

**PENGARUH INDUKSI MUTASI RADIASI SINAR GAMMA COBALT-60
TERHADAP KERAGAMAN FENOTIP TANAMAN LIDAH MERTUA
(*Sansevieria trifasciata* Prain)**

SKRIPSI

Oleh :
SOFIATUR ROHMAH
NIM. 14620054



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**PENGARUH INDUKSI MUTASI RADIASI SINAR GAMMA COBALT-60
TERHADAP KERAGAMAN FENOTIP TANAMAN LIDAH MERTUA
(*Sansevieria trifasciata* Prain)**

SKRIPSI

Oleh:
SOFIATUR ROHMAH
NIM.14620054

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

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019

**PENGARUH INDUKSI MUTASI RADIASI SINAR GAMMA COBALT-60
TERHADAP KERAGAMAN FENOTIP TANAMAN LIDAH MERTUA
(*Sansevieria trifasciata* Prain)**

SKRIPSI

Oleh:
SOFIATUR ROHMAH
NIM.14620054

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal : 26 April 2019

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Dr. H. Ahmad Barizi, M.A
NIP. 19731212 199803 008



Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi


Romaidi, M.Si, D.Sc

NIP. 19810201 200901 1 019

**PENGARUH INDUKSI MUTASI RADIASI SINAR GAMMA COBALT-60
TERHADAP KERAGAMAN FENOTIP TANAMAN LIDAH MERTUA
(*Sansevieria trifasciata* Prain)**

SKRIPSI

Oleh:
SOFIATUR ROHMAH
NIM. 14620054

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 26 April 2019

Penguji Utama : Suyono, M.P
NIP. 19710622 200312 1 002
Ketua Penguji: Azizatur Rahmah, M.Sc
NIP. 19860930201601082065
Sekretaris Penguji: Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002
Anggota Penguji: Dr. H. Ahmad Barizi, M.A
NIP. 19731212 199803 008

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Biologi



Romaidi, M.Si, D.Sc
NIP. 19810201 200901 1 019

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur selalu dipanjatkan pada Allah SWT atas rahmat dan karunia yang telah diberikan. Alhamdulillah segala rasa syukur dan nikmat yang telah Allah SWT berikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih juga tak lupa saya berikan kepada keluarga saya yang senantiasa memberikan dukungan serta semangat sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya yaitu Bapak Purwadi dan Ibu Satupah yang senantiasa memberikan kasih sayang dan dukungan berupa materi maupun do'a sehingga saya diberikan kelancaraan oleh Allah SWT dalam proses penyelesaian skripsi ini. Selain itu juga saya persembahkan untuk kakak saya yaitu M.Machful Mu'ad yang selalu memberikan semangat dan dukungan sehingga saya bisa terus bersemangat dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Ibu dan Bapak Dosen Pembimbing, Dr. Evika Sandi Savitri, M.P dan Dr. H. Ahmad Barizi, M.A yang telah memberikan pendidikan dan bimbingannya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Tak lupa pula kepada dosen wali ibu Ruri Siti Resmisari, M.Si yang selalu memberi semangat dan dukungan selama 4 tahun di kampus ini. Seluruh keluarga besar serta teman seperjuangan Jurusan Biologi angkatan 2014 "Telomer" dan Biologi C, sebagai teman seperjuangan dalam suka maupun duka selama lebih dari 4 tahun ini.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sofiatu Rohmah

NIM : 14620054

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pengaruh Induksi Mutasi Radiasi Sinar Gamma Cobalt-60
Terhadap Keragaman Fenotip Tanaman Lidah Mertua
(*Sansevieria trifasciata* Prain)

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

Malang, 26 April 2019

Yang membuat pernyataan



Sofiatu Rohmah
NIM. 14620054

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



Pengaruh Induksi Mutasi Radiasi Sinar Gamma Cobalt-60 Terhadap Keragaman Fenotip Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain)

Sofiatur Rohmah, Evika Sandi Savitri, Ahmad Barizi

ABSTRAK

Tanaman dari genus *Sansevieria* menjadi salah satu tanaman hias yang berfungsi untuk mengatasi polusi udara yang diakibatkan asap rokok dan zat berbahaya lain (*sick building syndrome*). Perbanyakkan tanaman *S. trifasciata* secara vegetatif yang dilakukan terus menerus mengakibatkan variasi genetik tanaman menjadi semakin sempit sehingga perlu dilakukan pemuliaan tanaman untuk menghasilkan tanaman yang unggul. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian radiasi sinar gamma dan dosis radiasi yang optimal untuk menginduksi keragaman fenotip tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) serta mengetahui pengelompokan tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) berdasarkan keragaman fenotip tanaman hasil mutasi. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal. Pemberian dosis radiasi sinar gamma dalam 7 perlakuan (0 Gray/kontrol, 10 Gray, 20 Gray, 30 Gray, 40 Gray, 50 Gray, dan 60 Gray) dilakukan sebelum penanaman dan setiap perlakuan terdiri dari 5 ulangan. Pengamatan dilakukan setelah tanaman berumur 90 HST (3 bulan). Data yang diperoleh disajikan secara deskriptif yang diperkuat dengan analisis *one way* Anova dan analisis cluster untuk mengetahui hubungan similaritas antar tanaman. Iradiasi sinar gamma berpengaruh terhadap jumlah tunas, jumlah daun, luas daun, dan persentase tumbuh tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*). Tetapi pada parameter kualitatif hanya berpengaruh pada warna daun dan corak daun tanaman. Dosis radiasi sinar gamma yang optimal untuk meningkatkan jumlah tunas yaitu 10-30 Gy, sedangkan dosis 10-20 Gy untuk meningkatkan jumlah daun, dan 10 Gy untuk meningkatkan luas daun. Namun persentase tumbuh tanaman tidak ada perbedaan yang nyata antara dosis 10-40 Gy. Tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) hasil radiasi sinar gamma yang paling berbeda dibandingkan dengan tanaman kontrol (sampel 1) adalah sampel 5 (10 Gy U4) dengan nilai jarak perbedaan euclidean yaitu 166.927. Artinya tanaman ini memiliki karakteristik morfologi yang paling berbeda dengan tanaman kontrol.

Kata Kunci : Radiasi, Gamma, Mutasi, *Sansevieria trifasciata*, Keragaman, Fenotip.

Effect of Induction Gamma Cobalt-60 Radiation on Phenotype Diversity of “Lidah Mertua” Plant (*Sansevieria trifasciata* Prain)

Sofiatur Rohmah, Evika Sandi Savitri, Ahmad Barizi

ABSTRACT

Plants from genus *Sansevieria* become one of the ornamental plants can overcome air pollution caused by cigarette and other harmful substances (sick building syndrome). Vegetative Propagation of *S. trifasciata* plants is generally produces new plants same as parent plants. However, if its continuously, genetic variation will become increasingly, so plant breeding needs to produce superior plants. Purpose of this research are to determine effect of gamma radiation and optimal radiation doses to induce phenotype diversity of “lidah mertua” plant (*S. trifasciata*) and to know grouping of “lidah mertua” plant (*S. trifasciata*) based on phenotype diversity of mutated plant. This research is an experimental study used a completely randomized design method with single factor. Doses of gamma radiation in 7 treatments (0 Gray /control, 10 Gray, 20 Gray, 30 Gray, 40 Gray, 50 Gray, and 60 Gray) was applied before planting and each treatment consisted 5 replications. Observation is after 90 days or 3 months old. Data is presented descriptive and analyzed by one way ANOVA analysis and cluster analysis to determine similarity relationship between plants. Gamma ray irradiation affects number of shoots, number of leaves, leaf area, and growth percentage of “lidah mertua” plant (*S. trifasciata*). But for qualitative parameters only affect leaf color and pattern color. Optimal dose of gamma radiation to increase number of shoots is 10-30 Gy, while dose of 10-20 Gy is to increase number of leaves, and 10 Gy to increase leaf area. However, growth percentage was not significantly different between doses of 10-40 Gy. “Lidah mertua” plant (*S. trifasciata*) is the most different plant compared with control plants (sample 1) is samples 5 (10 Gy U4) with a value of euclidean difference is 166,927. This means that it plant has the most different morphological characteristics with control plant.

Keywords : *Sansevieria trifasciata* Prain, Radiation, Gamma, Mutations, Diversity, Phenotype.

تأثير استقرار التحور الإشعاع غاما بالكوبالت -60 على تنوع النمط الظاهري النباتات ليداح مرتوا

(*Sansevieria trifasciata* Prain)

صفية الرحمة، إيفيكا ساندي سافيتري، أحمد بارزي

ملخص البحث

النباتات من جنس سنسفيريا (*Sansevieria*) تصبح واحدة من نباتات الزينة التي تعمل أن تحل تلوث الهواء الذي يسبب عن دخان السجائر والضايرة الأخرى أو التي تسمى عادة متلازمة بناء المرضى (*sick building syndrome*). يفعل نشير نباتات *S. trifasciata* نباتيا الذي ينتج طفلا تمامًا مثل النباتات الأم. ومع ذلك، إذا تم تنفيذها مستمرًا يسبب التنوع الوراثي للنباتات وسوف يصبح ضيقًا جدا بحيث يجب أن يقوم بتربية النباتات لإنتاج نباتات ممتازة. يهدف هذا البحث لان يحدد تأثير إعطاء أشعة غاما والجرعة الإشعاعية المثلى للبحث على تنوع النمط الظاهري ليداح مرتوا (*S. trifasciata*) ومعرفة تجميع ليداح مرتوا (*S. trifasciata*) استنادًا إلى تنوع النمط الظاهري النبات لنتائج الطفرة. هذا البحث دراسة تجريبية التي تستخدم طريقة تصميم عشوائية الكاملة (CRD) مع عامل واحد. تم إعطاء جرعة الإشعاع جاما في 7 علاجات (0 جراي / تحكم، 10 جراي، 20 جراي، 30 جراي، 40 جراي، 50 جراي، 60 جراي) تم تنفيذها قبل الزرع وكل علاج يتألف من 5 مكررات. تضمنت معلمات الملاحظة المعلمات النوعية (شكل الورقة، لون الورقة، شكل طرف الورقة، شكل حافة الورقة) والمعلمات الكمية (عدد البراعم، عدد الأوراق، اتساع الورقة، النسبة النمو). قامت ملاحظات بعد عمر النباتات 90 ايام بعد الزرع أو 3 أشهر. قدمت البيانات وصفيا الذي يعزوه بتحليل طريقة واحدة أنوفا وتحليل الكتلة هو لتحديد علاقة التشابه بين النباتات. يؤثر تشيع أشعة جاما على عدد البراعم وعدد الأوراق و اتساع الأوراق ونسبة نمو نباتات ليداح مرتوا (*S. trifasciata*) لكن العوامل النوعية تؤثر فقط على لون الورقة ولون الورقة النبات. الجرعة الأشعة غاما المثل للزيادة عدد البراعم هي 10-30 جراي، وأن الجرعة من 10-20 جراي هي لزيادة عدد الأوراق، و 10 جراي هي لزيادة اتساع الورقة. ومع ذلك، فإن نسبة نمو النبات لا تختلف كثيرا بين جرعات 10-40 جراي. النبات ليداح مرتوا (*S. trifasciata*) هي نتيجة من أشعة غاما الأكثر اختلافًا التي تقارن بنبات التحكم (العينة 1) هي عينات 5 (10 جراي U4) مع قيمة مسافة الاختلافات الإقليدية البالغة هي 166.927. وهذا يعني أن هذه النباتات لها خصائص المورفولوجية المختلفة مع نبات التحكم.

الكلمات الرئيسية: الإشعاع، غاما، الطفرة، *Sansevieria trifasciata*، التنوع، النمط الظاهري.

MOTTO

Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow. The important thing is not to stop questioning. (Albert Einstein)

Start where you are. Use what you have. Do what you can.
(Arthur Ashe)



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamiin, puji syukur kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan kasih sayang-Nya sehingga skripsi dengan judul "Pengaruh Induksi Mutasi Radiasi Sinar Gamma Co-60 Terhadap Keragaman Fenotip Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain)" ini dapat terselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si). Sholawat serta salam senantiasa tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Romaidi, M.Si, D.Sc selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P dan Dr. H. Ahmad Barizi, M.A selaku pembimbing skripsi dan pembimbing agama yang dengan penuh keikhlasan dan kesabaran telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.

5. Suyono, M.P dan Azizatur Rahmah M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan bimbingan sehingga skripsi dapat tersusun dengan baik.
6. Ruri Siti Resmisari, M.Si selaku dosen wali yang telah membimbing dan selalu memberikan motivasi selama 4 tahun masa perkuliahan.
7. Seluruh dosen, staf, administrasi, dan laboran Jurusan Biologi yang telah banyak membantu penyusunan skripsi ini.
8. Keluarga tercinta, Bapak Purwadi, Ibu Satupah, dan kakak M. Machful Mu'ad yang senantiasa memberi dukungan moral, materi, dan semangat serta do'anya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
9. Seluruh teman-teman Biologi 2014, Biologi C, sahabat dan teman-teman terbaik (Nia, Atik, Endah, Silvi, Elza, Inna, Nanum, Alvi, Anik, Gimas, dan Feny) yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi dan selama masa kuliah 4 tahun ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan semoga skripsi ini dapat membantu memberikan sedikit wawasan dan ilmu pengetahuan yang dapat bermanfaat untuk kehidupan sehari-hari, khususnya di bidang ilmu tumbuhan atau botani. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamualaikum Wr. Wb.

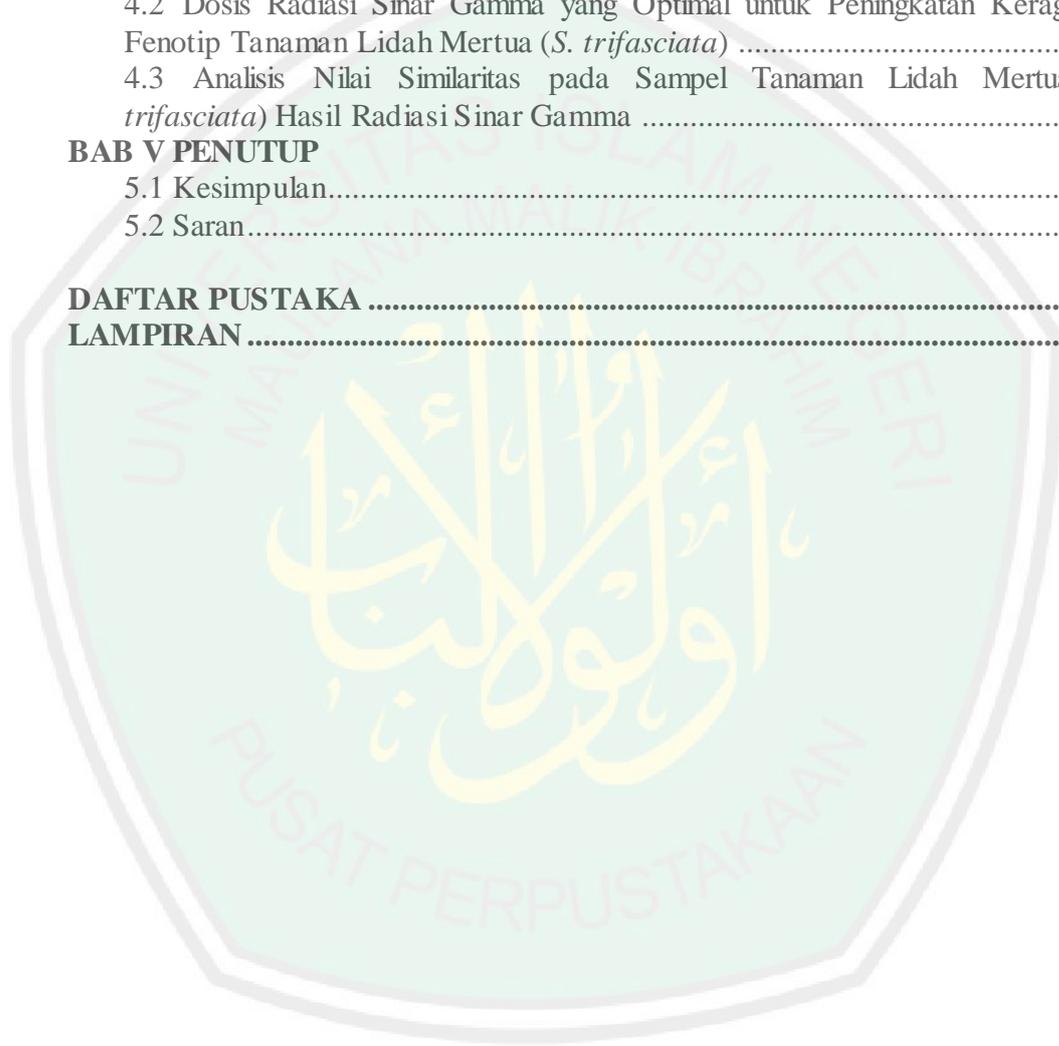
Malang, 26 April 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
مستخلص البحث	x
MOTTO	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	9
1.5 Batasan Masalah	9
1.6 Hipotesis	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lidah Mertua (<i>S. trifasciata</i> Prain)	11
2.1.1 Tinjauan Umum Lidah Mertua (<i>S. trifasciata</i> Prain)	11
2.1.2 Klasifikasi dan Morfologi Lidah Mertua ((<i>S. trifasciata</i> Prain)	12
2.1.3 Syarat Tumbuh Lidah Mertua (<i>S. trifasciata</i> Prain)	16
2.1.4 Perbanyak Lidah Mertua (<i>S. trifasciata</i> Prain)	18
2.2 Mutasi	19
2.2.1 Tipe-Tipe Mutasi	22
2.3 Mutagen Fisik	23
2.4 Sinar Gamma	26
2.4.1 Dosis Radiasi	31
2.4.2 Penggunaan Sinar Gamma Cobalt-60 pada Berbagai Tanaman	34
2.5 Keragaman Fenotip Tanaman	35
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	39
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	39
3.2.1 Alat	39
3.2.2 Bahan	39
3.3 Rancangan Penelitian	40
3.4 Variabel Penelitian	40
3.5 Prosedur Penelitian	41
3.5.1 Persiapan Stek Tanaman Lidah Mertua	41
3.5.2 Perlakuan Radiasi Sinar Gamma	41
3.5.3 Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman	42

