Perendaman 8 Jam

4.1.5 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Berat Kering Kecambah Normal

Hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% menunjukkan hampir pada semua perlakuan berat kering yang tidak berbeda. Bila dibandingkan dengan kontrol (0,0703), berat kering berbeda ditunjukkan pada perlakuan EMS 0,03% dengan perendaman 8 jam (0,0219) yang merupakan berat kering terendah. Berat kering kecambah suatu tanaman mencerminkan akumulasi senyawa-senyawa organik yang merupakan hasil sintesa tanaman dari senyawa organik yang berasal dari perombakan cadangan makanan yang kemudian disusun kembali menjadi penyusun sel-sel yang baru sehingga memberikan kontribusi terhadap berat kering tanaman (Lakitan, 1996).

Berat kering pada setiap perlakuan yang tidak berbeda dengan perlakuan kontrol menunjukkan bahwa pada perlakuan tersebut perkecambahan berlangsung dengan cepat dan sehat. Sehingga biomassa kecambah tersebut lebih tinggi dari pada biomassa kecambah pada perlakuan lainnya. Rendahnya berat kering pada konsentrasi EMS 0,03% dengan perendaman 8 jam, menunjukkan proses perkecambahan pada perlakuan tersebut berjalan tidak normal disebabkan perlakuan interaksi (konsentrasi dan perendaman) yang tinggi. Menurut Kharade *et al.* (2015), kenaikan dosis mutagen mampu menurunkan berat kering kecambah. Kenaikan dosis mutagen menunjukkan hubungan negatif terhadap penurunan berat kering kecambah.

Berat kering kecambah dipengaruhi oleh cepat atau lambatnya benih itu berkecambah sejak mulai diberi perlakuan. Bila benih lambat pada waktu

perkecambahan maka hasil kecambah yang diperoleh adalah kecambah pendek, hipokotilnya pendek, dan volume akar kecil sehingga menghasilkan berat kering relatif rendah. Akan tetapi dengan permulaan perkecambahan yang lebih cepat maka akan memberi kontribusi terhadap tingginya berat kering kecambah (Ardian, 2008). Harjadi dan Yahya (1988) menambahkan bahwa pertambahan ukuran dan berat kering suatu organisme menunjukkan bertambahnya protoplasma akibat bertambahnya ukuran dan jumlah sel. Berikut adalah gambar perbandingan kecambah kering kedelai varietas Dering 1 antara perlakuan control dan perlakuan 0,05% EMS 6 jam:



Gambar 4.5 Berat Kering Kecambah Varietas Dering 1 (A) Kecambah Kontrol (B) Kecambah Perlakuan 0,05%EMS 6 Jam.

Berdasarkan data keseluruhan parameter perkecambahan diketahui bahwa kombinasi perlakuan yang konsisten menghasilkan perkecambahan terbaik adalah pada perlakuan EMS konsentrasi 0,05% dengan lama perendaman 4 jam. Pada parameter daya berkecambah, panjang hipokotil, panjang akar dan berat kering

kecambah kombinasi perlakuan cenderung menunjukkan nilai tertinggi daripada nilai yang ditunjukkan pada perlakuan kombinasi lainnya. Bahkan pada parameter panjang akar, nilai yang ditunjukkan perlakuan kombinasi 0,05% EMS dengan perendaman 4 jam lebih tinggi daripada perlakuan kontrol.

Data diatas menunjukkan bahwa sifat racun dari EMS belum signifikan berpengaruh. EMS mampu bersifat racun dan berefek negatif terhadap tanaman pada konsentrasi dan lama perendaman yang tinggi. Singh (2005) menyatakan EMS dalam dosis tinggi dapat mengakibatkan kematian benih. Rajib and Jagadpati (2011) menambahkan dosis EMS yang tinggi dapat menurunkan persentase tumbuh pada saat perkecambahan.

EMS mampu bersifat racun karena kemampuannya menghasilkan produk yang bersifat asam sebagai akibat bereaksi dengan larutan polar. Produk asam tersebut bersifat racun terhadap sel-sel tanaman sehingga dapat menyebabkan sel-sel tanaman mengalami keracunan sehingga proses fisiologis pada jaringan tanaman akan terganggu sehingga menimbulkan terhambatnya pertumbuhan tanaman (Heslot, 1977; Kamra & Brunner, 1977; Pratiwi *et al.* , 2013). Konsentrasi dan lama perendaman EMS yang rendah (0,05% dengan perendaman 4 jam) tidak menyebabkan kerusakan pada kecambah sehingga menghasilkan persentase kecambah normal yang tinggi, sehingga secara otomatis pada kombinasi perlakuan ini mempunyai persentase kecambah abnormal yang rendah.

Sedangkan pada parameter panjang akar diduga kombinasi perlakuan EMS dengan konsentrasi 0,05% dengan perendaman 4 jam mampu meningkatkan biosintesis hormon auksin dan giberelin yang menyebabkan pemanjangan dan

pembelah sel sehingga menyebabkan panjang akar meningkat Resti *et al.*, (2009). Hal ini sesuai dengan pernyataan Junaid *et al* (2008 menyatakan bahwa pada konsentrasi EMS *in vitro* dapat meningkatkan kandungan GA₃. Dan pada umumnya konsentrasi EMS yang digunakan pada teknik *in vitro* berkonsentrasi rendah.

Menurut Agung dan Priyono (2002), semakin rendah konsentrasi EMS yang digunakan maka EMS dapat berfungsi menjadi auksin. Potdukhe (2004) menambahkan, penggunaan mutagen kimia dengan konsentrasi rendah dapat merangsang atau menstimulasi pertumbuhan tanaman dan menginduksi fisiologi tanaman. Peningkatan panjang akar kecambah dalam penelitian ini diharapkan mampu menjadi indikasi sebagai peningkatan tahan cekaman kekeringan. Peningkatan panjang akar diharapkan mampu meningkatkan daya serap hara untuk proses metabolisme dan fotosintesis (Arous *et al.*, 2001).

Sedangkan, tingginya nilai pada parameter berat kering kecambah merupakan akumulasi hasil pertumbuhan selama proses perkecambahan. Diketahui bahwa pada parameter daya berkecambah nilai kombinasi perlakuan EMS dengan konsentrasi 0,05% dengan perendaman 4 jam mempunyai nilai yang sama dengan control. Ini bisa diasumsikan bahwa semakin cepat suatu benih berkecambah maka dapat dipastikan bahwa berat keringnya juga semakin tinggi dikarenakan ukuran organ-organ kecambah yang lebih besar.

Berat kering kecambah mencerminkan kondisi fisiologis dari benih tersebut. Justice dan Bass (2002) menyatakan berat kering kecambah mencerminkan vigor kecambah dan vigor benih. Pada penelitian ini, dimungkinkan mutan benih

kedelai dari perlakuan ini mempunyai vigor yang tinggi. Menurut Perdana (2012) vigor suatu benih akan tinggi apabila memiliki berat kering kecambah yang maksimum dan bila vigor tinggi maka kualitas mutu benih akan tinggi.

Pentingnya uji perkecambahan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui mutu fisiologis benih akibat dari mutasi, karena kecambah yang memiliki mutu fisiologis yang baik akan berpotensi untuk tumbuh menjadi tanaman sempurna jika ditanam di lapang. Salah satu ciri baiknya mutu fisiologi suatu benih adalah kondisi normal dari struktur penting kecambah seperti struktur perakaran (radikula), daun (plumula), hipokotil, dan kotiledon merupakan suatu hal yang mutlak digunakan untuk menilai kemampuannya untuk tumbuh dan berkembang di lapangan.

4.2 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Pertumbuhan Kedelai Varietas Dering 1

Parameter yang diamati dalam tahap ini adalah tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah daun, luas daun dan jumlah cabang berbunga. Berdasarkan hasil uji Anava 0,05 menunjukkan tidak adanya pengaruh kombinasi perlakuan antara konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap parameter luas daun dan jumlah cabang. Sehingga tidak dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%.

Namun, pada beberapa parameter menunjukkan adanya pengaruh kombinasi perlakuan antara konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap parameter pertumbuhan, meliputi parameter tinggi tanaman, jumlah cabang dan jumlah daun. Hasil uji Anava 0,05 pertumbuhan kedelai varietas Dering 1 selengkapnya

dapat dilihat pada Lampiran 2. Selanjutnya dilakukan uji DMRT 5% pada parameter tinggi batang, jumlah cabang dan jumlah daun untuk mengetahui taraf perbedaannya, selengkapnya tercantum pada tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2. Hasil Uji DMRT 5% Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Terhadap Pertumbuhan Benih Kedelai Varietas Dering 1

Interaksi	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Cabang	Jumlah Daun
Kontrol	37,50 d	5,67bcd	5,67bcd
0,03%*4Jam	31,17bc	6,33d	6,00cd
0,03%*6Jam	33,83cd	6,00cd	6,00cd
0,03%*8Jam	29,67abc	4,67ab	4,67ab
0,05%*4Jam	26,67ab	4,67ab	4,67ab
0,05%*6Jam	28,67abc	5,00abc	5,00abc
0,05%*8Jam	24,33a	4,33a	4,33a
0,07%*4Jam	31,50bcd	5,33abcd	5,33abcd
0,07%*6Jam	32,83bcd	6,33d	6,33d
0,07%*8Jam	28,00abc	5,33abcd	5,33abcd

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda berdasarkan uji DMRT 5%

4.2.1 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Tinggi Kedelai Varietas Dering 1

Hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% menunjukkan bahwa tinggi tanaman kedelai pada pemberian EMS dengan konsentrasi 0,05% pada perendaman 8 jam berbeda terhadap tinggi perlakuan control. Hal ini menunjukkan bahwa sifat racun pada EMS belum signifikan berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi kedelai. Beberapa penelitian menyatakan terdapat sifat racun dari EMS yang mampu menghambat pertumbuhan batang suatu tanaman. Gaul (1997) menyatakan terhambatnya pertumbuhan tanaman diakibatkan adanya gangguan fisiologis akibat aksi mutagen.

Pemberian EMS pada konsentrasi tertentu mampu menghambat pertumbuhan sehingga menyebabkan ukuran batang tanaman menjadi pendek. Tinggi batang kedelai berkurang pada konsentrasi 0,05% EMS dengan semua perendaman (4,6 dan 8 jam) dan pada konsentrasi 0,07% dengan perendaman 8 jam disebabkan karena sifat racun dari EMS. EMS merupakan agen alkilasi yang dapat menyebabkan mutasi secara acak. *Ethyle methane sulphonate* menyebabkan mutasi titik melalui transisi pada DNA, melalui perubahan pasangan basa nukleotida yang mengakibatkan perubahan asam amino (Chopra, 2005). Menurut Gaul (1977) menurunnya tinggi tanaman merupakan salah satu fenomena yang biasa terjadi pada tanaman yang tumbuh dari biji yang diperlakukan mutagen.

Beberapa penelitian menyatakan bahwa EMS mampu menyebabkan kerusakan fisiologis yang berakibat terhambatnya pertumbuhan, semakin tinggi dosis mutagen yang digunakan menyebabkan semakin besar pula terhambatnya

pertumbuhan tanaman Gaul (1977). Selain itu, penelitian pada tunas Manggis menunjukkan penurunan tunas seiring dengan penambahan konsentrasi EMS (Qosim , 2015). Berikut gambar perbedaan tinggi tanaman kedelai konsentrasi 0,05% :



Gambar 4.6 Perbedaan Tinggi Tanaman Kedelai Konsentrasi 0,05% (a) perendaman 4 jam (b) perendaman 6 jam (c) perendaman 8 jam (d) control

4.2.2 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Jumlah Cabang

Hasil uji DMRT 5% menunjukkan jumlah cabang konsentrasi 0,05% EMS dengan perendaman 8 jam berbeda dengan perlakuan kontrol. Konsentrasi EMS 0,05% dengan 8 jam menunjukkan jumlah cabang yang lebih rendah (4,33) dibandingkan dengan perlakuan control (5,67). Antar perlakuan, kombinasi perlakuan 0,03% EMS pada perendaman 4 dan 6 jam dan 0,07% EMS pada perendaman 6 jam cenderung menunjukkan hasil terbaik terhadap jumlah cabang. Dengan banyaknya cabang yang muncul, dimungkinkan mampu meningkatkan bunga yang terbentuk sehingga mampu meningkatkan jumlah polong pertanaman.

