

RESPON MORFOLOGI BUNGA MATAHARI MERAH

(*Helianthus annus* L.Var. Velvet Queen)

TERHADAP PERLAKUAN MUTAGEN KIMIA EMS

(*ethylmethanesulfonate*)

Oleh :

FEBTA KRISTANTI RAHAYU



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI PEMULIAAN TANAMAN
MALANG
2007**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL :

RESPON MORFOLOGI TANAMAN BUNGA MATAHARI MERAH
(Helianthus annus L. Varietas Velvet Queen) **TERHADAP PERLAKUAN**
MUTAGEN KIMIA EMS (*ethylmethanesulfonate*)

Nama mahasiswa : Febta Kristanti Rahayu

NIM : 0310470016-49

Program Studi : Pemuliaan Tanaman

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr.Ir.Andy Soegianto,CESA
NIP. 131 124 662

Ir. Respatijarti, MS
NIP. 130 935 099

Mengetahui,

Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Agus Suryanto, M.S
NIP. 130 935 809

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : RESPON MORFOLOGI TANAMAN BUNGA
MATAHARI MERAH (*Hellianthus annuus* L.Var.Velvet
Queen) TERHADAP PERLAKUAN MUTAGEN KIMIA
EMS (*ethylmethanesulfonate*)

Nama mahasiswa : FEBTA KRISTANTI RAHAYU
NIM : 0310470016-49

Program Studi : Pemuliaan Tanaman

Jurusan : Budidaya Pertanian

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

DrIr.Andy Soegianto,CESA
NIP. 131 124 662

Ir. Respatijarti, MS
NIP. 130 935 099

Mengetahui,

Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Agus Suryanto, M.S
NIP. 130 935 809



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas Rahmat dan Hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul ” Respon Morfologi tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* var. Velvet Queen) terhadap perlakuan mutagen kimia EMS (*ethylmethanesulfonate*) ” dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan penelitian ini sehingga dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang berkepentingan. Dengan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang penulis hormati :

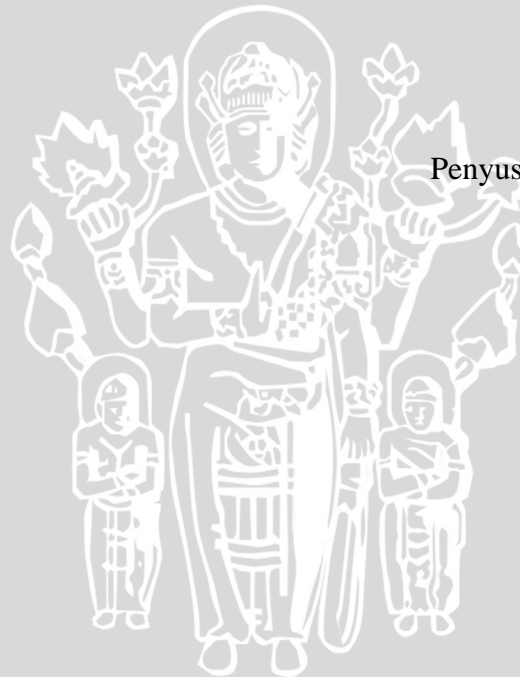
1. Bpk.Dr.Ir.Andy Soegianto, CESA selaku pembimbing utama yang selama setahun ini telah membimbing, memberi masukan serta atas kesabaran dan dedikasinya.
2. Ir.Respatijarti, MS selaku pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan bimbingan sehingga saya dapat lebih maju dalam berfikir, lebih sabar dan mampu memanfaatkan ilmu yang telah saya dapatkan selama ini
3. Kedua orang tua dan adikku tercinta atas segala curahan perhatian dan dukungan moril maupun materiil yang telah diberi.
4. Ir.Sitawati, MS yang telah mencurahkan perhatian dan kasih sayangnya melebihi kasih seorang ibu kepada anaknya.
5. L.Tommy I yang banyak membawa perubahan moril dan motivasi untuk lebih tegar dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Sahabat-sahabat di pemuliaan tanaman atas kebersamaan yang tak akan terlupakan, bantuan dan perjuangan yang telah kami lewati bersama.

Akhirnya saya selaku penyusun mohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan usulan penelitian ini. Harapan saya semoga penelitian yang saya lakukan ini dapat bermanfaat tidak hanya akan berhenti sebatas penelitian saja.

Malang, Agustus 2007

Penyusun



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada 5 Februari 1985 di kota dingin Batu dari pasangan bapak Wiyono dan ibu Yuni Elly. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak pada tahun 1991 di TK Dharma Wanita batu, pada tahun 1997 lulus dari pendidikan SD IMMANUEL Batu, pada tahun 2000 di SLTP-N 01 batu dan pada tahun 2003 di SMU-N 01 Batu. Pada tahun yang sama penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SPMB pada program studi Pemuliaan Tanaman Budidaya Pertanian. Penulis diterima di Lembaga Pendidikan Profesional LP3I Malang Jurusan Public Relation pada tahun ajaran 2004.

Penulis pernah aktif dalam kepengurusan Himpunan Mahasiswa Budidaya Pertanian sebagai Bendahara II periode 2004-2005, Kepala Dirjen Keuangan Badan Eksekutif mahasiswa periode 2005-2006. Tahun 2005 menjadi asisten Dasar-Dsar Pemuliaan tanaman dan tahun 2006 menjadi asisten Nutrisi Tanaman dan Hortikultura landscape. Beberapa prestasi non akademis yang membawa nama harum Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang diraih penulis pada akhir 2006 sebagai Juara Putri Lingkungan Hijau 2006 kota Malang pada program Pelestarian Lingkungan Hidup Malang Ijo Royo-Royo periode 2006-2007

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Hipotesa	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Diskripsi tanaman Bunga matahari.....	4
2.2 Syarat tumbuh	7
2.3 Mutasi.....	8
2.4 Mutagen kimia EMS	10
2.5 Konsentrasi dan lama perendaman EMS	14
2.6 Pengaruh mutagen terhadap bunga	16
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi dan waktu penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Metode pelaksanaan.....	18
3.4 Pelaksanaan penelitian	19
3.4.1 Sterilisasi Alat.....	19
3.4.2 Induksi mutasi dengan EMS	19
3.4.3 Penanaman	20
3.4.4 Identifikasi dan karakterisasi mutan.....	20
3.4.5 Analisis data.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	25
4.1.1 Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman <i>ethymethane sulfonate</i> (EMS) terhadap persentase perkecambahan dan persentase tanaman hidup bunga matahari merah (<i>Helianthus annuus</i> L. var. Velvet Queen)	25
4.1.2 Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap perubahan morfologi tanaman bunga matahari merah (<i>Helianthus annuus</i> L. var. Velvet Queen)	29
4.2 Pembahasan.....	49

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA	61
-----------------------------	----

LAMPIRAN	63
-----------------------	----

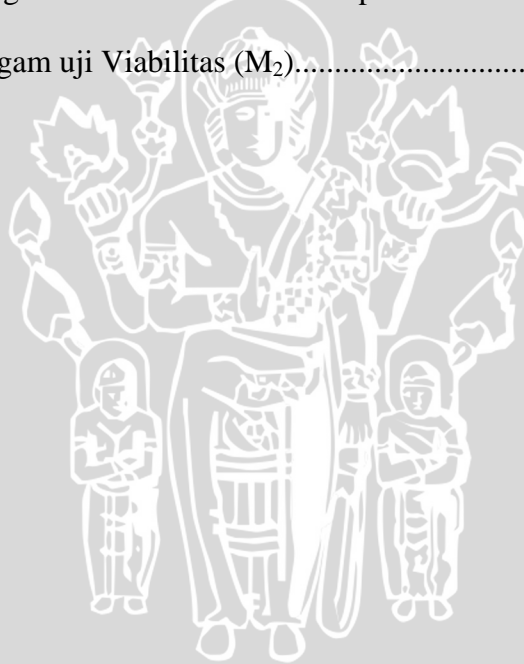


DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata persentase perkecambahan tanaman hasil mutasi (M_1).....	27
2.	Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata persentase tanaman hidup hasil mutasi (M_1).....	28
3.	Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata tinggi tanaman hasil mutasi (M_1).....	29
4.	Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata diameter batang tanaman hasil mutasi (M_1).....	30
5.	Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata jumlah daun tanaman hasil mutasi (M_1).....	31
6.	Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata jumlah bunga tanaman hasil mutasi (M_1).....	32
7.	Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata jumlah bunga tanaman hasil mutasi (M_1).....	33
8.	Tanaman hasil mutasi (M_1) yang mengalami perubahan bentuk daun pada 25 hst.....	34
9.	Warna petal.....	36
10.	Bentuk petal.....	36
11.	Tanaman hasil mutasi (M_1) yang mengalami perubahan bentuk dan warna petal.....	36
12.	Tanaman hasil mutasi (M_1) yang mengalami percabangan.....	48
13.	Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap persentase perkecambahan tanaman hasil mutasi (M_2).....	49

Lampiran

14.	Hasil analisis Ragam Tinggi Tanaman.....	62
15.	Hasil analisis Ragam Diameter Bunga.....	62
16.	Hasil analisis Ragam Diameter Batang.....	62
17.	Hasil analisis Ragam Jumlah Daun.....	62
18.	Hasil analisis Ragam Jumlah Bunga.....	63
19.	Hasil analisis Ragam Persen kecambah.....	63
20.	Hasil analisis Ragam Persen Tanaman Hidup.....	63
21.	hasil analisis Ragam uji Viabilitas (M_2).....	63



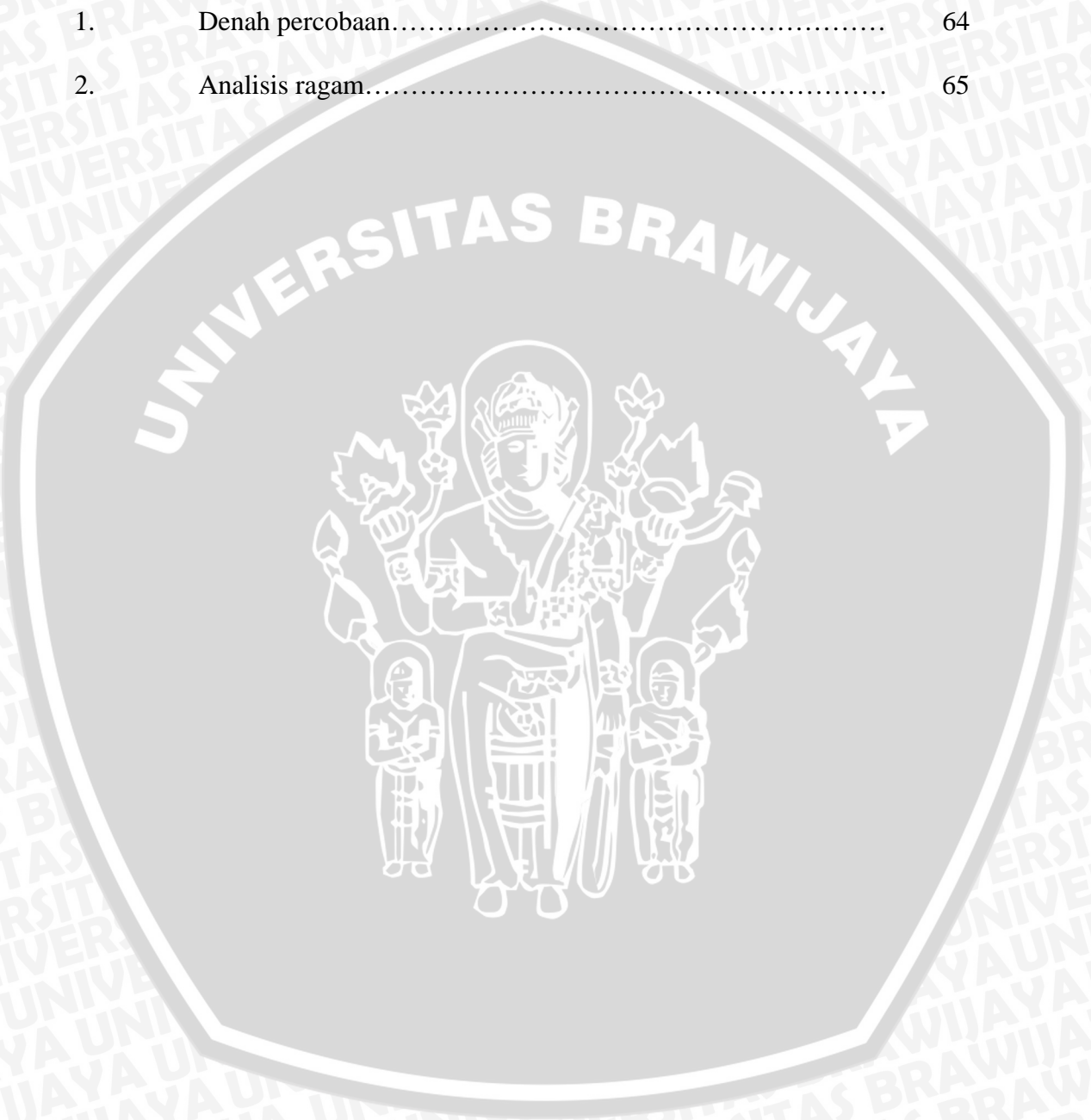
DAFTAR GAMBAR

Nomor Halaman	Teks	
1.	Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap laju perkecambahan tanaman bunga matahari merah (<i>Helianthus annuus</i> L. Var. Velvet Queen).....	27
2.	Kelainan bentuk daun tanaman hasil mutasi EMS (M ₁).....	35
3.	Colour chart warna petal.....	36
4.	Kelainan bentuk dan warna petal.....	37
5.	Bentuk dan warna petal tanaman hasil induksi mutasi EMS.....	44
6.	Mutan (M ₁) bercabang pada umur tanam yang berbeda.....	48
Lampiran		
7.	Denah percobaan.....	61
8.	Grafik Analisi Regresi.....	64



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Halaman	Teks	
1.	Denah percobaan.....	64
2.	Analisis ragam.....	65



RINGKASAN

Febta Kristanti Rahayu (0310470016-49) : Respon morfologi tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen) terhadap perlakuan mutagen kimia EMS (*ethylmethanesulfonate*). Di bawah bimbingan Dr.Ir.Andy Soegianto,CESA dan Ir. Respatijarti, M.S

Tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) merupakan tanaman yang sudah cukup dikenal di Indonesia namun belum banyak dikembangkan. Seiring perkembangan teknologi, bunga matahari telah dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam berbagai bidang industri antara lain penghasil minyak nabati rendah kolesterol, cat dan pernis bermutu tinggi, tambahan bahan kosmetik, pakan burung, diolah menjadi tepung, minyak goreng, bahan dasar margarine dan obat-obatan. Oleh karena itu tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) memiliki potensi untuk sebagai tanaman yang bernilai ekonomi tinggi. Mengingat akan manfaatnya yang sangat banyak sehingga diperlukan usaha-usaha pemuliaan agar memperoleh keragaman tanaman sebagai bahan penelitian selanjutnya. Semakin besar variasi, maka akan semakin besar peluang untuk memilih tanaman yang dikehendaki.

Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah mutasi buatan, dengan mutasi induksi akan dihasilkan segala macam tipe perubahan bahan keturunan yang mengakibatkan perubahan kenampakan fenotipe yang diturunkan. Pada akhirnya keragaman genetik tanaman dapat ditingkatkan dan kultivar baru dapat diperoleh dalam waktu yang lebih singkat. Teknik mutasi induksi sangat cocok diaplikasikan karena beberapa karakter yang penting secara ekonomi, seperti potensi hasil, karakteristik bunga atau pertumbuhan dan lain-lain mudah diamati setelah perlakuan mutagenik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen) terhadap perubahan sifat morfologinya akibat perlakuan mutagen kimia EMS (*ethylmethanesulfonate*) dalam beberapa konsentrasi dan lama perendaman, mendapatkan konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) yang tepat dalam menginduksi tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen) yang diharapkan akan bermanfaat sebagai pedoman pada aplikasi EMS dalam rangka usaha mutagenesis selanjutnya. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah adanya perubahan morfologi tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen) pada perlakuan mutagen kimia EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan konsentrasi dan lama perendaman yang berbeda.

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi gelas ukur, alumunium foil, masker, sarung tangan, shaker, pinset, micropipet, pengaduk, sendok plastik, plug / tray, polibag 25', dibel, sekop, sendok teh, gunting, spidol besar, isolasi kertas, gembor, mika, alat tulis, buku.. Bahan yang digunakan meliputi benih bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen), EMS dengan konsentrasi (0%; 0,05% ; 0,1% ; 0,15% dan 0,20%), aquades, pupuk NPK lengkap, media tanam

benih (top soil, pasir kali = 1:1), media tanam bibit (sekam mentah, pupuk organik, top soil = 1:1:2).

Penelitian menggunakan Rancangan Acak kelompok (RAK) faktorial. Perlakuan terdiri dari dua faktor, faktor pertama adalah konsentrasi EMS (*ethyl methane sulfonate*) (0%; 0,05% ; 0,075% ; 0,1% dan 0,125%) dan faktor kedua adalah lama perendaman (2, 4, 6 jam) dengan masing-masing 3 ulangan. Parameter pengamatan ialah Persentase perkecambahan, persentase tanaman hidup, tinggi tanaman, diameter batang, diameter bunga, jumlah daun, jumlah bunga, percabangan, bentuk dan warna petal, serta uji viabilitas benih. Dari data yang diperoleh, rata-rata hasil pengamatan dilakukan dengan analisis ragam uji F (taraf 5%).

Hasil sidik ragam pada variabel pengamatan pengaruh perlakuan konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) secara kuantitatif yang meliputi persentase perkecambahan, persentase tanaman hidup, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, jumlah bunga dan persentase perkecambahan tanaman hasil mutasi(M₁) menunjukkan interaksi yang berbeda nyata sedangkan diameter bunga tidak menunjukkan interaksi yang berbeda nyata. Variabel pengamatan secara kualitatif yang meliputi bentuk daun, warna dan bentuk petal serta tanaman yang mengalami percabangan menunjukkan perbedaan yang nyata dengan adanya tanaman yang mengalami kelainan berupa perubahan bentuk dibandingkan dengan tanaman kontrol.

Konsentrasi EMS 0.20% dan lama perendaman 4 jam mampu mempercepat laju perkecambahan benih tanaman hasil mutasi (M₁).Konsentrasi EMS 0.20% dan lama perendaman 2 jam mampu mendapatkan rata-rata tinggi tanaman dan diameter batang mutan yang tinggi. Konsentrasi EMS 0.15% dan lama perendaman 6 jam mampu meningkatkan persentase perkecambahan, persentase tanaman hidup, viabilitas benih, jumlah daun dan jumlah bunga mutan. Perlakuan perbedaan konsentrasi dan lama perendaman EMS yang berbeda mengindikasikan bahwa agen alkilat dari EMS mampu menginduksi terjadinya mutan bercabang, mutan yang memiliki perubahan bentuk daun, bentuk dan warna petal.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman hias ialah tanaman yang dibudidayakan dengan harapan tanaman tersebut memberikan nilai keindahan yang dapat menghiasi suatu lingkungan baik dari bentuk daun, warna bunga, batang maupun buahnya sehingga lingkungan menjadi sejuk dan tidak menjemukan, baik yang ditanam pada lahan (taman) maupun dalam pot. Salah satu tanaman penghasil biji yang memiliki yang potensi untuk dikembangkan sebagai tanaman hias adalah bunga matahari (*Helianthus annuus L.*), meskipun sebagian besar dibudidayakan sebagai tanaman produksi akan tetapi beberapa kultivar telah dibudidayakan sebagai bunga potong bahkan sebagai tanaman hias dalam pot maupun sebagai tanaman pembatas (border plant) karena bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) memiliki karakteristik keindahan mahkota dan warna bunga yang menarik.

Tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) merupakan tanaman yang sudah cukup dikenal di Indonesia, namun belum banyak dikembangkan. Seiring perkembangan teknologi bunga matahari telah dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam berbagai bidang industri penghasil minyak nabati rendah kolesterol, cat dan pernis bermutu tinggi, tambahan bahan kosmetik, pakan burung, diolah menjadi tepung, minyak goreng, bahan dasar margarin dan obat-obatan. Oleh karena itu tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) memiliki potensi untuk

dikembangkan menjadi tanaman yang bernilai ekonomi tinggi. Mengingat akan manfaatnya yang sangat banyak sehingga diperlukan usaha-usaha pemuliaan agar memperoleh keragaman tanaman sebagai bahan penelitian selanjutnya. Semakin besar variasi, maka akan semakin besar peluang untuk memilih tanaman yang dikehendaki.

Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah mutasi induksi, dengan mutasi induksi akan dihasilkan segala macam tipe perubahan bahan keturunan yang mengakibatkan perubahan kenampakan fenotipe yang diturunkan. Pada akhirnya keragaman genetik tanaman dapat ditingkatkan dan kultivar baru dapat diperoleh dalam waktu yang lebih singkat. Teknik mutasi induksi sangat cocok diaplikasikan karena beberapa karakter yang penting secara ekonomi, seperti potensi hasil, karakteristik bunga atau pertumbuhan dan lain-lain mudah diamati setelah perlakuan mutagenik.

1.2 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah

- a. Mengetahui respon tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen) terhadap perubahan sifat morfologinya akibat perlakuan mutagen kimia EMS (*ethylmethanesulfonate*) dalam beberapa konsentrasi dan lama perendaman.

- b. Mendapatkan konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) yang tepat dalam menginduksi tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen).

1.3 Hipotesa

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah adanya perubahan morfologi tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen) pada perlakuan mutagen kimia EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan konsentrasi dan lama perendaman yang berbeda



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanaman Bunga Matahari Merah (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen)

Tanaman bunga matahari termasuk dalam famili Compositae, genus *Helianthus*, species *Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen (Steenis, 1992). Tanaman bunga matahari merupakan tanaman herba, berbatang keras/kaku dan berbulu, daunnya berbentuk hati, kasar dan panjangnya mencapai 20 cm (Suryowinoto, 1997).

Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) dibagi menjadi 2 tipe berdasarkan kegunaannya, yaitu tipe I untuk produksi minyak dan tipe II untuk produksi non minyak. Biji bunga matahari tipe I mengandung 38-50% minyak dan sekitar 20% protein, mempunyai ciri-ciri berwarna hitam dan langsing (lambung biji tipis). Tipe II mempunyai biji dengan kandungan minyak yang rendah dan bergaris-garis serta mempunyai lambung biji yang lebih tebal (Anonymous, 1995).

Kultivar bunga matahari memiliki sifat yang berbeda-beda, terutama tinggi tanaman; jumlah, diameter dan warna bunga; ukuran, bentuk dan warna biji, kadar kulit dan kadar minyak biji serta kesesuaian pada lingkungan. Namun pada dasarnya kultivar tersebut dapat digolongkan ke dalam 3 tipe berdasarkan pertumbuhannya, yaitu tipe berukuran besar (*Giant types*), semi kecil (*semi-dwarf type*) dan kecil (*dwarf type*). Adapun bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen) masuk dalam tipe semi kecil (*semi-dwarf type*) dengan ciri-ciri mempunyai

tinggi 137-183 cm berumur genjah, diameter bunga 12,7-17,8 cm, biji lebih kecil berwarna hitam, abu-abu atau bergaris-garis dan berkadar minyak tinggi, bunga berwarna merah gelap (Purseglove, 1966).

Pembentukan bunga dimulai pada saat tanaman berumur 30-110 hari setelah tanam tergantung varietas dan kondisi lingkungan. Bunga terbentuk pada akhir batang pokok atau ketiak daun. Kepala bunga berbentuk seperti cakram berdiameter 10-20 cm, dalam tiap cakram terdapat dua jenis bunga yaitu bunga yang letaknya dipinggir berbentuk pita dan tidak pernah menghasilkan biji. Adapun bunga lainnya yang menutupi muka cakram adalah bunga sempurna yang disebut bunga pembuluh (tabung), sebagian besar dari bunga ini membentuk biji. Mahkota bunga biasanya berbentuk pita dan berwarna kuning, sedangkan bunga tabung berwarna coklat atau keunguan (Anonymous, 1995).

Buah tanaman ini merupakan *achene* yaitu buah kurung atau buah berbiji satu dengan dinding buah tipis tidak pecah dan berdekatan dengan kulit biji tetapi tidak berlekatan. Buah terus berkembang walaupun kadang-kadang tidak diikuti dengan perkembangan biji, sehingga sering diperoleh buah tidak berbiji (hampa). Panjang buah 7-25 mm dengan lebar 4-13 mm. Bobot 100 biji antara 4-20 gr (Suwarso, 1979). Hidayat (1995) menyatakan bahwa kelompok famili Compositae mempunyai buah berbiji satu yang terbentuk oleh satu karpel. Dinding buah dan dinding biji lepas satu dari yang lain. Kadang-kadang dibentuk dari bakal buah beruang satu, namun dapat juga dari bakal buah beruang lebih dari satu dengan satu bakal biji atau lebih untuk

setiap ruang. Pada daerah beriklim sedang, benih bunga matahari membutuhkan waktu sekitar 11 hari setelah tanam untuk berkecambah, 33 hari pembentukkan kuncup bunga, 27 mekar bunga pertama, 8 hari kemudian terakhir bunga muncul, dan 30 hari selanjutnya kematangan bunga matahari. Setiap kultivar memiliki saat-saat kematangan yang berbeda-beda, biasanya berhubungan dengan ada tidaknya perubahan lingkungan yang terjadi pada masa vegetatif atau sebelum masa kemunculan bunga tersebut di atas permukaan tanah (Putnam, Oplinger, Hick, Durgan, Noetzel, Meronuck, 2003)

Secara fisiologis, perkecambahan benih adalah dimulainya lagi proses metabolisme yang tertunda. Secara biokimia, perkecambahan merupakan diferensiasi lanjutan dari lintasan oksidatif dan lintasan sintetik serta perbaikan lintasan biokimia khusus dari pertumbuhan dan perkembangan vegetatif (Khan, 1992). Proses perkecambahan benih dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Faktor genetik yang berpengaruh adalah susunan kimiawi benih yang berhubungan dengan daya hidup benih. Sifat ketahanan ini meliputi masalah kadar air benih, kegiatan enzim dalam benih dan kegiatan-kegiatan fisik atau biokimiawi dari kulit benih, sedangkan faktor lingkungan yang sangat berpengaruh adalah air, gas, suhu dan oksigen (Bewley dan Black, 1985).

Kulit benih dan struktur disekitarnya dapat mempengaruhi kemampuan perkecambahan benih melalui penghambatan terhadap penyerapan air, pertukaran gas, difusi inhibitor endogenous atau penghambatan pertumbuhan embrio. Sementara jika penghambatan perkecambahan terjadi pada benih yang tidak

mempunyai kulit keras atau tidak memerlukan skarifikasi untuk penyerapan air, maka kemungkinan penyebabnya adalah penghambat bagian lain dari benih misalnya endosperma (Watkins dan Cantliffe, 1985).