3.5.4 Pengamatan Karakteristik Morfologi Tanaman	43
3.5.5 Perhitungan Nilai Lethal Dose 50 (LD50)	45
3.5.6 Analisis Karakterisasi Morfologi Tanaman Lidah Mertua Hasil Radiasi Sinar Gamma	45
3.6 Skema Penelitian	47
3.7 Parameter Pengamatan	48
3.8 Analisis Data	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Radiasi Sinar Gamma terhadap Karakteristik Morfologi Tanaman Lidah Mertua (<i>S. trifasciata</i>)	51
4.2 Dosis Radiasi Sinar Gamma yang Optimal untuk Peningkatan Keragaman Fenotip Tanaman Lidah Mertua (<i>S. trifasciata</i>)	64
4.3 Analisis Nilai Similaritas pada Sampel Tanaman Lidah Mertua (<i>S. trifasciata</i>) Hasil Radiasi Sinar Gamma	69
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	86



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Dosis Perlakuan Radiasi Sinar Gamma	40
3.2 Lama Penyinaran Radiasi Sinar Gamma Untuk Setiap Dosis	42
4.1 Rata-Rata Parameter Kuantitatif Tanaman Lidah Mertua (<i>S. trifasciata</i>) Hasil Radiasi Sinar Gamma	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain)	11
2.2 Daun Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain)	14
2.3 Rimpang Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain)	15
2.4 Bunga Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain)	16
2.5 Biji Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain)	16
2.6 Pertukaran rantai basa DNA akibat induksi mutasi	21
2.7 Pengaruh seluler secara langsung dan tidak langsung iradiasi pada makromolekul	28
4.1 Perbandingan Warna Daun Tanaman Lidah Mertua dengan Skala Warna <i>Munsell</i>	59
4.2 Distribusi warna daun lidah mertua (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain)	61
4.3 Corak Warna daun lidah mertua (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain)	62
4.4 Bentuk pucuk helai daun lidah mertua (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain)	67
4.5 Dendrogram Hasil Analisis Nilai Similaritas Tanaman lidah mertua (<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain) Hasil Radiasi Sinar Gamma	71

DAFTAR LAMPIRAN

1. Tabel Hasil Pengamatan Morfologi Tanaman Lidah Mertua (<i>S. trifasciata</i>)....	86
2. Hasil Analisis Sidik Ragam.....	88
3. Hasil Analisis SPSS Morfologi Tanaman Lidah Mertua Setelah Mutasi	90
4. Tabel Hasil Karakterisasi Morfologi Tanaman Lidah Mertua Setelah Mutasi	99
5. Dokumentasi Penelitian.....	102
6. Tabel Nilai Jarak Perbedaan Euclidean (<i>Euclidean Distance</i>).....	107



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman *Sansevieria* menjadi salah satu tanaman hias yang memiliki banyak peminat di Indonesia. Tanaman ini memiliki varietas yang beragam, salah satu contohnya yaitu *Sansevieria trifasciata* yang digunakan sebagai elemen penghias taman dan teras rumah. Tanaman *S. trifasciata* mudah tumbuh di halaman rumah dan tidak membutuhkan banyak perawatan. *S. trifasciata* mulai dibudidayakan sebagai tanaman hias sejak abad ke-19. Hingga saat ini minat masyarakat terhadap tanaman ini masih tinggi. *S. trifasciata* merupakan salah satu tanaman dari famili *Agavaceae*, yang terdiri dari sekitar 60 jenis herba rimpang yang tersusun secara roset serta berdaun tegak dan tidak bertangkai (Yuzzami, 2010).

Selain sebagai tanaman hias, *S. trifasciata* juga berfungsi untuk mengatasi polusi udara yang diakibatkan asap rokok dan zat berbahaya lain atau umumnya disebut *sick building syndrome*, yaitu keadaan apabila suatu ruangan memiliki konsentrasi gas karbondioksida (CO₂) dan zat nikotin yang tinggi berasal dari asap rokok, serta penggunaan AC (*Air Conditioner*) yang menyebabkan udara dalam ruangan menjadi kurang sehat (Purwanto, 2006). Menurut Adita (2011), tanaman *S. trifasciata* mampu menurunkan konsentrasi gas karbonmonoksida yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman Lili paris (*Chlorophytum comosum*) dan Sirih gading (*Epipremnum aureum*). Oleh karena itu, dilakukan perbanyakan *S. trifasciata* selain mendapatkan keragaman corak warna daun

untuk tanaman hias juga membantu mengurangi polusi udara dilingkungan sekitar.

Kultivar merupakan segolongan tumbuhan yang telah mengalami seleksi berdasarkan ciri khas yang dapat membedakannya dengan golongan yang lain dan dapat mempertahankan ciri khasnya ketika diperbanyak secara seksual maupun aseksual (Novita, 2007). Salah satu tanaman yang memiliki ciri khas yang berbeda dari tanaman-tanaman lainnya yang sejenis yaitu tanaman *S. trifasciata*. Hal ini menunjukkan besarnya kekuasaan Allah SWT yang telah menciptakan bermacam-macam tumbuhan di bumi. Sebagaimana disebutkan dalam Al-Qur'an surat Al-Zumar ayat 21 yang berbunyi :

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيَجُ فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرَى لِأُولِي الْأَلْبَابِ (٢١)

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

Berdasarkan tafsir Al-Qurthubi yang menjelaskan bahwa makna dari penggalan ayat (ثم يخرج به) “Kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu”, yaitu air yang keluar dari mata air, (زرعاً) “Tanaman-tanaman”, lafāzh ini untuk menunjukkan pada kepada jenis, yakni tumbuhan yang bermacam-macam warnanya, merah, kuning, biru, hijau, dan putih (Al Qurthubi, 2009). Ayat diatas menunjukkan

bahwa Allah SWT telah menciptakan tumbuhan di bumi yang ditumbuhkan dengan air menjadi berbagai macam tumbuhan yang bermanfaat bagi manusia agar dapat mengambil pelajaran dari penciptaan tanaman. Keragaman tanaman yang berasal dari satu spesies yang sama dapat diperoleh dengan cara alami maupun buatan. Salah satunya yaitu dengan melakukan induksi radiasi sinar gamma pada tanaman untuk mendapatkan tanaman yang bervariasi.

Segala macam tumbuhan yang Allah ciptakan pasti memiliki manfaat yang baik untuk manusia dan makhluk hidup lainnya. Sebagaimana yang disebutkan dalam Al-Qur'an surat An-Nahl ayat 11 yang berbunyi :

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ ۗ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ
(يَتَفَكَّرُونَ ۙ ۱۱)

Artinya : “Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan” (QS. An-Nahl : 11).

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir yang menjelaskan bahwa penggalan ayat (يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ) “*Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan*”, dengan *ya'*, yang bermakna yaitu Allah menumbuhkan untuk kalian semua (Abdullah, 2004). Ayat tersebut menunjukkan bahwa Allah telah menumbuhkan bermacam-macam tanaman yang bermanfaat bagi manusia yang mau mempelajarinya.

Perbanyakan tanaman *S. trifasciata* umumnya dilakukan secara vegetatif karena bunga jantan dan bunga betina berada dalam kuntum bunga yang berbeda,

sehingga perbanyakan generatif (biji) sulit dilakukan. Namun jika dilakukan terus menerus mengakibatkan variasi genetik tanaman menjadi semakin sempit. Menurut Robert (2007) perbanyakan vegetatif akan menghasilkan anakan yang mempunyai sifat yang sama persis dengan tanaman induknya, sehingga perlu dilakukan pemuliaan tanaman.

Pemuliaan tanaman adalah suatu kegiatan untuk mengubah struktur genetik dari tanaman sehingga mempunyai sifat dan penampilan sesuai dengan yang diinginkan. Tujuannya agar menghasilkan varietas tanaman baru yang mempunyai sifat unggul dalam segi morfologi, fisiologi, biokimia, dan agronomi (Nuraida, 2012). Pemuliaan tanaman dapat dilakukan salah satunya melalui metode mutasi. Menurut Herawati (2000), mutasi akan mengakibatkan perubahan pada bagian tubuh tanaman dari segi bentuk, warna, maupun perubahan pada sifat-sifat lainnya.

Mutasi lebih banyak terjadi pada bagian tanaman yang sedang aktif mengalami pembelahan sel seperti tunas, biji, dan lain-lain. Broertjes (1972) dalam Aisyah (2009) menyatakan bahwa mutasi dengan perlakuan radiasi pada organ vegetatif tanaman menunjukkan hasil lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan mutagen kimia. Karena jaringan vegetatif tanaman memiliki daya serap yang rendah terhadap cairan kimia. Radiasi energi sinar gamma memiliki daya tembus yang sangat dalam ke jaringan tanaman dan dapat mencapai beberapa sentimeter (cm) (Van Harten, 1998). Berdasarkan penelitian dari Ragapadmi (2014) menunjukkan bahwa perlakuan dengan larutan EMS dapat

memiliki kemampuan untuk merusak sel lebih besar dibandingkan dengan radiasi sinar gamma.

Iradiasi fisik dengan sinar gamma menjadi salah satu alternatif untuk menemukan variasi dari suatu varietas tanaman. Kovacs dan Keresztes (2002) menyatakan bahwa sinar gamma merupakan salah satu gelombang elektronik pendek berenergi tinggi yang dapat berikatan dengan atom maupun molekul untuk menghasilkan radikal bebas di dalam sel tanaman. Induksi mutasi menggunakan iradiasi menghasilkan mutan paling banyak (sekitar 75%) bila dibandingkan menggunakan perlakuan lainnya seperti mutagen kimia. Keuntungan menggunakan sinar gamma adalah dosis yang digunakan lebih akurat, penetrasi penyinaran ke dalam sel bersifat homogen, serta menghasilkan kombinasi gen-gen baru pada sel tanaman dengan frekuensi mutasi yang tinggi (IAEA, 2009).

Shu (2012) menyatakan bahwa sumber dari radiasi sinar gamma terdapat 2 (dua) jenis, yaitu ^{60}Co (Cobalt-60) dan ^{137}Cs (Cesium-137). Sinar gamma ^{60}Co menghasilkan radioaktif yang lebih besar pada kuantitas yang sama dibandingkan ^{137}Cs . ^{60}Co adalah salah satu bahan metal yang karakteristiknya hampir sama dengan nikel. ^{60}Co memiliki 2 puncak spektrum energi radiasi yaitu sebesar 1,17 MeV dan 1,33 MeV dan memiliki waktu paruh yaitu 5,27 tahun (Van Harten, 1998). Jumlah energi yang dapat diserap tiap satuan massa yang telah diradiasi ditunjukkan dengan menggunakan satuan rad (*radiation absorbtion dose*) atau Gray (Gy). Satu gray setara dengan 100 rad, satu Gray menunjukkan bahwa energi yang diserap oleh 1 kg benda akibat radiasi adalah sebesar 1 joule (Bueche dan Wallach, 1994).

Kovacs (2002) menyatakan bahwa perubahan yang terjadi saat suatu DNA/gen yang terpapar oleh sinar gamma yaitu ketika suatu radiasi pengion diserap oleh bahan biologis, maka akan langsung bertindak pada bagian penting di dalam sel. Radikal bebas yang bereaksi dengan molekul-molekul dalam sel akan mengacaukan proses biokimia termasuk molekul DNA, sehingga tidak dapat berfungsi normal. Royani (2012) menambahkan bahwa radikal bebas mampu menyebabkan kerusakan maupun modifikasi pada komponen penting dalam sel yang mengakibatkan perubahan pada tanaman secara morfologi, anatomi, biokimia, dan fisiologi tanaman yang bergantung pada dosis iradiasi. Hal ini menyebabkan terjadinya mutasi acak yang mengakibatkan kerusakan fisiologis dalam metabolisme perkembangan sel, sehingga potensi pertumbuhannya dapat lebih cepat atau lebih lambat (Anshori, 2014).

Setiap jenis tanaman hias membutuhkan dosis radiasi sinar gamma yang berbeda-beda tergantung pada spesiesnya. Sehingga harus dilakukan pencarian dosis yang optimum untuk menghasilkan keragaman mutan (*mutant variability*) tanaman terbanyak. Dosis optimal yang mampu menghasilkan tanaman mutan yang paling banyak didapatkan pada dosis radiasi di sekitar dosis lethal atau sedikit dibawah nilai LD50 (Lethal Dose 50) (Datta, 2001). Nilai Lethal Dose 50 yaitu dosis yang dapat mengakibatkan 50% kematian pada suatu populasi tanaman yang telah diradiasi.

Berdasarkan penelitian dari Togatorop (2016) bahwa melalui induksi radiasi sinar gamma pada tanaman *Coleus blumei* dengan kombinasi dosis radiasi menghasilkan 5 mutan putatif pada *Coleus blumei* ungu/hijau yang mengalami

perubahan warna dan corak daun. Penelitian dari Purnamaningsih (2011) juga menunjukkan bahwa mutasi induksi pada tanaman *Artemisia annua* L. menghasilkan 25 galur mutan yang memperlihatkan keragaman morfologi tanaman pada tinggi tanaman, bentuk daun, warna daun, dan umur panen. Selain itu, pada penelitian dari Anshori (2014), diketahui bahwa nilai LD50 dari tanaman kunyit pada dosis 57,26 Gy. Terjadi perlambatan pada pertumbuhan organ vegetatif tanaman akibat semakin dosis iradiasi yang semakin meningkat.

Berbagai penelitian telah menghasilkan perubahan kualitatif pada tanaman hasil iradiasi diantaranya penelitian dari Singh dan Anjana (2015) yang menghasilkan tanaman mutan gladiol warna kuning muda pada generasi MV3. Romeida (2012) dari hasil penelitiannya dengan iradiasi sinar gamma mendapatkan 9 mutan anggrek *S. plicata* potensial berdasarkan perbedaan bentuk dan warna daun serta bentuk dan warna bunga, selain itu diperoleh keragaman bentuk dan warna plb dan planlet anggrek dengan kisaran dosis 30-70 Gy.

Keragaman tanaman dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, genetik, atau interaksi dari kedua faktor tersebut. Informasi mengenai keragaman fenotipe dan keragaman genetik dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan seleksi, sehingga dapat diperoleh varietas baru seperti yang diharapkan. Keragaman fenotipe dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu keragaman genotipe, lingkungan, dan interaksi antara lingkungan dan genotipe (Ishak, 1998).

Berdasarkan penjelasan dari beberapa penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian dengan menggunakan penyinaran sinar gamma pada tanaman *S. trifasciata* dengan tujuan untuk memperoleh sumber keragaman baru dari segi

morfologi berupa variasi bentuk daun dan motif daun yang dihasilkan dari induksi mutasi pada bagian vegetatif tanaman, untuk mengetahui dosis radiasi sinar gamma yang optimal untuk menginduksi keragaman fenotip dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*), dan untuk mengetahui pengelompokan tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) berdasarkan keragaman fenotip hasil mutasi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh pemberian radiasi sinar gamma terhadap keragaman fenotip tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain) ?
2. Berapa dosis radiasi sinar gamma yang optimal untuk menginduksi keragaman fenotip tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain) ?
3. Bagaimana pengelompokan tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain) berdasarkan keragaman fenotip tanaman hasil mutasi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian radiasi sinar gamma terhadap keragaman fenotip tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain).
2. Untuk mengetahui dosis radiasi sinar gamma yang optimal untuk menginduksi keragaman fenotip tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain).
3. Untuk mengetahui pengelompokan tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain) berdasarkan keragaman fenotip tanaman hasil mutasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian radiasi sinar gamma terhadap keragaman fenotip tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain).
2. Untuk mendapatkan dosis radiasi sinar gamma yang optimal untuk menginduksi keragaman fenotip tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain).
3. Untuk mendapatkan sumber plasma nutfah baru yang memiliki keragaman fenotip yang berbeda dengan tanaman induknya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain) yang digunakan yaitu eksplan mata tunas pada rimpang tanaman lidah mertua berukuran 5 cm.
2. Radiasi sinar gamma menggunakan ^{60}Co (Cobalt-60) dan menggunakan alat *irradiator gamma chamber*.
3. Radiasi sinar gamma menggunakan dosis 10 Gray, 20 Gray, 30 Gray, 40 Gray, 50 Gray, dan 60 Gray.
4. Lama penyinaran radiasi sinar gamma yaitu 10 Gray (43 detik), 20 Gray (1 menit 26 detik), 30 Gray (2 menit 9 detik), 40 Gray (3 menit 12 detik), 50 Gray (3 menit 35 detik), dan 60 Gray (4 menit 18 detik).