Sharma *et al.*,(2000) menyatakan terdapat korelasi positif hasil biji pertanaman dengan cabang per tanaman, jumlah polong pertanaman dan jumlah biji perpolong.

Rendahnya jumlah percabangan pada perlakuan 0,05% EMS dengan perendaman 8 jam diduga disebabkan oleh sifat racun dari EMS. Pada umumnya EMS pada konsentrasi dan lama perendaman tinggi berpengaruh negatif terhadap tanaman yang diinduksinya. Priyono dan Susilo (2002) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi EMS menyebabkan semakin banyak EMS yang terserap ke dalam tanaman termasuk bertambahnya toksisitas EMS. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan penurunan jumlah cabang pada tanaman Marigold karena disebabkan sifat racun dari EMS (Pratiwi *et al.*,2013).

Nilai jumlah cabang yang sama yang ditunjukkan sebagian besar kombinasi perlakuan diduga disebabkan oleh adanya sifat respon yang berbeda-beda setiap tanaman terhadap induksi mutasi EMS. Beberapa penelitian menunjukkan respon percabangan yang berbeda terhadap induksi mutasi seperti; penelitian yang dilakukan terhadap varietas cabe rawit (*Capsicum frutescens L.*) menunjukkan pada 20 MST perlakuan perendaman selama 6 jam memiliki jumlah cabang paling banyak (Rustini dan Parmawati, 2014). Sedangkan pada cabai merah (*Capsicum annum L .*) yang diinduksi EMS 1% dengan perendaman 6 jam menunjukkan jumlah cabang yang sama pada semua perlakuan pada umur 9, 11, dan 13 MST (Wiartana, 2014).

4.2.3 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman EMS Terhadap Jumlah Daun

Hasil uji DMRT 5% menunjukkan jumlah daun konsentrasi 0,05% EMS dengan perendaman 8 jam berbeda dengan perlakuan kontrol. Konsentrasi EMS 0,05% dengan 8 jam menunjukkan jumlah daun yang lebih rendah (4,33) dibandingkan dengan perlakuan control (5,67). Antar perlakuan, kombinasi perlakuan 0,03% EMS pada perendaman 4 dan 6 jam dan 0,07% EMS pada perendaman 6 jam cenderung menunjukkan hasil terbaik terhadap jumlah daun.

Beberapa penelitian telah membuktikan penurunan jumlah daun seiring dengan peningkatan konsentrasi dan lama perendaman EMS. Menurut Gaul (1977) peningkatan dosis dan lama perendaman EMS mampu menurunkan jumlah daun. Penelitian pada tanaman cabai (*Capsicum frutescens L.*) membuktikan penurunan jumlah daun seiring dengan meningkatnya lama perendaman EMS 1% (Rustini dan Made, 2014).

Tidak munculnya perbedaan jumlah daun pada setiap perlakuan diduga disebabkan oleh adanya pengaruh lingkungan serta pengaruh pupuk yang diberikan sehingga mampu merangsang pertumbuhan daun. Selain itu, diduga pula pengaruh induksi EMS menyebabkan munculnya gen resesif yang tertutupi oleh gen dominan. Soeranto (2011) yang menyatakan bahwa mutasi mungkin tidak langsung tersekspresikan pada fenotipe, yaitu bila mutasi terjadi kearah resesif dan berada pada struktur genotipe heterozigot atau disebut juga dengan *silent mutation*.

4.3 Ulasan Hasil Penelitian dalam Prespektif Al-Qur`an

Perkecambahan adalah proses awal dari pertumbuhan tanaman. Semua tanaman dikotil. mengalami fase perkecambahan tak terkecuali tumbuhan kedelai. Kedelai mempunyai tipe perkecambahan epigeal. Disebut epigeal karena kotiledon terangkat ke permukaan tanah saat proses perkecambahan berlangsung. Proses perkecambahan adalah salah satu dari kuasa Allah SWT. Kekuasaan Allah menumbuhkan tanaman salah satunya dijelaskan pada Qs Al-An`am/6: 95. Allah berfirman :

﴿فَلْيَخْرُجْ مِنْهَا حَيًّا ۗ قُلْ حَسْبِيَ اللَّهُ ۖ إِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الرَّكِيمُ ۚ﴾
 ﴿فَلْيَخْرُجْ مِنْهَا حَيًّا ۗ قُلْ حَسْبِيَ اللَّهُ ۖ إِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الرَّكِيمُ ۚ﴾
 ﴿فَلْيَخْرُجْ مِنْهَا حَيًّا ۗ قُلْ حَسْبِيَ اللَّهُ ۖ إِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الرَّكِيمُ ۚ﴾
 ﴿فَلْيَخْرُجْ مِنْهَا حَيًّا ۗ قُلْ حَسْبِيَ اللَّهُ ۖ إِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الرَّكِيمُ ۚ﴾
 ﴿فَلْيَخْرُجْ مِنْهَا حَيًّا ۗ قُلْ حَسْبِيَ اللَّهُ ۖ إِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الرَّكِيمُ ۚ﴾
 ﴿فَلْيَخْرُجْ مِنْهَا حَيًّا ۗ قُلْ حَسْبِيَ اللَّهُ ۖ إِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الرَّكِيمُ ۚ﴾
 ﴿فَلْيَخْرُجْ مِنْهَا حَيًّا ۗ قُلْ حَسْبِيَ اللَّهُ ۖ إِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الرَّكِيمُ ۚ﴾
 ﴿فَلْيَخْرُجْ مِنْهَا حَيًّا ۗ قُلْ حَسْبِيَ اللَّهُ ۖ إِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الرَّكِيمُ ۚ﴾
 ﴿فَلْيَخْرُجْ مِنْهَا حَيًّا ۗ قُلْ حَسْبِيَ اللَّهُ ۖ إِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الرَّكِيمُ ۚ﴾
 ﴿فَلْيَخْرُجْ مِنْهَا حَيًّا ۗ قُلْ حَسْبِيَ اللَّهُ ۖ إِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الرَّكِيمُ ۚ﴾

Artinya: “*Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, Maka mengapa kamu masih berpaling?*” (Qs Al-An`am/6: 95).

Berdasarkan tafsir Ath-Tabari (2008), (فلق) berarti *menciptakan* maknanya adalah Allah SWT yang membelah belahan yang ada pada butir dan biji. (الحب) berarti butir. Kalimat (فلق الحب و النوي) dapat juga diterjemahkan sebagai budidaya atau perkecambahan benih. Artinya Allah mengeluarkan biji dari tangkai (seperti gandum). Kalimat (فلق النوي) berarti “*Mengeluarkan dari pohon kurma*”.

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir (2003), Allah SWT berfirman” *Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang*

dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman” (Qs.Al-An`am/6:99).

Allah SWT berfirman (فَاخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا) “*Lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau.*” Yaitu, tanaman-tanaman yang menghijau, dan setelah itu kami menciptakan di dalamnya biji-bijian dan buah-buahan (Abdullah,2003). Dalam ilmu biologi, “*Lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan*” merujuk pada proses perkecambahan, biji membutuhkan air untuk bisa berkecambah.

Awal perlakuan dalam penelitian ini, biji kedelai direndam dalam air dengan tujuan untuk memecah dormansi dan membantu proses terjadinya perkecambahan. Menurut Pranoto (1990), air menjadi faktor yang penting terhadap perkecambahan karena mempunyai beberapa fungsi antara lain; melunakan kulit biji sehingga embrio dan endosperm membengkak yang menyebabkan retaknya kulit biji, memungkinkan pertukaran gas sehingga oksigen dapat masuk ke dalam biji, mengencerkan protoplasma sehingga terjadi proses-proses metabolisme dalam biji, dan mentranslokasikan cadangan makan ke titik tumbuhan.

Hasil penelitian menunjukkan adanya kombinasi perlakuan yang mampu meningkatkan hasil di semua variabel pengamatan serta menunjukkan adanya kombinasi perlakuan yang mampu menurunkan hasil di semua variabel. Data

menunjukkan semakin tinggi konsentrasi dan semakin lama perendaman yang diberikan cenderung berakibat negatif terhadap semua variabel. Dalam Al-qur`an dijelaskan bahwa Allah menurunkan segala sesuatu sesuai dengan ukurannya. Allah SWT berfirman dalam Qs.Al-Hijr/15 ayat 21:



Artinya:” dan tidak ada sesuatupun melainkan pada sisi Kami-lah khazanahnya dan Kami tidak menurunkannya melainkan dengan ukuran yang tertentu“Qs.Al-Hijr/15(21).

Allah SWT berfirman (وما ننزله إلا بقدر معلوم) “ Dan Kami tidak menurunkannya melainkan dengan ukuran tertentu,” maksud dari ayat tersebut adalah Allah menurunkan sesuatu sesuai dengan kehendakNya dan keinginanNya, dan itu mengandung hikmah yang besar, dan rahmat bagi hamba-hambaNya (Abdullah, 2003). Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah menciptakan sesuatu sesuai dengan ukuran dan ada manfaat serta hikmah yang besar dibalik itu. Untuk melihat manfaat serta hikmah dibalik itu, perlu dikaji dan dipelajari. Dalam hal ini termasuk penelitian untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kedelai. Penelitian itu perlu dilakukan untuk mendapatkan manfaat serta hikmah dibalik itu. Dan apapun hasil dari kombinasi perlakuan yang diberikan adalah semata-mata sesuai dengan kehendak-Nya dan keinginan-Nya. *Allahu`alam bishawab*



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Konsentrasi dan lama perendaman EMS berpengaruh terhadap semua uji perkecambahan yang diamati. Konsentrasi EMS 0,03% dengan perendaman 4 jam berpengaruh meningkatkan panjang akar kecambah kedelai varietas Dering 1.
2. Konsentrasi dan lama perendaman EMS berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang dan jumlah daun, tetapi tidak berpengaruh terhadap luas daun dan jumlah cabang berbunga. Perlakuan konsentrasi EMS 0,05% dengan perendaman 8 jam menunjukkan penurunan pada parameter tinggi tanaman, jumlah cabang dan jumlah daun. Sedangkan pemberian konsentrasi EMS 0,03% dengan perendaman 4 jam menunjukkan hasil tidak berbeda dengan perlakuan kontrol.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka saran yang dapat diberikan adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengubah interval konsentrasi dan lama perendaman yang digunakan untuk mutasi kedelai sehingga diharapkan dapat diperoleh konsentrasi dan lama perendaman yang optimal untuk meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan kedelai.
2. Penelitian ini perlu disempurnakan lagi dengan melakukan penelitian terhadap karakter tanaman kedelai secara anatomi dan molekuler.
3. Perlu dilakukanya penelitian pada keturunan ke-1 untuk mengetahui pengaruh EMS bersifat menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman , A., A. Dariah dan A. Mulyani. 2008. *Strategi dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional*. Jurnal Litbang Pertanian 27(2):43
- Abu, J. 2009. *Tafsir Ath-Thabari Jilid 21*. Jakarta: Pustaka Azam
- Adisarwanto , T. 2006. *Kedelai*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Aljazairi, A.B.Ja. 2008. *Tafsir Al-Aisar Jilid 4*. Jakarta: Darus Sunah Press
- Alcantara, T.P., P.W. Bosland and D.W. Smith. 1996. *Ethyl methane sulfonate induced mutagenesis of Capsicum annuum*. J. Hered, : 239–41
- Al-Maraghi ,A.M. 1993. Terjemah, *Tafsir Al-Maraghi Juz 8*. Semarang: Toha putra
- Al-Qurtubi , Syaikh Imam. 2009. *Tafsir Al-Qurthubi*. Jakarta: Pustaka Azzam
- Ahloowalia, B.S and M. Maluszynski. 2001. *Induced mutations - a new paradigm in plant breeding*. Euphytica 118: 167–173
- Aminasih, N. 2009, *Penentuan Kriteria Seleksi 45 Galur Terigu (Triticum Aestivum L.) Introduksi di Dempo Selatan, Pagar Alam, Sumatera Selatan*. Jurnal Penelitian Sains Volume 12 Nomer 1(D) 12109 Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia
- Ardian . 2008. *Pengaruh Perlakuan Suhu dan Waktu Pemanasan terhadap Perkecambahan Kopi Arabika (Coffea arabica)*. Riau: Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau. Jurnal Akta Agrosia.11: 25-33.
- Arumingtyas, EL dan S. Indriyani.. 2005. *Induksi variabilitas genetika percabangan tanaman kenaf (Hibiscus cannabinus L.) dengan mutagen kimia Ethyl Methane Sulfonate (EMS)*. Natural J. 8:24-28
- Arumingtyas, E.L. 2006. *Induksi Mutasi dengan Mutagen Ethyl Methane Sulfonate (EMS) untuk Menghasilkan Percabangan Pada Kenaf (Hibicus cannabinus L.) Disertation*. Program Studi Ilmu Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Arumingtyas, E.L. 1992. *Genetic analysis of flowering and brancing mutans of Pisum sativum L.* (Master Thesis).

