

**INDUKSI MUTASI STROBERI PADA BERBAGAI KONSENTRASI DAN  
LAMA PERENDAMAN DALAM EMS (*Ethyl Methane Sulphonate*)  
UNTUK ADAPTIF DATARAN RENDAH**

**MUFLIHA**

**G011 18 1335**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

**SKRIPSI**  
**INDUKSI MUTASI STROBERI PADA BERBAGAI KONSENTRASI DAN**  
**LAMA PERENDAMAN DALAM EMS (*Ethyl Methane Sulphonate*)**  
**UNTUK ADAPTIF DATARAN RENDAH**

**Disusun dan diajukan oleh**

**MUFLIHA**  
**G01181335**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI**  
**DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN**  
**FAKULTAS PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
**MAKASSAR**  
**2022**

INDUKSI MUTASI STROBERI PADA BERBAGAI KONSENTRASI DAN  
LAMA PERENDAMAN DALAM EMS (*Ethyl Methane Sulphonate*)  
UNTUK ADAPTIF DATARAN RENDAH

MUFLIHA  
G01181335

Skripsi Sarjana Lengkap  
Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana

Pada

Departemen Budidaya Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin


Makassar

Makassar, Oktober 2022

Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II


  
Prof. Dr. Ir. Mah. Farid BDR, M.P.  
NIP. 19670520 199202 1 001

  
Dr. Ir. Nurlina Kasim, M.Si.  
NIP. 19620618 199103 2 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Budidaya Pertanian



  
Dr. Hari Iswovo, SP. MA  
NIP. 19760508 200501 1 003

**LEMBAR PENGESAHAN**

**INDUKSI MUTASI STROBERI PADA BERBAGAI KONSENTRASI DAN  
LAMA PERENDAMAN DALAM EMS (*Ethyl Methane Sulphonate*)  
UNTUK ADAPTIF DATARAN RENDAH**

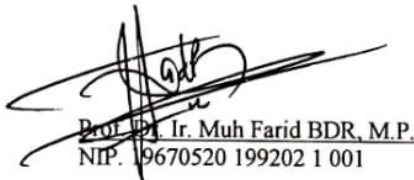
**Disusun dan Diajukan oleh**

**MUFLIHA  
G0111 18 1335**

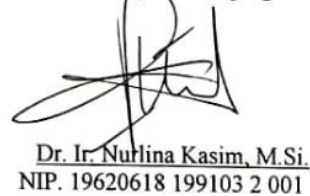
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Masa Studi Program Sarjana, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada tanggal 18 Oktober 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

  
Prof. Dr. Ir. Muh Farid BDR, M.P.  
NIP. 19670520 199202 1 001

Pembimbing Pendamping

  
Dr. Ir. Nurlina Kasim, M.Si.  
NIP. 19620618 199103 2 001

Ketua Program Studi

  
Dr. Ir. Abdul Haris B, M.Si.  
NIP. 19670811-19943 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mufliha

NIM : G011181335

Program Studi : Agroteknologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa tulisan saya berjudul:

**“Induksi Mutasi Stroberi Pada Berbagai Konsentrasi Dan Lama Perendaman Dalam Ems (*Ethyl Methane Sulphonate*) Untuk Adaptif Dataran Rendah”.**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan benar bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain. Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya dari orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Oktober 2022

  
  
Mufliha

v

## RINGKASAN

**Mufliha (G011 18 1335).** Induksi Mutasi Stroberi Pada Berbagai Konsentrasi Dan Lama Perendaman Dalam Ems (*Ethyl Methane Sulphonate*) Untuk Adaptif Dataran Rendah **dibimbing oleh Muh. Farid BDR. dan Nurlina Kasim.**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi dan lama perendaman terhadap induksi mutasi stroberi di dataran rendah. Penelitian ini dilaksanakan di Perumahan Dosen Unhas, Jalan Socrates, Blok AG nomor 25, di Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar, Sulawesi Selatan dan berlangsung dari Oktober 2021 hingga April 2022. Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap. Tahap pertama dalam bentuk percobaan Rancangan Faktorial 3 Faktor dengan Rancangan Acak Kelompok sebagai rancangan lingkungannya. Faktor pertama adalah varietas yang terdiri dari dua jenis, yaitu Sakura Hime dan Ichan King. Faktor kedua adalah konsentrasi EMS yang terdiri dari empat taraf, yaitu 0.25%, 0.5%, 0.75%, dan 1.0%. Faktor ketiga adalah lama perendaman dalam EMS yang terdiri dari tiga taraf, yaitu 3 jam, 6 jam, dan 9 jam. Tahap kedua adalah observasi tanaman hasil mutasi yang bertahan hidup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas, konsentrasi EMS dengan lama perendaman EMS yang memberikan pengaruh terbaik terhadap keragaman genetik mutan adalah varietas ichan king, konsentrasi EMS 0.75% dengan lama perendaman EMS 6 jam pada parameter tinggi tanaman (16.38 cm), laju pertumbuhan tajuk ( $163 \text{ cm}^2/\text{bulan}$ ), varietas ichan king, konsentrasi EMS 1% dengan lama perendaman EMS 6 jam pada parameter panjang daun (5.88 cm), lebar daun (7.10 cm), jumlah stolon (4.25 helai), umur berbunga (178 HST), jumlah bunga (4 bunga), umur panen (192 HST), jumlah buah (2 buah), bobot perbuah (2.5 gram), diameter buah (1.25 cm) dan padatan terlarut total yaitu 4.65 (brix)(%).