1.6 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini yaitu :

1. Terdapat pengaruh pemberian radiasi sinar gamma terhadap keragaman fenotip tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain).
2. Terdapat dosis radiasi sinar gamma yang optimal untuk menginduksi keragaman fenotip tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain).
3. Terdapat pengelompokan tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain) berdasarkan keragaman fenotip tanaman hasil mutasi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lidah Mertua (*S. trifasciata* Prain)

2.1.1 Tinjauan Umum Lidah Mertua (*S. trifasciata* Prain)

Tanaman dari genus *Sansevieria* telah mulai dikenal dan dibudidayakan sebagai tanaman hias mulai sejak abad 19. Sekitar tahun 1980-an, tanaman *S.trifasciata* mulai masuk ke Indonesia dengan penyebarannya yang mencakup daerah-daerah yang beriklim tropis hingga subtropis (Purwanto, 2006). Sekitar kurang lebih 140 jenis tanaman *S.trifasciata* ditemukan di dunia dan sebanyak 37 jenis tanaman ini dapat ditemukan di Indonesia (Angkasa, 2008). *S.trifasciata* merupakan tanaman yang mudah ditumbuhkan dan memerlukan sedikit perawatan. Tanaman ini memiliki bentuk, ukuran, dan corak daun yang beragam yang dapat meningkatkan nilai ekonominya. *S.trifasciata* juga dikenal dengan beberapa nama lain seperti *snake plant* dan *bow string hemp* (Suci, 1991).



Gambar 2.1 Tanaman *S. trifasciata* (Permana. 2015)

Lidah mertua memiliki banyak spesies yang dapat dibedakan berdasarkan bentuk, warna, dan motif daun yang memiliki ciri keindahan yang berbeda, antara lain yaitu sansevieria lokal (*S. trifasciata*), sansevieria hibrida, sansivireria mutasi (*Golden wendi*) dan sansevieria daun unik (*Twister tsunami*). Jenis

sansevieriapenghasil serat diantaranya yaitu *S. angolensis*, *S. trifasciata*, *S. cylindrica*, *S. intermedia*, *S. enherbergii*, dan *S. hyacinthoides*. Jenis *Sansevieria* yang banyak ditanam adalah *S. trifasciata* yang dikenal sebagai sumber serat komersial karena memiliki serat yang lembut, liat, dan sangat elastis (Julianti, 2003). *S. trifasciata* memiliki daya adaptasi yang lebih luas dibandingkan dengan spesies yang lain. *S. trifasciata* tahan terhadap temperatur dan pencahayaan yang rendah, mempunyai beberapa subspecies dan kultivar yang menarik untuk tanaman hias.

S. trifasciata memiliki persebaran tanaman yang cukup luas di berbagai daerah dan banyak diminati masyarakat. Tanaman *S. trifasciata* mudah untuk ditemukan di wilayah dataran rendah sampai dengan dataran tinggi yang memiliki ketinggian 1-1000 mdpl. *S. trifasciata* digolongkan menjadi dua jenis, yaitu jenis tanaman berdaun memanjang ke atas berukuran 50-75 cm, dan jenis tanaman yang berdaun roset berukuran panjang 20 cm dan lebar 3-6 cm. Tanaman *S. trifasciata* yang berdaun panjang memiliki bentuk ujung daun yang meruncing seperti mata pedang sehingga tanaman ini juga disebut tanaman pedang-pedangan (Anggraini, 2010). Organ tanaman lidah mertua terbagi menjadi dua bagian utama yaitu organ vegetatif yang terdiri dari akar, batang, dan daun, serta organ generatif yang terdiri dari rimpang, bunga, dan biji (Novik, 2013).

2.1.2 Klasifikasi dan Morfologi Lidah Mertua (*S. trifasciata*)

Klasifikasi dari tanaman *S. trifasciata* menurut Carl Peter Thunberg (1794) yang disahkan dalam Kongres Tanaman Hias Internasional (*Vienna Congres of*

Botanical Nomenclature) di Austria tahun 1905 (Angkasa, 2008) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (berpembuluh)
Superdivisi	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (berbunga)
Kelas	: Liliopsida (berkeping satu/monokotil)
Subkelas	: Lilidae
Ordo	: Liliales
Famili	: Agavaceae
Genus	: <i>Sansevieria</i>
Spesies	: <i>Sansevieria trifasciata</i> Prain

Tanaman *Sansevieria* sebagian besar tumbuh di benua Afrika dan Asia. Genus *Sansevieria* oleh Linnaeus digolongkan dalam genus *Aloe* pada tahun 1753. Kemudian tahun 1763 Adanson mengganti nama tanaman *Sansevieria* menjadi *Cordyline*. Pada tahun 1786 berubah menjadi *Acynta*, dan beberapa tahun kemudian berubah lagi menjadi *Sansevierina*. Dan akhirnya pada tahun 1794 diganti pengejaannya oleh Thunberg menjadi *Sansevieria* (Stover, 1983). Rimpang dan daun dari *S. trifasciata* memiliki kandungan saponin, kardenolin, dan polifenol pada bagian rimpang dan daunnya (Robert, 2007).

Selain memiliki bentuk yang unik, *S. trifasciata* juga mampu menyerap zat berbahaya di udara dan memberikan udara yang bersih bagi ruangan tersebut. Karena tanaman *S. trifasciata* mengandung bahan aktif yaitu *pregnane glikosid*

yang berfungsi untuk mengubah unsur polutan menjadi asam amino, asam organik, dan gula. Sehingga menjadi tidak berbahaya ketika terhirup oleh manusia. Satu helai daun tanaman *S. trifasciata* mampu menyerap sebanyak 0.938 mg *formaldehid* dalam kurun waktu 1 jam (Megia, 2015). Penyerapan gas polutan oleh tanaman *S. trifasciata* membuat udara pada ruangan yang terpapar oleh polusi gas beracun menjadi lebih segar dan sehat. *S. trifasciata* juga dapat menyerap bahan-bahan yang beracun seperti karbondioksida (CO_2), *benzene*, *formaldehyde*, dan *trichloroethylene* (Rosha, 2013).

Tanaman *S. trifasciata* mempunyai bentuk daun yang tebal dan sukulen sehingga tanaman menjadi toleran kekeringan karena dapat menekan laju transpirasi dan proses penguapan air. Daunnya tumbuh di sekeliling batang semu berada di atas permukaan tanah. Bentuk dari daunnya panjang dan meruncing pada bagian ujung serta memiliki tulang daun yang sejajar. *S. trifasciata* memiliki daun tunggal, berisi 2 sampai 6 helai daun tiap tanaman, bentuknya lanset, berukuran panjang 15-150 cm dan lebar 4-9 cm, daunnya memiliki warna hijau dengan motif bercak putih atau kuning (Stover, 1983).



Gambar 2.2 Daun Lidah Mertua (*S. trifasciata*) (Putri, 2018)

Sedangkan akar dari tanaman *S. trifasciata* merupakan akar rimpang horizontal berwarna merah kuning dan mempunyai tinggi antara 0,4 – 1,8 m.

Merupakan akar serabut atau biasanya disebut juga akar liar (*wild root*). Akar yang sehat berwarna putih dan gemuk. Semua akarnya tumbuh dari pangkal batang dan memiliki bentuk serabut (Stover, 1983). Tanaman lidah mertua juga memiliki batang semu yang berbentuk rimpang, bulat, dan berwarna kuning oranye. Rimpang merupakan organ menyerupai batang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sari-sari makanan yang dihasilkan dari proses fotosintesis dan juga merupakan alat perkembangbiakan. Rimpang akan tumbuh menjalar di bawah tanah maupun di atas permukaan tanah (Stover, 1983).



Gambar 2.3 Rhizoma/rimpang Lidah Mertua (*S. trifasciata*) (Arif, 2016)

Bunga dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) tumbuh secara tegak dari pangkal batang. Termasuk dari bunga yang berumah dua karena putik dan benang sari berada dalam kuntum bunga yang berbeda. Bunga betina memiliki putik dan bunga jantan memiliki benang sari. Memiliki tipe bunga majemuk, berbentuk tandan, dan memiliki tangkai yang panjang. Tandan bunga berukuran 40 - 85 cm, berkas bunga berbilang 5-10, memiliki daun pelindung yang menyerupai selaput kering, kepala putik yang membulat, dasar mahkota yang berbentuk tabung dengan panjang ± 1 cm dan memiliki warna putih kekuningan (Robert, 2007).



Gambar 2.4 Bunga tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) (Reza, 2012)

Tanaman *S. trifasciata* memiliki biji keping tunggal dan merupakan tumbuhan monokotil. Memiliki lapisan pelindung berupa kulit tebal pada bagian luar biji, yang berisi embrio atau bakal calon tanaman. Tanaman ini memiliki tipe buah buni, biji sebanyak 1-3 buah, dengan bentuk bulat telur dan berwarna hijau, dengan panjang biji yaitu 5-8 mm, Biji akan masak setelah berusia 2-5 bulan tergantung pada spesiesnya. Berbiji diploid, artinya dalam satu biji terdapat dua embrio yang menghasilkan dua tanaman baru yang berbeda (Robert, 2007).



Gambar 2.5 Biji tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*)

2.1.3 Syarat Tumbuh Lidah Mertua (*S. trifasciata*)

Pertumbuhan adalah penambahan ukuran, panjang, dan berat pada suatu waktu tertentu ditandai dengan adanya peningkatan jumlah dan ukuran sel dari makhluk hidup tersebut (Kimball, 1994). Pertumbuhan dari tanaman *S. trifasciata* dipengaruhi oleh faktor internal maupun faktor eksternal. Tanaman *S. trifasciata* dapat tumbuh pada lingkungan yang memiliki suhunya ekstrem, saat siang hari

suhunya mencapai 55°C dan malam hari suhunya mencapai di bawah 10°C. Tanaman ini dapat tumbuh secara optimum pada kisaran suhu 24°-29°C saat siang hari dan suhu 18°-21°C saat malam hari. Habitat asli dari lidah mertua pada daerah ekstrim seperti tropis yang kering dengan iklim gurun (Stover, 1983).

Tanaman *S. trifasciata* dapat hidup di daerah yang mempunyai curah hujan rendah. Kandungan air yang berlebihan dalam tanah akan menyebabkan pembusukan pada akar tanaman. Sehingga dapat menyebabkan terjadinya pertumbuhan organisme, seperti cendawan dan bakteri (Robert, 2007). Cahaya matahari yang cukup akan membuat pertumbuhan tanaman *S. trifasciata* menjadi lebih optimal. Tanaman ini memiliki toleransi yang tinggi terhadap kekurangan cahaya. Pada daerah dengan sedikit pencahayaan, *S. trifasciata* akan memperlambat pertumbuhannya. Intensitas cahaya normal yang dibutuhkan oleh tanaman sebesar 4000 – 6000 fc (*food candle*). Sedangkan tanaman *S. trifasciata* membutuhkan intensitas cahaya sebesar 1000 – 10.000 fc (Robert, 2007).

Tanaman *S. trifasciata* dapat tumbuh baik pada struktur tanah yang berpasir karena sesuai dengan daerah asal tanaman tersebut. Tanah gurun memiliki struktur tanah yang mengandung banyak pori-pori udara yang mudah dilewati air. Akar dari tanaman ini membutuhkan tanah yang beraerasi baik dan tidak lembab. Tanaman *S. trifasciata* merupakan tanaman dari jenis xerofit yang hanya membutuhkan sedikit air untuk tumbuh dan berkembang. kelebihan air disimpan di dalam sel daunnya dan kebutuhan air untuk berkembang biak dan tumbuh sekitar 40 % yang disalurkan melalui umbi lapis (Robert, 2007).

2.1.4 Perbanyakan Lidah Mertua (*S. trifasciata*)

Perbanyakan dari tanaman *S. trifasciata* ini dapat dilakukan secara generatif menggunakan biji maupun secara vegetatif dengan cara stek, pemisahan anakan, dan cabut pucuk (Robert, 2007). Perbanyakan secara generatif dilakukan melalui biji yang dihasilkan dari proses penyerbukan antara bunga jantan dan bunga betina. Proses ini jarang terjadi pada tanaman lidah mertua karena bunga jantan dan bunga betina berada dalam kuntum bunga yang berbeda (Suci, 1991). Penyerbukannya dapat dibantu oleh manusia dan hewan. Walaupun sudah menghasilkan biji, umumnya biji yang dihasilkan hampa dan tidak dapat tumbuh. Kelemahan dari perbanyakan generatif yaitu membutuhkan waktu pertumbuhan yang lama dan tidak semua spesies mampu untuk menghasilkan biji yang fertil (Robert, 2007).

Perbanyakan secara vegetatif pada tanaman *S. trifasciata* memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi dibandingkan perbanyakan generatif. Perbanyakan vegetatif ini menggunakan bagian tanaman induk seperti cabang, batang, daun, dan akar. Perbanyakan vegetatif menggunakan stek, pemisahan anakan, teknik cabut pucuk, dan kultur jaringan (Robert, 2007). Purwanto (2006) menyatakan bahwa tanaman baru hasil stek lebih baik diletakkan pada tempat yang teduh dengan intensitas sinar matahari sekitar 65%. Untuk menjaga agar tidak mengalami transpirasi yang berlebih dan dehidrasi.

2.2 Mutasi

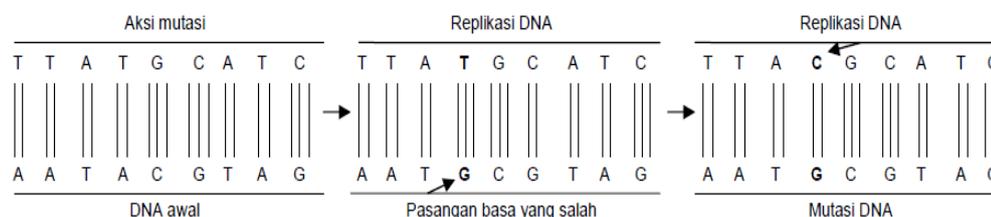
Nilai estetika dan ekonomi dari suatu tanaman hias dapat ditentukan oleh keragaman suatu tanaman. Keragaman tersebut dapat berupa keragaman bentuk, warna, ukuran bunga, aroma, dan penampilan yang dapat memenuhi selera konsumen ataupun hal-hal lain yang merupakan suatu keistimewaan, seperti sifat variegata. Keragaman tersebut dapat diciptakan melalui berbagai cara, diantaranya persilangan antar spesies atau varietas, poliploidisasi, mutasi, variasi somaklonal, dan kombinasi dari berbagai cara tersebut. Variasi genetik diperoleh melalui berbagai metode diantaranya yaitu hibridisasi, introduksi, dan induksi mutasi (Crowder, 1986). Keragaman genetik merupakan faktor yang juga mempengaruhi keberhasilan pada proses pemuliaan tanaman (Sofiari dan Kirana, 2009).

Pemuliaan tanaman adalah suatu kegiatan untuk mengubah susunan genetik dari suatu tanaman sehingga memiliki sifat dan morfologi yang lebih unggul dari tanaman sebelumnya. Produk dari hasil pemuliaan mempunyai ciri khusus diantaranya yaitu produksi yang tinggi, toleran terhadap lingkungan yang tidak optimal, dan resisten pada hama dan penyakit (Nuraida, 2012). Tujuannya untuk menghasilkan varietas tanaman yang memiliki sifat unggul dalam berbagai aspek (morfologi, fisiologi, biokimia, dan agronomi). Pemuliaan tanaman secara konvensional dilakukan melalui metode hibridisasi, sedangkan pemuliaan tanaman secara inkonvensional dilakukan melalui metode mutasi (Aisyah, 2013).

Mutasi berasal dari kata *Mutatus* (bahasa Latin) yang berarti perubahan. Mutasi merupakan suatu proses ketika terjadinya perubahan materi genetik yang meliputi perubahan pada tingkat gen, molekuler, dan kromosom (Wulan, 2007).

Sedangkan menurut Forster (2012), mutasi merupakan sumber utama dari semua variasi genetik dalam setiap organisme termasuk tanaman. Mutasi dapat terjadi karena adanya perubahan urutan (*sequence*) nukleotida pada DNA kromosom yang menyebabkan terjadinya perubahan bentuk protein enzim sehingga mampu meningkatkan keragaman tanaman. Mutasi bisa terjadi secara alami maupun secara buatan. Mutasi alami berasal dari radiasi alami mineral radioaktif dan sinar kosmik, tetapi frekuensinya sangat kecil yaitu 10^{-6} . Mutasi dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu mutasi kecil/titik adalah perubahan yang terjadi pada urutan basa atau nukleotida dari gen, dan mutasi besar adalah perubahan yang terjadi pada struktur dan susunan kromosom (Sutapa, 2016).