- Arumingtyas, E.L. & I.C. Murfet. 1992. *Branchig in Pisum : Inheritance and allelism test with 17 ramous mutans*. Pisum Genetic 24: 17-31.
- Asadi ,2013. *Pemuliaan Mutasi untuk Perbaikan terhadap Umur dan Produktivitas pada Kedelai*. Jurnal AgroBiogen 9(3):135-142
- Badan Tenaga Atom Nasional [BATAN]. 2006. *Mutasi dalam pemuliaan tanaman*. <http://www.batan.go.id/patir/pert/pemuliaan/pemuliaa n.html> [15 Juli 2015]
- Bahar, B dan M.S. AKKaya. 2009. *Effects of EMS treatment on the seed germination in wheat*. *Journal of applied biological sciences*, volume 3(1): 59-64.
- Balitbang, 2013. Kementan Siap Lepas Kedelai Tahan Naungan. <http://www.BadanPenelitiandanPengembanganJawaTimur>. Diakses 14 Desember 2014
- Balitkabi. 2015. *Deskripsi Varietas Unggul Kedelai 1918-2012*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Malang. 80 Halaman
- Barcaccia, G., Tavoletti, S., Pezotti, M., Falcecinelli, M., & Veronesi, F. 1994. *Fingerprinting of alfalfa meiotic mutants using RAPD markers*. *Euphytica* 80:19-25 dalam Ishak. 1998. *Identifikasi keragaman DNA genom mutan padi Atomita-2 dan tetuanya menggunakan RAPD marker*. *Zuriat* 9: 91-99.
- Bb-biogen. 2011. *Pemanfaatan Sinar Radiasi dalam Pemuliaan Tanaman*. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Volume 33 Nomor 1, 201
- BPS Nasional. 2014. *Survei Pertanian. Produksi Kedelai Seluruh Provinsi*. Jakarta: Badan Pusat Statistik
- Budianto, V.F.A., S. Solahuddin J.S., Bahaisjah dan F. Rumawas. 1984. *Pengaruh Tekanan Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai pada Grumusol Lombok Tengah*. *Buletin Agronomi XIV*: 17-30.
- Bruce, W.B., Edmeades, GO., Barker, TC. 2001. *Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance*. *Journal of Experimental Botany*, 53:13-25.
- Chahal, G.S. and S.S. Gosal. 2006. *Mutation Breeding. In Principles and Procedure of plant breeding. Biotechnology and Conventional Approaches*. Alpha Science International; Ltd. 604 p.

- Chen, M., Y. Choi, D.F. Voytas, dan S. Rodermel. 2000. *Mutations in The Arabidopsis VAR2 Locus Cause Leaf Variegation Due to The Loss of Chloroplast FtsH Protease*. Plant J. 22:303- 313
- Chopra, V.L. 2005. *Mutagenesis: Investigating the process and processing the outcome for crop improvement*. Current Science 89: 353-359.
- Damardjati, D. S., Marwoto, D. K. S. Swastika D. M. Arsyad, dan Y. Hilman. 2005. *Prospek dan Arah pengembangan Agribisnis Kedelai*. Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian. Jakarta
- Darwis. 2004. *Dasar-dasar Ilmu Pertanian dalam Al-Qur'an*. Bogor: IPB press
- Danarti dan Najiyanti, 1994. *Palawija Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Dombos, Jr., D.L., Mulen and Shibles. 1987. *Drought Stress Effect During Seed Filling on Soybean: Seed Germination and Vigor*. Crop Science., 29 (2): 467 - 480.
- Dodson, L.A. & Masker, W.E. 1986. *Survival and Mutagenesis of Bacteriophage T7 Damaged by Methylmethanesulfonate and Ethylmethanesulfonate*. Mutation Research 162: 137- 144.
- Fachruddin, L. 2000 . *Budidaya Kacang – Kacangan*. Kanisius, Yogyakarta.
- Fukai S, Cooper M, 1995. Development of drought resistant cultivars using physio- morphological traits in rice. *Field Crops Res.* 40:67-86
- Gaul, H. 1997. *Mutagen Effects in the First Generation After Seed Treatment, Cytological Effects In Manual On Mutation Breeding*. IAEA, 91-95.
- Gardener, F.P. 1991. *Fisiologi tanaman Budidaya*. Jakarta: UI-Press
- Gichner, T., D.A. Stavevra, and F. Van breusegem. 2001. O-Phenylene Diamine- Induce DNA Damage and Mutagenicity in Tobacco Seedlings Is Light-Dependent. *Mutation Res.* 495:117-125
- Girija, M. dan D. Dhanavel. 2009. Mutagenic Effectiveness and Efficiency of Gamma Rays Ethyl methanesulfonate and Their Combined Treatments in Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Global Journal of Molecular Sciences.* 4 (2):68-75.
- Gofar, A dan Mu'thi, A. 2007. *Tafsir Ibnu Katsir*. Bogor. Pustaka Imam Asy-syafi'i

- Haliza, W., Purwanti, E.Y. dan Thahir, R. 2010. *Pemanfaatan Kacang-Kacangan Lokal Mendukung Diversifikasi Pangan*. 238-245 Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Jalan Tentara Pelajar No. 12 Bogor
- Hallauer AR. 1987. Maize. In: Fehr WR (ed). *Principles of cultivar development crops species*, 2: 249-294. Machmillan, New York.
- Hamim, S.D., dan Jusuf, M. 1996. *Beberapa Karakteristik Morfologi dan Fisiologi Kedelai Toleran dan Peka Terhadap Cekaman Kekeringan*. *Jurnal Hayati.*, 3 (1): 30 – 34
- Hanafiah, D.S. 2011. *Mutasi induksi irradiasi sinar gamma pada varietas kedelai Argomulyo (Glycine max)*. *Bioteknologi*. 8 (2): 59-64
- Harjadi, S.S. dan S. Yahya. 1988. *Fisiologi Stress Lingkungan*. IPB, Bogor.
- Harnowo, D. 1992. *Respon Tanaman Kedelai Terhadap Pemupukan Kalium dan Cekaman Kekeringan Pada Fase Reproduksi*. Program Pascasarjana. IPB. Bogor
- Hartati, S. & Sukmadjaja, D. 2002. *Keragaman Beberapa Pola Pita Aksesori Nenas Berdasarkan Analisis Isozim*. *J. Bioteknologi Pertanian* (7): 2 62-70
- Harten, V. 1998. *Mutation breeding, theory and practical application*, Cambridge University Press, London.
- Herawati. 1994. *Karakteristik Pertumbuhan dan Hasil Empat Varietas Kedelai Pada Berbagai Taraf Pemupukan Kalium dan Ketersediaan Air Tanah*. Jurusan GEOMET, FMIPA, IPB. Bogor.
- Hidayat. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung. ITB Press
- Hofmann, N.E., R. Raja, R.L. Nelson, and S.S. Korban. 2004. *Mutagenesis of embryogenic cultures of Soybean and detecting polymorphisms using RAPD markers*. *Plant Biology*. 48:173-177.
- Husni, A., M. Kosmiatin, dan I. Mariska. 2003. *Regenerasi massa sel embriogenik kedelai yang diseleksi dengan polyethylen glicol (PEG)*. Laporan Tahunan TA 2002. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan.
- IAEA. 1977. *Manual on Mutation Breeding*. Tech. Rep. Ser. No. 119. Sec. Ed. Joint FAO/IAEA Div. of Atomic Energy in Food and Agriculture. ISBN 92-0-115077-6.

- Imelda, M. 2000. *Chemical Mutation by Ethyl Methane Sulphonate (EMS) For Bunchy Top Virus Resisten in Banana*. Bogor. Indonesia
- Jabeen, N & B. Mirza. 2002. *Ethyl Methane Sulfonate enhances genetic variability in Capsicum Annum* . Asian Journal of Plant Sciences 1 (4): 425-428.
- Jackson, L.J. 1979. *Climate, Weather and Agriculture in The Tropics*. Longman Corp Ltd. London and New York. 229
- Jamaluddin, S.A. 1995. *Mutation breeding of banana in Malaysia*, Musarama 7(1): 5
- Junaid, A, Mujib & Sharma, MP 2008. *Effect of growth regulators and ethylmethane sulphonate on growth, and chlorophyll, sugar and Proline contents in Dracaena sanderiana cultured in vitro*. Biol. Plantarum, vol. 52, no. 3, pp. 569-72.
- Kamil. 1997. *Tekhnologi Benih I*. Bandung: Angkasa
- Kharade, M.R., S.V. Yamgar, A.R. Phadtare. 2015. Studied on Effect of Mutagenesis in Groundnut to Induce Variability in Seed Quality Parameters (Arachis Hypogea L.). *IOSR Journal of Agriculture and Veeterinary Science (IOSR- JAVS)*. Volume 8. Issue 7. PP 01-07.
- Kisman. 2010. *Karakter Morfologi Sebagai Penciri Adaptasi Kedelai Terhadap Cekaman Kekeringan*. Agroteksos. Vol. 20 No.1
- Kumar, A. 1995. *Somaclonal variation*. Cell and Molecular Genetics Dept., Scottish Crop Research Institute. Invergowrie, Dundee, UK. p. 197-212
- Kumar, J.S. dan Selvaraj, R. (2003). Mutagenic effectiveness and efficiency of gamma rays and ethyl methane sulphonate in sunflower (*Helianthus annus L.*). *Madras Agric. J.*, 90(7-9): 574-576
- Kramer, P.J dan T.T Kozlowski. 1979. *Physiology of Woody Plants*. New York: Academic Press.
- Kriswanto, H. Nely, M. Munif G. dan Karlin A. 2008. *Uji Adaptasi Varietas Kedelai Di Lahan Kering Kabupaten Musi Rawas Sumatera Selatan*. Prosiding Simposium dan Seminar Bersama Peragi-Perorti-Peripi-Higi Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi yang Berkelanjutan. 281-285
- Lamina, 1989. *Kedelai dan Pengolahannya*. Simpleks, Jakarta.