Jumlah, diameter/ukuran bunga maupun berat dan jumlah biji yang terbentuk dalam satu tanaman akan berbeda-beda. Bunga pertama (utama) lebih besar daripada bunga kedua, ketiga dan selanjutnya. Hal ini disebabkan karena hasil fotosintesis akan disalurkan pada bunga yang terbentuk lebih dahulu, kemudian baru pada bunga-bunga berikutnya (Mardjono dan Suprijono, 1993)

2.2 Syarat Tumbuh

Bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen) adalah tanaman yang mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan . Namun demikian, tanaman ini lebih menghendaki daerah dengan curah hujan merata antara 1000- 3000 mm/th dan berada pada ketinggian antara 1-1000 m dpl (Sutarni, 1997). Pada daerah dengan curah hujan yang tinggi akan menyebabkan terjadinya kegagalan pembungaan dan pembuahan sehingga biji menjadi hampa, selain itu tanaman akan mudah busuk dan terserang penyakit. Pada periode tertentu, pembungaan tanaman ini membutuhkan curah hujan 300-600 mm/th. Curah hujan dibutuhkan untuk mempercepat perkecambahan, tegaknya akar tunggang dan pembungaan, sedangkan pada masa berbunga diperlukan udara yang cukup cerah untuk membantu proses persarian yang intensif hingga biji mulai masak dan siap untuk diambil. Bunga matahari dapat tumbuh dalam berbagai jenis tanah antara lain tanah berpasir atau lempung berpasir dengan tekstur gembur, lapisan topsoilnya tebal dan sistem drainase

baik. Tanah yang dalam dan hangat ($10-15^{\circ}\text{C}$) penting untuk pembentukan akar (Kaul dan Das, 1986).

Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik dengan intensitas matahari penuh, kelembaban tanah tetap terjaga dan pH tanah 6.5 – 8.5, tidak tahan suasana asam. Salinitas berpengaruh terhadap pertumbuhan, karakteristik biji dan mengurangi ketahanan terhadap penyakit (Suwarso, 1979). Agar berdaya tumbuh tinggi, benih harus cukup tua dan benar-benar kering. Paling baik menggunakan benih yang disimpan 2 bulan setelah panen karena memiliki viabilitas di atas 90 % (Paimin, 2004).

2.3 Mutasi

Mutasi ialah perubahan yang terjadi pada bahan genetik (DNA maupun RNA), baik pada taraf urutan gen maupun pada taraf kromosom. Mutasi adalah suatu proses dimana suatu susunan gen mengalami perubahan struktur. Mutasi pada tingkat kromosomal biasanya disebut *aberasi*, mutasi pada gen (mutasi titik) merupakan proses perubahan urutan basa pada sebagian molekul DNA yang berpadanan dengan satu gen tunggal dan menjadi dasar bagi kalangan pendukung evolusi mengenai munculnya variasi-variasi baru pada spesies. Mutasi ini akan menyebabkan perubahan asam amino yang kemudian akan menghasilkan protein yang berlainan, akibatnya adalah pembacaan enzim atau polipeptida yang berubah fungsinya. Mutasi gen boleh berlaku secara spontan atau secara terarah (Gardner dan Snustad, 1984).

Mutasi terjadi pada frekuensi rendah di alam, biasanya lebih rendah daripada 1:100.000 individu. Mutasi di alam dapat terjadi akibat zat pembangkit mutasi

(mutagen, termasuk karsinogen), radiasi surya maupun radioaktif, serta loncatan energi listrik seperti petir. Individu yang memperlihatkan perubahan sifat (fenotipe) akibat mutasi disebut *mutan*. Dalam kajian genetik, mutan biasa dibandingkan dengan individu yang tidak mengalami perubahan sifat (individu *tipe liar* atau "wild type"). Mutasi gen terjadi sebagai perubahan dalam gen dan timbul secara spontan. Mutasi merupakan sumber utama bentuk gen baru dan menimbulkan keragaman genetik bagi seleksi alami dan untuk pemuliaan tanaman dalam menciptakan varietas baru (Gardner dan Snustad, 1984).

Mutasi membentuk variabilitas yang dapat diwariskan dan merupakan kunci keberhasilan seleksi alam (Welsh, 1991). Menurut Baenziger(2000) mutasi dihasilkan dari segala macam tipe perubahan bahan keturunan yang mengakibatkan perubahan kenampakan fenotip yang diturunkan. Berdasarkan penyebabnya maka mutasi dapat dibedakan menjadi mutasi spontan dan mutasi buatan. Mutasi spontan terjadi secara spontan pada semua sel, sedangkan mutasi buatan dihasilkan ketika suatu organisme diberi perlakuan mutagen baik mutagen kimia maupun mutagen fisika.

Penyebab terjadinya mutasi adalah bahan radioaktif seperti *x-rays*, *neutron*, *gamma rays*, *radioisotop*, dan *sinar UV*. Adanya penyinaran radiasi ini menyebabkan perubahan struktur gen, *delesi*, *sequensi* gen, perubahan susunan kromosom, meningkatkan atau menurunkan frekuensi dari kias mata serta menyebabkan terjadinya pengurangan atau penambahan kromosom. Penyebab mutasi yang lain ialah mutagen kimia dalam hal ini adalah *alkaling agent* seperti *ethylmethanesulfonate* (EMS), *diethylsulphate* (DES), *methylmethanesulfonate*

(MMS), *hydroxylamine*, dan sebagainya. Mutagen kimia pemakaiannya lebih mudah dan menyebabkan kerusakan yang lebih sedikit dengan cara aplikasi perendaman biji, kuncup, akar, dan bagian meristem tanaman yang lain (Jain, 1999).

Pemuliaan mutasi ialah perlakuan induksi mutagen untuk mendapatkan varietas tanaman yang unggul yang diinginkan. Tujuan mutasi adalah untuk meningkatkan keragaman suatu tanaman yang dimutasi. Pemuliaan mutasi menunjukkan pemakaian mutagen oleh pemulia tanaman untuk menciptakan keragaman dan mutasi buatan salah satunya untuk mendapatkan variasi kandungan gizi maupun morfologi tanaman. Semakin besar variasi, maka akan semakin besar peluang untuk memilih tanaman yang dikehendaki. Meskipun pemuliaan mutasi bukan sesuatu yang baru, pemuliaan mutasi dapat sangat efektif untuk meningkatkan kebutuhan manusia akan kebutuhan pangan (Isdijoso, 1993).

Kecepatan mutasi bervariasi sesuai dengan dosis mutagen. Dosis yang dianggap efektif ialah yang hanya mengakibatkan kematian 50 % atau LD50 (50 % lethal Dose) dari populasi yang mendapat perlakuan (Welsh, 1991).

2.4 Mutagen Kimia *ethylmethanesulfonate* (EMS)

EMS (*ethylmethanesulfonate*) ialah sejenis mutagen kimia penyebab alkilasi yang efektif menginduksi mutasi berbagai jenis organisme. EMS (*ethylmethanesulfonate*) merupakan mutagen kimia dengan BM 124.2 dimana mutasi dengan mutagen ini banyak dilakukan pada berbagai tanaman dan efektif dalam membentuk mutan. EMS (*ethylmethanesulfonate*) mempunyai rumus kimia

$\text{CH}_3\text{SO}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ dapat mengintroduksi gugus alkylnya ($-\text{CH}_2\text{CH}_3$) pada DNA (Mehandjiev dkk, 1999).

Agen alkilasi akan bereaksi dengan DNA pada berbagai macam cara dan dapat menyebabkan efek mutagenik yang bermacam-macam. Akibat yang ditimbulkan *transisi*, *transversi*, *mutasi frameshift*, dan *mutasi kromosom*. Agen alkilasi termasuk *ethylmethanesulfonate* (EMS), *diethylsulphate* (DES), *methylmethanesulfonate* (MMS), *hydroxylamine*, dan sebagainya, komponennya akan bereaksi dengan memindahkan kelompok alkil ($\text{CH}_3\dots\dots, \text{CH}_3-\text{CH}_2\dots\dots$) pada basa dalam untai DNA (Elseth dan Baumgardner, 1984).

EMS (*ethylmethanesulfonate*) mempunyai gugus alkil yang mampu merubah satu basa sehingga nantinya menyebabkan basa tersebut mendapatkan pasangan yang salah. Perlakuan pada EMS menyebabkan beberapa *guanine* dan *thymine* dalam DNA mengalami metilasi sehingga atom O yang berada pada atom N_6 dari *guanine* atau atom O pada N_4 dari *timin* mengalami metilasi sehingga terbentuk O_6 - *methylguanine* atau O_4 -*methylthymine*. *Guanine* yang seharusnya berpasangan dengan *cytosin* berubah seperti *adenine* dan berpasangan dengan *thymine*, sementara *thymine* yang seharusnya berpasangan dengan *adenin* berubah seperti *cytosine* dan berpasangan dengan *guanine*. Dengan demikian terjadi transisi dari G-S menjadi A-T untuk *guanine* yang termetilasi, dan dari T-A menjadi G-S untuk *thymine* yang termetilasi (Russel,2000).

EMS (*ethylmethanesulfonate*) merupakan agen alkilasi yang akan melibatkan reaksi dengan G, pada tahap ini ikatan alkil dan Nitrogen pada posisi ke-7 yang akan

menyebabkan *depurinasi*. Pada *depurinasi* basa purin dipisahkan dari gula fosfat “*back bone*” meninggalkan gap dari DNA. Jika apuridik gap tersedia selama replikasi kemungkinan terjadi penggantian basa atau mutasi frameshift. Basa pengganti akan meningkat karena beberapa nukleotida kemungkinan dapat disisipkan pada untai komplemen selanjutnya sehingga menghasilkan transisi atau transversi, sedangkan gap yang sederhana akan melewati enzim replikasi menghasilkan nukleotida delesi dan mutasi *frameshift*. Mutasi yang dihasilkan oleh agen alkilasi seperti EMS (*ethylmethanesulfonate*) adalah mutasi titik (*point mutation*) dengan cara mengubah protein yang dihasilkan (Elseth dan Baumgarner, 1984).

Mutasi yang diinduksi oleh agen alkilasi seperti *ethylmethanesulfonate* (EMS) dalam gen yang mengkode protein menyebabkan terjadinya perubahan asam amino dalam protein, seperti berikut ini (Russel, 2000) :

- Mutasi *missence* merupakan perubahan satu asam amino ke satu asam amino yang lain, ini merupakan mutasi transisi dari AT – GS yang merubah kodon dari liosin menjadi asam glutamat.



- Mutasi *nonsense* merupakan perubahan satu asam amino ke asam amino yang lain atau ke stop kodon, ini merupakan mutasi transversi dari AT – TA yang menyebabkan kodon dari lisin menjadi UAA yang merupakan stop kodon.



- c. Mutasi *netral* merupakan perubahan dari satu asam amino ke asam amino yang lain dengan kandungan senyawa kimia yang serupa, ini merupakan transisi dari TA – GS yang merubah kodon dari lisin ke arginin.



- d. Mutasi *silent* merupakan perubahan dalam kodon yang menentukan asam amino yang sama, ini merupakan transisi dari AT – GS pada posisi ke-3 dari kodon sehingga kodon akan tetap mengkode lisin.



- e. Mutasi *frameshift* merupakan penambahan atau pengurangan dari satu atau lebih pasang basa yang menunjukkan satu perubahan dalam reading frame, ini merupakan insersi dari sepasang basa GS yang merebutkan pesan setelah glutamin.

Mutasi dengan EMS telah banyak dilakukan pada berbagai macam tanaman. Umumnya EMS (*ethylmethanesulfonate*) efektif dalam pembentukan mutan. Pada kapri dilaporkan bahwa mutasi dengan menggunakan mutagen kimia EMS (*ethylmethanesulfonate*) menghasilkan lebih banyak mutan fertil dibandingkan dengan penggunaan mutagen kimia yang lain seperti *diethylsulphonate* dan *ethyleneimine* (Mehandjiev, 1999).

Menurut Gottscalk (1971), baik mutagen fisik maupun kimia menyebabkan tanaman mempunyai produktifitas yang lebih tinggi, tahan penyakit embun tepung dan memiliki kandungan protein yang lebih tinggi.

Pada kerk lily dilaporkan peningkatan konsentrasi EMS cenderung menghambat pertumbuhan eksplan. Kondisi ini dimungkinkan karena adanya perubahan totipotensi sel yang mengarah pada penurunan kemampuan sekumpulan sel pada daerah meristem akibat perubahan susunan basa nitrogen khromosom (Lehninger, 1994). EMS tergolong sebagai agens mutasi karena kemampuannya 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 *et al.*, 1984, Eadie *et al.* 1984, Loechler *et al.*, 1984, dan Snow *et al.*, 1984. *cit* Dodson & Masker, 1986). Adanya rekombinasi pada pita baru DNA tersebut menyebabkan perubahan pada struktur genetik organisme. Di lain pihak Duran (1990) melaporkan bahwa EMS (*ethylmethanesulfonate*) merupakan agen mutasi yang bersifat toksik terhadap kultur *in vitro*.

2.5 Konsentrasi dan Lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*)

Perlakuan mutagen kimia pada spesies yang berbeda akan memiliki kepekaan yang berbeda. Oleh karena itu baik perlakuan konsentrasi dan lama perendaman akan menimbulkan akibat yang berbeda, bahkan untuk bagian tanaman yang berbeda akan lain pula kepekaannya.

Priyono dan Agung (2002) mengemukakan bahwa pada konsentrasi yang rendah (0,05%), EMS (*ethylmethanesulfonate*) dapat berfungsi sebagai zat pengatur tumbuh karena mampu memacu peningkatan nilai jumlah tunas, jumlah *bulblet*, dan presentase sisik mikro berakar, dan hingga konsentrasi 0,1% EMS (*ethylmethanesulfonate*) hanya mampu memacu peningkatan nilai jumlah *bulblet* pada kultur in vitro sisik mikro kerk lily. EMS (*ethylmethanesulfonate*) mempunyai pengaruh negatif terhadap peubah-peubah pertumbuhan kultur in vitro sisik mikro kerk lily linier dengan meningkatnya aras konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) pada selang 0-0,25%. Perendaman eksplan dalam EMS (*ethylmethanesulfonate*) selama 4 hari telah memungkinkan terjadinya proses difusi EMS (*ethylmethanesulfonate*) secara maksimal ke dalam jaringan sisik mikro kerk lily.