Proses mutasi adalah proses penggantian satu nukleotida dengan yang nukleotida lain ketika proses replikasi DNA. Ketika kode genetiknya cukup berlimpah, maka seluruh penggantian nukleotida tidak akan menyebabkan perubahan protein. Kode genetik yang berlimpah terjadi ketika beberapa kode genetik yang mentriplikasikan nukleotida sama dengan asam amino. Alternatif lain yaitu adanya penambahan atau hilangnya nukleotida, sehingga mengubah informasi genetik yang terbaca mulai dari saat terjadinya perubahan sampai pada gen-gen yang terakhir (Welsh dan Moge, 1991). Gambar 2.6 menjelaskan tentang peristiwa mutasi gen pada tanaman kedelai yang menyebabkan adanya pertukaran rantai basa DNA yang akan menimbulkan perubahan pada sifat fenotip dan genotip (Chahal dan Gosal, 2006).



Gambar 2.6 Pertukaran rantai basa DNA akibat induksi mutasi, mutan yang membawa kode genetik baru (kanan) (Chahal dan Gosal, 2006)

Menurut Soedjono (2003), peluang dan persentase terjadinya mutasi tergantung pada umur tanaman, jumlah tanaman, bagian tanaman yang bermutasi, fase pertumbuhan, dan lamanya penyinaran sinar. Melina (2008) juga menambahkan bahwa mutasi dengan metode radiasi memiliki arti penting bagi pemuliaan tanaman yaitu radiasi dapat meningkatkan satu karakter yang unggul tanpa mengubah karakter lain yang sudah ada. Kelebihan dari mutasi yaitu salah satu sifat dari suatu varietas dapat diperbaiki tanpa harus mengubah sifat yang lainnya, dapat menciptakan sifat baru yang tidak sama dengan induknya, mampu memisahkan pautan antar gen, bersifat komplemen, dan dapat dikombinasi dengan hibridisasi maupun bioteknologi.

Strategi utama dari pemuliaan mutasi adalah untuk meningkatkan varietas yang adaptif dengan merubah 1 atau 2 karakter yang utama. Karakter tersebut meliputi perubahan tinggi tanaman, proliferasi sel, peningkatan germinasi, pertumbuhan sel, aktivitas enzim, ketahanan terhadap cekaman lingkungan, peningkatan hasil dan kualitas, ukuran tanaman, waktu pembungaan, pemasakan buah, warna buah, kompatibelnya sel pada kondisi lingkungan ekstrim, dan peningkatan senyawa aktif (Ahloowalia, 2001). Berbagai karakter agronomi telah berhasil didapatkan karakter yang unggul dengan metode mutasi. Diantaranya

yaitu tanaman tahan penyakit, buah-buahan tanpa biji, tanaman dengan umur lebih pendek dan genjah (IAEA, 2009).

2.2.1 Tipe-Tipe Mutasi

Warianto (2011) membagi mutasi menjadi 3 menurut kejadiannya yaitu, mutasi spontan adalah mutasi yang didapatkan dari radiasi mineral radioaktif yang berasal dari sinar kosmik, mutasi ini jarang terjadi, tetapi jika sudah terjadi mutasi akan menimbun dalam waktu yang cukup lama. Mutasi buatan adalah mutasi dengan menggunakan mutagen buatan yang ditambahkan pada bagian-bagian tanaman untuk mempercepat proses mutasi, terjadinya secara spontan dan pada waktu tertentu. Mutasi maju adalah mutasi yang sebagian besar hasilnya resesif, dan kurang dari 1% yang bersifat dominan lengkap, semua hasil mutasinya tidak muncul pada populasi F1.

Sedangkan berdasarkan jenis sel yang mengalami mutasi, Warianto (2011) membagi mutasi menjadi 2 jenis yaitu mutasi somatik adalah mutasi yang terjadi pada sel-sel somatik yang dapat diwariskan ataupun tidak diwariskan pada keturunan selanjutnya. Mutasi genetic/germinal adalah mutasi yang terjadi pada sel gamet yang akan diwariskan pada keturunan selanjutnya. Berdasarkan bagian yang mengalami mutasi, Warianto (2011) juga membagi mutasi menjadi 3 jenis, yaitu mutasi DNA adalah mutasi yang terjadi pada DNA yang terdiri dari beberapa jenis mutasi seperti mutasi transisi, mutasi transvers, insersi, dan delesi. Mutasi gen/mutasi titik adalah perubahan kimiawi yang terjadi pada satu atau beberapa pasangan basa yang ada dalam satu gen. Mutasi gen digolongkan menjadi beberapa jenis yaitu mutasi salah arti (*missens mutation*), mutasi diam

(*silent mutation*), mutasi tanpa arti (*nonsense mutation*), mutasi perubahan rangka baca (*frameshift mutation*).

Mutasi kromosom meliputi perubahan jumlah kromosom dan perubahan struktur kromosom. Perubahan struktur kromosom merupakan perubahan komposisi dan susunan bahan kromosom tetapi jumlah kromosomnya masih tetap seperti delesi, duplikasi, inversi dan translokasi. Sedangkan perubahan pada jumlah kromosom merupakan penambahan atau pengurangan kromosom utuh atau kromosom lengkap (genom), perubahan kromosom menyebabkan keragaman genetik yang akan muncul pada keragaman fenotipe seperti sifat morfologi dan fisiologi (Crowder, 1986). Pengaruh dari radiasi yang terhadap kromosom tanaman yaitu terjadi pemecahan benang kromosom (*Chromosome breakage* atau *chromosome aberration*) (Sutapa, 2016).

2.3 Mutagen Fisik

Mutasi buatan disebabkan oleh adanya faktor fisika, faktor kimia, dan faktor biologi. Salah satu pemicu mutasi buatan yaitu akibat adanya faktor fisika dengan menggunakan mutagen fisik. Mutagen adalah suatu agen yang mampu memicu terjadinya mutasi dalam sel. Agen dari mutagen dapat berupa mutagen alami maupun mutagen buatan (Stansfield, 1991). Mutagen yang pertama kali ditemukan yaitu gas *mustard* yang dikenal sebagai agen pengalkilasi (Gardner, 1984). Kelebihan dari penggunaan mutagen fisik yaitu energi penetrasi yang tinggi dan mampu menyebabkan mutasi pada multisel jaringan tanaman. Induksi mutasi menggunakan mutagen fisik dapat lebih efektif jika dilakukan percobaan setelah dosis dan dosis rata-rata telah diketahui. Prosedur kerja pada penggunaan

mutagen fisik lebih aman untuk peneliti dan lingkungan dibandingkan mutagen kimia (Harten, 1998).

Mugiono (2001) menyatakan bahwa mutagen fisik terdiri dari berbagai macam jenis, diantaranya yaitu sinar X yang memiliki tegangan yang relatif rendah dengan panjang gelombang $150 - 0,15 \text{ \AA}$. Sinar gamma memiliki panjang gelombang lebih pendek dibandingkan sinar X dengan daya tembus yang lebih kuat. memiliki panjang gelombang yang paling efektif yaitu 4000 \AA . Sinar ultraviolet memiliki panjang gelombang yang optimal untuk memicu terjadinya mutasi yaitu 2000 \AA . Partikel alfa didapatkan dari inti beberapa isotop yang tidak stabil dan memiliki muatan positif dengan daya tembus yang rendah. Partikel beta didapatkan dari isotop yang tidak stabil dan memiliki muatan negatif dengan daya tembus lebih besar dibandingkan dengan partikel alfa. Neutron memiliki daya tembus yang kuat dan dapat berfungsi sebagai mutagen dalam pemuliaan.

Tipe-tipe dari mutagen fisik berdasarkan pada IAEA (2009) terbagi menjadi 6 jenis yaitu sinar X yang bersumber dari mesin sinar X berupa radiasi elektromagnetik yang memiliki daya tembus sampai beberapa cm dengan energi 50 sampai 300 kV. Sinar gamma yang bersumber dari radioisotop/reaksi nuklir berupa radiasi elektromagnetik yang memiliki daya tembus sampai beberapa cm dengan energi sampai beberapa MeV. Neutron bersumber dari aselerator/reactor nuklir berupa partikel yang memiliki daya tembus sampai beberapa cm dengan energi sampai berjuta eV. Partikel beta bersumber dari aselerator/radioisotop berupa elektron yang memiliki daya tembus sampai beberapa mm dengan energi sampai beberapa MeV. Partikel alfa bersumber dari radioisotop berupa inti

helium yang memiliki daya tembus beberapa 2 sampai 9 mm. Proton/deuteron bersumber dari akselerator/reactor nuklir berupa inti hidrogen yang memiliki daya tembus sampai beberapa cm dengan energi sampai beberapa GeV.

Objek untuk perlakuan mutasi dengan mutagen fisik (pengion) maupun mutagen kimia dapat berupa tanaman, biji/benih, tepung sari, jaringan meristem (umbi, stek, tunas, stolon), dan kultur jaringan (kalus, sel). Objek untuk perlakuan mutagen fisik memiliki perbedaan radiosensitivitas yang besar dari setiap bagian tanaman, bergantung pada kondisi fisiologis bagian yang diperlakukan. Bagian tanaman seperti tunas, stek, tanaman dan bagian tanaman lain dapat ditumbuhkan, sukar diberi perlakuan dengan mutagen kimia dan hasilnya kurang memuaskan. Sehingga penggunaan mutagen kimia pada organ vegetatif tanaman kurang dianjurkan (Sisworo, 2010).

Mutagen fisik dengan sinar gamma lebih banyak digunakan untuk mutasi inkonvensional karena mutagen ini memiliki energi dan daya tembus yang tinggi, memiliki frekuensi dan spektrum iradiasi, dan tergantung pada dosis dan laju dosis yang digunakan. Pengaruh iradiasi fisik ini sangat efisien menyebabkan perubahan materi genetik seperti pada anyelir, kalus nilam, kalus tebu, rimpang jahe (Medina, 2005). Menurut Boertjes dan Van Harten (1988) ada dua macam pengaruh yang dapat terjadi setelah iradiasi yaitu kerusakan fisiologis dan kerusakan genetik (mutasi). Kerusakan genetik pada tanaman mutan vegetatif generasi 1 (MV1) dapat secara sederhana dilihat melalui perubahan morfologinya, sehingga tanaman tersebut dikenal sebagai putative mutan. Putative mutan adalah tanaman yang dianggap sebagai mutan.

Keberhasilan iradiasi dipengaruhi oleh keadaan lingkungan dan faktor biologis. Faktor biologis yang menentukan keberhasilan iradiasi meliputi volume inti sel dan kromosom pada interfase, serta kandungan DNA. Faktor biologis tersebut terkait dengan kepekaan suatu spesies terhadap iradiasi (Wariant, 2011). Mutasi mampu menyebabkan perubahan terhadap sifat genetik tanaman ke arah yang positif, normal, sampai negatif. Mutasi ke arah yang positif dan diwariskan ke keturunannya merupakan mutasi yang diharapkan oleh pemulia tanaman (Sisworo, 2010).

2.4 Sinar Gamma

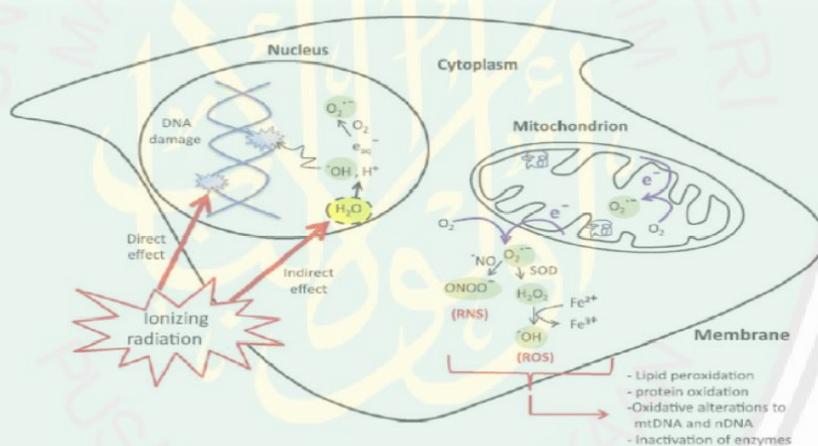
Sinar gamma adalah mutagen yang mempunyai energi radiasi yang dapat menyebabkan kerusakan pada ikatan kovalen atau ikatan hidrogen pada biomolekul dalam sel yang dapat menghasilkan kerusakan pada tingkat kromosom, gen dan berakhir dengan kematian sel (Xiang, 2002). Sinar gamma merupakan suatu radiasi elektromagnetik yang diproduksi oleh radioaktivitas seperti penghancuran elektron dan proton. P. Villard menemukan sinar gamma pada tahun 1900 setelah E. Rutherford dan F. Soddy menemukan sinar alfa dan beta (Herawati, 2000). Radiasi sinar gamma yang banyak digunakan berasal dari hasil peluruhan inti atom ^{60}Co karena mempunyai daya tembus yang besar. ^{60}Co adalah salah satu jenis metal yang memiliki karakteristik yang hampir sama dengan nikel. ^{60}Co mampu memancarkan sinar gamma yang memiliki 2 puncak spektrum energi radiasi yaitu 1,17 MeV dan 1,33 MeV dan memiliki waktu paruh 5,27 tahun (Van Harten, 1998).

Radiasi gamma dapat menembus ke dalam sel dan jaringan dengan sangat mudah. Sinar gamma didapat dari hasil peluruhan zat radioaktif yang dipancarkan oleh atom dengan kecepatan yang tinggi akibat adanya kelebihan energi pada atom. Sinar gamma memiliki energi yang lebih besar daripada sinar X, tetapi panjang gelombangnya lebih pendek. Radiasi sinar gamma dapat dipancarkan oleh ^{60}Co , ^{137}Cs , dan senyawa radioaktif lainnya (Soeminto, 1985). Sinar gamma banyak digunakan dalam mutasi karena aplikasinya yang cukup mudah dan menghasilkan frekuensi mutasi yang tinggi.

Crowder (1986) menambahkan bahwa energi radiasi sinar gamma lebih dari 10 MeV, energi ini diperoleh dari hasil disintegrasi radioisotop Cs-137 dan Co-60, dan mampu menembus jaringan yang sangat dalam dan dapat merusak jaringan yang dilewatinya. Co-60 ditembak oleh neutron yang kemudian membuat inti atom tereksitasi, sehingga inti atom akan menjadi tidak stabil, dan akhirnya inti tersebut akan membelah menjadi beberapa unsur yang lebih kecil dan melepaskan tenaga dalam bentuk panas serta membebaskan sebanyak 2-3 neutron.

Sinar gamma merupakan jenis mutagen yang cukup banyak digunakan untuk memproduksi varietas tanaman mutan (Soeranto, 2003). Pengaruh dari sinar gamma termasuk pada perubahan struktur sel dan metabolisme sel seperti dilasi membrane tilakoid, perubahan fotosintesis, modulasi sistem antioksidatif, dan akumulasi komponen fenolik (Wi, 2007). Iradiasi sinar gamma juga dapat menyebabkan modulasi pada pola protein dengan cara menginduksi keberadaan atau kehilangan beberapa pita protein (Hegazi, 2010). Keuntungan menggunakan sinar gamma adalah dosis yang digunakan lebih akurat dan penetrasi penyinaran

ke dalam sel bersifat homogen. Tidak seperti pemuliaan konvensional yang melibatkan kombinasi gen-gen yang ada pada tetuanya (di alam), iradiasi sinar gamma dapat memunculkan kombinasi gen-gen baru dengan frekuensi mutasi yang tinggi. Respon dari tanaman terhadap iradiasi sinar gamma dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu faktor genetik (genus, spesies, genotip, varietas), bagian tanaman, umur fisiologis tanaman, dan laju dosis radiasi yang digunakan (Forster, 2012). Untuk mengetahui bagian tanaman yang paling respon terhadap dosis iradiasi (radiosensivitas) diperlukan fase pertumbuhan yang optimal dalam menangkap efek iradiasi.



Gambar 2.7 Pengaruh seluler secara langsung dan tidak langsung iradiasi pada makromolekul (Azzam *et al.* 2012)

Aisyah (2013) menjelaskan bahwa elektron atom sel yang terkena radiasi sinar gamma akan keluar dari orbitnya karena terjadi benturan. Saat terjadinya proses ionisasi, terbentuk radikal positif dan elektron bebas. Elektron akan terperangkap dan ion radikal yang tidak stabil dan reaktif akan bereaksi dengan molekul lainnya. Kemudian elektron bebas yang berada dalam larutan air akan mempolarisasi air menjadi elektron yang terhidrasi (kehilangan atom H). Molekul

oksigen yang bereaksi dengan radikal bebas akan membentuk *peroxy radical*. Pada jaringan yang memiliki kadar air yang rendah, radikal-radikal tersebut akan merusak dengan sangat lambat, begitupun sebaliknya. Menurut Asadi (2013), sinar gamma memproduksi energi yang mampu mengakibatkan kerusakan pada molekul karena energi radiasi langsung diserap oleh molekul DNA melalui reaksi spontan. Tetapi pada reaksi tidak langsung energi tidak diserap oleh DNA, melainkan oleh molekul lain di dalam sel yang mampu menghasilkan radikal bebas sehingga terjadi perubahan pada molekul DNA (Asadi, 2013).