- Levitt J., 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses 2nd Ed.* Academic Press. New York. 497h
- Lukmaningtias, S.A. 2014. *Pengaruh Mutasi Dengan Ethyl Methane Sulfonate (Ems) Terhadap Pertumbuhan, Hasil Dan Kandungan Karbohidrat Tanaman Kedelai (Glycine Max L. Merrill).* Skripsi. Universitas Jember
- Maesen, L.J.G van der dan S. Somaatmadja. 1993. *Sumber Daya Nabati Asia Tenggara. Penerjemah Sarkat Dinimiharja.* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Mangal, M. dan D.R. Sharma. 2002. In vitro Mutagenesis and Cell Selection For The Induction of Black Rot Resistance in Cauliflower. *J. Hort Sci Biotech.* 77: 268-272
- Mariska, I., M. Kosmiatin, dan S. Hutami. 2002. *Peningkatan Toleransi Terhadap Alumunium Dan Ph Rendah Pada Tanaman Kedelai Melalui Kultur In Vitro.* Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi. Jakarta, 6-7 Nopember 2001
- Mar'ah, M. 1996. *Perbedaan Tingkat Air Tersedia dan Pemberian Pupuk Kaliun Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung.* Jurusan GEOMET, FMIPA IPB. Bogor.
- Masyhudi, M.F., Hidayat & A. Choliluddin. 1989. *Pengaruh Kekeringan Pada Pertumbuhan Tanaman Jagung dan Fiksasi Nitrogen.* Dalam Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan Bogor.
- Medina., F.I.S, E. Amano and S. Tano. 2005. *Mutation Breeding Manual.* Japan : Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA).
- Mehandijiev, A,S. Noveva & G. Kosturkova. 1999 . Induced mutation and their application in genetic improvement of pea. *Pisum Genetics* 31: 24-26
- Melchias, G. 2001. Biodiversity and Conservation. Science Publisher, Inc. USA
- Mar'ah, M. 1996. *Perbedaan Tingkat Air Tersedia dan Pemberian Pupuk Kaliun Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung.* Jurusan GEOMET, FMIPA IPB. Bogor.
- Micke, A. 1996. *70 Years Induced Mutation to Be Reconsidered.* *Mutation Breeding. Newsletter.* 42: 22-24.
- Mugnisjah, W..., Setiawan, A. 1991. *Panduan Praktikum dan Penelitian Bidang Ilmu dan Teknologi Benih.* PT Raja Grafindo: Jakarta

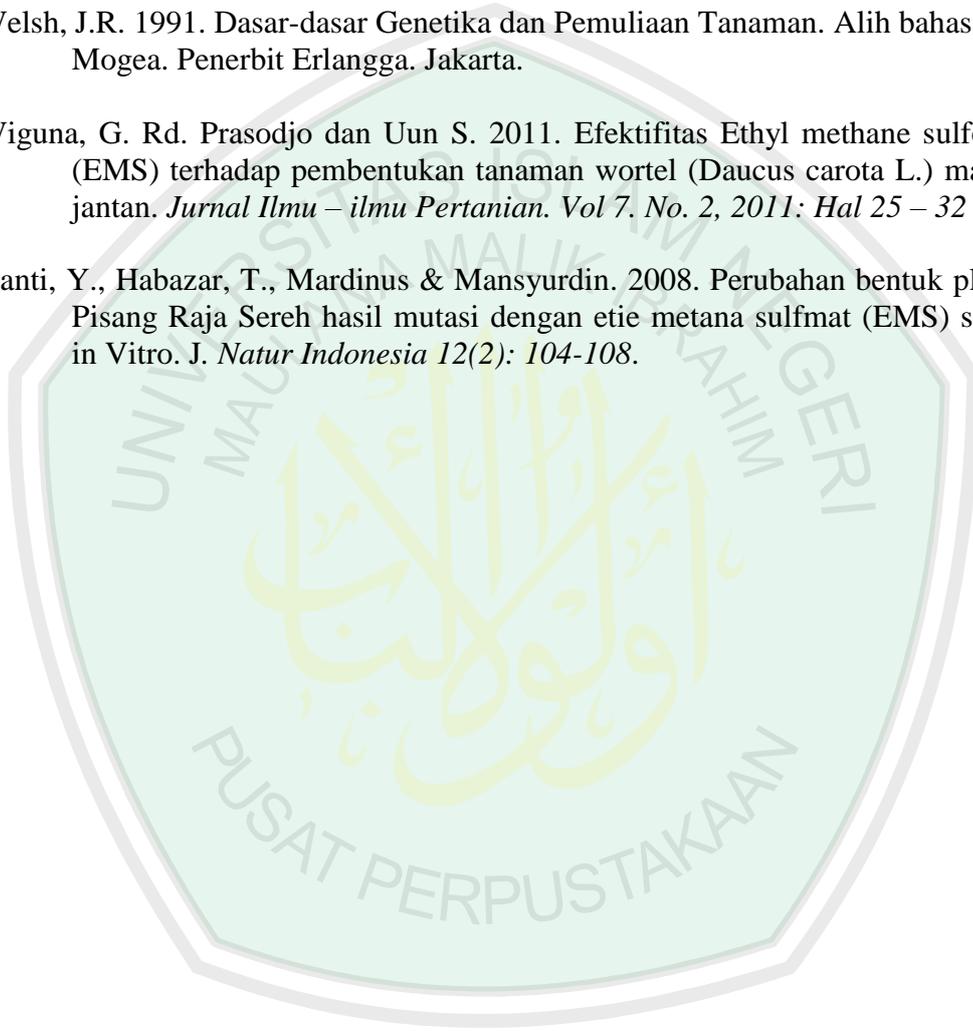
- Nagata, T. 1960. Studies on the differentiation of soybeans in Japan and the world. *Memoirs Hyogo Univ. Agr.* 3 : 63-102
- Notohadiparwiro , T. 1989. *Dampak Pembangunan Pada Tanah, Lahan dan Tata Guna Lahan. Pusat Studi Lingkungan.* Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Novax, F.J., L. Havel, and J. Dolezel. 1984. *In vitro breeding system of Allium. Proc. 5th Int. Conf. Japan 1982.* P. 767-768
- Odeigah, PGC, A.O . Osanyinpeju & G.O. Myers. 1998. *Induced Mutation In Cowpea, Vigna Unguiculata (Leguminoseae).* <http://www.ots.duke.edu/tropibiojnl/claris/46-3/ODEIGAH>. Diakses 12 Desember 2014.
- Oosterhius, D.M., H.D. Scott., R.E. Hampton and S.D. Wullschleger. 1990. Physiological Response of Two Soybean (*Glycine max* L.Merr.) Cultivar to Short-term Flooding. *Environ.Exp.Bot.* 30:85-92
- Parker, J. R. 1995. *Genetics.* Harper Collins Pub: New York
- Patil, S.G.; Hebbara, M.; Devarnavadagi, S.B. 1996. *Screening of multipurpose trees for saline vertisols and their bioameliorative effects.* *Ann. Arid. Zone*, 35, 57–60.
- Phoespodarsono, S., 1988, *Dasar-dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman*, Pusat Antar Universitas, IPB, Bogor
- Pitojo, S. 2003. *Benih Kedelai.* Yogyakarta: Kanisius
- Potdukhe, N. R. 2004. Effect of Physical and chemical mutagens in M1 generation in red gram (*Cajanus cajan*) *Nat. J. Pl. Improve* 6 (2): 108-11
- Poehlman , J.M. & D.A. Sleper. 1995. *Breeding Field Crops (Ed 4).* Iowa State University Press, Iowa.
- Priyono & A.W. Susilo. 2002. *Respons Regenerasi In vitro Eksplant Sisik Mikro Kerk Lily (Lilium longiflorum) terhadap Ethyl Methane Sulfonate (EMS).* *J. Ilmu Dasar* 3 (2): 74-79
- Pratiwi, ni made dian .,et al.2013.Pengaruh *Ethyl Methane Sulponate (EMS)* Trhadap Pertumbuhan dan Variasi Tanaman Marigold (*Tagetes sp.*).*Agrotop.Vol 3.No 1.Hal 23-28*

- Purwati, R.D. 2008. *Keragaman Genetik Varian Abaka Yang Diinduksi Dengan Ethyl Methane Sulphonate (EMS)*. *Jurnal Litri*.14(1).16-24
- Purwitasari, R. 2006. *Skrining ex Vitro untuk Toleransi terhadap Cekaman Kekeringan pada 12 Varietas Kedelai (Glycine max L. merr) Berdasarkan Respon Pertumbuhan Vegetatif dan Anatomi Daun*. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Jurusan Biologi Fmipa Unibraw.
- Qosim, W.A., N. Istifadah, I. Djatnika dan Yunitasari. 2012. *Pengaruh Mutagen Ethyle Methane Sulfonat Terhadap Kapasitas Regenerasi Tunas Hibrida Phalaenopsis In Vitro*. *Hortikultura*, 22 :360-365.
- Rachmadi, M., N. Hermiati, A. Baihaki, R. Setiamihardja. 1990. *Variasi genetik dan heritabilitas komponen hasil dan hasil galur harapan kedelai*. *Zuriat* 1(1):48-51.
- Rameau, C., I.C. Murfet. V. Laucou, R.S. Floyd, S.E. Morris and C.A . Beveridge,. 2002. *Pea rms6 mutants exhibit increased basal branching*. *Physiol. Plant*. 115:458-467.
- Reddy, B.V.S. and A.A. Kumar. 2005. *Population improvement in sorghum*. *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*. p. 93-104
- Rida, Z. 2003. *Pengaruh Kultivar dan Jenis Rhizobium Terhadap Pertumbuhan Kedelai (Glycin max.L)*. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Fakultas MIPA UIN Malang.
- Riwanodja, Suhartina Dan Adisarwanto. 2003. *Upaya Menekan Kehilangan Hasil Akibat Cekaman Kekeringan Pada Kedelai Di Lahan Sawah*. Balai Penelitian Tanaman Kacang- kacang dan Umbi-umbian
- Rofiah, Ai. 2010. *Kajian Aspek Anatomi Daun Beberapa Varietas Kedelai (Glycine Max L.) Pada Kondisi Cekaman Kekeringan*. *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Jurusan Biologi UIN MALANG
- Roux, NS 2004. *Mutation induction in Musa - a review*, in Jain, SM & Swennen, R (eds.), *Banana improvement: Cellular, molecular biology and induced mutations*, *Enfield. Sci. Pub. Inc.*, pp. 21-9.
- Rukmana, R. 2001. *Teknik Pengelolaan Lahan Kering Berbukit dan Kritis*. Kanisius, Yogyakarta
- Rukmana, R dan yuniarsri, Y. 1996 *Kedelai. Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisius Yogyakarta
- Russell, P.J. 1992. *Genetics. Third edition*. New York: Harper Collins Pub. 758 P.

- Rustini, N. K. D. dan M. P. (2014). Aksi Ethyl Methane Sulphonate terhadap Munculnya Bibit dan Pertumbuhan Cabai Rawit(*Capsicum frutescens L.*) (Ethyl). *Jurnal Bioslogos*, 4(1).
- Sambrook, J. and D.W. Russell. 2001. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. Eds. 3. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press
- Schierholt, A., B. Rucker, And H.C. Becker. 2001. *Inheritance Of High Oleic Acid Mutations In Winter Oilseed Rape (Brasica Napus L.)*. *Crop Sci* .41:1444- 1449.
- Sega, A.G. 1984. *A review of the genetic effect of ethyl methanesulfonate*. Elsevier 134(2-3):113-142
- Selvaraj, N.S., Natarajan, and B. Ramaraj. 2001. *Studies on induced mutations in garlic*. *Mutation Breeding Newsl*. 40–41
- Sembiring, Hasil. 2015. *Pedoman Teknis Pengelolaan Produksi Kedelai Tahun 2015*. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian
- Shah, T.M., J.I. Mirza, M.A. Haq, and B.M. Atta. 2008. *Induced genetic variability in chickpea (Cicer arietinum L.)*. II. Comparative mutagenic effectiveness and efficacy of physical and chemical mutagens. *Pakistan Journal of Botany*. 40 (2): 605-613.
- Sharma, R.N., M.W. Chitale, G.B Ganvir, A.K. Geda & R.L. Pandey. 2000. *Obsetvaritions on the development of selection criterion for high yield and low neurotoxin in grass pea based on genetic resources*. *Lathyrus Lathyrism Newsletter 1: 15-16*
- Shihab, M.Q. 2002. *Tafsir Al-Mishbah; Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Quran Volume 7*. Jakarta: Lentera Hati
- Silitonga, C. dan B. Djanuardi. 1996. *Konsumsi tempe*. hlm. 209–229. Dalam Sapuan dan Noer Sutrisno (Ed.). *Bunga Rampai Tempe Indonesia*. Yayasan Tempe Indonesia, Jakarta.
- Singh, G., P.K. Sareen, R.P . Saharan & A. Singh.2011. *Induced variability in mungbean (Vigna radiate (L.) Wilczek)*. *Indian journal of Genetics and Plant Breeding* 61 (3):281-282.
- Slatyer. 1991. *Management of Water for support the plant growth on phase its growth*. Report George Over Ltd. London