**Kata Kunci:** *Dataran rendah, EMS, Mutan, Stroberi*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir, dengan judul “Induksi Mutasi Stroberi Pada Berbagai Konsentrasi Dan Lama Perendaman Dalam Ems (*Ethyl Methane Sulphonate*) Untuk Adaptif Dataran Rendah”. Penulisan skripsi ini melibatkan banyak pihak yang turut memberikan bantuan baik itu berupa moril maupun materi kepada penulis, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda Mattinetta dan ibunda Hj. Suarni, saudara kandung Umar S.Sos. yang telah memberikan doa, dukungan dan nasehat selama proses penyelesaian skripsi.
2. Prof. Dr. Ir. Muh. Farid BDR., MP. selaku pembimbing I dan Dr. Ir. Nurlina Kasim, M.Si selaku pembimbing II yang telah banyak mendampingi, membimbing, dan memotivasi penulis dalam menyusun hingga menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Dr. Ir. Muh. Riadi, MP., Dr. Ifayanti Ridwan Saleh, SP. MP., dan Dr. Muhammad Fuad Anshori, S.P., M.Si. selaku penguji yang telah memberikan banyak ilmu serta masukan kepada penulis mulai awal penelitian hingga penyelesaian skripsi.
4. Bapak dan ibu staf pegawai akademik Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin atas segala arahan dan bantuan teknisnya.
5. Teman seperjuangan Keluarga Cemara (Nirwansyah Amier S.P, Mantasia S.P, Nadia Salsabila S.P, Sudirman S.P, M. Alfian Ikhlasul Amal S.P, Vivi

Yovita S.P, Musdalifah RM S.P, Shelfina Indrayanti S.P, Lenni Marlina S.P, Siti Antara Maedhani Tahara S.P, dan Dewanti Nur Chazanah) yang telah memberikan dukungan serta motivasi dalam meraih gelar sarjana.

6. Keluarga Besar Plant Breeding yang sudah membantu di lapangan dan menghibur penulis dalam pengerjaan skripsi.
7. Basmalah dan Salsabila alisyah yang telah membantu proses penelitian, dan memberikan saran bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi dengan baik
8. Teman-teman Agroteknologi 2018 yang telah menemani dari awal kuliah hingga di detik-detik akhir perkuliahan.
9. Teman-teman MKU C yang telah turut andil dalam memotivasi penulis dalam penggarapan skripsi ini terkhusus Nur Ummul Annisa, Linda sarinda, Nirmalasari, dan Khusnul Khatimah.
10. Semua pihak yang telah membantu selama penelitian.

Penulis berharap semoga semua yang terlibat dalam penulisan skripsi ini mendapat pahala atas kebaikannya dan mendapatkan balasan dari Allah SWT serta apa yang terdapat dalam skripsi ini bisa berguna dan bermanfaat bagi banyak orang. Aamiin.

Makassar, Oktober 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Hipotesis .....	3
1.3 Tujuan dan Kegunaan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tanaman Stroberi .....	5
2.2 Mutasi .....	9
2.3 Mutasi Gen.....	11
2.4 <i>Ethyl Methane Sulphonate</i> (EMS).....	12
2.5 Pengaruh Mutagen Kimia EMS pada Tanaman.....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Tempat dan Waktu.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Metode Penelitian .....	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.5 Parameter Pengamatan.....	19
3.6 Analisis Data.....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Hasil .....	23
4.2 Pembahasan.....	32
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR TABEL