Menurut Kovacs (2002) perubahan yang terjadi saat suatu DNA/gen terpapar oleh sinar gamma yaitu ketika radiasi pengion diserap oleh bahan biologis, maka terdapat kemungkinan bahan tersebut akan bertindak langsung pada target-target penting di dalam sel. Kemudian, radiasi dapat berinteraksi dengan atom maupun molekul lain di dalam sel, menghasilkan radikal bebas yang mampu berdifusi cukup jauh dan merusak komponen penting dalam sel tanaman. Efek tidak langsung dari iradiasi ini terdapat dalam sel vegetatif tanaman, karena sitoplasma yang mengandung air sekitar 80%. Perubahan morfologi tanaman disebabkan oleh perubahan kimia dan biologi dari berbagai jaringan dan partikel sel.

BATAN (2005) menambahkan bahwa radikal bebas yang bereaksi dengan molekul-molekul dalam sistem biologi akan mengacaukan proses biokimia dalam sel, termasuk molekul DNA sehingga tidak mampu berfungsi normal. Royani (2012) menambahkan bahwa radikal bebas mengakibatkan perubahan pada tanaman secara morfologi, anatomi, biokimia, dan fisiologis, bergantung pada dosis iradiasi yang diberikan. Perlakuan radiasi memiliki target utama yaitu DNA.

Perubahan-perubahan kecil yang terjadi pada komposisi basa suatu DNA mampu menyebabkan mutasi gen. Sel yang telah terpapar radiasi akan dibebani oleh tenaga kinetik yang tinggi, kemudian akan menyebabkan terjadinya perubahan reaksi kimia dalam sel tanaman, sehingga terjadi perubahan susunan kromosom pada tanaman tersebut (Poespodarsono, 1998).

Semua jenis sinar yang dipancarkan oleh matahari yang melewati bumi ini memiliki fungsi dan peran yang berbeda pada masing-masing makhluk hidup. Sebagaimana yang disebutkan dalam Al-Qur'an surat An-Nuh ayat 16 sebagai berikut :

وَجَعَلَ الْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ الشَّمْسَ سِرَاجًا

Artinya :“Dan Allah menciptakan padanya bulan sebagai cahaya dan menjadikan matahari sebagai pelita ? “(QS. An-Nuh : 16)

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir menyatakan bahwa pada penggalan ayat berikut (وَجَعَلَ الْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ الشَّمْسَ سِرَاجًا) “*Dan Allah menciptakan padanya bulan sebagai cahaya dan menjadikan matahari sebagai pelita?*“ maknanya yaitu terdapat perbedaan antara keduanya dalam cahaya, dan Dia (Allah) menjadikan matahari dan bulan sesuai dengan ketentuan-Nya, sehingga dapat diketahui perbedaan antara siang dan malam dengan terbit terbenamnya matahari. Dan Allah juga telah menetapkan perbedaan cahaya bagi bulan dan bintang, keduanya memiliki pancaran cahaya yang berbeda (Abdullah, 2004). Ayat diatas mengulas tentang penciptaan matahari dan bulan serta fungsinya bagi kehidupan manusia. Semua makhluk hidup di bumi ini pasti membutuhkan sinar matahari baik hewan,

manusia, maupun tumbuhan untuk kelangsungan hidupnya. Salah satunya untuk melakukan pemuliaan tanaman.

2.4.1 Dosis Radiasi

Radiasi merupakan pemancaran suatu energi dari sumber energi yang melewati suatu materi dalam bentuk panas, partikel, maupun gelombang elektromagnetik. Radiasi dengan energi tinggi mampu melepaskan tenaga dalam jumlah yang besar (BATAN, 2005). Dosis iradiasi adalah energi radiasi yang diserap ke dalam bahan dalam jumlah tertentu. Setiap tanaman memerlukan dosis khusus dan berbeda dengan tanaman lainnya untuk dapat memperoleh hasil yang diinginkan (Hermana, 1991). Laju dosis dan satuan dosis tergantung pada besarnya aktivitas jenis radioisotop sebagai sumber pengion (Crowder, 1986).

Dosis iradiasi dapat dikelompokkan menjadi tiga tingkatan dosis, yaitu dosis tinggi (lebih dari 10 kGy), dosis sedang (1 sampai 10 kGy), dan dosis rendah (kurang dari 1 kGy). Perlakuan dosis tinggi dapat menyebabkan bahan tanam yang diradiasi menjadi mati atau tanaman menjadi steril. Sedangkan pada perlakuan dosis rendah mampu mempertahankan daya hidup tunas dan akan memperpanjang waktu kematangan buah maupun sayuran (Micke, 1993). Dosis dan laju dosis sinar gamma dapat ditentukan dengan cara mengatur penahan dan jarak sinar dengan bahan tanam yang diradiasi (Ikmalia, 2008).

Jumlah energi yang diserap tiap satuan massa setelah radiasi ditunjukkan dengan menggunakan satuan rad (*radiation absorbtion dose*) atau Gray (Gy). Satu Gray menunjukkan bahwa energi yang dapat diserap oleh 1 kg benda akibat radiasi sebesar 1 joule. Nilai 1 (satu) Gray sama dengan 100 rad (Bueche, 1994).

Menurut Mba dan Shu (2012), terdapat beberapa cara pemberian dosis iradiasi dalam pemuliaan mutasi diantaranya yaitu meradiasi bahan tanam dengan laju dosis yang rendah secara kontinu dalam jangka waktu yang lama atau dalam hitungan bulan (*chronic irradiation*), meradiasi bahan tanam menggunakan laju dosis yang tinggi dengan waktu yang singkat (dalam hitungan menit), umumnya dapat dilakukan pada bahan tanam yang berbentuk biji, stek, dan kalus (*acute irradiation*), meradiasi secara berulang bahan tanam yang sudah diberikan perlakuan iradiasi tunggal dan radiasi selanjutnya diberikan sekali atau beberapa kali setelah iradiasi pertama (*intermittent irradiation*), dan meradiasi bahan tanam dengan beberapa kali penyinaran menggunakan dosis yang terbagi (*fractionated irradiation*).

Besarnya dosis iradiasi sinar gamma yang diberikan sangat menentukan keberhasilan dari terbentuknya tanaman mutan. Broertjes dan Van Harten (1988) menyatakan bahwa dosis radiasi sinar gamma yang digunakan pada berbagai jenis tanaman hias memiliki rentangan yang berbeda-beda, seperti salah satunya tanaman anelyir yang memiliki kisaran dosis antara 25 sampai 120 Gray. Jika radiasi ini diaplikasikan pada benih, maka dosisnya akan lebih tinggi apabila diaplikasikan pada bagian/organ tanaman yang lain. Semakin tinggi kadar oksigen dan molekul air (H_2O) yang ada dalam materi yang diradiasi maka akan semakin banyak terbentuk radikal bebas yang mengakibatkan tanaman menjadi rentan terserang penyakit (Herison, 2008).

Sehingga harus dicari dosis yang optimal dan efektif untuk menghasilkan tanaman yang mutan dengan nilai dosis letal di bawah nilai LD50 (Lethal Dose

50). LD 50 merupakan dosis radiasi yang dapat menyebabkan 50% kematian dari populasi yang telah diradiasi. Dosis iradiasi yang dapat diterima oleh sel dibedakan atas dosis *acute* dan dosis kronis. Dosis *acute* yaitu dosis yang diterima dengan cara sekaligus pada laju dosis tinggi, sedangkan dosis kronis yaitu dosis yang diterima dengan cara sedikit demi sedikit pada laju dosis rendah. Dosis *acute* dapat menyebabkan sel mati atau mengalami perubahan sifat (Wiryosimin, 1995). Dosis iradiasi yang diterapkan tergantung pada sensitivitas dari spesies dan bagian tanaman (Broertjes dan Harten, 1988).

Menurut Soedjono (2003) dalam Giono (2014), peluang dan persentase terjadinya mutasi tergantung dari jumlah tanaman, usia tanaman, organ tanaman, fase pertumbuhan, dan lamanya waktu penyinaran. Menurut Hammerton (1992) dalam Yun (2013) bahwa reduksi meningkat seiring dengan meningkatnya dosis iradiasi, ditunjukkan dengan beberapa perubahan pada proses metabolisme biji yang menyebabkan terjadinya laju perkecambahan dan pertumbuhan yang tidak normal. Tahap awal dalam proses perkecambahan melibatkan pemecahan cadangan makanan benih yang akan dimanfaatkan dalam proses sintesis.

Dosis iradiasi berkorelasi dengan lamanya pemaparan sinar gamma terhadap materi. Rashid (2013) juga melaporkan dalam penelitiannya bahwa iradiasi sinar gamma pada jahe menghasilkan penurunan tingkat rata-rata pertumbuhan tunas dan tanaman dengan peningkatan lama pemaparan sinar gamma. Penelitian yang dilakukan oleh Pramono (2011), yang menggunakan aplikasi sinar gamma pada tanaman iles-iles, yang kemudian menghasilkan kematian tanaman. Perubahan fenotipe akibat dari mutasi sangat beragam, mulai

dari perubahan minor yang terdeteksi hanya dengan metode analisis biokimia sampai perubahan drastis dalam proses metabolisme yang mampu menimbulkan kematian sel atau organisme.

2.4.2 Penggunaan Sinar Gamma Cobalt-60 pada Berbagai Tanaman

Peningkatan nilai mutasi dengan menggunakan induksi mutasi memberikan peluang peningkatan sumber variasi genotipe dan sangat penting pada pemuliaan tanaman (Hoang, 2009). Pemberian radiasi sinar gamma telah dilakukan pada beberapa tanaman untuk mengetahui respon morfologi maupun anatomi tanaman tersebut. Fauza et al. (2007) menyatakan bahwa iradiasi sinar gamma pada biji manggis memperlihatkan adanya peningkatan variabilitas fenotip pada beberapa karakter yang diamati seperti tinggi tanaman, jumlah daun per tanaman, diameter batang, dan lebar daun. Pada tanaman padi, radiasi dengan sinar gamma pada dosis tertentu diketahui dapat menginduksi mutasi klorofil dan meningkatkan variasi genetik ketahanan terhadap penyakit blas (Mugiono 1996).

Keefektifan teknik iradiasi sinar gamma untuk meningkatkan keragaman genetik krisan telah dibuktikan oleh beberapa orang peneliti. Induksi sinar gamma dengan dosis 15, 20 dan 25 Gy menginduksi mutan somatik krisan cv. Jaya. Mutan tersebut memiliki perbedaan sitogenetik dan morfologi dibandingkan dengan cv. Jaya asli (Datta, 1994). Induksi sinar gamma dengan dosis 15, 20 dan 25 Gy terbukti mampu menginduksi mutan somatik pada tanaman krisan cv. Jaya, yang menghasilkan tanaman mutan yang memiliki perbedaan sitogenetik dan morfologi dibandingkan dengan cv. Jaya asli (Datta, 1994). Perubahan karakter yang diakibatkan dari penggunaan sinar gamma meliputi perubahan tinggi

tanaman, proliferasi sel, peningkatan germinasi, pertumbuhan sel, aktivitas enzim, ketahanan terhadap cekaman lingkungan, peningkatan hasil dan kualitas, ukuran tanaman, waktu pembungaan, pemasakan buah, warna buah, serta kompatibelnya sel pada kondisi lingkungan ekstrim sampai dengan peningkatan senyawa aktif (Ahloowalia, 2001). Pemberian iradiasi sinar gamma terhadap biji buncis dapat menyebabkan waktu perkecambahan benih lebih lama dibandingkan dengan biji yang tidak diradiasi. Penurunan persentase pertumbuhan pada tanaman yang diberi iradiasi sinar gamma diakibatkan oleh menurunnya daya tumbuh dari tanaman tersebut (Hammed et al., 2008).

Dosis iradiasi yang diaplikasikan untuk mendapatkan mutan bergantung pada jenis tanaman, varietas, fase tumbuh, ukuran, kekerasan, dan bahan yang akan dimutasi. Dalam induksi mutasi, beberapa penelitian menunjukkan bahwa dosis optimum yang dapat menghasilkan mutan terbanyak biasanya terjadi di sekitar LD50 (*lethal dose* 50), yaitu dosis yang menyebabkan kematian 50% populasi tanaman. Pada benih jagung, nilai LD50 bervariasi antargalur, berkisar antara 97–424 Gy (Herison, 2008).

2.5 Keragaman Fenotip Tanaman

Ruang lingkup taksonomi tumbuhan meliputi identifikasi, klasifikasi dan diskripsi (Lawrence, 1955). Taksonomi berlandaskan karakter yang dapat dilihat, diukur, dihitung dan dibatasi. Hingga saat ini morfologi merupakan karakter utama dalam taksonomi (Heywood, 1967). Morfologi bunga meliputi bentuk, warna, jumlah dan organisasi bagianbagiannya, sedang morfologi vegetatif meliputi percabangan, pertumbuhan, tekstur batang dan susunan, ukuran dan

bentuk daun (Jones dan Luchsinger, 1986). Pengetahuan tentang morfologi dan terminologi mutlak dipergunakan dalam identifikasi. Pencandraan, uraian sistematis mengenai bentuk dan susunan tubuh tumbuhan, merupakan hal sangat penting pada penamaan takson baru (Tjitrosoepomo, 1989).

Keragaman sifat pada suatu tanaman dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor genetik dan lingkungan. Tetapi juga dapat dipengaruhi oleh interaksi faktor genetik dan lingkungan. Seleksi akan menjadi efektif apabila keragaman dalam suatu populasi sebagian besar dipengaruhi oleh faktor genetik, yang diekspresikan sebagai keragaman fenotip (Poespodarsono, 1988). Keragaman genetik tanaman yang tinggi berfungsi sebagai dasar populasi (*base population*) untuk proses seleksi tanaman dengan genotipe unggul dalam program pemuliaan tanaman (Nasution, 2011).

Taksonomi numerik dapat digunakan untuk menyusun klasifikasi berdasarkan hubungan kekerabatan, khususnya persamaan sifat-sifat fenotip. Dendrogram hubungan kekerabatan dapat dibuat dengan metode koefisien asosiasi berdasarkan indeks similaritas (Sokal dan Sneath, 1963). Sedangkan untuk mengetahui tingkat keragaman populasi dapat digunakan koefisien keragaman yang dilambangkan dengan V (atau kadang-kadang KK). Koefisien keragaman merupakan simpangan baku yang dinyatakan sebagai persentase rata-rata (Sokal dan Rohlf, 1992).

Allah SWT telah menyampaikan pada manusia untuk memikirkan dan mempelajari berbagai kejadian di alam seperti salah satunya proses tumbuhnya tanaman di bumi. Kejadian alam di bumi ini merupakan suatu siklus yang diawali

dari suatu titik dan akan terus berkembang menjadi lebih besar, kemudian menjadi tua dan mati. Contohnya air hujan yang diturunkan dari langit untuk menyirami permukaan bumi, mengubah bumi yang semula merupakan tanah yang tandus menjadi subur dan menumbuhkan berbagai macam tumbuhan. Maka kemudian akan tumbuh berbagai macam tumbuhan tersebut mulai dari benih hingga menjadi besar, kemudian mati, dan tumbuh lagi (Rossidy, 2008). Dari turunnya hujan, akan tumbuh bermacam-macam tumbuhan, manusia memperoleh nikmat yang tiada taranya. Proses kejadian tersebut menjadi bahan renungan agar manusia mau berpikir. Semuanya telah diatur dengan sangat rapi oleh Allah Zat Yang Maha Kuasa atas segala sesuatu (Rossidy, 2008).

Tumbuhan yang hidup di bumi terdapat beranekaragam jenis dan spesiesnya. Salah satunya yaitu tanaman *S. trifasciata* yang memiliki bermacam-macam warna dan motif daun. Selain itu tanaman tersebut juga bermanfaat untuk mengurangi polusi udara di lingkungan sekitar. Allah SWT yang telah menciptakan bermacam-macam tumbuhan di bumi ini agar manusia dapat memanfaatkannya serta mengambil pelajaran dari tumbuhan tersebut. Sebagaimana yang disebutkan dalam firman Allah dalam Al-Qur'an surat Al-Zumar ayat 21 sebagai berikut :

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعٌ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ
ثُمَّ يَهْبِطُ فِيهَا أَنْهَارٌ مِّنْ تَحْتِهَا يَجْرِي فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي الْأَبْصَابِ (٢١)

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

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir, ayat diatas menjelaskan firman Allah Ta’ala tentang ditumbuhkannya tanaman yang bermacam-macam jenis di bumi dengan menggunakan air yang diturunkan dari langit, (ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ) yang artinya “Kemudian, ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanaman-tanaman yang bermacam-macam warnanya,” yaitu, kemudian dengan air yang turun dari langit dan yang muncul dari bumi tersebut, Dia (Allah) telah tumbuhkan tanaman yang bermacam-macam jenisnya, tanaman tersebut berbeda-beda dari segi warna, bentuk, rasa, bau, dan manfaatnya (Abdullah, 2004).