- Soeranto, H. 2003. *Peran Iptek nuklir dalam pemuliaan tanaman untuk mendukung industri pertanian*. Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi. Jakarta: Badan Tenaga Nuklir Nasional
- Solankin, I.S. dan Phogat, D.S. 2005. Chlorophyll mutation induction and mutagenic effectiveness and efficiency in macrosperma lentil (*Lens culinaris Medik.*). *National J. Plant Improv.*, 7(2): 81-84.
- Solankin, I.S. and Sharma, B. 2002. Induced polygenic variability in different groups of mutagenic damage in lentil (*Lens culinaris Medik.*). *Indian J. Genet. & Plant Breed.* 62(2): 135-139
- Somaatmadja, S. 1993. *Prosea Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 1 Kacang-Kacangan* Jakarta: PT. Gramedia
- Somaatmadja, S. 1985. *Peningkatan produksi kedelai melalui perakitan varietas*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Tanaman Pangan Bogor.
- Spasibionek, S. 2006. *New Mutants Of Winter Rapeseed (Brasica Napus L.) With Changed Fatty Acid Composition*. *Plant Breeding*. 125:259-267.
- Sudarsono, dkk. 2003. *Taksonomi Tumbuhan Tinggi*. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta
- Suhartina, 2005. *Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Balai Penelitian. Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Suhartina, 2012. Dering 1, Varietas Kedelai Toleran Kekeringan pada Fase Reproduksi. [http://www. balitkabi@litbang.pertanian.go.id](http://www.balitkabi@litbang.pertanian.go.id). Diakses 20 november 2014
- Suhartina, Purwanto, N. N. dan A. T. 2013. Kekeringan Dengan Potensi Hasil Tinggi. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi 2013, 28-36
- Sunarjono H., dan Zahara H., 1975. Pengaruh Ethyl Methne Sulfonate (EMS) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Jogo. *Buletin Penelitian Hortikultura Vol. III No. 1 : 11 – 18*
- Suprpto, 1997. *Bertanam Kedelai*. Penebar Swadaya. Jakarta. 74 hal.
- Suprpto, 2001. *Bertanam Kedelai*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Susila, S.D. dan Susanto. 2003. *Kedelai , Deskripsi, Budidaya dan Sertifikasi Benih*. Surabaya: Expert JICA-SSp
- Sutopo, L. 1985. *Teknologi Benih*. CV Rajawali: Jakarta

- Suzuki, D.T., A.J.F. Griffiths, J.H. Miller dan R.C. Lewontin. 1989. *An Introduction to Genetic Analysis fourth edition*. W.H. Freeman and Company, New York.)
- Welsh, J.R. 1991. *Dasar-dasar Genetika dan Pemuliaan Tanaman*. Alih bahasa J.P. Moga. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Wiguna, G. Rd. Prasadjo dan Uun S. 2011. Efektifitas Ethyl methane sulfonate (EMS) terhadap pembentukan tanaman wortel (*Daucus carota L.*) mandul jantan. *Jurnal Ilmu – ilmu Pertanian*. Vol 7. No. 2, 2011: Hal 25 – 32
- Yanti, Y., Habazar, T., Mardinus & Mansyurdin. 2008. Perubahan bentuk planlet Pisang Raja Sereh hasil mutasi dengan etil metana sulfamat (EMS) secara in Vitro. *J. Natur Indonesia* 12(2): 104-108.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan

1. Data Pengamatan Persentase Daya Berkecambah

PERENDAMAN 4 JAM		PERENDAMAN 6 JAM		PERENDAMAN 8 JAM	
%EMS	JUMLAH	%EMS	JUMLAH	%EMS	JUMLAH
KONTROL	49	KONTROL	44	KONTROL	45
0,03(1)	46	0,03 (1)	45	0,03 (1)	48
0,03(2)	46	0,03(2)	42	0,03(2)	47
0,03(3)	46	0,03(3)	40	0,03(3)	47
0,05(1)	50	0,05(1)	45	0,05(1)	47
0,05(2)	49	0,05(2)	47	0,05(2)	44
0,05(3)	45	0,05(3)	44	0,05(3)	46
0,07(1)	46	0,07(1)	43	0,07(1)	43
0,07(2)	45	0,07(2)	44	0,07(2)	44
0,07(3)	45	0,07(3)	47	0,07(3)	44

2. Data Pengamatan Persentase Kecambah Abnormal

PERENDAMAN 4 JAM		PERENDAMAN 6 JAM		PERENDAMAN 8 JAM	
%EMS	JUMLAH	%EMS	JUMLAH	%EMS	JUMLAH
KONTROL	4	KONTROL	12	KONTROL	8
0,03(1)	0	0,03 (1)	4	0,03 (1)	14
0,03(2)	3	0,03(2)	7	0,03(2)	9
0,03(3)	2	0,03(3)	1	0,03(3)	17
0,05(1)	1	0,05(1)	2	0,05(1)	12
0,05(2)	5	0,05(2)	2	0,05(2)	10
0,05(3)	2	0,05(3)	3	0,05(3)	12
0,07(1)	0	0,07(1)	14	0,07(1)	9
0,07(2)	1	0,07(2)	10	0,07(2)	9

0,07(3)	0	0,07(3)	11	0,07(3)	10
---------	---	---------	----	---------	----

3. Data Pengamatan Panjang Hipokotil

PERENDAMAN 4 JAM		PERENDAMAN 6 JAM		PERENDAMAN 8 JAM	
%EMS	PNJG (cm)	%EMS	PNJG (cm)	%EMS	PNJG (cm)
KONTROL	441.5	KONTROL	441.5	KONTROL	477.3
0,03(1)	468.5	0,03 (1)	468.5	0,03 (1)	457.5
0,03(2)	409	0,03(2)	409	0,03(2)	459
0,03(3)	352.5	0,03(3)	352.5	0,03(3)	417
0,05(1)	417.5	0,05(1)	417.5	0,05(1)	383
0,05(2)	531.5	0,05(2)	531.5	0,05(2)	393.5
0,05(3)	438.5	0,05(3)	438.5	0,05(3)	370.5
0,07(1)	339	0,07(1)	339	0,07(1)	385
0,07(2)	410.5	0,07(2)	410.5	0,07(2)	316.5
0,07(3)	378.5	0,07(3)	378.5	0,07(3)	347

4. Data Pengamatan Panjang Akar

PERENDAMAN 4 JAM		PERENDAMAN 6 JAM		PERENDAMAN 8 JAM	
%EMS	PNJG (cm)	%EMS	PNJG (cm)	%EMS	PNJG (cm)
KONTROL	389.5	KONTROL	310	KONTROL	378.4
0,03(1)	364.5	0,03 (1)	360.5	0,03 (1)	358
0,03(2)	380.7	0,03(2)	307.5	0,03(2)	344
0,03(3)	344	0,03(3)	213	0,03(3)	294.5
0,05(1)	530	0,05(1)	336	0,05(1)	243
0,05(2)	497.5	0,05(2)	469.5	0,05(2)	286.5
0,05(3)	413.5	0,05(3)	375.5	0,05(3)	232.5
0,07(1)	231	0,07(1)	211.5	0,07(1)	223.2
0,07(2)	224	0,07(2)	280	0,07(2)	162.5

0,07(3)	236.5	0,07(3)	263	0,07(3)	196
---------	-------	---------	-----	---------	-----

5. Data Pengamatan Berat Kecambah Normal

PERENDAMAN 4 JAM		PERENDAMAN 6 JAM		PERENDAMAN 8 JAM	
%EMS	BRT (g)	%EMS	BRT (g)	%EMS	BRT (g)
KONTROL	2.8	KONTROL	2.59	KONTROL	3.08
0,03(1)	2.82	0,03 (1)	2.91	0,03 (1)	0.84
0,03(2)	2.6	0,03(2)	2.24	0,03(2)	0.44
0,03(3)	2.52	0,03(3)	2.14	0,03(3)	0.88
0,05(1)	2.88	0,05(1)	2.46	0,05(1)	2.72
0,05(2)	2.46	0,05(2)	2.29	0,05(2)	2.26
0,05(3)	3.13	0,05(3)	2.46	0,05(3)	2.84
0,07(1)	3.49	0,07(1)	1.95	0,07(1)	2.17
0,07(2)	2.39	0,07(2)	2.8	0,07(2)	1.99
0,07(3)	3.55	0,07(3)	2.8	0,07(3)	2.38

6. Data Pengamatan Tinggi Kedelai

INTERAKSI	TNGG (cm)	INETRAKS I	TNGG (cm))	INETRAKS I	TNGG (cm))
0%EMS (100% K.L)	42	0%EMS (100% K.L)	42	0%EMS (100% K.L)	58
0%EMS (25% K.L)	37,5	0%EMS (25% K.L)	35	0%EMS (25% K.L)	40
0,03%EMS* 4JAM(1)	28,5	0,03%EMS *4JAM(1)	28.5	0,03%EMS *4JAM(1)	26
0,03%EMS* 4JAM(2)	28,6	0,03%EMS *6JAM(2)	27.5	0,03%EMS *8JAM(2)	33
0,03%EMS* 4JAM(3)	36	0,03%EMS *6JAM(3)	24	0,03%EMS *8JAM(3)	35.5
0,05%EMS*	31.5	0,05%EMS	29	0,05%EMS	32

4JAM(1)		*6JAM(1)		*8JAM(1)	
0,05%EMS* 4JAM(2)	33.5	0,05%EMS *6JAM(2)	31	0,05%EMS *8JAM(2)	36.5
0,05%EMS* 4JAM(3)	36.5	0,05%EMS *6JAM(3)	26	0,05%EMS *8JAM(3)	30
0,07%EMS* 4JAM(1)	25	0,07%EMS *6JAM(1)	27	0,07%EMS *8JAM(1)	30
0,07%EMS* 4JAM(2)	29	0,07%EMS *6JAM(2)	23	0,07%EMS *8JAM(2)	28.5
0,07%EMS* 4JAM(3)	35	0,07%EMS *6JAM(3)	23	0,07%EMS *8JAM(3)	25.5

7. Data Pengamatan Jumlah Daun

INTERAKSI	JML	INTRAKSI	JML	INTRAKSI	JML
0%EMS (100% K.L)	9	0%EMS (100% K.L)	7	0%EMS (100% K.L)	8
0%EMS (25% K.L)	6	0%EMS (25% K.L)	5	0%EMS (25% K.L)	6
0,03%EMS* 4JAM(1)	5	0,03%EMS *4JAM(1)	7	0,03%EMS *4JAM(1)	6
0,03%EMS* 4JAM(2)	7	0,03%EMS *6JAM(2)	5	0,03%EMS *8JAM(2)	5
0,03%EMS* 4JAM(3)	6	0,03%EMS *6JAM(3)	4	0,03%EMS *8JAM(3)	6
0,05%EMS* 4JAM(1)	6	0,05%EMS *6JAM(1)	5	0,05%EMS *8JAM(1)	6
0,05%EMS* 4JAM(2)	6	0,05%EMS *6JAM(2)	5	0,05%EMS *8JAM(2)	7
0,05%EMS* 4JAM(3)	6	0,05%EMS *6JAM(3)	5	0,05%EMS *8JAM(3)	6
0,07%EMS* 4JAM(1)	4	0,07%EMS *6JAM(1)	5	0,07%EMS *8JAM(1)	6
0,07%EMS*	4	0,07%EMS	4	0,07%EMS	5

4JAM(2)		*6JAM(2)		*8JAM(2)	
0,07%EMS* 4JAM(3)	6	0,07%EMS *6JAM(3)	4	0,07%EMS *8JAM(3)	5

8. Data Pegamatan Luas Daun

INTERAKSI	TNGG (cm)	INTRAKSI	TNGG (cm)	INTRAKSI	TNGG (cm)
0%EMS (100% K.L)	1040,34	0%EMS (100% K.L)	1045.63	0%EMS (100% K.L)	1056.91
0%EMS (25% K.L)	565.31	0%EMS (25% K.L)	399.3	0%EMS (25% K.L)	494.29
0,03%EMS* 4JAM(1)	237.92	0,03%EMS *4JAM(1)	260.4	0,03%EMS *4JAM(1)	218.43
0,03%EMS* 4JAM(2)	511.47	0,03%EMS *6JAM(2)	280.15	0,03%EMS *8JAM(2)	319.02
0,03%EMS* 4JAM(3)	466.34	0,03%EMS *6JAM(3)	258.36	0,03%EMS *8JAM(3)	462.84
0,05%EMS* 4JAM(1)	308.91	0,05%EMS *6JAM(1)	286.43	0,05%EMS *8JAM(1)	479.93
0,05%EMS* 4JAM(2)	343.83	0,05%EMS *6JAM(2)	347.74	0,05%EMS *8JAM(2)	615.38
0,05%EMS* 4JAM(3)	411.83	0,05%EMS *6JAM(3)	211.31	0,05%EMS *8JAM(3)	329.65
0,07%EMS* 4JAM(1)	186.5	0,07%EMS *6JAM(1)	277.92	0,07%EMS *8JAM(1)	469.77
0,07%EMS* 4JAM(2)	269.81	0,07%EMS *6JAM(2)	199.98	0,07%EMS *8JAM(2)	278.71
0,07%EMS* 4JAM(3)	349.9	0,07%EMS *6JAM(3)	252.02	0,07%EMS *8JAM(3)	241.13