Hasil penelitian Odeigah dan Myens (1998) pada cowpea (*Vigna unguiculata*) perlakuan dengan EMS (*ethylmethanesulfonate*) menghasilkan perkecambahan yang baik dan variasi morfologi yang cocok untuk pemuliaan mutasi pada konsentrasi 0,05% lama perendaman 6 jam dan 0,1% pada lama perendaman 4 jam. Perubahan yang teramati adalah tanaman dengan peduncle (tangkai bunga / tangkai buah) yang bercabang, pigmentasi antosianin pada polong dan batang, perubahan pada bentuk dan warna daun bunga, sterilitas jantan, pemasakan awal dan ketahanan terhadap aphid dan bruchid.

Pada kenaf perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan konsentrasi 0,4-0,6 % paling efektif menginduksi variabilitas karakter-karakter poligenik kuantitatif.

Data yang dikoleksi termasuk tinggi tanaman, diameter basal, waktu untuk berbunga 100%, berat serat/tan (Maiya *et. al*, 1994)

2.6 Pengaruh Mutagen terhadap bunga

Induksi mutagen dapat mempengaruhi organ-organ reproduksi dengan menghasilkan fenomena-fenomena yang bervariasi. Fenomena tersebut antara lain: terhambatnya pembungaan, bunga terbentuk tapi struktur reproduksinya mengalami ketidaksempurnaan (cacat), struktur reproduksi terbentuk tetapi serbuk sari (*pollen*) mengalami keguguran (*aborted*), pembuahan dapat terjadi, tetapi embrio mengalami keguguran sebelum pemasakkan atau biji dapat terbentuk, tetapi mengalami kegagalan untuk berkecambah atau mati setelah terjadi perkecambahan akibat tidak berfungsinya gamet (Gottschalk, 1971).

Induksi mutagen dapat menimbulkan terjadinya sterilitas, yang disebabkan oleh mutasi pada kromosom, faktor-faktor mutasi, mutasi pada sitoplasma dan efek fisiologi. Faktor-faktor mutasi yang disebut di atas antara lain adalah jenis mutagen, dosis mutagen, organ yang dikenakan pada mutagen, ketahanan dari sel (sel yang stabil sehingga sulit untuk bermutasi) dan kecepatan mutasi (Anonymous, 1997).

Mutasi dapat pula menghasilkan penampilan bunga yang berbeda dengan bunga yang normal, khususnya penampilan pada struktur atau organ bunga. Mutasi pada kepala sari (*anthera*) dan tangkai sari (*filamen*) akan memberikan penampilan yang berbeda pada struktur daun mahkota (*petal*), dimana daun-daun mahkota melekat satu sama lain sehingga menyerupai bunga kembar Dempet (*double flower*).

Hal tersebut menyebabkan hiasan (*ornament*) bunga menjadi lebih beragam (Welsh,1991)



III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboraturium UPT Sentral Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan di UD. Melati yang berlokasi di Jl. Patimura No. 82 Batu. Lokasi ini berada pada ketinggian 650m dpl dengan suhu rata-rata harian $\pm 24.1^{\circ}$ C. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2007 sampai Mei 2007.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi gelas ukur, masker, sarung tangan, shaker, pinset, micropipet, pengaduk, sendok plastik, plug / tray, pot plastik 25', dibel, sekop, sendok teh, gunting, spidol besar, isolasi kertas, gembor, mika, bambu kecil, alat tulis, buku. Bahan yang digunakan meliputi benih bunga Matahari Merah (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen), EMS dengan konsentrasi (0,05% ; 0,1% ; 0,15% dan 0,20%), aquades, pupuk NPK lengkap, media tanam benih (top soil, pasir kali = 1:1), media tanam bibit (sekam mentah, pupuk organik, top soil = 1:1:2).

3.3 Metode Pelaksanaan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah RAK faktorial. Perlakuan terdiri dari dua faktor, faktor pertama adalah konsentrasi EMS

(*ethylmethanesulfonate*) (0,05% ; 0,1% ; 0,15% dan 0,20%) dan faktor kedua adalah lama perendaman (2, 4, 6 jam) dengan masing-masing 3 ulangan tiap ulangan 5 tanaman

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Alat

Sterilisasi terhadap alat dengan cara mencuci dalam detergen dan air mengalir kemudian disterilisasi dalam oven.

3.4.2 Induksi Mutasi dengan EMS

Bahan yang digunakan adalah benih bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen). Tahapan yang dilakukan menggunakan metode Odeigah dkk. (1998) :

1. Perendaman benih bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen) dengan aquades selama 2 jam untuk memecahkan dormansi.
2. Perendaman masing-masing perlakuan 26 benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen) dalam EMS dengan konsentrasi (0,05% ; 0,1% ; 0,15% ; 0,20%) dan kontrol. Masing-masing dosis dilakukan perendaman selama (2, 4, 6 jam) pada suhu kamar. EMS dipersiapkan 1 jam sebelumnya untuk mencegah terjadinya *disintegrasi*.
3. Pembilasan/pencucian benih hasil perlakuan menggunakan air mengalir selama 2 jam.

3.4.3 Penanaman

Benih bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen) yang telah diberi perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) dikecambahkan dalam plug/tray yang telah diisi media tanam berupa campuran top soil dan pasir kali dengan perbandingan 1:1 masing-masing perlakuan 30 benih, setelah berkecambah kurang lebih 2 minggu dipindahkan dalam pot plastik 25' yang telah diisi media tanam yaitu campuran antara sekam mentah : pupuk organik dan Top soil dengan perbandingan 1: 1 : 2 masing masing perlakuan 15 tanaman. Pemberian pupuk dilakukan pada tahap pertumbuhan yaitu pemupukan pertama (pupuk dasar), diberikan bersamaan dengan waktu pemindahan (transplant) bibit dengan menggunakan pupuk Urea, SP-36 masing-masing dosis 5gr/pot diaplikasikan pada umur 25hst. Pemupukkan berikutnya diberikan rutin setiap 2 minggu sekali bersamaan dengan penyiraman (dilarutkan dalam air) dengan dosis 25g/l. Tahap pemeliharaan antara lain penyiangan gulma bersamaan dengan penyiraman tanaman, penyiraman dilakukan tiap pagi hari.

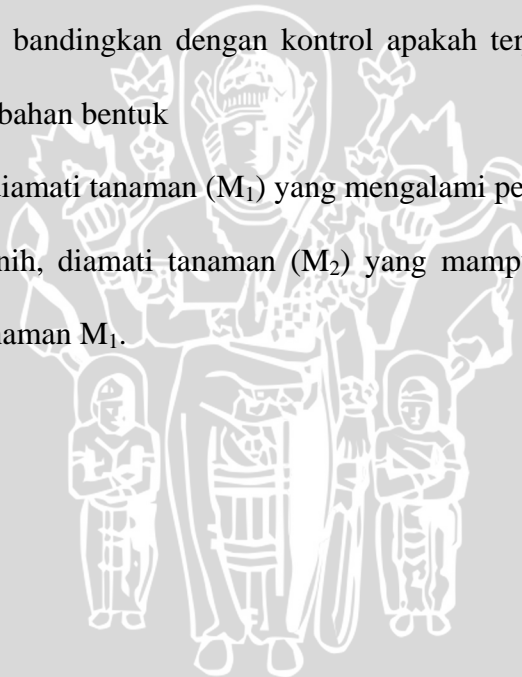
3.4.3 Identifikasi dan karakterisasi Mutan

Pengamatan morfologi dilakukan terhadap karakter vegetatif tanaman mulai berumur 1 minggu setelah tanam, pengamatan selanjutnya dilakukan setiap selang 2 minggu setelah pengamatan yang pertama untuk mengetahui perubahan yang terjadi.

Karakter yang diamati meliputi :

1. Persentase perkecambahan, dihitung benih yang mampu berkecambah
2. Persentase tanaman hidup, dihitung jumlah tanaman yang mampu bertahan hidup (diamati sampai tanaman berbunga).

3. Tinggi tanaman, diukur dari pangkal batang sampai titik tumbuh pada tanaman.
4. Diameter batang, diukur diameter batang tanaman 5 cm dari pangkal batang.
5. Diameter bunga, Diukur diameter bunga utama yang terbentuk saat bunga mekar maksimal.
6. Jumlah bunga, hitung semua bunga yang terbentuk termasuk kuncup.
7. Jumlah daun, dihitung jumlah daun sempurna yang tumbuh pada tanaman.
8. Bentuk dan warna petal, warna diamati menggunakan Colour card diamati bentuk petal dan bandingkan dengan kontrol apakah terjadi perubahan atau tidak terjadi perubahan bentuk
9. Jumlah cabang, diamati tanaman (M_1) yang mengalami percabangan.
10. Uji viabilitas benih, diamati tanaman (M_2) yang mampu berkecambah dari benih hasil penanaman M_1 .



3.5 Analisis Data

Dari data yang diperoleh, rata-rata hasil pengamatan dilakukan dengan analisis ragam uji F (taraf 5%).

Analisis Ragam percobaan Faktorial terdiri dari dua faktor dengan RAK

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat tengah	F hit	F tabel 5%
Kelompok	u-1	JK K	KT K		
Perlakuan	de-1	JK P	KT P		
D	d-1	JK D	KT D		
E	e-1	JK E	KT E		
DE	(d-1)(e-1)	JK DE	KT DE		
Galat	(u-1)(de-1)	JK G	KT G		
Total	ude-1	JKT			

Dimana : u = ulangan

D = Konsentrasi EMS

E = Lama perendaman

$$FK = \frac{Y^2 \dots \dots \dots}{ude} = \frac{(total\ semua)^2}{banyak\ pengamatan}$$

$$JKT = \sum_{ijk} Y_{ijk}^2 - FK$$

= Jumlah Kuadrat nilai pengamatan – faktor koreksi

$$JK\ K = \sum \frac{(total\ kelompok)^2}{de} - FK$$

$$JK\ P = \sum \frac{(total\ perlakuan)^2}{u} - FK$$

$$JK\ D = \frac{\sum_j (d_1)^2}{ue} - FK$$

$$JK E = \frac{\sum_j (e_1)^2}{ud} - FK$$

$$JK DE = \frac{\sum_{ij} (d_1 e_1)^2}{de} - FK - JK D - JK E$$

$$JK G = JKT - JK K - JK P$$

Kuadrat Tengah

$$KT K = \frac{JK(K)}{Db(K)}$$

$$KT P = \frac{JK(P)}{Db(P)}$$

$$KT D = \frac{JK(D)}{Db(D)}$$

$$KT E = \frac{JK(E)}{Db(E)}$$

$$KT DE = \frac{JK(DE)}{Db(DE)}$$

$$KT G = \frac{JK(G)}{(u-1)(de-1)}$$

F Hitung

$$F Hit K = \frac{KT(K)}{JK(G)}$$

$$F Hit P = \frac{KT(P)}{JK(G)}$$

$$F Hit D = \frac{KT(D)}{JK(G)}$$



$$F_{\text{Hit E}} = \frac{KT(E)}{JK(G)}$$

$$F_{\text{Hit (DE)}} = \frac{KT(DE)}{JK(G)}$$

Menurut Gomes (1995) apabila hasil berbeda nyata, maka diuji dengan uji BNT 5 %. Untuk pegujian antar perlakuan dilakukan uji perbandingan satu arah dengan kontrol (tanpa perlakuan EMS) sebagai pembanding.

$$BNT = t(\alpha/2) \sqrt{\frac{2KTG}{n}}$$

Dimana : KTG = Kuadrat Tengah Galat

n = banyaknya perlakuan.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

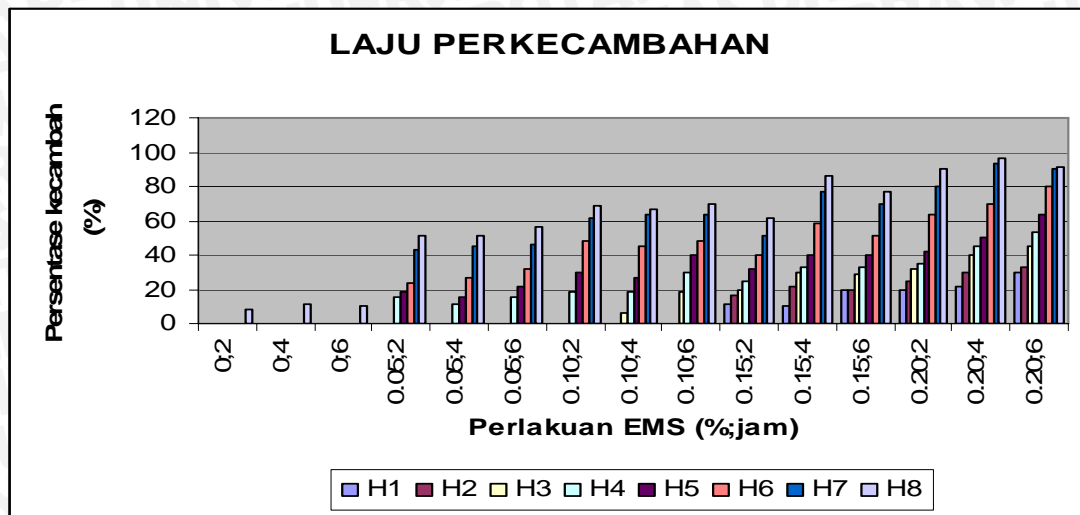
4.1. Hasil

Hasil sidik ragam pada variabel pengamatan pengaruh perlakuan konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) secara kuantitatif yang meliputi persentase perkecambahan, persentase tanaman hidup, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, jumlah bunga dan presentase perkecambahan tanaman hasil mutasi (M₂) menunjukkan interaksi yang berbeda nyata sedangkan diameter bunga tidak menunjukkan interaksi yang berbeda nyata. Variabel pengamatan secara kualitatif yang meliputi bentuk daun, warna dan bentuk petal serta tanaman yang mengalami percabangan menunjukkan perbedaan yang nyata dengan adanya tanaman yang mengalami kelainan berupa perubahan bentuk dibandingkan dengan tanaman kontrol, selanjutnya penyajian data variabel pengamatan akan disajikan secara terpisah.