No.	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Uji t Tinggi Tanaman (cm) Hasil Induksi Mutasi EMS Stroberi di Dataran Rendah.....	24
2.	Uji t Jumlah Daun (helai) Hasil Induksi Mutasi EMS Stroberi di Dataran Rendah.....	25
3.	Uji t Panjang Daun (cm) Hasil Induksi Mutasi EMS Stroberi di Dataran Rendah.....	26
4.	Uji t Lebar Daun (cm) Hasil Induksi Mutasi EMS Stroberi di Dataran Rendah.....	27
5.	Uji t Umur Munculnya Stolon (HST) Hasil Induksi Mutasi EMS Stroberi di Dataran Rendah.....	29
6.	Uji t Jumlah Stolon (helai) Hasil Induksi Mutasi EMS Stroberi di Dataran Rendah.....	30

No.	<i>Lampiran</i>	Halaman
1.	Tinggi Tanaman (cm) Hasil Induksi Mutasi EMS di Dataran Rendah.....	43
2.	Jumlah Daun (helai) Hasil Induksi Mutasi EMS di Dataran Rendah.....	44
3.	Panjang Daun (cm) Hasil Induksi Mutasi EMS di Dataran Rendah.....	45
4.	Lebar Daun (cm) Hasil Induksi Mutasi EMS di Dataran Rendah.....	46
5.	Umur Munculnya Stolon (HST) Induksi Mutasi EMS Stroberi di Dataran Rendah.....	47
6.	Jumlah Stolon (helai) Induksi Mutasi EMS Stroberi di Dataran Rendah.....	48
7.	Laju Pertumbuhan Tajuk (cm <sup>2</sup> / Bulan) Hasil Induksi Mutasi EMS di Dataran Rendah Bulan Kedua-Pertama.....	49

8. Laju Pertumbuhan Tajuk ( $\text{cm}^2/\text{Bulan}$ ) Hasil Induksi Mutasi EMS di Dataran Rendah Bulan Ketiga-Kedua.....	50
9. Perhitungan $\text{LC}_{50}$ .....	51
10. Deskripsi Tanaman Stroberi Varietas Sakura Hime .....	52
11. Deskripsi Tanaman Stroberi Varietas Ichan King .....	53

## DAFTAR GAMBAR

No.	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Kurva Persentase Tanaman Hidup Stroberi Hasil Mutasi EMS .....	23
2.	Grafik Rata-rata Laju Pertumbuhan Tajuk Tanaman Stroberi Hasil Induksi Mutasi EMS di Dataran Rendah .....	28
3.	Penampilan Mutan M10 (V2K4L2) saat berbunga.....	31

No.	<i>Lampiran</i>	Halaman
1.	Denah Pengacakan di Lapangan .....	54
2.	Kegiatan pembuatan larutan EMS .....	55
3.	Kegiatan perendaman benih stroberi menggunakan EMS .....	55
4.	Kegiatan pengelolaan lahan dan pengisian polybag .....	55
5.	Kegiatan penyemaian benih tanaman Stroberi.....	56
6.	Kegiatan penanaman stroberi .....	56
7.	Kegiatan pemeliharaan tanaman Stroberi .....	56
8.	Kegiatan pengamatan parameter tanaman Stroberi.....	56
9.	Kegiatan pemanenan stroberi .....	57
10.	Kondisi tanaman stroberi dari mutan M1 (V1K1L3).....	57
11.	Kondisi tanaman stroberi dari mutan M2 (V1K3L1).....	57
12.	Kondisi tanaman stroberi dari mutan M3 (V1K4L1).....	58
13.	Kondisi tanaman stroberi dari mutan M4(V1K4L3).....	58
14.	Kondisi tanaman stroberi dari mutan M5 (V2K2L1).....	58
15.	Kondisi tanaman stroberi dari mutan M6 (V2K2L2).....	59
16.	Kondisi tanaman stroberi dari mutan M7 (V2K2L3).....	59
17.	Kondisi tanaman stroberi dari mutan M8 (V2K3L1).....	59
18.	Kondisi tanaman stroberi dari mutan M9(V2K3L2).....	60
19.	Kondisi tanaman stroberi dari mutan M10 (V2K4L2).....	60
20.	Kondisi tanaman stroberi dari mutan M11 (V2K4L3).....	60
21.	Kondisi tanaman stroberi dari induk 1 (Sakura hime) .....	60
22.	Kondisi tanaman stroberi dari induk 2 (Ichan king) .....	61