Berdasarkan kedua tafsir diatas dapat diketahui bahwa Allah telah menumbuhkan tanaman dengan berbagai macam warna dan bentuk. Bahkan dalam satu spesies tanaman pun bisa didapatkan tanaman yang memiliki berbagai macam warna dan bentuk. Hal tersebut merupakan salah satu tanda kekuasaan Allah yang ditunjukkan pada manusia agar senantiasa bersyukur dan memanfaatkan nikmat Allah dengan sebaik-baiknya.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2018 hingga Januari 2019. Pengambilan tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) dilakukan di desa Karangrejo, Pakis, Kabupaten Malang. Pemberian radiasi sinar gamma Cobalt-60 dilakukan di Laboratorium Fisika Lanjutan Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Penanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) dilakukan di Greenhouse Desa Wringinsongo, Tumpang, Kabupaten Malang.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat *irradiator gamma chamber*, sinar gamma bersumber dari Cobalt-60, pisau, wadah plastik tertutup, plastik ukuran 1 kg, timbangan, penggaris, polybag berukuran (tinggi 22 cm dan diameter 10 cm), cangkul, cetok tanah, ember, botol sprayer, alat tulis, stopwatch, kertas label, lembar pengamatan, dan ayakan.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu stek rimpang (rhizoma) dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) yang berukuran ± 5 cm yang sudah memiliki mata tunas dengan jumlah sebanyak 155 buah, tanah, sekam, pupuk organik, pupuk NPK, air, dan pestisida.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yaitu pemberian dosis radiasi sinar gamma yang berbeda dalam 7 perlakuan (0 Gray/kontrol, 10 Gray, 20 Gray, 30 Gray, 40 Gray, 50 Gray, dan 60 Gray). Penelitian ini terdiri dari 7 perlakuan dan untuk setiap perlakuan terdiri dari 5 ulangan. Untuk setiap ulangan akan menggunakan sebanyak 5 tanaman.

Tabel 3.1 Dosis Perlakuan Radiasi Sinar Gamma

Dosis Radiasi Sinar Gamma	Notasi
Kontrol (tanpa radiasi)	G0
10 Gray	G1
20 Gray	G2
30 Gray	G3
40 Gray	G4
50 Gray	G5
60 Gray	G6

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Variabel bebas : dosis radiasi sinar gamma yang berbeda (0 Gray (kontrol), 10 Gray, 20 Gray, 30 Gray, 40 Gray, 50 Gray, dan 60 Gray)
2. Variabel terikat : morfologi pertumbuhan tanaman setelah radiasi sinar gamma (jumlah tunas, jumlah daun, motif daun, warna daun, ujung daun, luas daun, tepi daun, dan bentuk daun).
3. Variabel terkontrol : Lingkungan tumbuh dan media tumbuh.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan Stek Tanaman Lidah Mertua (*S. trifasciata*)

Tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) yang digunakan untuk penelitian ini didapatkan dari petani bibit tanaman hias yang ada di desa Karangrejo, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang. Bagian tanaman *S. trifasciata* yang digunakan adalah bagian rimpang (rhizoma) yang berukuran sekitar 5 cm dan sudah memiliki mata tunas. Rimpang tanaman *S. trifasciata* ditumbuhkan dengan menggunakan metode stek rimpang sampai munculnya mata tunas yang membutuhkan waktu sekitar 3 minggu. Kemudian dibersihkan dari sisa-sisa tanah yang menempel. Setelah itu dilakukan perlakuan radiasi sinar gamma pada tanaman *S. trifasciata* sesuai dengan perlakuan dosis yang sudah ditentukan sebelumnya.

3.5.2 Perlakuan Radiasi Sinar Gamma

Tunas dari rimpang tanaman *S. trifasciata* diberi perlakuan radiasi sinar gamma Cobalt 60 dengan menggunakan alat *irradiator gamma chamber* sesuai dosis radiasi yang telah ditentukan, yaitu 0 Gray (kontrol), 10 Gray, 20 Gray, 30 Gray, 40 Gray, 50 Gray, dan 60 Gray. Metode penyinaran menggunakan iradiasi tunggal (*acute irradiation*). Proses penyinaran radiasi sinar gamma pada tunas tanaman *S. trifasciata* dilakukan dengan cara meletakkan tunas tanaman tersebut di dalam sebuah kotak plastik berbentuk persegi panjang yang tertutup. Sinar gamma ditempatkan pada 4 sudut kotak yang bagian atas sudah dilubangi. Sinar gamma ditempatkan dengan posisi tegak dan mengarah pada mata tunas yang ada pada rimpang tanaman *S. trifasciata*. Dalam kotak tersebut berisi sekitar 10-15

buah rimpang yang posisinya diatur sesuai dengan posisi dari sinar gamma. Sehingga untuk setiap dosis penyinaran dibagi menjadi 2 sesi. Lamanya waktu penyinaran sinar gamma diukur menggunakan stopwatch sesuai dengan lama penyinaran pada setiap dosis radiasi.

Gray dan Rad merupakan satuan yang digunakan untuk menunjukkan jumlah (dosis) radiasi yang dapat diserap oleh suatu materi saat diberikan radiasi. Sistem satuan SI umumnya menggunakan satuan Gray (Gy) untuk menyatakan dosis radiasi. 1 (satu) Gray menyatakan nilai absorpsi 1 joule per kilogram materi, $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$. Maka 1 (satu) rad menyatakan nilai absorpsi 10^{-3} joule energi/gram jaringan, $1 \text{ Rad} = 10^{-3} \text{ J/g}$, maka $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$.

Tabel 3.2 Lama Penyinaran Radiasi Sinar Gamma Untuk Setiap Dosis

Berikut ini merupakan tabel yang menunjukkan lama waktu penyinaran radiasi sinar gamma untuk setiap dosis yang berdasarkan dari BATAN (2005) :

Dosis Radiasi Sinar Gamma	Waktu
Kontrol (tanpa radiasi)	0
10 Gray	43 detik
20 Gray	1 menit 26 detik
30 Gray	2 menit 9 detik
40 Gray	3 menit 12 detik
50 Gray	3 menit 35 detik
60 Gray	4 menit 18 detik

3.5.3 Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman

Penanaman dilakukan setelah tanaman selesai diradiasi, penanaman dilakukan di polybag dengan ukuran tinggi 22 cm dan diameter 10 cm. Setiap 1

buah tanaman ditanam pada 1 buah polybag. Penanaman dilakukan selama 3 bulan mulai dari 8 Oktober – 8 Januari 2019. Penyiraman tanaman dilakukan secara rutin menyesuaikan dengan kondisi lapang. Penyiangan dilakukan minimal setiap 1 minggu sekali atau disesuaikan dengan kondisi tanaman, tujuannya agar terhindar dari hama dan penyakit yang menyerang tanaman *S. trifasciata*.

Pemupukan menggunakan pupuk organik dan pupuk anorganik (NPK dan Urea). Pemupukan dilakukan setiap 2 minggu sekali. Pemupukan dilakukan pada minggu ke-4 setelah penanaman menggunakan pupuk NPK dan pada minggu ke-6 menggunakan pupuk Urea, yang bertujuan untuk menambah kandungan unsur hara dalam tanaman. Pupuk diberikan pada daerah sekitar akar tanaman dengan cara menabur pupuk dengan jumlah sesuai ketentuan di sekitar tanaman agar pupuk dapat meresap ke dalam tanah dan masuk melalui akar. Penanaman dilakukan selama 3 bulan. Setelah tanaman sudah memiliki cukup umur dan memiliki daun yang lengkap maka dapat dilakukan pengamatan pada karakteristik morfologi daun tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*).

3.5.4 Pengamatan Karakteristik Morfologi Tanaman

Pengamatan pada karakter tanaman yang dilakukan meliputi aspek morfologi yang bersifat kualitatif dan kuantitatif. Pedoman pengamatan untuk karakterisasi morfologi tanaman mengacu pada buku Panduan Karakterisasi UPOV (*International Union For The Protection Of New Varieties Of Plants*) untuk Tanaman Hias *Aglaonema* yang disesuaikan dengan karakteristik morfologi tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*). Pengamatan karakter kualitatif pada tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) hasil radiasi sinar gamma dilakukan setelah

tanaman berumur 3 bulan. Pengamatan ini dilakukan pada karakteristik morfologi yang meliputi 4 parameter yaitu bentuk ujung daun, bentuk tepi daun, bentuk daun, dan warna daun.

Pengamatan bentuk daun dilakukan pada semua daun yang ada pada setiap tanaman dan disesuaikan dengan bentuk-bentuk daun pada buku literatur. Pengamatan warna daun dilakukan pada semua daun yang ada di setiap tanaman dan disesuaikan dengan indeks warna daun pada buku *Munsell Color Chart*. Pengamatan bentuk ujung daun dilakukan pada semua daun yang ada di setiap tanaman dan disesuaikan dengan bentuk ujung daun pada buku literatur. Pengamatan bentuk tepi daun dilakukan pada semua daun pada setiap tanaman dan disesuaikan dengan bentuk tepi daun pada buku literatur.

Pengamatan karakter kuantitatif meliputi 3 parameter yaitu jumlah tunas, jumlah daun, dan luas daun. Jumlah tunas mulai diukur setelah munculnya tunas yang pertama sampai tanaman berumur 3 bulan. Jumlah daun dan jumlah tunas didapat dari perhitungan jumlah semua daun maupun tunas yang ada pada setiap tanaman. Perhitungan luas daun dilakukan pada semua daun di setiap tanaman yang meliputi panjang dan lebar daun. Pengukuran luas daun menurut Wiebel (1992), dengan formula yaitu :

$$A = 0,75 PL - 5,44$$

Ket : A = luas daun

P = panjang daun

L = lebar daun

Data hasil pengamatan tanaman *S. trifasciata* pada semua perlakuan dosis tersebut kemudian dianalisis secara statistik untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan nyata antara tanaman kontrol dengan tanaman yang diberi perlakuan radiasi sinar gamma dan mengetahui dosis radiasi sinar gamma yang optimal untuk mempengaruhi karakteristik morfologi *S. trifasciata*.

3.5.5 Perhitungan Nilai Lethal Dose 50 (LD50)

Persentase hidup (*lethal dose*) merupakan persentase tanaman hidup terhadap total individu yang ditanam per genotipe yang diamati pada panen terakhir. Nilai *lethal dose* 50 (LD50) dipergunakan untuk mengetahui dosis radiasi optimal yang dapat digunakan untuk tanaman tersebut. LD50 merupakan suatu nilai yang menunjukkan besarnya dosis iradiasi yang mampu mematikan 50% populasi tanaman. Nilai LD50 ini penting diketahui sebagai acuan untuk melakukan metode pemuliaan tanaman selanjutnya.

$$LD50 = \frac{\text{Jumlah tanaman yang mati}}{\text{Jumlah tanaman yang ditanam}} \times 100 \%$$

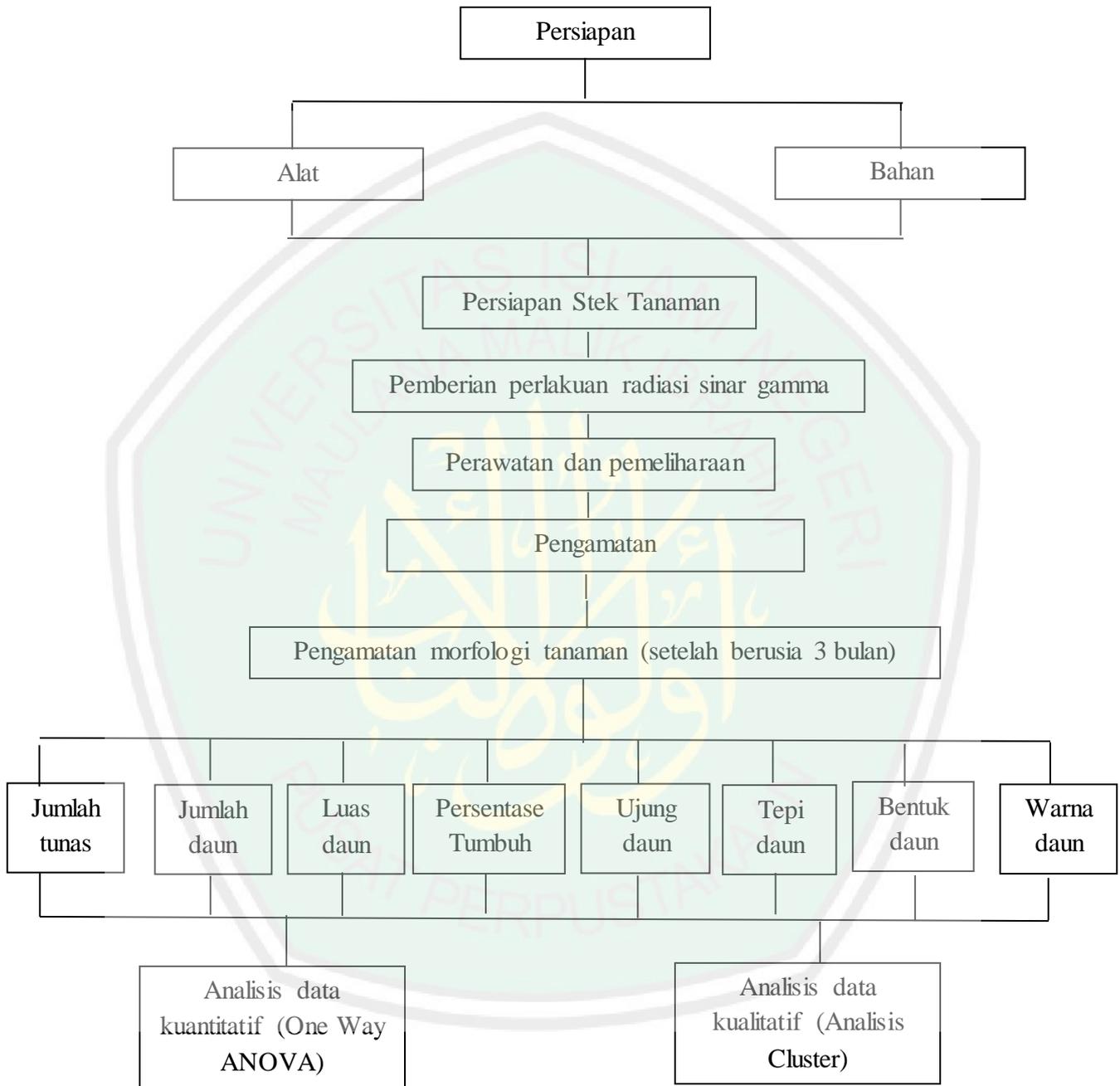
3.5.6 Analisis Karakterisasi Morfologi Daun Tanaman Lidah Mertua (*S. trifasciata*) Hasil Radiasi Sinar Gamma

Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif, yaitu dengan cara pengamatan karakterisasi morfologi daun kemudian menjabarkan secara deskriptif. Karakterisasi menggunakan acuan UPOV (*International Union For The Protection Of New Varieties Of Plants*). Data karakterisasi yang digunakan menggunakan hasil pengamatan parameter kualitatif yang meliputi bentuk daun, bentuk ujung daun, dan bentuk tepi daun pada setiap tanaman dan disesuaikan

dengan literatur, selain itu juga dilakukan pengamatan warna daun pada setiap tanaman yang disesuaikan dengan indeks warna daun di *Munsell Color Chart*. Pengamatan dilakukan setelah tanaman berumur 3 bulan. Data karakterisasi kemudian dikelompokkan menurut nilai kemiripannya dengan analisis kluster. Data kualitatif yang telah terstandarisasi diolah menggunakan program SPSS versi 16 dengan analisis gerombol (cluster) untuk mengetahui tingkat similaritas antar sampel tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*). Menurut Sutanto (2009), analisis cluster menghasilkan dendogram yang digunakan untuk menilai pola keragaman dari data survei.



3.6 Skema Penelitian



3.7 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan pada penelitian ini terbagi menjadi parameter kualitatif dan parameter kuantitatif. Pengamatan dilakukan pada tanaman setelah tanaman berumur 90 HST atau 3 bulan setelah perlakuan radiasi.

Parameter kualitatif yang diamati meliputi:

1. Bentuk daun

Dilakukan pengamatan bentuk daun dari semua daun yang ada pada setiap tanaman dan disesuaikan dengan bentuk-bentuk daun yang ada di literatur.

2. Warna daun

Dilakukan pengamatan warna daun dari semua daun yang ada pada setiap tanaman dan disesuaikan dengan indeks warna daun yang ada di *Munsell Color Chart*.

3. Ujung daun

Dilakukan pengamatan bentuk ujung daun dari semua daun yang ada pada setiap tanaman dan disesuaikan dengan bentuk ujung daun yang ada di literatur.

4. Tepi daun

Dilakukan pengamatan bentuk tepi daun dari semua daun yang ada pada setiap tanaman dan disesuaikan dengan bentuk tepi daun yang ada di literatur.

Parameter kuantitatif yang diamati meliputi:

1. Jumlah Tunas

Perhitungan dilakukan saat munculnya tunas pertama setelah penanaman sampai tanaman berumur 3 bulan.

2. Jumlah daun

Jumlah daun didapat dari perhitungan semua daun yang ada pada setiap tanaman. Perhitungan jumlah daun dilakukan saat munculnya daun pertama setelah penanaman sampai tanaman berumur 3 bulan.

3. Luas daun

Perhitungan meliputi panjang dan lebar daun. Luas daun dapat diukur menggunakan alat *leaf area meter*. Perhitungan dilakukan pada semua daun yang ada pada setiap tanaman.

4. Persentase tanaman yang hidup

Perhitungan dilakukan setelah tanaman sudah berumur 3 bulan. Bertujuan untuk mengetahui jumlah persentase tanaman yang hidup pada setiap dosis radiasi.