9. Data Pengamatan Jumlah Cabang

INTERAKSI	JML	INTRAKSI	JML	INTRAKSI	JML)
0%EMS (100% K.L)	9	0%EMS (100% K.L)	7	0%EMS (100% K.L)	8
0%EMS (25% K.L)	6	0%EMS (25% K.L)	5	0%EMS (25% K.L)	6
0,03%EMS* 4JAM(1)	6	0,03%EMS *4JAM(1)	7	0,03%EMS *4JAM(1)	6
0,03%EMS* 4JAM(2)	7	0,03%EMS *6JAM(2)	5	0,03%EMS *8JAM(2)	5
0,03%EMS* 4JAM(3)	6	0,03%EMS *6JAM(3)	4	0,03%EMS *8JAM(3)	6
0,05%EMS* 4JAM(1)	6	0,05%EMS *6JAM(1)	5	0,05%EMS *8JAM(1)	6
0,05%EMS* 4JAM(2)	6	0,05%EMS *6JAM(2)	5	0,05%EMS *8JAM(2)	7
0,05%EMS* 4JAM(3)	6	0,05%EMS *6JAM(3)	5	0,05%EMS *8JAM(3)	6
0,07%EMS* 4JAM(1)	4	0,07%EMS *6JAM(1)	5	0,07%EMS *8JAM(1)	6
0,07%EMS* 4JAM(2)	4	0,07%EMS *6JAM(2)	4	0,07%EMS *8JAM(2)	5
0,07%EMS* 4JAM(3)	6	0,07%EMS *6JAM(3)	4	0,07%EMS *8JAM(3)	5

10. Data Pengamatan Cabang Berbunga

INTERAKSI	JML	INTRAKSI	JML	INTRAKSI	JML)
0%EMS (100% K.L)	18	0%EMS (100% K.L)	9	0%EMS (100% K.L)	8
0%EMS (25% K.L)	5	0%EMS (25% K.L)	5	0%EMS (25% K.L)	5
0,03%EMS* 4JAM(1)	6	0,03%EMS *4JAM(1)	5	0,03%EMS *4JAM(1)	0

0,03%EMS* 4JAM(2)	6	0,03%EMS *6JAM(2)	4	0,03%EMS *8JAM(2)	4
0,03%EMS* 4JAM(3)	5	0,03%EMS *6JAM(3)	6	0,03%EMS *8JAM(3)	7
0,05%EMS* 4JAM(1)	5	0,05%EMS *6JAM(1)	5	0,05%EMS *8JAM(1)	1
0,05%EMS* 4JAM(2)	6	0,05%EMS *6JAM(2)	6	0,05%EMS *8JAM(2)	4
0,05%EMS* 4JAM(3)	5	0,05%EMS *6JAM(3)	6	0,05%EMS *8JAM(3)	3
0,07%EMS* 4JAM(1)	6	0,07%EMS *6JAM(1)	5	0,07%EMS *8JAM(1)	8
0,07%EMS* 4JAM(2)	6	0,07%EMS *6JAM(2)	5	0,07%EMS *8JAM(2)	3
0,07%EMS* 4JAM(3)	5	0,07%EMS *6JAM(3)	7	0,07%EMS *8JAM(3)	3

LAMPIRAN 2. Hasil Perhitungan Analisis

1. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi EMS Terhadap Persentase Daya Berkecambah

a. Hasil Uji Analisis Anova 5%

Sk	Db	Jk	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	11	458,222	41,567	4,657	2,22
Konsentrasi	3	61,776	20,593	2,346 ^{ns}	3,01
Waktu	2	216,889	108,444	12,354*	3,40
Interaksi	6	179,556	29,926	3,409*	2,51
Galat	24	210,667	8,778		
Total	35				

Keterangan: * = Menunjukkan pengaruh nyata

ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

b. Hasil Uji DMRT 5% Untuk Sumber Keragaman Waktu

LAMA PERENDAMAN	N	Subset		
		1	2	3
PERENDAMAN 6 JAM	12	87.67		
PERENDAMAN 8 JAM	12		90.33	
PERENDAMAN 4 JAM	12			93.67
Sig.		1.000	1.000	1.000

c. Hasil Uji DMRT 5% Untuk Sumber Keragaman Interaksi

INTERAKSI	N	Subset				
		1	2	3	4	5
0.03%*6JAM	3	84.67				
0%*6JAM	3	86.00	86.00			
0.07%*8JAM	3	87.33	87.33	87.33		
0%*8JAM	3	88.00	88.00	88.00		
0.07%*6JAM	3	89.33	89.33	89.33	89.33	
0.07%*4JAM	3		90.67	90.67	90.67	90.67
0.05%*6JAM	3		90.67	90.67	90.67	90.67
0.05%*8JAM	3		91.33	91.33	91.33	91.33
0.03%*4 JAM	3			92.00	92.00	92.00
0.03%*8JAM	3				94.67	94.67
0%*4JAM	3					96.00
0.05%*4JAM	3					96.00
Sig.		.095	.064	.104	.062	.064

2. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi EMS Terhadap Persentase Kecambah abnormal

a. Hasil Uji Analisis Anova 5%

Sk	Db	Jk	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	11	3090,667	280,970	19,303	2,22
Konsentrasi	3	223,111	74,370	5,109*	3,01
Waktu	2	1766,000	883,000	60,664*	3,40
Interaksi	6	1101,556	183,593	12,613*	2,51
Galat	24	349,333	14,556		
Total	35	3440,000			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata
 ns = non signifikan/ tidak ada pengaruh

b. Hasil Uji DMRT 5% Untuk Sumber Keragaman Waktu

LAMA PERENDAMAN	N	Subset		
		1	2	3
4 JAM	12	4.83		
6 JAM	12		15.33	
8 JAM	12			21.83
Sig.		1.000	1.000	1.000

c. Hasil uji DMRT 5% Untuk Sumber Keragaman Konsentrasi

KONSENTRASI EMS	N	Subset	
		1	2
0.05%	9	10.89	
0.03%	9	13.11	
0.07%	9	14.22	14.22
0%	9		17.78
Sig.		.091	.060

d. Hasil Uji DMRT 5% Untuk Sumber Keragaman Interaks

INDTERAKSI LAMA PERdENDAMAN *KONSENTRASI	N	Subset				
		1	2	3	4	5
0.07%*4JAM	3	.67				
0.03%*4JAM	3	3.33	3.33			
0.05%*6JAM	3	4.67	4.67			
0.05%*4JAM	3	5.33	5.33			
0.03%*6JAM	3		8.00			
0%*4jam	3		10.00			
0%*8JAM	3			18.00		
0.07%*8JAM	3			18.67	18.67	
0.05%*8JAM	3			22.67	22.67	22.67
0.07%*6JAM	3			23.33	23.33	23.33
0%*6jam	3				25.33	25.33
0.03%*8JAM	3					28.00
Sig.		.183	.065	.129	.060	.129

3. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi EMS Terhadap Panjang Hipokotil

a. Hasil Uji Analisis Anova 5%

Sk	Db	Jk	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	11	34,807	3,164	5,111	2,22
Konsentrasi	3	19,425	6,475	10,459*	3,01
Waktu	2	6,698	3,349	5,409*	3,40
Interaksi	11	34,807	3,164	5,111*	2,22
Galat	24	14,859			
Total	35	49,665			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata
 ns = non signifikan/ tidak ada pengaruh

b. Hasil Uji DMRT 5% Untuk Sumber Keragaman Waktu

LAMA PERENDAMAN	N	Subset	
		1	2
8 JAM	12	8.8480	
6 JAM	12	9.3229	9.3229
4 JAM	12		9.9028
Sig.		.152	.084

c. Hasil Uji DMRT 5% Untuk Sumber Keragaman Konsentrasi

KONSENTRASI EMS	N	Subset	
		1	2
0.07%	9	8.0877	
0%	9		9.7122
0.05%	9		9.8066
0.03%	9		9.8250
Sig.		1.000	.777

d. Hasil Uji DMRT 5% Untuk Sumber Keragaman Interaksi

INTERAKSI	N	Subset				
		1	2	3	4	5
0.07%*4JAM	3	7.8300				
0.07%*8JAM	3	8.0110	8.0110			
0.05%*8JAM	3	8.3822	8.3822	8.3822		
0.07%*6JAM	3	8.4222	8.4222	8.4222		
0%*6jam	3	9.0314	9.0314	9.0314	9.0314	
0.03%*8JAM	3		9.3898	9.3898	9.3898	9.3898
0%*8jam	3			9.6089	9.6089	9.6089
0.03%*6JAM	3			9.6539	9.6539	9.6539
0.05%*6JAM	3				10.1841	10.1841
0.03%*4JAM	3				10.4312	10.4312
0%*4jam	3				10.4965	10.4965
0.05%*4JAM	3					10.8536
Sig.		.105	.064	.092	.056	.056

4. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi EMS Terhadap Panjang Akar

a. Hasil Uji Analisis Anova 5%

Sk	Db	Jk	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	11	81,541	7,413	9,343	2,22
Konsentrasi	3	44,043	14,681	18,503*	3,01
Waktu	2	11,068	5,534	6,975**	3,40
Interaksi	6	26,430	4,405	5,552*	2,51
Galat	24	19,042	0,793		
Total	35	100,583			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata

ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

b. Hasil uji DMRT 5% untuk sumber keragaman waktu

LAMA PERENDAMAN	N	Subset	
		1	2
8 JAM	12	6.1106	
6 JAM	12	6.7976	6.7976
4 JAM	12		7.4687
Sig.		.071	.077

c. Hasil uji DMRT 5% Untuk Sumber Keragaman Konsentrasi

KONSENTRASI EMS	N	Subset		
		1	2	3
0.07%	9	5.0524		
0%	9		6.7781	
0.03%	9		7.2644	7.2644
0.05%	9			8.0742
Sig.		1.000	.258	.066

d. Hasil Uji DMRT 5% Untuk Sumber Keragaman Interaksi

INTERAKSI	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
0.07%*8JAM	3	4.4461					
0.07%*4JAM	3	5.0850					
0.05%*8JAM	3	5.5786	5.5786				
0.07%*6JAM	3	5.6260	5.6260				
0%*6JAM	3	6.0152	6.0152	6.0152			
0.03%*6JAM	3		6.8858	6.8858	6.8858		
0%*4JAM	3		6.9163	6.9163	6.9163		
0.03%*8JAM	3		7.0145	7.0145	7.0145		
0%*8JAM	3			7.4030	7.4030	7.4030	
0.03%*4JAM	3				7.8928	7.8928	
0.05%*6JAM	3					8.6634	8.6634
0.05%*4JAM	3						9.9807
Sig.		.063	.093	.099	.227	.113	.083

5. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi EMS Terhadap Berat Kering Kecambah Normal

a. Hasil Uji Analisis Anova 5%

Sk	Db	Jk	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	11	0,007	0,001	7,889	2,22
Konsentrasi	3	0,002	0,001	9,461*	3,01
Waktu	2	0,000	0,000	2,608 ^{ns}	3,40
Interaksi	6	0,004	0,001	8,863*	2,51
Galat	24	0,002	8,212		
Total	35	0,009			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata

ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

b. Hasil uji DMRT 5% untuk sumber keragaman konsentrasi

KONSENTRASI EMS	N	Subset	
		1	2
0.03%	9	.0483	
0%	9		.0640
0.05%	9		.0648
0.07%	9		.0697
Sig.		1.000	.224

c. Hasil Uji DMRT 5% Untuk Sumber Keragaman Interaksi

INTERAKSI	N	Subset			
		1	2	3	4
0.03%*8JAM	3	.0219			
0%*4jam	3		.0507		
0.05%*6JAM	3		.0560	.0560	
0.03%*4JAM	3		.0597	.0597	.0597
0.05%*4JAM	3		.0625	.0625	.0625
0.03%*6JAM	3		.0633	.0633	.0633
0.07%*8JAM	3		.0636	.0636	.0636
0.07%*4JAM	3			.0697	.0697
0%*6jam	3			.0703	.0703
0%*8jam	3			.0711	.0711
0.07%*6JAM	3				.0758
0.05%*8JAM	3				.0759
Sig.		1.000	.138	.090	.070

6. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi EMS Terhadap Tinggi Batang Kedelai

a. Hasil Uji Anova 5%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	389.875 ^a	9	43.319	3.822	.006
Intercept	26051.683	1	26051.683	2.299E3	.000
K	130.296	2	65.148	5.748*	.011
L	89.185	2	44.593	3.935*	.036
K * L	3.148	4	.787	.069 ^{ns}	.990
Error	226.667	20	11.333		
Total	28371.750	30			
Corrected Total	616.542	29			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata

ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

b. Hasil Uji Anova 5% Interaksi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	389.875 ^a	9	43.319	3.822	.006
Intercept	27755.208	1	27755.208	2.449E3	.000
INTer	389.875	9	43.319	3.822*	.006
Error	226.667	20	11.333		
Total	28371.750	30			
Corrected Total	616.542	29			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata
 ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

c. Hasil Uji DMRT 5% (SK)Sumber Keragaman Konsentrasi

KONSENTRASI EMS	N	Subset		
		1	2	3
0.05%	9	26.56		
0.07%	9		30.78	
0.03%	9		31.56	
Kontrol 25% kap.lapang	3			37.50
Sig.		1.000	.693	1.000

d. Hasil Uji DMRT 5% (SK)Sumber Keragaman Lama Perendaman

LAMA PERANDAMAN	N	Subset		
		1	2	3
8 Jam	9	27.33		
4 jam	9	29.78	29.78	
6 jam	9		31.78	
kontrol 25% kap. Lap	3			37.50
Sig.		.223	.316	1.000

e. Hasil Uji DMRT 5% (SK)Sumber Keragaman Interaksi

INTERAKSI EMS*LAMA PERENDAMAN	N	Subset			
		1	2	3	4
K2L3	3	24.33			
K2L1	3	26.67	26.67		
K3L3	3	28.00	28.00	28.00	
K2L2	3	28.67	28.67	28.67	
K1L3	3	29.67	29.67	29.67	
K1L1	3		31.17	31.17	
K3L1	3		31.50	31.50	31.50
K3L2	3		32.83	32.83	32.83
K1L2	3			33.83	33.83
K4L4	3				37.50
Sig.		.095	.062	.076	.057

7. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi EMS Terhadap Jumlah Daun

a. Hasil Uji Anova 5%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12.000 ^a	9	1.333	3.077	.017
Intercept	770.010	1	770.010	1.777E3	.000
K	5.407	2	2.704	6.239*	.008
L	4.519	2	2.259	5.214*	.015
K * L	1.704	4	.426	.983 ^{ns}	.439
Error	8.667	20	.433		
Total	874.000	30			
Corrected Total	20.667	29			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata

ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

b. Hasil Uji Anova 5% Interaksi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12.000 ^a	9	1.333	3.077	.017
Intercept	853.333	1	853.333	1.969E3	.000
INTer	12.000	9	1.333	3.077*	.017
Error	8.667	20	.433		
Total	874.000	30			
Corrected Total	20.667	29			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata
 ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

c. Hasil uji DMRT 5% untuk sumber keragaman Waktu

LAMA PERANDAMAN	N	Subset	
		1	2
8 Jam	9	4.78	
4 jam	9	5.33	5.33
kontrol 25% kap. Lap	3		5.67
6 jam	9		5.78
Sig.		.159	.282

d. Hasil uji DMRT 5% untuk sumber keragaman konsentrasi

KONSENTRASI EMS	N	Subset	
		1	2
0.05%	9	4.67	
0.03%	9		5.56
0.07%	9		5.67
Kontrol 25% kap.lapang	3		5.67
Sig.		1.000	.786

e. Hasil Uji DMRT 5% Sumber Keragaman Interaksi

INTERAKSI EMS*LAMA PERENDAMAN	N	Subset			
		1	2	3	4
K2L3	3	4.33			
K1L3	3	4.67	4.67		
K2L1	3	4.67	4.67		
K2L2	3	5.00	5.00	5.00	
K3L1	3	5.33	5.33	5.33	5.33
K3L3	3	5.33	5.33	5.33	5.33
K4L4	3		5.67	5.67	5.67
K1L1	3			6.00	6.00
K1L2	3			6.00	6.00
K3L2	3				6.33
Sig.		.114	.114	.114	.114

8. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi EMS Terhadap Jumlah Cabang

a. Hasil Uji Anova 5%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12.000 ^a	9	1.333	3.077	.017
Intercept	770.010	1	770.010	1.777E3	.000
K	5.407	2	2.704	6.239*	.008
L	4.519	2	2.259	5.214*	.015
K * L	1.704	4	.426	.983	.439
Error	8.667	20	.433		
Total	874.000	30			
Corrected Total	20.667	29			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata

ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

b. Hasil Uji Anova 5% Interaksi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13.633 ^a	9	1.515	4.131	.004
Intercept	864.033	1	864.033	2.356E3	.000
INTer	13.633	9	1.515	4.131*	.004
Error	7.333	20	.367		
Total	885.000	30			
Corrected Total	20.967	29			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata
ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

c. Hasil uji DMRT 5% untuk sumber keragaman waktu

LAMA PERANDAMAN	N	Subset	
		1	2
8 Jam	9	4.78	
4 jam	9	5.33	5.33
kontrol 25% kap. Lap	3		5.67
6 jam	9		5.78
Sig.		.159	.282

d. Hasil uji DMRT 5% untuk sumber keragaman konsentrasi

KONSENTRASI EMS	N	Subset	
		1	2
0.05%	9	4.67	
0.03%	9		5.56
0.07%	9		5.67
Kontrol 25% kap.lapang	3		5.67
Sig.		1.000	.786

e. Hasil Uji DMRT 5% Sumber Keragaman Interaksi

INTERAKSI EMS*LAMA PERENDAMAN	N	Subset			
		1	2	3	4
K2L3	3	4.33			
K1L3	3	4.67	4.67		
K2L1	3	4.67	4.67		
K2L2	3	5.00	5.00	5.00	
K3L1	3	5.33	5.33	5.33	5.33
K3L3	3	5.33	5.33	5.33	5.33
K4L4	3		5.67	5.67	5.67
K1L2	3			6.00	6.00
K1L1	3				6.33
K3L2	3				6.33
Sig.		.087	.087	.083	.087

9. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi EMS Terhadap Luas Daun

a. Hasil Uji Anova 5%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	201871.326 ^a	9	22430.147	2.366	.052
Intercept	3479838.389	1	3479838.389	367.072	.000
KONSENTRASI	62880.995	2	31440.498	3.317 ^{ns}	.057
PERENDAMAN	36913.926	2	18456.963	1.947 ^{ns}	.169
KONSENTRASI * PERENDAMAN	35039.036	4	8759.759	.924 ^{ns}	.470
Error	189600.028	20	9480.001		
Total	3951589.480	30			
Corrected Total	391471.354	29			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata
ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

10. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi EMS Terhadap Jumlah Cabang Berbunga

a. Hasil Uji Anova 5%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	27.367 ^a	9	3.041	1.140	.382
Intercept	643.592	1	643.592	241.347	.000
K	20.222	2	10.111	3.792 [*]	.040
L	2.889	2	1.444	.542 ^{ns}	.590
K * L	4.222	4	1.056	.396 ^{ns}	.809
Error	53.333	20	2.667		
Total	801.000	30			
Corrected Total	80.700	29			

Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata
ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

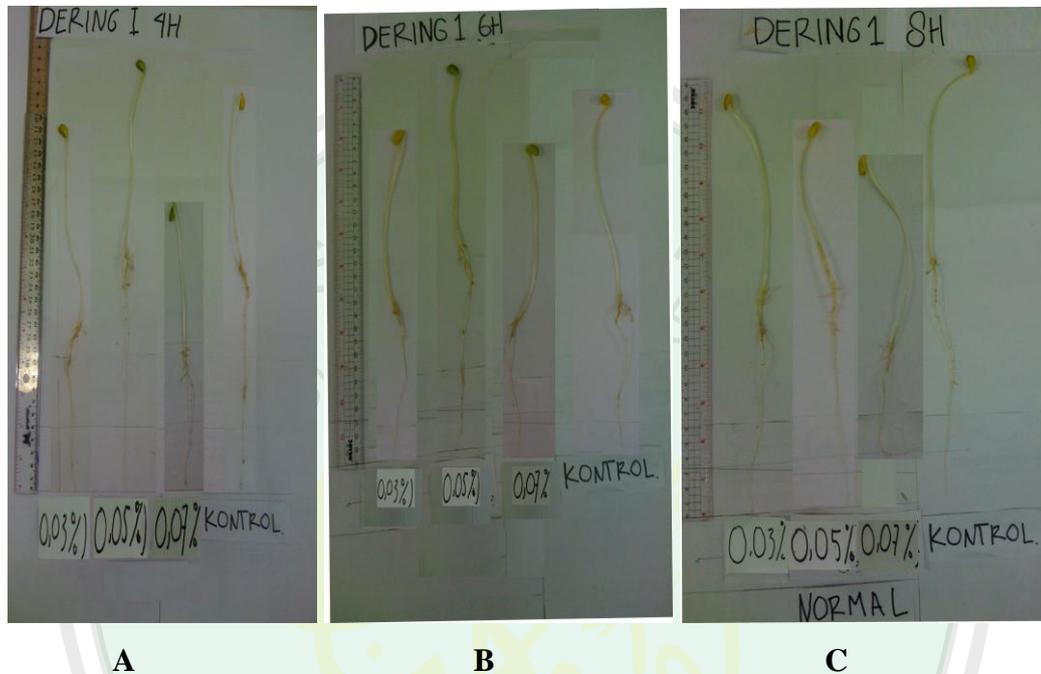
b. Hasil Uji Anova 5% Interaksi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	27.367 ^a	9	3.041	1.140	.382
Intercept	720.300	1	720.300	270.113	.000
INTER	27.367	9	3.041	1.140 ^{ns}	.382
Error	53.333	20	2.667		
Total	801.000	30			
Corrected Total	80.700	29			

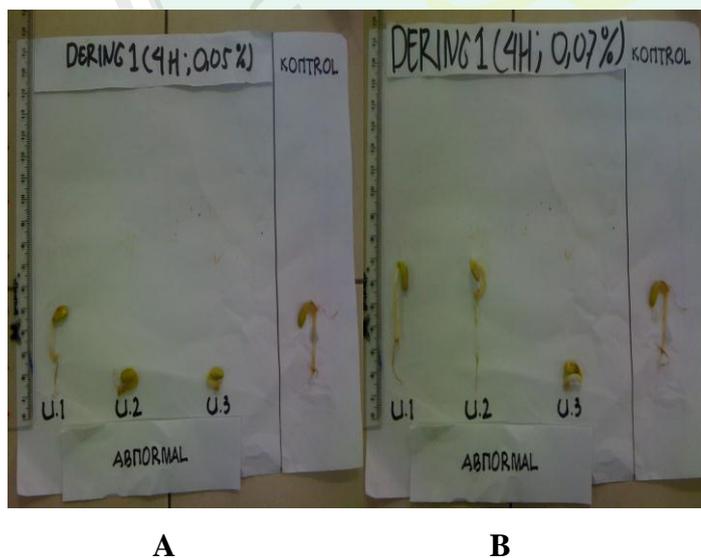
Keterangan : * = Menunjukkan pengaruh nyata
ns = Non signifikan/ tidak ada pengaruh