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Stroberi (*Fragaria* sp.) merupakan buah yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan sangat diminati masyarakat di Indonesia. Daya pikatnya terletak pada warna buah yang merah mencolok dan rasanya manis segar ataupun asam. Stroberi dapat dikonsumsi dalam keadaan segar atau menjadi produk olahan seperti selai, sirup, dodol, manisan, jus, dan bahan baku pembantu pembuat es krim. Beberapa petani di Indonesia, khususnya di daerah dataran tinggi, telah melakukan budidaya stroberi secara komersial. Prospek usaha stroberi sangat menjanjikan. Produksi buah sampai sekarang belum memenuhi permintaan pasar ini memiliki harga jual yang cukup tinggi. Stroberi mengandung antioksidan dengan level yang tinggi, serta sumber vitamin C yang sangat baik, dan bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Hidayati, 2019). Oleh sebab itu, buah ini menjadi salah satu buah yang laris dikalangan masyarakat.

Stroberi tumbuh dan berproduksi dengan baik di daerah pegunungan (dataran tinggi) yang sejuk udaranya karena stroberi secara teknis memerlukan lingkungan tumbuh bersuhu dingin dan lembab dengan suhu optimum antara 17 - 20°C, kelembapan 80% - 90%, penyinaran matahari 8 – 10 jam per hari dan curah hujan berkisar 600 mm – 700 mm per tahun (Setiawan *et al.*, 2018). Namun persaingan dengan komoditi hortikultura lainnya menjadi tantangan dalam pengembangan tanaman stroberi di dataran tinggi. Oleh sebab itu, pengembangan stroberi pada dataran sedang sampai rendah menjadi solusi dari peningkatan produksi stroberi di Indonesia. Pada dataran rendah memiliki suhu dan intensitas

radiasi matahari yang tinggi dan tidak sesuai dengan budidaya stroberi, sehingga tanaman ini tidak dapat dikembangkan pada dataran rendah.

Varietas stroberi sejauh ini hanya adaptif dataran tinggi, belum ada varietas yang adaptif dataran rendah, sehingga diperlukan adanya pengembangan varietas stroberi yang adaptif dataran rendah. Penggunaan varietas Ichan king dan Sakura hime, karena memiliki ukuran buah yang cukup besar dan manis serta kemampuan beradaptasinya terhadap metode budidaya baru dibandingkan varietas lainnya. Salah satu cara untuk memperoleh genotipe yang adaptif pada wilayah dataran rendah yaitu dengan membentuk keragaman melalui teknik mutasi. Keragaman menjadi kunci dalam pengembangan varietas tersebut. Selain itu, peningkatan kualitas buah stroberi pada dataran rendah juga menjadi hal yang harus diperhatikan.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian, keragaman genotipe untuk adaptif dataran rendah dapat dilakukan melalui mutasi, hal ini telah dilaporkan oleh Hatta *et al.* (2018) terhadap gandum, Asadi (2013) terhadap kedelai, Handayati (2013) terhadap bunga krisan, Suharjo *et al.*, (2010) terhadap kentang. Oleh sebab itu, penginduksian keragaman genotype pada tanaman stroberi melalui mutasi menjadi penting dilakukan.

Mutasi merupakan perubahan yang terjadi secara tiba-tiba dan acak pada materi genetik (genom, kromosom, gen). Mutasi induksi dapat dilakukan dengan menggunakan mutagen kimia dan mutagen fisik. Mutagen kimia yang dapat digunakan adalah *sulphur mustard*, *colchicine*, *Ethyl Methane Sulphonate* dan *Diethyl Sulphate* (Putra dan Kristanti, 2017). Namun, mutagen EMS (*Ethyl*

*Methane Sulphonate*) menjadi bahan mutagen yang sering digunakan dalam penelitian pemuliaan tanaman (Qosim *et al.*, 2012). EMS memiliki keunggulan dalam presentasi keberhasilan mutagenik setelah terhidrolisis, peningkatan keragaman serta dapat diaplikasikan dengan peralatan yang lebih sederhana, dibandingkan dengan mutasi secara fisik (Putra dan Kristanti, 2017). Sehingga penggunaan mutagen kimia lebih efektif dilakukan.

Penggunaan mutagen kimia sangat bergantung dari konsentrasi dan lama perendaman yang dilakukan. Hal ini dilaporkan dari penelitian Purwani (2017) dengan konsentrasi 1% dan 1,5% pada tembakau. Rustini dan Pharmawati (2014), dengan perlakuan 1% EMS pada cabai. Alcantara *et al.* (1996) dengan mutagen EMS pada rentang konsentrasi 0,5% sampai 1,5% dan lama perendaman 3 jam sampai 9 jam pada cabai besar serta Suteja *et al.*, (2019) dengan konsentrasi 0.01% dengan lama perendaman 6 jam pada kentang. Oleh sebab itu, penggunaan konsep ini penelitian terkait induksi mutasi stroberi pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman dalam EMS menjadi alternatif upaya pengembangan stroberi di dataran rendah.