3.8 Analisis Data

Data pengamatan yang telah didapatkan dari hasil pengamatan karakteristik morfologi tanaman *S. trifasciata* dianalisis dengan menggunakan software SPSS 16.0. Hasil pengamatan karakteristik morfologi kemudian dimodifikasi yaitu mengganti notasi dari angka 1, 3, 5,7,9 menjadi 0,1,2,3,4,5. Modifikasi dilakukan agar data dapat dianalisis oleh program computer dan dapat dimasukkan kedalam bentuk dendogram dengan menggunakan *software* SPSS 16.0. Data kuantitatif

dilakukan uji analisis sidik ragam dengan excel dan uji analisis varian dengan satu faktor (*One Way ANOVA*). Jika hasilnya menunjukkan pengaruh yang nyata, maka dapat dilanjutkan dengan menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf ketelitian 5% untuk mengetahui nilai beda antara tiap perlakuan.

Sedangkan data kualitatif diolah menggunakan software SPSS 16.0 dengan analisis gerombol/cluster (*Hierarchical Cluster Analysis*) untuk mengetahui hubungan kekerabatan dari tanaman *S. trifasciata*. Menurut Sutanto (2009), analisis cluster digunakan untuk melihat hubungan interdependensi (kekerabatan) antara seluruh set variabel yang diteliti dengan mengelompokkannya ke dalam obyek kelompok yang relatif homogen berdasarkan pada suatu set variabel yang dipertimbangkan untuk diteliti. Dalam analisis cluster pengelompokkan hubungan kekerabatan disajikan dalam dendogram.

Analisis integrasi sains dan islam dilakukan berdasarkan pada pemahaman integrasi nilai-nilai islam dalam pembelajaran sains (Ilmu Pengetahuan Alam) yang tersirat di dalam Al-Qur'an dan Hadits. Beberapa ayat Al-Qur'an yang diintegrasikan dalam penelitian ini saling berkaitan, sehingga akan diperoleh kesimpulan mengenai manfaat penelitian yang bersifat ilmiah dengan nilai keislaman.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Radiasi Sinar Gamma terhadap Karakteristik Morfologi

Tanaman Lidah Mertua (*S. trifasciata*)

Tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) memiliki bermacam-macam warna dan motif daun. Sehingga tanaman ini memiliki warna daun yang bervariasi pada setiap spesiesnya. Selain itu tanaman tersebut juga bermanfaat untuk mengurangi polusi udara di lingkungan sekitar. Allah SWT telah menciptakan bermacam-macam tumbuhan di bumi ini agar manusia dapat memanfaatkannya serta mengambil pelajaran dari tumbuhan tersebut, salah satunya yaitu tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*). Sebagaimana yang disebutkan dalam firman Allah dalam Al-Qur'an surat Al-Zumar ayat 21 sebagai berikut :

أَمْ تَرَى أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعٌ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ
يَهْبِجُ فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي الْأَلْبَابِ (٢١)

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

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir, ayat diatas menjelaskan firman Allah Ta'ala tentang ditumbuhkannya tanaman yang bermacam-macam jenis di bumi dengan menggunakan air yang diturunkan dari langit, (ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ) yang artinya “Kemudian, ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanaman-tanaman yang bermacam-macam warnanya,” yaitu, kemudian dengan air yang turun dari langit dan yang

muncul dari bumi tersebut, Dia (Allah) telah tumbuhkan tanaman yang bermacam-macam jenisnya, tanaman tersebut berbeda-beda dari segi warna, bentuk, rasa, bau, dan manfaatnya (Abdullah, 2004). Berdasarkan kedua tafsir diatas dapat diketahui bahwa Allah telah menumbuhkan tanaman dengan berbagai macam warna dan bentuk. Bahkan dalam satu spesies tanaman pun bisa didapatkan tanaman yang memiliki berbagai macam warna dan bentuk. Hal tersebut merupakan salah satu tanda kekuasaan Allah yang ditunjukkan pada manusia agar senantiasa bersyukur dan memanfaatkan nikmat Allah dengan sebaik-baiknya.

Perbedaan warna dan bentuk dari suatu tanaman merupakan salah satu karakter morfologi yang dapat digunakan untuk mencari ragam/variasi tanaman. Pengamatan karakter morfologi tanaman dapat dilakukan melalui pengamatan morfologi dan anatomi. Menurut Rahayu (2011), karakter morfologi terbagi menjadi dua jenis yaitu karakter kuantitatif dan karakter kualitatif. Karakter kuantitatif merupakan karakter yang tidak dapat dibedakan secara sederhana, namun harus diukur menggunakan alat ukur tertentu yang hasilnya bersifat kuantitatif, diantaranya yaitu tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, panjang buah, lebar buah, dan karakter lainnya.

Pengamatan parameter kuantitatif pada morfologi tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) pada penelitian ini meliputi 4 parameter yaitu jumlah tunas, jumlah daun, luas daun, dan persentase tumbuh. Sedangkan pengamatan parameter kualitatif meliputi 4 parameter yaitu bentuk daun, warna daun, bentuk ujung daun, dan bentuk tepi daun. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh nilai rata-rata

parameter kuantitatif tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) setelah radiasi sinar gamma yang disajikan pada tabel 4.1 berikut.

4.1 Tabel Nilai Rata-Rata Parameter Kuantitatif Tanaman Lidah Mertua (*S. trifasciata*) Hasil Radiasi Sinar Gamma

Dosis Radiasi	Hasil Pengamatan setelah 3 bulan (120 hari)			
	Jumlah tunas (buah)	Jumlah daun (buah)	Luas daun (cm ²)	Persentase tumbuh (%)
0 (kontrol)	2,6 ^{bc}	2,4 ^a	67,76 ^{bcd}	52 ^{bc}
10 gy	3,2 ^c	10 ^c	170,835 ^e	64 ^c
20 gy	3,4 ^c	10 ^c	113,235 ^d	56 ^{bc}
30 gy	2,6 ^{bc}	6,4 ^b	90,775 ^{cd}	52 ^{bc}
40 gy	2,2 ^{ab}	6,2 ^b	48,897 ^{abc}	40 ^{ab}
50 gy	1,4 ^{ab}	2,8 ^a	17,998 ^{ab}	24 ^a
60 gy	1 ^a	2,2 ^a	4,762 ^a	20 ^a

Ket : Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan iradiasi sinar gamma berpengaruh terhadap jumlah tunas dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*). Semakin tinggi dosis iradiasi maka semakin berkurang jumlah tunas yang tumbuh, dengan pola penurunan yang konstan dari dosis 10 Gy sampai 60 Gy. Pada pengamatan terakhir (umur 12 minggu), jumlah tunas terbanyak pada perlakuan 20 Gy dengan rata-rata jumlah tunas sebesar 3,4 tunas/ulangan, sedangkan jumlah tunas paling sedikit pada perlakuan 60 Gy yaitu 1 tunas/ulangan. Hasil tersebut sesuai dengan hasil analisis uji one way Anova yang menunjukkan bahwa nilai F hitung sebesar 3.859 dengan nilai signifikansi 0.006, dengan demikian dapat

disimpulkan bahwa H_0 ditolak, artinya terdapat perbedaan jumlah tunas yang signifikan untuk setiap dosis radiasi sinar gamma.

Pengaruh dari perlakuan perbedaan taraf dosis iradiasi mengakibatkan perbedaan pada jumlah tunas dan waktu tumbuh dari tunas rimpang tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*). Iradiasi sinar gamma dapat menyebabkan terjadinya mutasi secara acak yang mengakibatkan kerusakan fisiologis dalam metabolisme perkembangan sel, sehingga potensi pertumbuhannya dapat lebih cepat atau lebih lambat. Menurut Kodym (2012) mutasi bersifat menekan yang dapat mengganggu metabolisme suatu individu. Radiasi memberikan respon positif yang berupa sel-sel metabolik yang bersifat sangat aktif, sel menjadi cepat membagi dan tidak berdiferensiasi.

Pada penelitian ini radiasi diaplikasikan pada tunas. Hal ini dilakukan karena menurut Aisyah (2013) mutasi lebih banyak terjadi pada bagian yang sedang aktif mengalami pembelahan sel seperti tunas dan biji. Lagoda (2012) juga menambahkan bahwa konsekuensi biologis akibat iradiasi dapat muncul pada berbagai tahap perkembangan, seperti pembelahan sel yang abnormal, sel mengalami kematian, mutasi, jaringan dan organ mengalami gangguan, dan terjadi penurunan pada pertumbuhan tanaman.

Perlakuan iradiasi sinar gamma juga berpengaruh terhadap jumlah daun dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*). Semakin tinggi dosis iradiasi semakin berkurang rata-rata jumlah daun yang tumbuh, pola penurunan dari jumlah daun ini tidak konstan dan cenderung acak tidak berdasarkan dosis radiasi yang diberikan. Karena mutasinya bersifat acak dan tidak tertuju pada satu sel saja.

Pada pengamatan terakhir (umur 12 minggu), rata-rata jumlah daun terbanyak pada perlakuan 10 dan 20 Gy sebanyak 10 daun/ulangan, sedangkan rata-rata jumlah daun paling sedikit pada perlakuan 60 Gy yaitu 2,2 daun/ulangan. Hasil tersebut sesuai dengan hasil analisis uji *one way* Anova yang menunjukkan bahwa nilai F hitung sebesar 18.201 dengan nilai signifikansi 0.000, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak, artinya terdapat perbedaan jumlah daun yang signifikan untuk setiap dosis radiasi sinar gamma.

Hal ini karena pada saat jaringan tunas terpapar radiasi sinar gamma maka elektron dalam sel akan terhidrasi yang menyebabkan terjadinya gangguan pada proses pembelahan sel sehingga mempengaruhi pembentukan daun. Semakin tinggi dosis radiasi yang diberikan maka jumlah daun akan semakin berkurang. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Aisyah (2013) bahwa saat terjadinya proses ionisasi, terbentuk radikal positif dan elektron bebas. Elektron akan terperangkap dan ion radikal akan bereaksi dengan molekul lainnya. Kemudian elektron bebas yang berada dalam larutan air akan terpolarisasi menjadi elektron yang terhidrasi (kehilangan atom H). Molekul oksigen yang bereaksi dengan radikal bebas akan membentuk *peroxy radical*. Pada jaringan yang memiliki kadar air yang rendah, radikal-radikal tersebut akan merusak dengan sangat lambat, begitupun sebaliknya. Sehingga proses tersebut juga menghambat pembentukan daun.

Perlakuan iradiasi sinar gamma berpengaruh terhadap luas daun dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*). Pada pengamatan terakhir (umur 12 minggu), rata-rata luas daun tertinggi pada perlakuan 10 Gy sebesar 170,835 cm², sedangkan rata-rata luas daun terendah pada perlakuan 60 Gy yaitu 4,762 cm².

Hasil tersebut sesuai dengan hasil analisis uji one way Anova yang menunjukkan bahwa nilai F hitung sebesar 11.246 dengan nilai signifikansi 0.000, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak, artinya terdapat perbedaan luas daun yang signifikan untuk setiap dosis radiasi sinar gamma. Semakin tinggi dosis iradiasi semakin berkurang rata-rata luas daunnya dengan pola penurunan yang konstan seiring dengan peningkatan dosis radiasi. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi dosis radiasi jumlah tanaman yang tumbuh semakin sedikit sehingga mengurangi nilai rata-rata luas daunnya, selain itu juga dosis radiasi mampu mempengaruhi bentuk daunnya sehingga juga berdampak pada luas daun tersebut.

Perlakuan iradiasi sinar gamma memberikan pengaruh terhadap persentase tumbuh dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*). Pada pengamatan terakhir (umur 12 minggu), persentase tumbuh terbanyak pada perlakuan 10 Gy sebesar 64%, sedangkan untuk nilai persentase tumbuh paling sedikit pada perlakuan 60 Gy yaitu 20%. Sedangkan hasil analisis uji one way Anova menunjukkan bahwa nilai F hitung sebesar 5.163 dengan nilai signifikansi 0.002, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak, artinya terdapat perbedaan persentase tumbuh untuk setiap dosis radiasi sinar gamma. Persentase tanaman yang tumbuh setelah perlakuan mutasi menunjukkan pola penurunan seiring peningkatan dosis iradiasi yang diberikan.

Hal tersebut diduga karena setiap rhizoma yang digunakan memiliki kadar air yang berbeda dan sel-sel yang heterogen, sehingga efek iradiasi yang ditimbulkan menjadi berbeda. Menurut Herison (2008), semakin banyak kadar

oksigen dan molekul air (H_2O) dalam materi yang diiradiasi, maka semakin banyak pula radikal bebas yang terbentuk sehingga tanaman menjadi lebih sensitif. Karena sel yang teradiasi dibebani oleh tenaga kinetik yang tinggi, sehingga dapat mengubah reaksi kimia dalam sel tanaman yang akhirnya menyebabkan perubahan susunan kromosom tanaman.

Hasil pengamatan karakteristik morfologi untuk parameter kualitatif terdiri dari pengamatan bentuk daun, warna daun, bentuk ujung daun, dan bentuk tepi daun. Hasil pengamatan karakteristik morfologi bentuk daun dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) meliputi beberapa karakteristik morfologi yaitu panjang helai daun, lebar helai daun, rasio panjang/lebar helai daun, posisi bagian terluas helai daun, simetri helai daun, daun yang mengkilap, daun yang menggelembung, profil penampang melintang helai daun, profil tulang utama helai daun, dan jumlah tulang daun. Persentase dari masing-masing karakteristik morfologi bentuk daun tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) dijelaskan pada Lampiran 4.

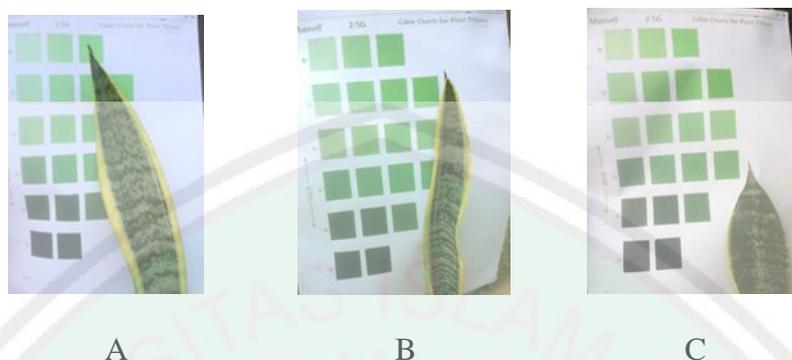
Hasil pengamatan karakteristik morfologi bentuk daun menunjukkan bahwa sebanyak 46,5% sampel tanaman tumbuh dengan panjang helai daun yang berskala medium, 86,1% sampel tanaman memiliki lebar daun yang sempit, sedangkan 86,1% sampel tanaman memiliki rasio panjang/lebar helai daun yang rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa radiasi sinar gamma berpengaruh terhadap bentuk daun dari tanaman lidah mertua. Penelitian yang dilakukan oleh Indrayanti (2011) berupa iradiasi sinar gamma pada bibit pisang menunjukkan peningkatan dosis iradiasi berhubungan dengan tinggi tanaman, panjang daun, serta rasio panjang dan lebar daun. Grosch dan Hapwood (1979) menambahkan

bahwa iradiasi pada tanaman dapat menyebabkan bentuk daun yang berbeda-beda diantaranya penghambatan pertumbuhan (kerdil), penebalan, perubahan bentuk dan tekstur, pengerutan, pelekukan abnormal, pengeritingan tepi daun, penyatuan daun, dan mosaik (perubahan warna).

Posisi bagian terluas helai daun menunjukkan bahwa 100% sampel tanaman posisi terluasnya berada di tengah, simetri helai daun menunjukkan 100% sampel tanaman simetris/sedikit asimetris, 100% sampel tanaman memiliki bentuk penampang melintang yang sedikit cekung. Profil tulang utama helai daun menunjukkan 100% sampel tanaman tulang utama helai daun bentuknya datar, dan jumlah pasang tulang daun menunjukkan 100% sampel tanaman memiliki jumlah pasang tulang daun yang sedikit. Sebanyak 88,4% sampel tanaman tidak ada/sangat lemah daun yang mengkilap, dan 100% sampel tanaman tidak ada/sangat lemah helai daun yang bergelembung.

Hasil pengamatan karakteristik morfologi warna daun dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) meliputi beberapa karakteristik morfologi yaitu warna helai daun (atas dan bawah), distribusi warna helai daun (atas dan bawah), corak warna daun (atas dan bawah), dan area total daun yang berwarna (atas dan bawah). Persentase dari masing-masing karakteristik morfologi warna daun tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) dijelaskan pada Lampiran 3. Hasil dari pengamatan karakter warna daun tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) yaitu untuk warna helai daun bagian atas menunjukkan persentase tertinggi sebesar 31,8% pada skala warna 2,5 G 4/14 dan 2,5 G 4/16. Warna helai daun bagian bawah menunjukkan

45,5% pada skala warna 2,5 G 4/14. Berikut pada gambar 4.1 merupakan gambar perbandingan warna daun tanaman lidah mertua dengan skala warna *Munsell*.



Gambar 4.1 Perbandingan Warna Daun Tanaman Lidah Mertua dengan Skala Warna *Munsell* (A : tanaman kontrol, B : 2,5 G 4/14, C : 2,5 G 4/16).