4.1.1 Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) terhadap persentase perkecambahan dan persentase tanaman hidup bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen).

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa pada perlakuan konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap laju perkecambahan. Laju perkecambahan merupakan kemampuan suatu benih untuk tumbuh dan berkecambah per satuan waktu tertentu. Perhitungan laju perkecambahan penting untuk mendapatkan gambaran tentang kecepatan pertumbuhan benih yang nantinya akan menunjukkan kualitas benih yang digunakan.

Laju perkecambahan dapat diukur dengan menghitung jumlah hari yang diperlukan untuk munculnya radikel atau plumula atau sebaliknya dapat diukur dengan menghitung jumlah benih yang menghasilkan radikel atau plumula dalam jangka waktu tertentu yang biasanya dinyatakan dalam satuan hari. Pada perlakuan induksi EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan konsentrasi 0,15% lama perendaman 2, 4 dan 6 jam; 0,20% lama perendaman 2, 4 dan 6 jam laju perkecambahan dimulai pada hari ke-1 setelah penyemaian dengan persentase perkecambahan awal berturut-turut 11,7%; 10%; 20%; 20%; 21,7% dan 30%. Perlakuan 0,10% lama perendaman 4 dan 6 jam menunjukkan laju perkecambahan pada hari ke-3 penyemaian dengan persentase 6,67% dan 18,3% , perlakuan induksi EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan konsentrasi 0,05% lama perendaman 2, 4, 6 jam dan 0,10% 2 jam perendaman menunjukkan laju perkecambahan pada hari ke-4 penyemaian dengan presentase perkecambahan berturut-turut 15%; 12%; 15% dan 18% sedangkan perlakuan kontrol (tanpa induksi mutasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan lama perendaman 2, 4 dan 6 jam) baru berkecambah pada hari ke-8 dengan persentase berturut-turut 8,3%; 12% dan 10%.



Gambar 4.1 Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap laju perkecambahan tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen).

Pada Tabel 1 dan Tabel 2 diketahui bahwa pada perlakuan konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap persentase perkecambahan total dan persentase tanaman hidup hasil induksi mutasi (M_1).

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata persentase perkecambahan tanaman hasil mutasi (M_1)

Konsentrasi (%)	Lama waktu perendaman (jam)		
	2	4	6
0	98,33 bc	99,00 c	100,00 c
0,05	96,33 b	97,33 bc	99,33 c
0,10	97,67 bc	99,33 cd	99,33 cd
0,15	96,33 b	97,33 bc	99,33 cd
0,20	92,67 a	96,33 b	97,33 bc
BNT 5%	1,99		

Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji BNT 5%

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang berbeda nyata antara konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) terhadap persentase perkecambahan, dimana perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan konsentrasi sama dan lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan persentase yang semakin meningkat pula, sedangkan pada konsentrasi yang makin meningkat lama perendaman yang sama menunjukkan kecenderungan persentase yang makin menurun. Pada perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) 0,20% dan lama perendaman 2 jam menunjukkan persentase perkecambahan terendah hanya mencapai 92,67% dibandingkan kontrol yang mencapai 100% pada lama perendaman yang sama.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata persentase tanaman hidup hasil mutasi (M_1)

Konsentrasi (%)	lama waktu perendaman (jam)		
	2	4	6
0	94,33 b	95,33 bc	95,33 bc
0,05	94,33 b	97,00 c	97,33 bc
0,10	95,67 bc	96,67 c	96,67 c
0,15	95,33 bc	95,67 bc	97,33 c
0,20	90,67 a	94,33 b	95,00 b
BNT 5%	1,60		

Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji BNT 5%

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang berbeda nyata antara konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) dimana perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan konsentrasi sama dan lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan persentase yang semakin meningkat pula, sedangkan pada konsentrasi yang makin meningkat lama perenda-

man yang sama menunjukkan kecenderungan persentase yang makin menurun. Perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) 0,05% dan 0,15% lama perendaman 6 jam memiliki rata-rata persentase tanaman hidup tertinggi mencapai 97,33%, pada perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) 0,20% dan lama perendaman 2 jam menunjukkan persentase tanaman hidup terendah yang hanya mencapai 90,67%.

4.1.2 Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap perubahan morfologi tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen)

a. Tinggi Tanaman

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata tinggi tanaman hasil mutasi (M₁)

Konsentrasi (%)	Lama waktu perendaman (jam)		
	2	4	6
0	98,32 d	92,73 d	92,47 d
0,05	65,93 a	71,67 ab	69,87 ab
0,1	76,26 b	72,73 b	71,73 ab
0,15	69,20 ab	69,13 ab	67,78 ab
0,2	84,46 c	84,72 c	71,34 ab
BNT 5%	6,66		

Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji BNT 5%

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang berbeda nyata antara konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) terhadap tinggi tanaman, pada konsentrasi sama dan lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan kecenderungan yang semakin menurun sedangkan pada konsentrasi yang makin meningkat lama perendaman yang sama menunjukkan kecenderungan tinggi tanaman yang makin meningkat. Dimana pada perlakuan EMS

(*ethylmethanesulfonate*) 0,05% dan lama perendaman 6 jam memiliki tinggi tanaman yang paling rendah mencapai 65,93cm dibandingkan kontrol yang memiliki rata-rata tinggi tanaman antara 90,47cm–98,32cm.

b. Diameter batang

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata diameter batang tanaman hasil mutasi (M_1)

Konsentrasi (%)	Lama waktu perendaman (jam)		
	2	4	6
0	0,67 cd	0,72 cd	0,62 bc
0,05	0,54 ab	0,54 ab	0,54 ab
0,10	0,44 a	0,46 ab	0,53 ab
0,15	0,53 ab	0,55 b	0,45 ab
0,20	0,86 d	0,79 cd	0,76 cd
BNT 5%	0,11		

Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji BNT 5%

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang berbeda nyata antara konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) terhadap diameter batang tanaman, pada konsentrasi sama dan lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan kecenderungan yang semakin menurun. Pada konsentrasi yang berbeda lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0.20% mampu menghasilkan mutan yang memiliki diameter batang lebih besar dibanding perlakuan yang lain, konsentrasi EMS 0,20 % lama perendaman 2 jam memiliki diameter batang paling besar 0,86cm. Nilai ini lebih besar daripada nilai kontrol yang hanya mencapai kisaran 0,67 – 0,72cm.

c. Jumlah Daun

Tabel 5. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata jumlah daun tanaman hasil mutasi (M_1)

Konsentrasi (%)	Lama waktu perendaman (jam)		
	2	4	6
0	20.00 a	22.47 c	21.40 c
0,05	16.53 ab	15.47 a	17.20 ab
0,10	16.53 ab	15.00 a	18.00 b
0,15	17.67 ab	19.13 bc	22.93 c
0,20	16.73 ab	18.40 b	16.27 ab
BNT 5%	2,79		

Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji BNT 5%

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang berbeda nyata antara konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) terhadap variabel pengamatan jumlah daun, pada konsentrasi sama dan lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan kecenderungan yang semakin meningkat sedangkan pada konsentrasi yang makin meningkat lama perendaman yang sama menunjukkan kecenderungan jumlah daun yang makin menurun. Dimana pada konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) 0,10% lama perendaman 4 jam memiliki rata-rata jumlah daun paling sedikit yaitu 15 helai daun dan pada konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) 0,15% lama perendaman 6 jam memiliki rata-rata jumlah daun paling banyak mencapai 22,93 helai daun. dibanding kontrol yang hanya mencapai kisaran 20,00 – 21,40 helai daun.

d. Jumlah Bunga

Tabel 6. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata jumlah bunga tanaman hasil mutasi (M_1)

Konsentrasi (%)	Lama waktu perendaman (jam)		
	2	4	6
0	13,33 cd	13,40 cd	13,00 cd
0,05	8,93 ab	10,60 bc	12,80 cd
0,1	10,13 b	7,73 a	11,20 bc
0,15	11,13 bc	14,73 cd	15,00 d
0,2	9,33 ab	10,60 bc	12,53 c
BNT 5%	2,32		

Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji BNT 5%

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang berbeda nyata antara konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) terhadap jumlah bunga, pada konsentrasi sama dan lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan kecenderungan yang semakin meningkat sedangkan pada konsentrasi yang makin meningkat lama perendaman yang sama menunjukkan kecenderungan jumlah bunga yang makin menurun dimana pada konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) 0,10% lama perendaman 4 jam memiliki rata-rata jumlah bunga paling sedikit yaitu 7,73 bunga dan pada konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) 0,15% lama perendaman 6 jam memiliki rata-rata jumlah bunga paling banyak sebesar 15 bunga tiap tanaman. Nilai ini lebih besar daripada nilai kontrol yang hanya mencapai kisaran 13,00-13,40. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) 0,15% lama perendaman 4 jam efektif dalam meningkatkan jumlah bunga tanaman hasil mutasi (M_1).

f. Diameter Bunga

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi yang berbeda nyata antara konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) terhadap diameter tanaman.

Tabel 7. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap rata-rata jumlah bunga tanaman hasil mutasi (M_1)

Perlakuan	Diameter bunga (cm)
Konsentrasi (%)	
0	11,52
0,05	10,90
0,1	12,01
0,15	11,65
0,2	10,65
BNT 5%	tn
Lama rendam (jam)	
2	11,33
4	11,71
6	11,01
BNT 5%	tn

tn = tidak nyata

g. Bentuk daun

Pada tanaman bunga matahari yang telah berumur 25 hst, perlakuan induksi mutasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) secara kualitatif mengakibatkan perubahan pada morfologi daun. Kelainan ditunjukkan pada bersatunya 2 atau lebih daun menjadi 1 helaian daun, akan tetapi kelainan ini hanya dijumpai pada daun ke 1 dan ke 2 dari bawah hingga tanaman berumur 60 hst seiring dengan munculnya daun baru. Kelainan-eklainan tersebut dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 4.2.

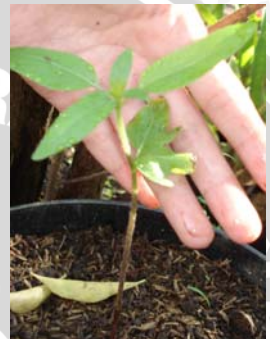
Tabel 8. Tanaman hasil mutasi (M₁) yang mengalami perubahan bentuk daun pada 25 hst.

Konsentrasi EMS (%)	Lama waktu perendaman (jam)			TOTAL
	2	4	6	
0	-	-	-	0
0,05	-	-	-	0
0,1	-	-	-	0
0,15	-	-	10,12	2
0,2	-	5	7,9,10,11,15	6

Ket : angka dalam tabel merupakan nomor tanaman.



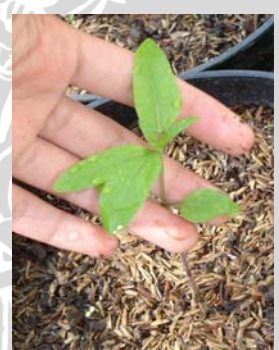
a. (0.15%; 4 jam) tan. no 10



b. (0.15%; 4 jam) tan. no 12



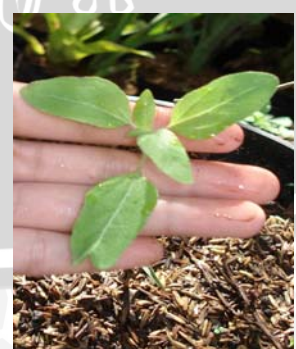
c. (0.20 %; 4 jam) tan.no 5



d. (0.20 %; 6 jam) tan.no 7



e. (0.20 %; 6 jam) tan.no 9



f. (0.20 %; 6 jam) tan.no 10



g. (0.20 %; 6 jam) tan.no 11



h. (0.20 %; 6 jam) tan.no 15

Gambar 4.2 Kelainan bentuk daun tanaman hasil mutasi EMS (M_1)

h. Bentuk dan warna petal

Data hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan induksi mutasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) pada konsentrasi dan lama perendaman yang berbeda mampu menginduksi terjadinya perubahan warna dan bentuk petal tanaman hasil mutasi (M_1) yang sangat beragam data dapat dilihat pada lampiran 3 dan gambar pada lampiran 2. Tanaman kontrol (tanpa perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*)) rata-rata memiliki bentuk petal runcing kecil dan runcing besar dengan kombinasi warna merah gelap/orange gelap dan merah gelap/merah oranye, sedangkan pada tanaman yang diberi perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) menunjukkan perubahan warna petal dengan dominasi warna merah menuju kuning serta ditemukan bentuk petal tanaman hasil mutasi (M_1) membulat besar yang tidak ditemukan pada tanaman kontrol. Hal ini merupakan indikasi bahwa agen alkilat dari EMS (*ethylmethanesulfonate*) mampu menginduksi terjadinya mutasi yang menyebabkan munculnya keanekaragaman warna dan bentuk petal pada tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen).