## **1.2 Hipotesis**

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu terdapat satu atau lebih mutan stroberi yang adaptif di dataran rendah.

### **3.3 Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh konsentrasi dan lama perendaman terhadap induksi mutasi stroberi di dataran rendah. Kegunaan dari penelitian ini adalah diharapkan sebagai bahan referensi untuk pemulia tanaman dalam mengembangkan stroberi di dataran rendah melalui teknik mutasi.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanaman Stroberi**

Stroberi memiliki buah yang berwarna merah segar, berukuran mungil dan rasa asam manis merupakan daya tarik utama bagi konsumen dimana stroberi merupakan salah satu jenis buah-buahan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan mempunyai banyak manfaat. Bagian yang dapat dimakan dari buah stroberi mencapai 96%. Selain mengandung berbagai vitamin dan mineral, buah stroberi terutama biji dan daunnya diketahui mengandung *ellagic acid* yang berpotensi sebagai penghambat kanker, mempercantik kulit, menjadikan gigi putih, menghilangkan bau mulut serta meningkatkan kekuatan otak dan penglihatan dan pada akar stroberi mengandung zat anti radang (Budiman dan Saraswat, 2008).

##### **2.1.1 Taksonomi Tanaman Stroberi**

Stroberi (*Fragaria* sp.) tergolong dalam famili mawar-mawaran (Rosaceae). Tanaman stroberi dalam tatanama (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut (Budiman dan Saraswati 2008) :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rosales
Familia	: Rosaceae
Genus	: <i>Fragaria</i>
Spesies	: <i>Fragaria</i> sp.

Stroberi (*Fragaria* sp.) merupakan tanaman buah yang ditemukan pertama kali di Chili yaitu spesies *Fragaria chiloensis* L. yang menyebar ke berbagai negara dan spesies *Fragaria vesca* L. jenis stroberi inilah yang pertama kali masuk ke Indonesia. Spesies *Fragaria X ananassa* var D. adalah stroberi hibrida yang dihasilkan dari persilangan spesies *Fragaria chiloensis* L yang berasal dari Chili (Kesumawati *et al.*, 2012).

### **2.1.2 Morfologi Tanaman Stroberi**

Tanaman stroberi merupakan tanaman berakar tunggang (*radix primaria*). Akarnya terus tumbuh, berukuran besar dan dapat mencapai panjang 100 cm, namun akarnya hanya dapat menembus lapisan tanah atas sedalam 15 - 45 cm. Secara umum tanaman stroberi dewasa memiliki 20 - 35 akar primer dengan panjang sekitar 40 cm. Akar primer dapat bertahan lebih dari satu tahun. Akar-akar baru yang menggantikan akar primer tumbuh dari ruas yang paling dekat dengan akar. Secara morfologi, akar tanaman stroberi terdiri atas pangkal akar (*collum*), batang akar (*corpus*), ujung akar (*apeks*), bulu akar (*pilus radicalis*) dan tudung akar (*calyptras*) (Budiman dan Saraswati, 2008).

Tanaman stroberi memiliki batang yang beruas-ruas pendek dan berbentuk buku. Batang utama tanaman stroberi sangat pendek. Batang tanaman banyak mengandung air dan tertutupi oleh pelepah daun sehingga seolah-olah tampak seperti rumpun tanpa batang. Buku-buku batang tertutup oleh sisi daun yang mempunyai kuncup (*gemma*). Kuncup pada ketiak daun dapat tumbuh menjadi anakan atau stolon. Stolon biasanya tumbuh memanjang dan menghasilkan beberapa calon tanaman baru. Stolon adalah cabang kecil yang tumbuh mendatar

atau menjalar di permukaan tanah. Tunas yang berakar dan tumbuh akan membentuk generasi (tanaman) baru, yang digunakan sebagai bibit untuk memperbanyak vegetatif tanaman stroberi. Bibit yang berasal dari stolon disebut geragih atau runners (Budiman dan Saraswat, 2008).