Lampiran 3. Gambar Kegiatan

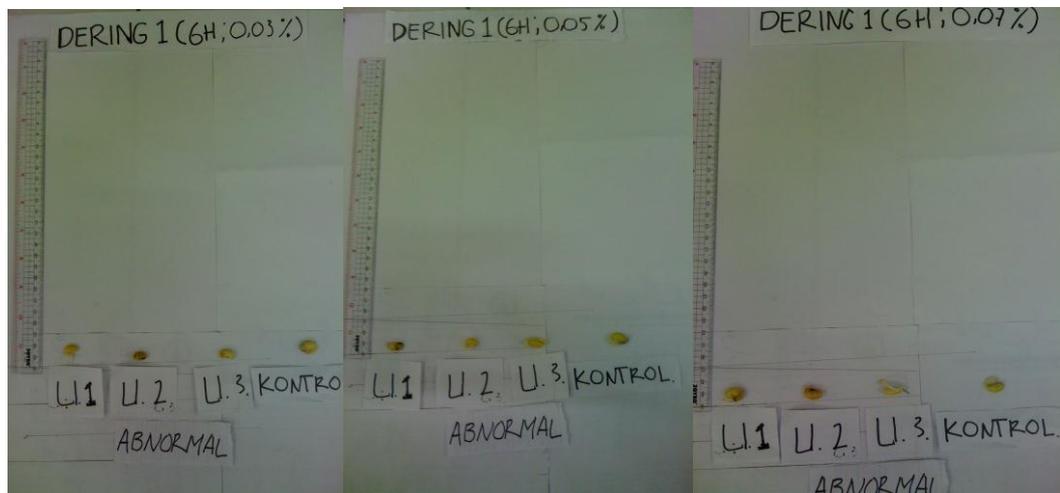
1. Perkecambahan Kedelai Varietas Dering 1



Gambar 1. Hasil Pengamatan Perkecambahan Kedelai (A) Perendaman 4 Jam; (B) Perendaman 6 Jam; (C) Perendaman 8 Jam



Gambar 2. Hasil Pengamatan Perkecambahan Kedelai Abnormal Perendaman 4 jam 0,05% (A) ; 0,07%(B)



A

B

C

Gambar 3. Hasil Pengamatan Perkecambahan Kedelai Abnormal Perendaman 6 jam 0,03% (A); 0,05% (B); (C) 0,07%.

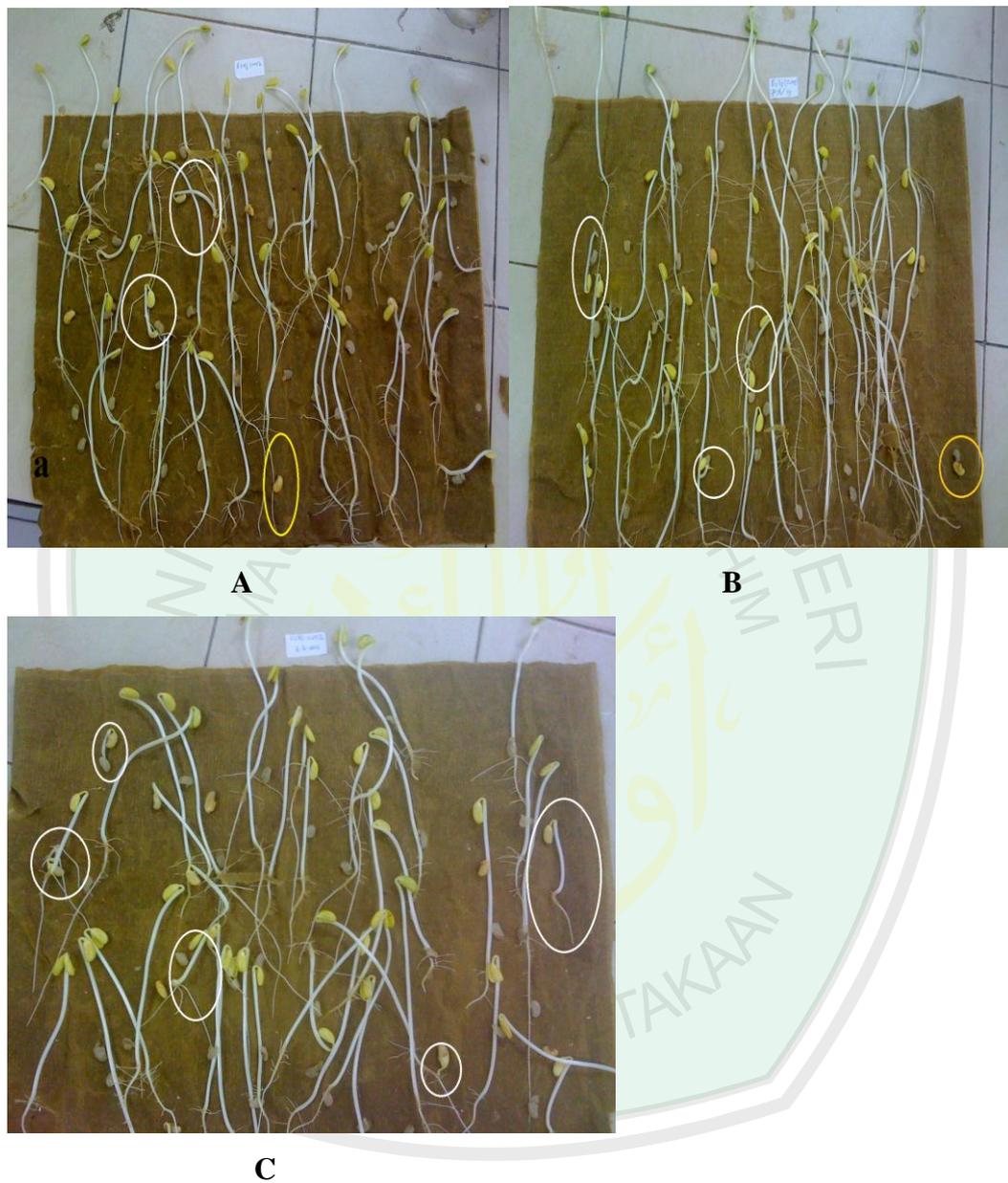


A

B

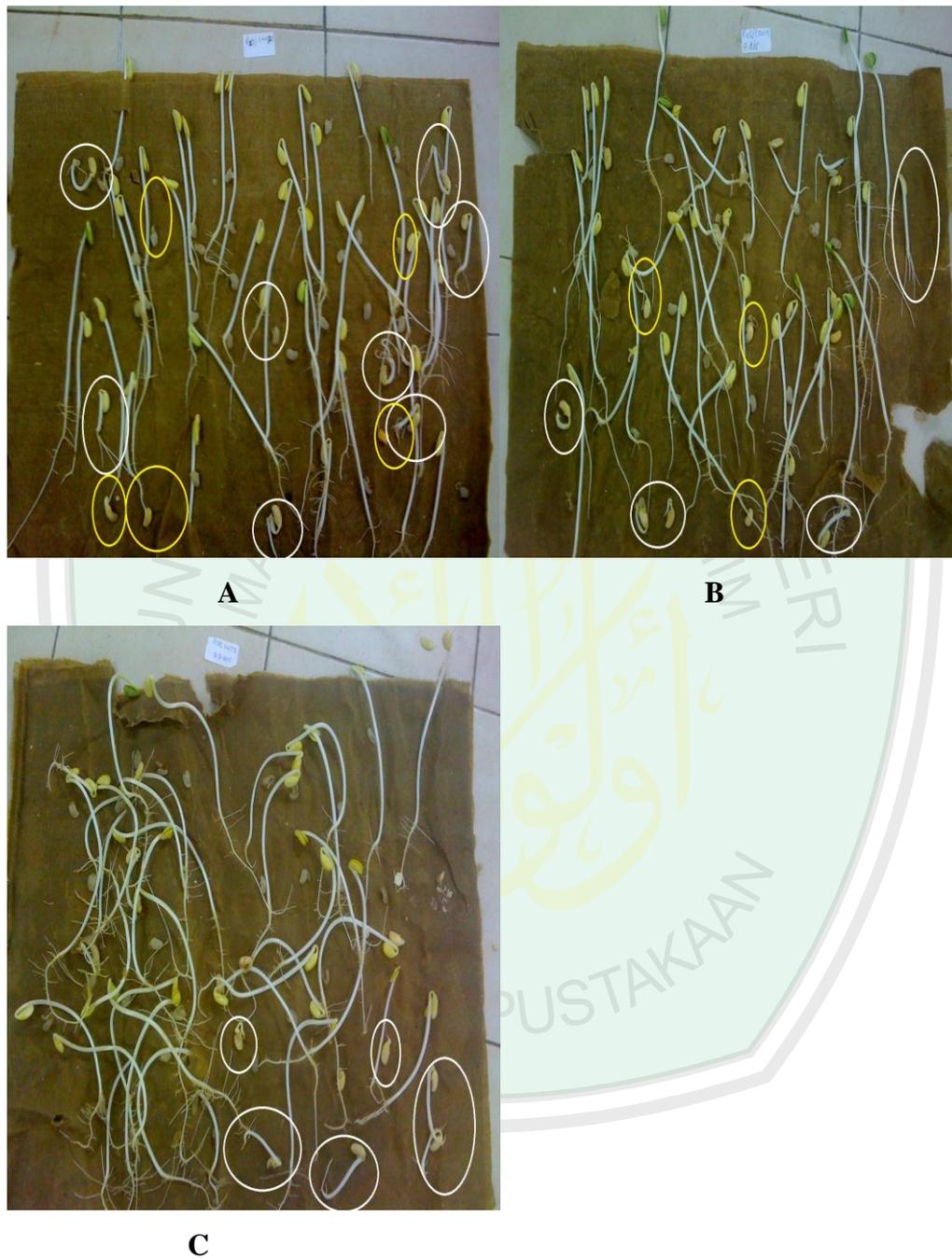
C

Gambar 4. Hasil Pengamatan Perkecambahan Kedelai Abnormal Perendaman 8 jam 0,03% (A); 0,05% (B); (C) 0,07%.



Ket: Lingkari Putih = Kecambah Abnormal ; Lingkari Kuning= Biji Mati

Gambar 5. Hasil Uji Daya Perkecambahan Konsentrasi EMS 0,05% 4 jam (A) 6 jam (B); 8 jam (C) .



Ket: Lingkari Putih = Kecambah Abnormal ; Lingkari Kuning= Biji Mati
Gambar 6. Hasil Uji Daya Perkecambahan Konsentrasi EMS 0,07% 4 jam (A) 6 jam (B); 8 jam (C) .



A



B



C



D



E



F



G

Gambar 7. Perlakuan Uji Perkecambahan Kedelai Varietas Dering 1 (A) perendaman biji dengan EMS (B), (C) dan (D) uji perkecambahan pada kertas merang (E) kecambah abnormal (F) pertumbuhan kecambah dari abnormal dan normal (G) kecambah kering

2. Pertumbuhan Kedelai Varietas Dering 1



Gambar 8. Konsentrasi 0,03% (a) perendaman 4 jam (b) perendaman 6 jam (c) perendaman 8 jam (d) control 25% K.P (e) control 100% K.P



Gambar 9. Konsentrasi 0,05% (a) perendaman 4 jam (b) perendaman 6 jam (c) perendaman 8 jam (d) control 25% K.P (e) control 100% K.P



Gambar 10. Konsentrasi 0,07% (a) perendaman 4 jam (b) perendaman 6 jam (c) perendaman 8 jam (d) control 25% K.P (e) control 100% K.P



Gambar 11. Perlakuan EMS 0,05 % perendaman 4 (a), 6 jam (b) dan 8 jam (c)



Gambar 12. Perlakuan EMS 0,03 % perendaman 4 (a), 0,07% perendaman 4jam (a) dan 8 jam (b)



Gambar 13. Pembungaan kedelai varietas Dering 1

3. Kegiatan Penelitian



a

b

c

Gambar 14. Kegiatan penelitian (a) penimbangan berat kerig kedelai (b) pengamatan tinggi batang kedelai (c) pengukuran luas daun