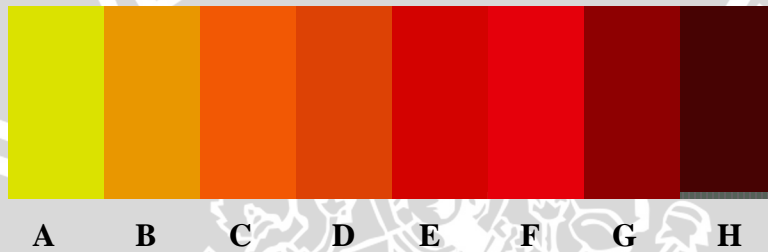
Perubahan morfologi bunga matahari dapat dikategorikan sebagai berikut:

Tabel 9. Warna petal

WARNA PETAL	LAMBANG
Kuning	A
Kuning Emas	B
Orange	C
Orange gelap	D
Merah orange	E
Merah cerah	F
Merah	G
Merah gelap	H

Tabel 10. Bentuk petal

BENTUK PETAL	LAMBANG
Runcing kecil	1
Runcing besar	2
Bulat kecil	3
Bulat besar	4



Gambar 4.3 Colour chart warna petal

Hasil pengamatan juga menunjukkan kelainan yang ditemui pada beberapa tanaman hasil induksi mutasi (M_1) EMS (*ethylmethanesulfonate*) yang berupa perubahan bentuk petal dibandingkan bentuk petal pada keadaan normal atau tanaman kontrol.

Tabel 11. Tanaman hasil mutasi (M_1) yang mengalami perubahan bentuk dan warna petal

Konsentrasi (%)	Lama waktu perendaman (jam)			TOTAL
	2	4	6	
0	-	-	-	0
0,05	-	-	3	0
0,10	13	-	9	0
0,15	11,15	11,14	-	2
0,20	2	-	-	6



a.(0.05 %; 2 jam)no 10



b.(0.05 %; 6 jam)no 3



c.(0.05 %; 6 jam)no 8



d.(0.10 %; 2 jam)no 13



e.(0.10 %; 4 jam)no 13



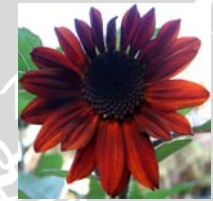
f.(0.10 %; 6 jam)no 9



g.(0.10 %; 6 jam)no 15



h.(0.20 %; 2 jam)no 15



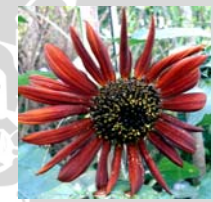
i.(0.10 %; 6 jam)no 9



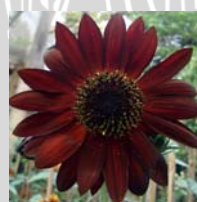
j.(0.20 %; 6 jam)no 5



k.(0.20 %; 6 jam)no 10



l.(0.20 %; 2 jam)no 8



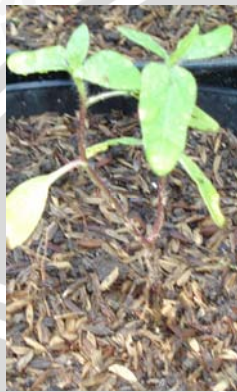
m. Kontrol

Gambar 4.3 Kelainan bentuk dan warna petal

i. Percabangan

Tabel 12. Tanaman hasil mutasi (M₁) yang mengalami percabangan.

Konsentrasi EMS (%)	Lama waktu perendaman (jam)			TOTAL TANAMAN
	2	4	6	
0	-	-	-	0
0.05	-	-	-	0
0.10	-	-	-	0
0.15	-	-	10,12	2
0.20	-	5	9	2



a. 30hst



b. 60hst

Gambar 4.5 Mutan (M₁) bercabang pada umur tanam yang berbeda

Data hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan induksi mutasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) konsentrasi 0,15% lama perendaman 6 jam mampu menginduksi terjadinya mutasi percabangan sebanyak 2 tanaman sedang perlakuan konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) 0,20% lama perendaman 4 dan 6 jam mampu menginduksi mutan bercabang masing-masing 1 tanaman. Percabangan muncul sejak tanaman pada fase vegetatif, hal ini merupakan indikasi bahwa agen alkilat dari EMS (*ethylmethanesulfonate*) telah mampu menginduksi terjadinya mutasi yang menyebabkan munculnya cabang pada tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen).

- j. Uji Viabilitas (M_2) tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen) hasil mutasi (M_1).

Tabel 13. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman EMS terhadap persentase perkecambah tanaman hasil mutasi (M_2)

Konsentrasi EMS (%)	Lama waktu perendaman (jam)		
	2	4	6
0	92,51 g	93,62 h	93,63 h
0,05	50,51 e	54,87 e	50,30 e
0,1	50,30 e	45,30 b	45,69 bc
0,15	43,37 a	45,36 bc	43,72 a
0,2	46,83 d	46,17 cd	46,05 bcd
BNT 5%	0,83		

Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji BNT 5%

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang berbeda nyata antara konsentrasi dan lama perendaman EMS (*ethylmethanesulfonate*) terhadap persentase perkecambah tanaman hasil mutasi induksi (M_2), dimana perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) menunjukkan kecenderungan persentase yang makin makin menurun dibandingkan dengan tanaman kontrol (tanpa perlakuan). Perlakuan konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) 0,05% dan lama perendaman 4 jam merupakan dosis yang optimum untuk mendapatkan generasi mutasi ke-2 (M_2) yang memiliki persentase perkecambah tertinggi dibanding perlakuan mutasi yang lain yang mencapai 54,87%.

4.2 Pembahasan

Daya kecambah benih menurut Sutopo (1998) merupakan kemampuan suatu benih untuk tumbuh normal pada kondisi lingkungan yang menguntungkan (optimum). Besarnya daya kecambah dapat diukur melalui perhitungan persentase perkecambahan (germination percentage) yang menunjukkan jumlah kecambah

normal yang dapat dihasilkan oleh benih murni pada kondisi lingkungan tertentu dan dalam jangka waktu tertentu pula. Dengan demikian pada suatu penelitian, daya kecambah akan memberikan gambaran atau informasi tentang daya dukung lingkungan yang diperlakukan terhadap kemampuan suatu benih untuk tumbuh menjadi kecambah dan selanjutnya menjadi bibit.

Secara fisiologis, perkecambahan benih adalah dimulainya lagi proses metabolisme yang tertunda. Secara biokimia, perkecambahan merupakan diferensiasi lanjutan dari lintasan oksidatif dan lintasan sintetik serta perbaikan lintasan biokimia khusus dari pertumbuhan dan perkembangan vegetatif (Khan, 1992). Proses perkecambahan benih dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Faktor genetik yang berpengaruh adalah susunan kimiawi benih yang berhubungan dengan daya hidup benih. Sifat ketahanan ini meliputi masalah kadar air benih, kegiatan enzim dalam benih dan kegiatan-kegiatan fisik atau biokimiawi dari kulit benih, sedangkan faktor lingkungan yang sangat berpengaruh adalah air, gas, suhu dan oksigen (Bewley dan Black, 1985).

Benih bunga matahari membutuhkan waktu sekitar 11 hari setelah penyemaian untuk berkecambah sedangkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada perlakuan induksi EMS (*ethylmethanesulfonate*) pada (konsentrasi 0,15 % lama rendam 4, 6 jam dan 0,20% lama rendam 2, 4 dan 6 jam) mampu memacu laju perkecambahan biji 8 hari lebih cepat dibanding tanaman kontrol. Perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan konsentrasi sama dan lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan persentase perkecambahan dan persentase tanaman

hidup yang semakin meningkat pula, sedangkan pada konsentrasi yang makin meningkat lama perendaman yang sama menunjukkan persentase perkecambahan dan persentase tanaman hidup yang makin menurun pada tanaman hasil induksi mutasi M_1 , sedangkan pada tanaman hasil induksi mutasi M_2 perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan konsentrasi sama dan lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan persentase yang semakin menurun, begitu pula pada konsentrasi yang makin meningkat lama perendaman yang sama menunjukkan kecenderungan persentase yang makin menurun pula. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Hazra dan Shome (1986), pemberian EMS (*ethylmethanesulfonate*) dalam konsentrasi tinggi akan memperkecil terjadinya perkecambahan dan jumlah tanaman hidup pada populasi kenaf (*Hibiscus cannabinus* L). Data yang didapat pada setiap konsentrasi dan lama perendaman yang berbeda terdapat penurunan persentase perkecambahan, hal ini diduga akibat larutan EMS (*ethylmethanesulfonate*) yang masuk ke dalam embrio mengakibatkan penurunan urutan basa DNA yang menyandi enzim hidrolitik, sehingga enzim hidrolitik termasuk alfa-amilase pada sel aleuron lebih tidak terbentuk. Pada waktu perkecambahan akan terjadi hidrolisis zat hara yang tersimpan dan hal ini diduga akibat aktivasi dan deaktivasi gen. Menurut Koning (1994) proses perkecambahan terjadi akibat imbibisi air ke dalam biji, selanjutnya sel aleuron yang terletak pada permukaan endosperma mengeluarkan sejumlah enzim hidrolisis yang bertugas mencerna pati, protein, fitin, RNA, dan bahan dinding sel tertentu yang terdapat dalam endosperma. Salah satu enzim yang diperlukan dalam proses ini adalah alfa-

amilase, yang bertugas menghidrolisis pati (Salisbury dan Ross,1995). Hormon giberelin (GA3) yang terdapat dalam biji memacu sel aleuron untuk membentuk enzim hidrolitik dan mendorong sekresi enzim hidrolitik tersebut ke endosperma. Biji yang akan berkecambah harus memiliki semua enzim yang penting untuk berkecambah dan membentuk kecambah, atau mempunyai informasi genetik yang siap untuk mensintesis enzim yang diperlukan (Hidayat,1995).

Perlakuan dengan EMS (*ethylmethanesulfonate*) diduga menyebabkan mutasi pada saat proses sintesa protein, sehingga terjadi perubahan produksi enzim pada masing-masing individu tanaman. Menurut Salisbury dan Ross (1995), beberapa enzim yang penting untuk perkecambahan telah tersedia pada saat pembentukan biji, ada pula yang terbentuk setelah ditranslasi dari molekul mRNA, tRNA, dan rRNA dan disintesis selama proses pematangan biji, untuk enzim yang lain terbentuk dari molekul RNA yang baru ditranskripsikan setelah biji ditanam.

Pada hasil pengamatan tinggi tanaman menunjukkan bahwa perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan konsentrasi yang berbeda akan menyebabkan reduksi panjang batang yang berbeda pula. Menurut deskripsi tinggi tanaman pada keadaan normal berkisar antara 98 cm – 160 cm, sedang hasil yang didapat menunjukkan bahwa perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) ternyata menurunkan tinggi tanaman hingga 65,93 cm. Menurut Hazra dan Shome (1986), efek pemberian EMS (*ethylmethanesulfonate*) pada biji adalah menurunkan tinggi dan panjang tanaman yang masih muda, dimana mutagen dalam konsentrasi lebih tinggi akan mengakibatkan reduksi tinggi tanaman yang lebih besar pula. Pada beberapa batang

tanaman yang mengalami reduksi tinggi batang akibat perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) diduga akibat tidak adanya enzim yang diperlukan dalam proses yang dibutuhkan untuk sintesis giberelin, akibatnya proses pemanjangan batang yang menimbulkan efek terhadap tinggi tanaman. Faktanya giberelin akan meningkatkan sintesis enzim hidrolitik, mengakibatkan gula yang terbentuk meningkat dan akan menyediakan energi melalui respirasi yang berperan dalam pembentukan dinding sel dan membuat potensial air sel lebih negatif, sehingga air akan masuk lebih cepat yang akan menyebabkan pemelaran sel. Giberelin juga mampu meningkatkan plastisitas dinding sel, sehingga terjadi sintesis yang lebih cepat pada proses hidrolisis yang lebih cepat pada proses hidrolisis polisakarida dinding sel.

Pada hasil pengamatan diameter batang menunjukkan bahwa pada perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) dengan konsentrasi sama dan lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan kecenderungan yang semakin menurun. Pada konsentrasi yang berbeda lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0.10 % mampu menghasilkan mutan yang memiliki diameter batang lebih besar dibanding perlakuan yang lain, konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) 0,10 % lama perendaman 2 jam memiliki diameter batang paling besar 0,86cm. Nilai ini lebih besar daripada nilai kontrol yang hanya mencapai kisaran 0,67 – 0,72cm. Faktor yang mungkin menyebabkan diameter batang lebih besar adalah pengaruh kerja giberelin yang berperan dalam mendorong pertumbuhan akibat dari meningkatnya kecepatan pembelahan sel. Menurut Heddy (1983),

giberelin tidak hanya berpengaruh pada panjang batang tapi juga akan menampakkan pengaruhnya pada ukuran diameter batang tanaman. Hasil ini berlawanan dengan hasil penelitian yang dilakukan Hazra dan Shome (1987) pada tanaman *Corchorus olitorius* L yang bijinya telah diperlakukan dengan EMS (*ethylmethanesulfonate*) akan memiliki diameter batang lebih kecil dibanding diameter batang tanaman kontrol pada tanaman yang telah dewasa. Batang tanaman merupakan organ tanaman yang mengalami perubahan struktur dari yang sifatnya sederhana akan bentuk struktur yang lebih lengkap.

Pada pengamatan jumlah daun dan jumlah bunga menunjukkan bahwa pada konsentrasi sama dan lama perendaman yang makin meningkat menunjukkan kecenderungan yang semakin meningkat sedangkan pada konsentrasi yang makin meningkat lama perendaman yang sama menunjukkan kecenderungan jumlah daun yang makin menurun. Jumlah daun yang terbentuk akan sebanding dengan jumlah bunga karena tangkai bunga muncul diantara ketiak daun. Pada pengamatan jumlah mutan yang mengalami percabangan diketahui bahwa induksi mutasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) mampu menghasilkan mutan yang mengalami percabangan. Menurut Goldsworthy dan Fisher (1992) kuncup-kuncup ketiak yang selama pertumbuhan vegetatif berkembang lambat menjadi struktur vegetatif baru (cabang dan anakan), dan setelah memasuki fase generatif merubah sifat perkembangan meristem dari keadaan vegetatif menuju reproduktif dan mengakibatkan banyak ukuran yang meningkat, terjadi penambahan jumlah ribosom dan mitokondria serta banyaknya RNA di sel apical pada penelitian yang pernah dilakukan pada beberapa

tanaman terbukti bahwa induksi mutasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) mampu membentuk percabangan. Menurut Robbelen (1996) Induksi mutagenik pada biji *Arabidopsis thaliana* (ars Enkleim, En-2) menggunakan EMS dapat memperbanyak percabangan. Menurut Khan (1986) biji gandum (*Triticum aestivum* L.) yang telah diperlakukan dengan EMS (*ethylmethanesulfonate*) pada konsentrasi 0.1% - 0.4% akan memperbanyak percabangan. Pada penelitian yang dilakukan Rameau dkk (1997) mutasi dengan EMS (*ethylmethanesulfonate*) ini menghasilkan mutan ramous (kapri dengan jumlah cabang banyak) dan menurut Odeigah dkk (1998) perlakuan dengan EMS (*ethylmethanesulfonate*) , 60 Cobalt radiasi gamma / NaN_3 berhasil memberikan variasi pada cabang penducle.