Daun stroberi tersusun pada tangkai yang berukuran cukup panjang. Tangkai daun berbentuk bulat dan seluruh permukaannya ditumbuhi oleh bulu-bulu halus. Helai daun bersusun tiga (*trifoliate*). Bagian tepi daun bergerigi, berwarna hijau, dan berstruktur tipis. Pada masa pertumbuhan vegetatif, meristem apikal membentuk daun-daun baru setiap 18-12 hari pada suhu rata-rata 22<sup>0</sup>C. Pada daun stroberi memiliki 300 - 400 stomata per mm<sup>2</sup>, hal ini mengakibatkan daun stroberi banyak kehilangan air melalui transpirasi. Daun dapat bertahan hidup selama 1-3 bulan, selanjutnya ketika buah telah dipanen maka daun akan mengering kemudian mati ( Kurnia, 2005 ).

Tanaman stroberi memiliki bunga yang berbentuk klaster (tandan) pada beberapa tangkai bunga. Biasanya bunga mekar tidak bersamaan, bunga yang lebih awal mekar ukurannya lebih besar daripada bunga yang mekar terakhir. Bunga stroberi berwarna putih, ber diameter 2,5 - 3,5 cm, terdiri dari 5 - 10 kelopak bunga berwarna hijau dan 5 mahkota bunga, 20 - 35 stamen (benang sari), dan ratusan putik yang menempel pada dasar bunga (*receptacle*) dengan pola melingkar. Bunga tersusun dari tangkai utama dan tangkai cabang. Pada ujung tangkai utama terdapat bunga utama yang disebut bunga primer. Bunga primer ini mendominasi perkembangan bunga. Tangkai sekunder terbentuk untuk di bawah

bunga primer dan dilindungi oleh sepasang *bractae*, dimana pada tangkai sekunder terdapat bunga sekunder (Budiyati *et al.*, 2015).

Stroberi memiliki warna buah yang sangat menarik yaitu berwarna merah menyala. Buah stroberi adalah buah semu, yang merupakan pembesaran yaitu *receptacle* (tangkai buah). Buah sejati yang berasal dari pembuahan ovul berkembang menjadi buah kering dengan biji yang keras disebut achen, dimana pembentukannya ditentukan oleh jumlah pistil dan keefektifan penyerbukan. Penyerbukan yang tidak merata menyebabkan bentuk buah menjadi kurang sempurna. Ukuran stroberi ditentukan oleh jumlah buah achen yang terbentuk. Ukuran buah yang terbesar berasal dari bunga primer (Prihartman, 2006).

### **2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Stroberi**

Stroberi merupakan tanaman subtropics yang pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh parameter lingkungan seperti suhu, penyinaran dan intensitas cahaya. Syarat tumbuh stroberi yang optimum pada lahan dataran tinggi yaitu pada ketinggian 1.000 - 1.500 m dpl karena stroberi secara teknis memerlukan lingkungan tumbuh bersuhu dingin dan lembab dengan suhu optimum antara 17 - 20°C, kelembapan 80% -90%, penyinaran matahari 8 – 10 jam per hari dan curah hujan berkisar 600 mm – 700 mm per tahun (Setiawan *et al.*, 2018).

Penanaman stroberi di daerah dengan kondisi lingkungan (iklim) yang berbeda akan mengakibatkan tanaman tersebut tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik atau bahkan mati, stroberi mampu tumbuh dalam berbagai tanah lempung berpasir yang kaya akan bahan organik dan berdrainase baik dengan pH 5,8 dan sangat tidak disarankan untuk menanam stroberi di tanah

yang dalam empat tahun terakhir telah ditanami tomat, kentang, paprika atau terong, karena stroberi akan mudah terkena jamur busuk akar *Verticillium* (Sideman dan Handley, 2016).

## **2.2 Mutasi**

Mutasi adalah perubahan yang terjadi pada bahan genetik (DNA maupun RNA), baik pada taraf urutan gen (disebut mutasi titik) maupun pada taraf kromosom. Mutasi pada tingkat kromosomal biasanya disebut aberasi. Mutasi pada gen dapat mengarah pada munculnya alel baru dan menjadi dasar bagi kalangan pendukung evolusi mengenai munculnya variasi-variasi baru pada spesies. Mutasi terjadi karena adanya perubahan lingkungan yang luar biasa. Mutasi terjadi pada frekuensi rendah di alam, biasanya lebih rendah daripada 1:10.000 individu (Putra dan Kristanti, 2017).

Mutasi dapat menghasilkan individu dengan mutan fenotipe dengan berbagai tingkat keparahan. Alel yang bermutasi seringkali menyebabkan kerusakan. Namun, terjadinya mutan fenotipe dapat terjadi lama sekali setelah terjadi mutasi itu sendiri, jika mutasi ini adalah resesif, seperti kebanyakan mutasi. Pada kasus ini, diperlukan pasangan alel lain yang juga resesif agar dapat muncul. Mutasi dapat terjadi pada sel mana pun pada waktu kapan pun, walaupun banyak mutasi terjadi saat replikasi DNA. Efek mutasi pada fenotipe organisme dapat bervariasi mulai dari sesuatu yang kecil dan tak penting sehingga sesuatu yang letal. Mutasi yang paling tidak berbahaya akan merubah DNA triplet pada sinonimnya untuk asam amino yang sama (Effendi dan Ridha, 2012).

Jenis-jenis mutasi menurut pendapat Miglani (2010), diantaranya sebagai berikut:

- a. Mutasi skala kecil : disebut juga mutasi titik, dimana terjadi pergantian satu pasang nukleotida. Perubahan ini menjadi ukuran yang sangat kecil yang tidak bisa diamati bahkan di bawah mikroskop. Mutasi tersebut dapat dideteksi dengan membandingkan urutan nukleotida dari *wild type* dan mutan DNA /RNA. Karena substitusi tersebut, jumlah pasangan nukleotida tidak berubah dalam gen. Terdapat dua jenis mutasi titik, yaitu transisi dan transversi. Transisi adalah perubahan dari purin ke purin ( $A \rightarrow G$  atau  $G \rightarrow A$ ) atau pirimidin ke pirimidin ( $T \rightarrow C$  atau  $C \rightarrow T$ ), sedangkan transversi adalah perubahan dari purin ke pirimidin atau pirimidin ke purin ( $A \rightarrow T$  atau  $T \rightarrow A$ ).
- b. Mutasi intermediet: dalam hal ini baik ada tambahan (penyisipan) atau penghapusan (removal) dari satu atau beberapa pasang nukleotida dari gen. Hal ini menyebabkan perubahan dalam jumlah pasangan nukleotida dalam gen, sehingga perubahan tersebut dapat menyebabkan pergeseran dalam pembacaan frame atau pengelompokan kodon dan disebut sebagai mutasi frameshift.
- c. Mutasi skala besar: disebut juga mutasi kromosom, termasuk perubahan struktur kromosom dan perubahan jumlah kromosom. Jenis – jenis mutasi berdasarkan perubahan struktur kromosom yaitu delesi (penghapusan daerah kromosom), duplikasi (penambahan bagian dari suatu gen), inversi (pemotongan gen, kemudian diputar dengan sudut  $180^\circ$  dan disambungkan

dalam urutan terbalik), translokasi (transfer suatu bagian dari kromosom ke kromosom yang sama, atau kromosom non homolog, atau dua kromosom nonhomolog yang saling bertukar). Sedangkan jenis mutasi berdasarkan perubahan jumlah kromosom yaitu monoploidi, diploidi, dan triploidi.

### **2.3 Mutasi Gen**

Mutasi gen pada dasarnya merupakan mutasi titik (*point mutation*). Pada mutasi ini terjadi perubahan kimiawi pada satu atau beberapa pasangan basa dalam satu gen tunggal yang menyebabkan perubahan sifat individu tanpa perubahan jumlah dan susunan kromosomnya. Peristiwa yang terjadi pada mutasi gen adalah perubahan urutan-urutan DNA atau lebih tepatnya mutasi titik merupakan perubahan pada basa N dari DNA atau RNA (Warmadewi, 2017). Mutasi genetik menyebabkan adanya penggantian beberapa asam amino pada urutan protein yang mempengaruhi struktur enzim dalam menghasilkan perluasan spektrum antibiotik yang mengalami hidrolisis (Kang *et al.*, 2017).

Mutasi Gen dibagi menjadi mutagen fisik dan mutagen kimia. Mutagen fisik adalah radiasi ion yang meliputi sinar X, sinar gamma, neutron, partikel beta, partikel alfa, dan proton. Sinar gamma sangat luas digunakan dalam pemuliaan tanaman (Lestari, 2012). Radiasi ion mengakibatkan mutasi, yakni merombak atau memecah rantai kimia pada molekul DNA, delesi ikatan nukleotida, atau terjadinya substitusi ikatan nukleotida. Sinar gamma merupakan radiasi elektromagnetik yang diproduksi oleh radio isotop dan reaktor nuklir. Mutagen kimia pada umumnya berasal dari senyawa kimia yang memiliki gugus alkil seperti etil metan sulfonat (EMS), dietil sulfat, metil metan sulfonat, hidroksil

amina, dan nitrous acid. Mutasi secara kimia dapat diaplikasikan tanpa membutuhkan peralatan yang lengkap, namun keberhasilannya lebih rendah dibandingkan dengan mutasi secara fisika (Asadi, 2013).