Pada pengamatan bentuk daun, warna dan bentuk petal menunjukkan bahwa induksi mutasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) pada konsentrasi dan lama perendaman yang berbeda mampu menghasilkan mutan yang mengalami perubahan bentuk daun pada umur 25hst serta beberapa perubahan warna bunga. Terdapat berbagai keanekaragaman warna dan bentuk petal, adanya penyimpangan atau perbedaan yang ditunjukkan oleh perlakuan-perlakuan tersebut kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, antara lain karena mutasi yang terjadi adalah mutasi tidak terarah dimana mutasi tersebut tidak hanya menyebabkan satu bagian saja yang termutasi tetapi ada kemungkinan bagian tertentu juga termutasi. Selain itu mungkin karena gen yang termutasi pada tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen) berbeda sehingga menyebabkan respon antar konsentrasi EMS (*ethylmethanesulfonate*) dan lamanya perendaman juga berbeda, kemungkinan lain

diduga akibat pengaruh perubahan akibat perlakuan EMS (*ethylmethanesulfonate*) dimana EMS (*ethylmethanesulfonate*) mempunyai gugus alkil yang mampu merubah satu basa sehingga nantinya menyebabkan basa tersebut mendapatkan pasangan yang salah. Perlakuan pada EMS (*ethylmethanesulfonate*) menyebabkan beberapa *guanine* dan *thymine* dalam DNA mengalami metilasi sehingga atom O yang berada pada atom N₆ dari *guanine* atau atom O pada N₄ dari *timin* mengalami metilasi sehingga terbentuk O₆- *methylguanine* atau O₄-*methylthymine*. *Guanine* yang seharusnya berpasangan dengan *cytosin* berubah seperti *adenine* dan berpasangan dengan *thymine*, sementara *thymine* yang seharusnya berpasangan dengan *adenin* berubah seperti *cytosine* dan berpasangan dengan *guanine*. Dengan demikian terjadi transisi dari G-S menjadi A-T untuk *guanine* yang termetilasi, dan dari T-A menjadi G-S untuk *thymine* yang termetilasi (Russel,2000).

EMS (*ethylmethanesulfonate*) yang merupakan agen alkilasi yang akan melibatkan reaksi dengan G, pada tahap ini ikatan alkil dan Nitrogen pada posisi ke-7 yang akan menyebabkan *depurinasi*. Pada *depurinasi* basa purin dipisahkan dari gula fosfat “*back bone*” meninggalkan gap dari DNA. Jika apurinik gap tersedia selama replikasi kemungkinan terjadi penggantian basa atau mutasi frameshift. Basa pengganti akan meningkat karena beberapa nukleotida kemungkinan dapat disisipkan pada untai komplemen selanjutnya, sehingga menghasilkan transisi atau transversi sedangkan gap yang sederhana akan melewati enzim replikasi menghasilkan nukleotida delesi dan mutasi *frameshift*. Mutasi yang dihasilkan oleh agen alkylasi

seperti EMS (*ethylmethanesulfonate*) adalah mutasi titik (point mutation) dengan cara mengubah dan memotong protein yang dihasilkan (Elseth dan Baumgarner, 1984).

Menurut penelitian yang dilakukan Odeigah dan Myens (1998) pada cowpea (*Vigna unguiculata*) perlakuan dengan EMS (*ethylmethanesulfonate*) menghasilkan perkecambah yang baik dan variasi morfologi yang cocok untuk pemuliaan mutasi pada konsentrasi 0,05% lama perendaman 6 jam dan 0,1% pada lama perendaman 4 jam. Perubahan yang teramati adalah tanaman dengan peduncle (tangkai bunga/tangkai buah) yang bercabang, pigmentasi antosianin pada polong dan batang, perubahan pada bentuk dan warna daun bunga, sterilitas jantan, pemasakan awal dan ketahanan terhadap aphid dan bruchid.

Semua proses biokimia yang menentukan bentuk dan fungsi (fenotip) tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen) merupakan hasil dari informasi yang disandi dalam urutan DNA dan dari interaksi antara informasi tersebut dengan lingkungan. Informasi yang didapat tersebut diubah menjadi aktivitas biokimia dan struktur makromolekul yang dihasilkan dalam tumbuhan dengan cara biosintesis sejumlah enzim atau protein tertentu melalui transkripsi dan translasi. Menurut Salisbury dan Ross (1995) seluruh morfologi dan fisiologi tumbuhan berdasar pada proses metabolisme merupakan hasil perubahan informasi genetika menjadi enzim dan protein yang mengendalikan metabolisme. Beberapa titik kendali dalam aliran informasi genetic dari DNA sampai menjadi sebuah produk molekul yaitu, transkripsi, pengolahan mRNA, translasi mRNA di

ribosom menjadi enzim, selanjutnya aktivitas enzim ini akan berpengaruh pada proses metabolik yang nantinya juga akan mempengaruhi perkembangan tanaman.

Menurut Garner dan Snustad (1984) perubahan pada basa dapat menghasilkan triplet lain yang mengkode asam amino yang sama, sehingga tidak akan terjadi perubahan pada bagian-bagian dari protein yang dihasilkan. Sebuah basa tunggal yang mengalami perubahan dalam triplet akan mengakibatkan asam amino yang didapatkan berlainan dan juga pembentuk protein yang berbeda, akibatnya akan terjadi perubahan aktivitas biologis seperti aktivitas enzim. Efek akibat perubahan pada sebuah basa tunggal juga bisa mengakibatkan sebuah triplet yang mengkode berakhirnya satu rantai polipeptida (stop kodon).



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Terdapat perubahan morfologi tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. var. Velvet Queen) akibat perlakuan konsentrasi dan lama perendaman EMS yang berbeda.
2. Konsentrasi EMS 0.20% dan lama perendaman 4 jam mampu mempercepat laju perkecambahan benih tanaman hasil mutasi (M_1).
3. Konsentrasi EMS 0.20% dan lama perendaman 2 jam mampu mendapatkan rata-rata tinggi tanaman dan diameter batang mutan yang tinggi.
4. Konsentrasi EMS 0.05% dan lama perendaman 6 jam mampu meningkatkan persentase perkecambahan (M_1), persentase tanaman hidup, viabilitas benih (M_2), jumlah daun dan jumlah bunga mutan.
5. Perlakuan perbedaan konsentrasi dan lama perendaman EMS yang berbeda mengindikasikan bahwa agen alkilat dari EMS mampu menginduksi terjadinya mutan bercabang, mutan yang memiliki perubahan bentuk daun, bentuk dan warna petal.

5.2 Saran

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan sehingga masih membutuhkan penelitian lanjutan serta perlu mengamati variable pertumbuhan tanaman secara fisiologi dan pengamatan kromosom untuk mengetahui seberapa besar pengaruh mutagen EMS terhadap tanaman bunga matahari merah (*Helianthus annuus* L. Var. Velvet Queen).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1977. Manual on Mutation Breeding. Second Edition. International Atomic Energy agency. Vienna.
- , 1990. Sunflower cultivation in Argentina. Bayer Bussiness group Crop Protection. Ceverkusen. Germany.
- , 1995. Sunflower Production. Available at <http://www.ext.nodax.edu> (Verified 15 Desember 2006)
- Baenziger,S. 2000. Mutation Breeding. http://agweb.ag.vidoho.edu/_pses/plantscuence/_jackbrown/rapeseed/class32mutation%20and520invitro.ppt. (Verified at 13 Desember 2006)
- Bewley,J.D and M. Black. 1985. Seed Physiology of Development and Germination. Plenum Press. New York.
- Dodson L.A and W.E. Masker. 1986. Survival and Mutagenesis of Bacteriophage T7 Damaged by Methylmethanesulfonate and Ethylmethanesulfonate, Mutation Research, 162:137-144 p.
- Durand, J.L. 1990. Mutagenesis: EMS Treatment of Cell Suspensions of Nicotiana Sylvestris". In: J.W. Pollard and J.M. Walker (Eds.). Plant Cell and Tissue Culture: Methods in Molecular Biology. Humana press,Clifton, New Jersey. 431-441 p.
- Elseth,G.D dan K.D. Baumgardner. 1984. Genetics. Addison Wesley Publishing company. USA.
- Gardner,E dan P. Snustad. 1984. Principles of Genetics. John Willey and Sons.New York.
- Goldsworthy,P.R dan N.M. Fisher. 1992. The physiology of Tropical Field Crops. John willey and sons.ltd
- Gomez, K.A dan A.A. Gomez. 1995. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Gottschalk,W. 1971. the Importance of Mutagenesis in Modern Plant Breeding.Ghana J.sci.112:9

Hazra,S.K dan A. Shome. 1986. EMS- Induced sensitivity of Exised Mature Embryos and seed and genetic behavior of seed sterility in *Hibiscus cannabinus* L. Jute Agricultural research Institute. Barrackpore. India

Hidayat,E.B. 1995. Anatomi tumbuhan berbiji. ITB. Bandung.

Isdijoso,S.H. 1993. Environment Friendly Jute Product in Indonesia paper Prsented The International Consultation on Jute and Environment. The Hague. Netherland. 21-29 Oktober 1993

Kaul,A.K dan M.L. Das. 1986. Oil seed in Bangladesh. Canada Agriculture Sectore Team Minidtry of Agriculture Government of people, Republic of Bangladesh. Daka.

Khan,A.A. 1977. The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Elseiver Biomedical Press. Amsterdam. New York. Oxford.

Jain,H.K. 1999. Genetic : Principles, Concepts, and Implication. Science Publisher Inc. USA

Lehininger,A.L. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia*3. Terjemahan: Maggy Thenawidjaya. Erlangga. Jakarta

Maiya.M.S, Mahishi,D.M, Kulkarhi,R.S dan Sheriff,R.A. 1994. Polygenic variability for quantitative Character Following Ethyl Methane Sulfonate treatment in kenaf (*Hibiscus cannabinus* L) Mysure Journal of Agricultural Science 28:4, 289-291

Mardjono,R dan Suprijono. 1993. Pengaruh pemangkasan bunga terhadap hasil dan kualitas biji dan parameter seleksi beberapa galur bunga matahari. Zuriat vol 4(1)

Mehandjiev,A.S.N dan G. Kosturkova. 1999. Inducted Mutation and Their Application in Genetic Improvement of Pea. *Pisum Genetics* 31 :24-26. India

Odeigah P.G dan G.O. Myens. 1998. Induced mutation in cowpea(*Vigna Unguiculata*). Department of Biological Science University of Lagos.Lagos

Paimin, F.R. 2004. Pilih-pilih si Kerabat Sembung. *Trubus* 411/XXXV. p.107

Pinto,A.C.R, T.J.D. Rodrigues, I.C leite and J.C. Barbosa. 2005. Growth Retandants on development and ornamental quality or potted 'liliput' *Zinia elegant*.jacg. http://www.scielo_br.org (Verified at 22 mei 2007)

Purseglove,J.W. 1996. Tropical Crops Dicotyledons. University of The West Indies. Trinidad. pp 52-72

Putnam,D.H., E.S.Oplinger, D.R.Hick, B.R.Durgan, D.M.Noetzel, R.A.Meronuck.
2003. Sunflower. www.Seremban.net. (Verified at 13 desember 2006)

Rameau,C.D.C. 1997. New Ramous Mutant at loci Rms1, Rms3 and Rms4 Resulting
from Mutation Breeding Program at Versailles. Plant journal 12: 1329-1338

Robbelen,G. 1996. Frequency of Forward Mutation and Revesions in 2
Clarinamutants after EMS treatment. Institute of agronomi and plant breeding.
University of Gottingden, Germany.

Russel,P.J. 2000. Fundamental of Genetics. Addison Wesley Longman Inc. New
York.

Steenis. 1992. Flora. PT.Pradnya Paramitha. Jakarta

Sutarmi,M.S. 1997. Flora eksotika, Tanaman Hias berbunga. Kanisius. Yogyakarta.
p:60-61

Suwarso.1979. Bunga Matahari (*Helianthus annus L.*) Lembaga penelitian tanaman
Industri cabang Malang. P:1-10

Watkins, J.T., D.J. Cantliffe, D.J. Huber and T.A. Nell. 1985. Gibberellic acid
stimulated degradation of endosperm in pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 11(1):
61-65.

Welsh,J.R. 1991. Dasar – dasar Genetika dan Pemuliaan. Alih bahasa J.P.Moega.
Erlangga. Yogyakarta.