#### **2.4 Ethyl Methane Sulphonate (EMS)**

*Ethyl Methane Sulphonate* (EMS) merupakan mutagen kimia yang dapat menyebabkan proses alkilasi yang efektif dalam menginduksi mutasi berbagai jenis organisme. Mutasi dengan menggunakan mutagen kimia EMS telah banyak dilakukan pada berbagai spesies tanaman. EMS merupakan kelompok alkil yang dapat mengubah basa-basa DNA (guanin dan timin) menjadi basa lain dan akan berpasangan dengan basa yang berbeda sehingga terjadi transisi. Senyawa EMS merupakan senyawa alkil yang mengubah guanin menjadi 7-etilguanin yang berpasangan dengan timin. Senyawa ini banyak digunakan untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman dan perbaikan kualitas tanaman (Rustini dan Pharmawati, 2014).

EMS memiliki rumus kimia ( $C_3H_8SO_3$ ). Mutagen kimia EMS termasuk dalam golongan agen alkilasi yang dapat menyebabkan mutasi titik. EMS akan mengikatkan gugus etilnya pada basa guanin (G) pada posisi 7-N dan 6-O yang akan membentuk gugus O 6-etilguanin, yang akan berpasangan dengan timin dan menyebabkan transisi basa (Bhat *et al.*, 2007). Terjadinya etilasi ini menyebabkan kesalahan pemasangan basa ketika replikasi, sehingga menyebabkan mutasi acak pada rantai DNA. EMS paling banyak digunakan karena menghasilkan mutan yang bermanfaat dan tidak bersifat mutagenik setelah terhidrolisis. Senyawa ini banyak digunakan untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman dan perbaikan kualitas tanaman. Selain itu, EMS juga menghasilkan peningkatan



keragaman dan menghasilkan mutan, misalnya dihasilkan mutan pisang yang resisten terhadap virus. mutagen EMS digunakan pada kisaran konsentrasi 0.5% sampai 1.5% (Purwani, 2017).

## **2.5 Pengaruh Mutagen Kimia EMS (*Ethyl Methane Sulphonate*) pada Tanaman**

EMS merupakan mutagen kimia yang dapat menyebabkan proses alkilasi yang efektif dalam menginduksi mutasi berbagai jenis organisme. Mutasi dengan menggunakan mutagen kimia EMS telah banyak dilakukan pada berbagai spesies tanaman. EMS merupakan kelompok alkil yang dapat mengubah basa-basa DNA (guanin dan timin) menjadi basa lain dan akan berpasangan dengan basa yang berbeda sehingga terjadi transisi. Senyawa EMS merupakan senyawa alkil yang mengubah guanin menjadi 7-etilguanin yang berpasangan dengan timin. Senyawa ini banyak digunakan untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman dan perbaikan kualitas tanaman (Rustini dan Pharmawati, 2014).

Mutagen kimia EMS termasuk dalam golongan agen alkilasi yang dapat menyebabkan mutasi titik. EMS akan mengikatkan gugus etilnya pada basa guanin (G) pada posisi 7-N dan 6-O yang akan membentuk gugus O 6-etilguanin, yang akan berpasangan dengan timin dan menyebabkan transisi basa (Bhat *et al.*, 2007). Penggunaan mutagen kimia EMS juga berpengaruh terhadap perkecambahan benih tanaman. Hasil menunjukkan bahwa terjadi penurunan persentase perkecambahan pada benih padi seiring dengan meningkatnya konsentrasi EMS (Putra dan Kristanti, 2017).

Perlakuan EMS menyebabkan beberapa perubahan pada fisiologi tanaman, antara lain hasil penelitian Srivastava dan Jitendra (2012), perlakuan EMS 0,5% dengan perendaman selama 3 jam, 5 jam, dan 7 jam menghasilkan kandungan klorofil tanaman safflower lebih rendah daripada kontrol. Kandungan terendah pada perlakuan selama 7 jam. Hasil penelitian lainnya yaitu Pande dan Khetmalas (2012) menyebutkan kombinasi perlakuan mutagen sinar X 25 Kr dan EMS 0.5% pada bunga matahari mengalami peningkatan kandungan klorofil. Kumar dan Mishra (2004) melaporkan bahwa pada tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus*), persentase perkecambahan umumnya menurun dengan meningkatnya dosis sinar gamma dan EMS (Putra dan Kristanti, 2017).