-----, 2003. Amino acid. Available at <http://www.Wikipedia.com>.(Verified 3
Oktober 2007)

Lampiran 1

DENAH PERCOBAAN

Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III
D ₀ E ₁	D ₀ E ₁	D ₀ E ₁
D ₀ E ₂	D ₀ E ₂	D ₀ E ₂
D ₀ E ₃	D ₀ E ₃	D ₀ E ₃
D ₁ E ₁	D ₁ E ₁	D ₁ E ₁
D ₁ E ₂	D ₁ E ₂	D ₁ E ₂
D ₁ E ₃	D ₁ E ₃	D ₁ E ₃
D ₂ E ₁	D ₂ E ₁	D ₂ E ₁
D ₂ E ₂	D ₂ E ₂	D ₂ E ₂
D ₂ E ₃	D ₂ E ₃	D ₂ E ₃
D ₃ E ₁	D ₃ E ₁	D ₃ E ₁
D ₃ E ₂	D ₃ E ₂	D ₃ E ₂
D ₃ E ₃	D ₃ E ₃	D ₃ E ₃
D ₄ E ₁	D ₄ E ₁	D ₄ E ₁
D ₄ E ₂	D ₄ E ₂	D ₄ E ₂
D ₄ E ₃	D ₄ E ₃	D ₄ E ₃

Lampiran 2

Tinggi tanaman

SK	db	JK	KT	F Hit	PROB
Ulangan	2	283,18	141,59	1,65	0,19
Dosis	4	16672,7	4168,18	48,67	0,00
Lama rendam	2	930,88	465,44	5,43	0,05
Dosis X Lama rendam	8	4697,25	587,16	6,86	0,00
Galat	208	17813	85,64		
Total	224	40397,1	180,33		

Diameter bunga

SK	db	JK	KT	F Hit	PROB
Ulangan	2	3,16	1,58	0,06	0,94
Dosis	4	55,72	13,93	0,54	0,71
Lama rendam	2	18,38	9,19	0,35	0,70
Dosis X Lama rendam	8	187,15	23,39	0,9	0,51
Galat	208	5386,25	25,89		
Total	224	5650,67	25,23		

Diameter batang

SK	db	JK	KT	F Hit	PROB
Ulangan	2	0,09	0,04	1,92	0,15
Dosis	4	1,58	0,39	17,74	0,00
Lama rendam	2	0,09	0,49	2,2	0,11
Dosis X Lama rendam	8	2,04	0,25	11,44	0,00
Galat	208	4,64	0,22		
Total	224	8,44	0,04		

Jumlah daun

SK	db	JK	KT	F Hit	PROB
Ulangan	2	45,26	22,63	1,5	0,22
Dosis	4	885,93	221,48	14,66	0,00
Lama rendam	2	20,59	10,3	0,68	0,51
Dosis X Lama rendam	8	375,14	46,89	3,1	0,00
Galat	208	3143,14	15,11		
Total	224	4470,06	19,95		

Jumlah bunga

SK	db	JK	KT	F Hit	PROB
Ulangan	2	9,71	4,86	0,47	0,63
Dosis	4	527,49	131,87	12,66	0,00
Lama rendam	2	40,54	20,27	1,95	0,14
Dosis X Lama rendam	8	386,08	48,26	4,63	0,00
Galat	208	2166,55	10,42		
Total	224	3130,38	13,97		

Persen kecambah (M1)

SK	db	JK	KT	F Hit	PROB
Ulangan	2	4,8	2,4	1,69	0,20
Dosis	4	79,91	19,97	14,03	0,00
Lama rendam	2	3,6	1,8	1,26	0,29
Dosis X Lama rendam	8	64,62	8,07	5,67	0,00
Galat	28	39,86	1,42		
Total	44	192,8	4,38		

Persen tanaman hidup

SK	db	JK	KT	F Hit	PROB
Ulangan	2	0,98	0,46	0,51	0,61
Dosis	4	58,35	14,58	15,87	0,00
Lama rendam	2	6,53	3,26	3,55	0,04
Dosis X Lama rendam	8	53,24	6,65	7,24	0,00
Galat	28	25,73	0,91		
Total	44	144,8	3,29		

uji viabilitas (M2)

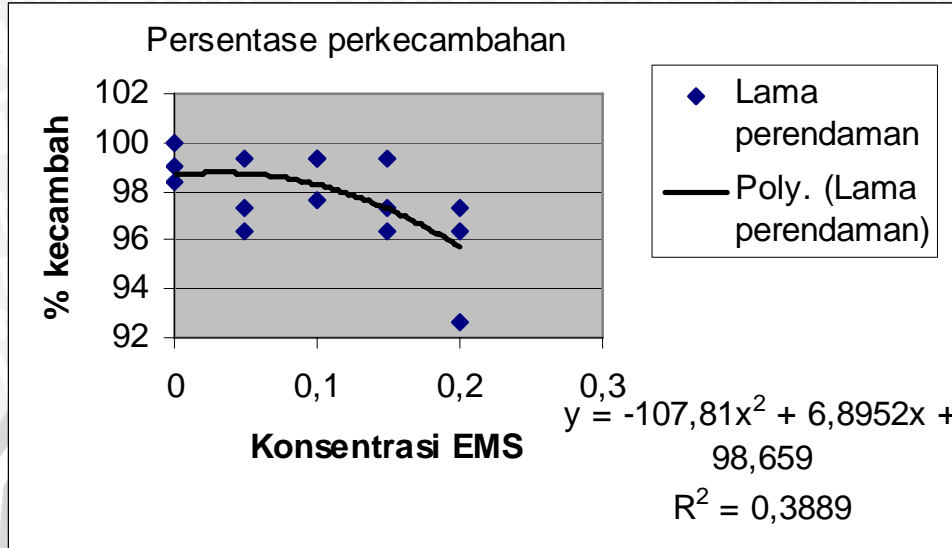
SK	db	JK	KT	F Hit	PROB
Ulangan	2	0,83	0,41	0,68	0,2
Dosis	4	15431,9	3857,98	15629,4	0,01
Lama rendam	2	9,72	4,86	19,69	0,04
Dosis X Lama rendam	8	83,47	10,43	42,26	0,01
Galat	28	6,91	0,25		
Total	44	15532,9	353,02		

Ket : nyata apabila nilai probabilitas < 0.05

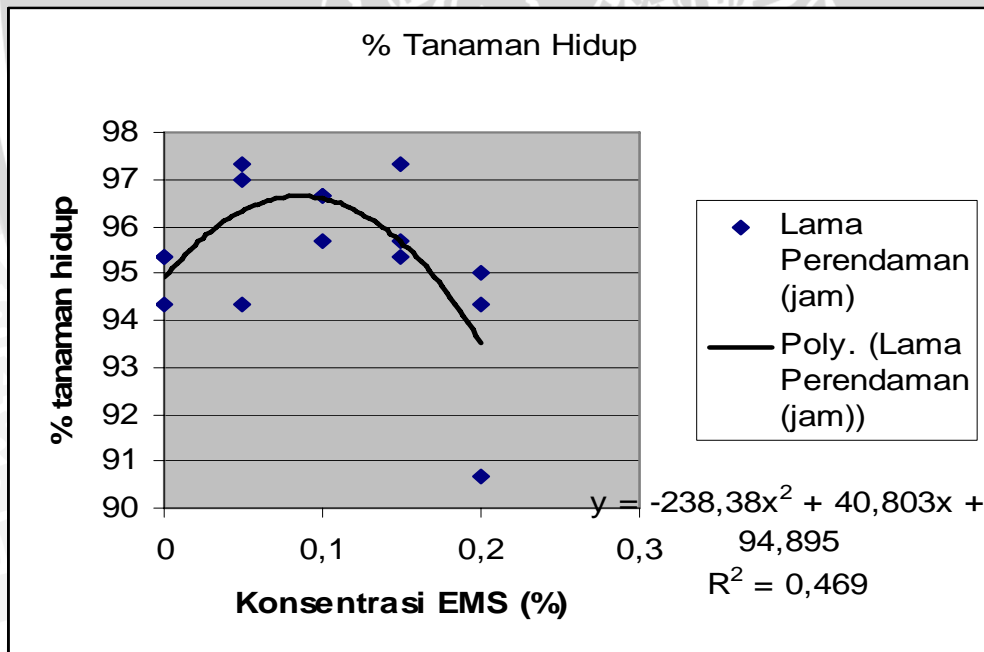
Lampiran 3

Grafik Analisis Regresi

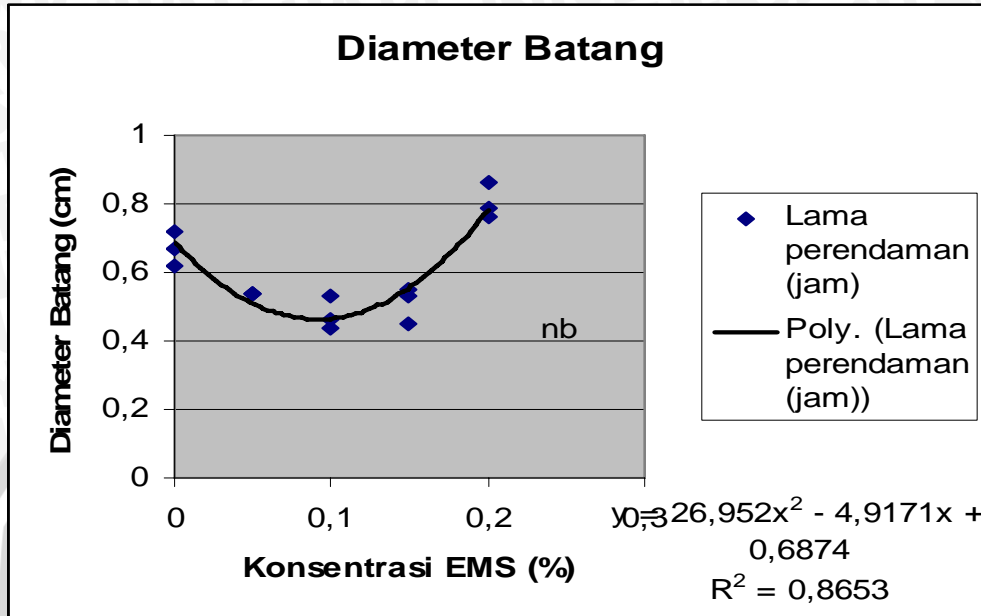
% Perkecambahan M₁



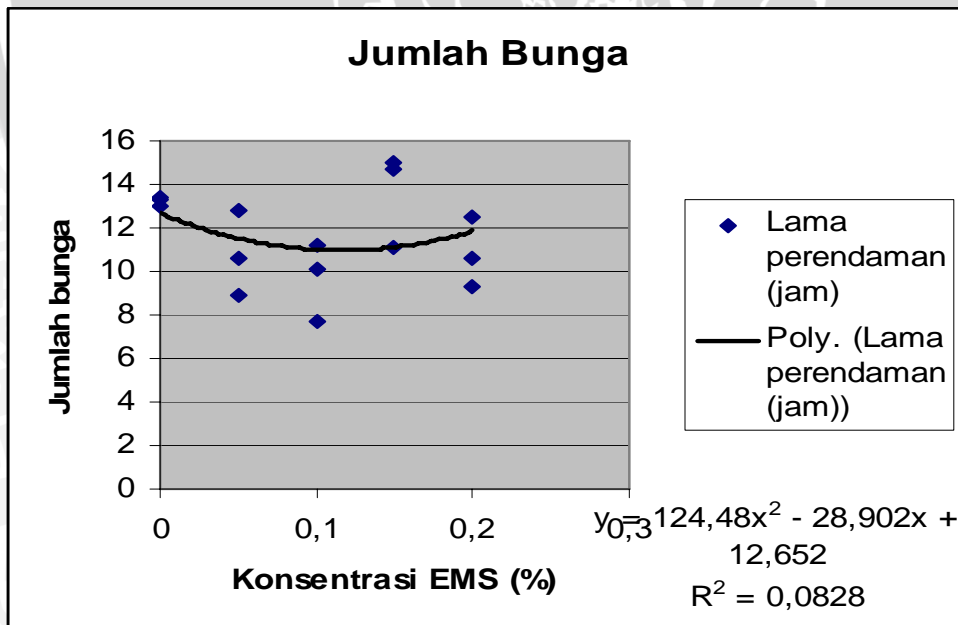
% Tanaman Hidup M₁



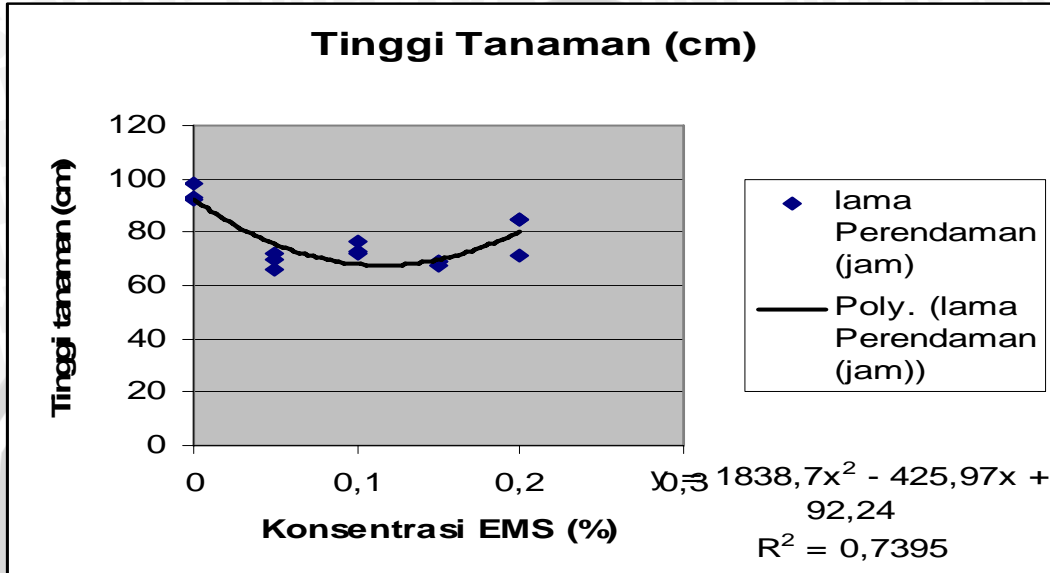
Diameter Batang



Jumlah Bunga



Tinggi tanaman



Uji viabilitas