Hal ini karena pada saat jaringan tunas terpapar radiasi sinar gamma maka elektron bebas dalam sel akan mempolarisasi air menjadi elektron yang terhidrasi. Kemudian akan terbentuk *peroxy radical* berupa ion OH, ion tersebut akan bereaksi dengan komponen lain di dalam sel yang berada di jaringan epidermis atau palisade. Proses tersebut terjadi secara acak dan dapat menyebabkan terjadinya gangguan pembentukan klorofil di jaringan palisade, sehingga mempengaruhi pembentukan warna dan corak warna daun. Semakin tinggi dosis radiasi yang diberikan maka warna daun akan semakin pudar.

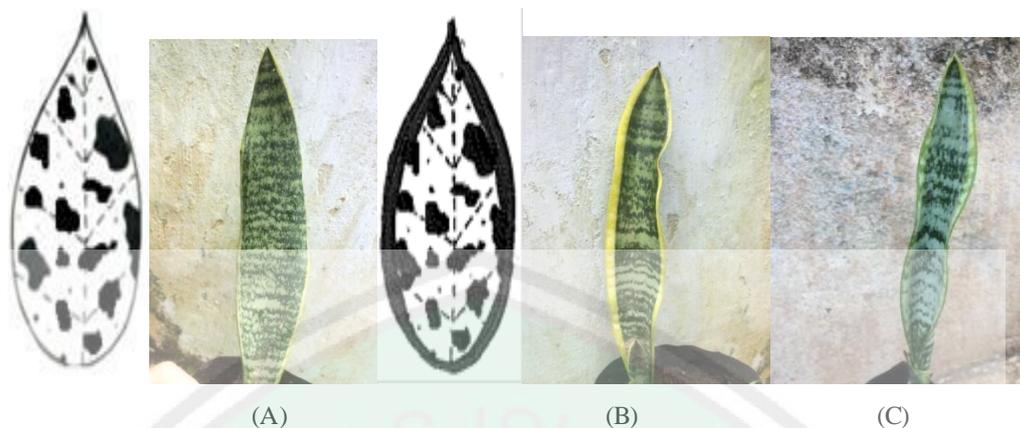
Sebagaimana yang dinyatakan oleh Kovacs (2002) bahwa perubahan yang terjadi ketika suatu DNA/gen terpapar oleh sinar gamma yaitu ketika radiasi pengion diserap oleh bahan biologis, terdapat kemungkinan bahan tersebut akan bertindak langsung pada komponen penting di dalam sel. Radiasi dapat menghasilkan radikal bebas yang mampu merusak komponen penting dalam sel tanaman. Hal ini dapat mempengaruhi pembentukan klorofil di dalam jaringan.

Zuhaida (2012) menambahkan bahwa kandungan klorofil mencerminkan kehijauan daun dan dapat dipengaruhi oleh tebal tipisnya daun.

Perbedaan warna daun selain dipengaruhi oleh mutasi pada tanaman juga terdapat pengaruh dari lingkungan yang berupa intensitas cahaya matahari sebagaimana yang dinyatakan oleh Lingga (2005) bahwa tanaman lidah mertua yang mendapatkan cahaya matahari langsung, maka warna hijau pada daunnya akan muncul dengan lebih gelap dan jelas, sedangkan di tempat yang teduh, biasanya warnanya akan menjadi agak pudar.

Anshori (2014) menambahkan bahwa perubahan yang terjadi pada sebagian karakter tanaman (salah satunya warna daun) maka perubahan tersebut dinamakan kimera. Perubahan tersebut berupa jaringan tanaman yang memiliki dua atau lebih komponen genetik. Kimera yang terekspresi dari mutasi pada DNA kloroplas mengakibatkan plastida pada sebagian jaringan kurang atau tidak bisa memproduksi klorofil, sedangkan sebagian yang lain produksi klorofil normal, sehingga warna hijau pada daunnya memiliki degradasi warna yang berbeda-beda.

Untuk distribusi warna pada bagian atas helai daun menunjukkan bahwa 90,9% terdapat pada zona marginal dan seluruh bagian daun, untuk distribusi warna pada bagian bawah helai daun menunjukkan bahwa 81,8% sampel tanaman distribusinya terdapat pada zona marginal dan seluruh bagian. Distribusi warna dari helai daun tanaman lidah mertua hasil mutasi tersebut dilakukan perbandingan dengan tanaman kontrol sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Distribusi warna daun lidah mertua (*S. trifasciata*), (A) Seluruh bagian, (B) zona marginal dan seluruh bagian, (C) tanaman kontrol

Sedangkan untuk karakter area total warna pada bagian atas helai daun menunjukkan bahwa 86% sampel tanaman memiliki persebaran corak daun yang medium, dan area total warna pada bagian bawah helai daun juga menunjukkan 86,08% sampel tanaman memiliki persebaran corak daun yang medium. Corak warna pada bagian atas helai daun menunjukkan bahwa 82,6% sampel tanaman memiliki corak warna yang bercampur dengan persebaran yang medium, dan corak warna pada bagian bawah helai daun juga menunjukkan bahwa 67,4% sampel tanaman memiliki corak warna yang bercampur dengan persebaran yang medium. Iradiasi yang diaplikasikan pada sel yang sudah terdiferensiasi menjadi tunas, mengakibatkan potensi terjadinya mutasi yang tidak sama pada setiap gen. sehingga memunculkan variasi yang berbeda dengan tanaman sampel lainnya.

Menurut Saefudin (2007), bahan genetik bertanggung jawab terhadap munculnya variasi baru dari suatu organisme melalui proses mutasi. Perubahan komposisi kimia DNA dapat mengubah proses transkripsi dan translasi, yang pada akhirnya dapat mengubah protein yang disintesis. Dengan terjadinya perubahan protein, maka akan mengubah proses metabolisme di dalam sel yang

mengakibatkan perubahan penampakan organismenya. Mutasi yang terjadi di dalam sel gamet akan diteruskan ke generasi berikutnya, dan dengan berjalannya waktu akan didistribusikan ke dalam suatu populasi. Corak warna dari helai daun tanaman lidah mertua hasil mutasi dilakukan perbandingan dengan tanaman kontrol sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Corak Warna daun lidah mertua (*S. trifasciata*), (A) kecil bercampur, (B) medium bercampur, (C) luas bercampur, (D) tanaman kontrol

Setelah mengalami kerusakan jaringan tanaman, respon setiap tanaman berbeda, ada yang mampu bertahan hidup, melanjutkan pertumbuhan dan memperbaiki kerusakan (*recovery*), namun ada yang mengalami kerusakan hebat sehingga steknya menjadi layu dan mati. Pada tanaman yang bertahan hidup ada tiga kemungkinan yang terjadi yaitu diperoleh mutan positif dengan sifat unggul yang lebih baik atau munculnya karakter unggul yang tidak terdapat pada tanaman asalnya, diperoleh mutan negatif dengan sifat karakter yang tidak dikehendaki, dan tanaman menunjukkan pertumbuhan normal seperti tanaman asalnya. Menurut Nagatomi (1992), salah satu yang mempengaruhi ketahanan tanaman terhadap iradiasi gamma adalah kemampuan tanaman tersebut mengalihkan

lintasan fisiologi pada saat lintasan utama mengalami kerusakan akibat iradiasi ion.

Hasil pengamatan karakteristik morfologi untuk parameter bentuk tepi daun dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata* Prain) meliputi satu karakteristik morfologi yaitu tepi helai daun yang berombak. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa 100% spesies tanaman memiliki karakter bentuk tepi daun yang rata yang ditunjukkan dengan tidak ada/sangat lemah bentuk tepi daun yang berombak. Sebagaimana dalam penelitian dari Dixit et al. (2002) menyatakan bahwa perubahan pada bentuk daun merupakan indikasi adanya perubahan pada kandungan Zn dan B yang berkorelasi secara positif. Penelitian yang dilakukan oleh Royani (2012), induksi mutasi fisik dengan iradiasi sinar gamma memberikan pengaruh perubahan karakter morfologi tanaman sambiloto terutama pada daun.

Menurut Saefudin (2007), kromosom berpengaruh terhadap beberapa gen dan berdampak terhadap fenotip suatu organisme. Perubahan jumlah kromosom terjadi akibat adanya gangguan selama meiosis, dapat juga terjadi pada mitosis. Perubahan tersebut dapat terjadi melalui kehilangan atau bertambahnya satu kromosom (aneuploidi), atau bertambahnya keseluruhan haploid kromosom (memiliki lebih dari dua set kromosom lengkap (euploidi/poliploidi). Jika suatu organisme bisa bertahan hidup, organisme itu biasanya memperlihatkan sejumlah gejala yang disebabkan oleh abnormalnya jumlah gen yang terletak pada kromosom tambahan atau kromosom yang hilang.

4.2 Dosis Radiasi Sinar Gamma yang Optimal untuk Peningkatan Keragaman Fenotip Tanaman Lidah Mertua (*S. trifasciata*)

Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sangat dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik tumbuhan. Rachmawati (2009) menjelaskan bahwa faktor intrinsik yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan antara lain faktor genetik dan hormon. Gen berfungsi mengatur sintesis enzim untuk mengendalikan proses kimia dalam sel. Sedangkan, hormon merupakan senyawa organik tumbuhan yang mampu menimbulkan respon fisiologi pada tumbuhan. Faktor ekstrinsik berupa faktor lingkungan yang terdiri dari ketinggian tempat, pH tanah, intensitas cahaya, temperatur, kelembaban, curah hujan, tekstur tanah dan lain-lain. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa mutasi menggunakan radiasi sinar gamma berpengaruh terhadap rata-rata dari jumlah tunas, jumlah daun, luas daun, dan persentase tumbuh tanaman.

Hasil uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa dosis radiasi gamma 10 sampai 30 Gray memiliki rata-rata jumlah tunas yang tidak berbeda nyata dengan kontrol. Namun nilai rata-rata jumlah tunas pada dosis 60 Gray berbeda nyata dengan kontrol, dengan nilai rata-rata jumlah tunas sebesar 1 buah/ulangan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis radiasi yang diaplikasikan maka semakin menghambat pertumbuhan tunas. Hal ini dapat terjadi karena radiasi tersebut menghambat metabolisme dari sel-sel di dalam jaringan tanaman sehingga menghambat pertumbuhan tunas. Hasil ini sesuai dengan penelitian dari Rashid (2013) berupa iradiasi sinar gamma pada jahe yang menghasilkan penurunan tingkat rata-rata pertumbuhan tunas dan

tanaman dengan semakin meningkatnya lama pemaparan sinar gamma. Penelitian Sanjaya (2009) juga menunjukkan bahwa iradiasi gamma dapat menghambat pertumbuhan vegetatif dan menyebabkan malformasi pada bunga krisan.

Sedangkan hasil uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada jumlah daun menunjukkan bahwa dosis radiasi gamma 10 dan 20 Gray memiliki jumlah daun yang berbeda nyata dengan perlakuan dosis kontrol (tanpa radiasi), dengan rata-rata jumlah daun yang sama sebanyak 10 buah. Penelitian dari Wardhani (2005) menunjukkan bahwa induksi mutasi fisik menggunakan iradiasi sinar gamma pada anggrek dapat mempengaruhi nilai jumlah daun. Hal ini dapat terjadi karena mutasi yang bersifat acak dan dapat memunculkan karakter yang tidak terduga, sehingga mempengaruhi jumlah daun yang dihasilkan oleh suatu tanaman.

Sebagaimana yang disampaikan oleh Syukur (2000) bahwa pemuliaan dengan mutasi memiliki beberapa kelemahan, yaitu sifat yang diperoleh tidak dapat diprediksi dan ketidakstabilan sifat-sifat genetik yang muncul pada generasi berikutnya. Hussin (2002) juga menambahkan bahwa kemampuan material hidup terhadap efek iradiasi sinar gamma tergantung dari dosis dan lamanya material tersebut terpapar iradiasi, serta jenis bahan yang diradiasi. Eksplan setiap tanaman mempunyai kepekaan yang berbeda terhadap radiasi (sinar pengion). Bahkan antar varietas dalam spesies yang sama juga mempunyai kepekaan yang berbeda).

Hasil uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa dosis radiasi gamma sebesar 10 Gray memiliki rata-rata luas daun yang berbeda nyata dengan perlakuan dosis kontrol (tanpa radiasi), dengan rata-rata luas daun sebesar

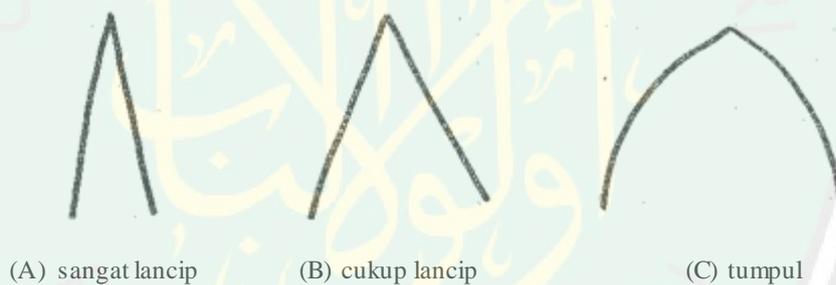
170.835 cm². Sedangkan dosis radiasi lainnya tidak berbeda nyata dengan dosis kontrol (tanpa radiasi). Hasil tersebut menunjukkan bahwa dosis radiasi yang semakin tinggi akan mempengaruhi bentuk daun yang juga berkaitan dengan luas daun. Sehingga semakin tinggi dosis radiasinya maka luas daunnya akan semakin sempit.

Hal ini terjadi karena setelah radiasi sinar gamma ion OH yang masuk ke dalam sel dapat mengurangi sifat hidrofobik yang dimiliki oleh membran sel. Karena sifat hidrofobik semakin berkurang maka semakin banyak air (H₂O) yang masuk sehingga mempengaruhi jumlah ATP hasil fotosintesis di dalam sel. Sehingga jumlah ATP yang dihasilkan semakin berkurang, hal ini berpengaruh pada luas daun karena semakin sedikit ATP yang dihasilkan maka pembelahan sel juga semakin berkurang. Jika hasil dari pembelahan sel sedikit maka luas daun menjadi semakin sempit.

Sebagaimana yang dinyatakan oleh Sasmitamihardja (1990) bahwa sel menyimpan energi sementara dalam bentuk ATP. ATP berfungsi untuk transportasi energi intraseluler untuk berbagai proses metabolisme termasuk pembelahan sel. Dalam proses fotosintesis di dalam kloroplas dihasilkan ATP dari ADP yang menggunakan energi dari sinar matahari. ATP digunakan dalam siklus Calvin yang berlangsung di dalam stroma. Menurut Astuti (2006), pemberian iradiasi gamma pada dosis tertentu dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tersebut disebabkan hilangnya kemampuan sel pada meristem untuk membelah diri menyebabkan aktivitas sel meningkat. Begitupun sebaliknya, pada

penelitian ini kemampuan sel untuk membelah diri hilang sehingga mengakibatkan terganggunya pertumbuhan tanaman.

Selain itu perbedaan luas daun pada tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) hasil radiasi juga dipengaruhi oleh bentuk ujung daun tanaman tersebut. Semakin lancip ujung daunnya maka luas daunnya akan semakin sempit. Hasil pengamatan karakteristik morfologi bentuk ujung daun dari tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain) menunjukkan bahwa sebanyak 74,4% spesies tanaman memiliki karakter bentuk pucuk yang sangat lancip, sedangkan 25,6% menunjukkan karakter bentuk pucuk yang cukup lancip. Karakteristik bentuk ujung daun tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) sebagaimana yang terdapat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Bentuk pucuk helai daun, (A) sangat lancip, (B) cukup lancip, (C) tumpul

Hal ini sesuai dengan literatur Mangoendidjojo (2003) yang menyatakan bahwa terjadinya atau timbulnya variasi disebabkan oleh adanya pengaruh lingkungan dan faktor keturunan atau genetik, dimana perbedaan kondisi lingkungan memberikan kemungkinan munculnya variasi yang akan menentukan penampilan akhir dari tanaman tersebut. Boertjes dan Van Harten (1988) juga mengemukakan bahwa ada dua macam pengaruh yang dapat terjadi setelah iradiasi yaitu kerusakan fisiologis dan kerusakan genetik (mutasi). Kerusakan

genetik pada tanaman MV1 dapat secara sederhana dilihat melalui perubahan morfologinya, sehingga tanaman tersebut dikenal sebagai *putative mutan*. *Putative mutan* adalah tanaman yang dianggap sebagai mutan.

Hasil uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) yang menunjukkan bahwa dosis radiasi gamma 10 sampai 40 Gray memiliki rata-rata persentase tumbuh tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (tanpa radiasi). Sedangkan dosis radiasi 50 dan 60 Gray memiliki rata-rata persentase tumbuh yang berbeda nyata dengan dosis kontrol (tanpa radiasi). Hasil tersebut menunjukkan bahwa dosis yang cukup tinggi yaitu 50 dan 60 Gy mampu menurunkan persentase tumbuh tanaman lidah mertua yang cukup signifikan.

Hal ini disebabkan karena mutasi tersebut menyebabkan terbentuknya radikal bebas di dalam sel yang mempengaruhi metabolisme tanaman. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Datta (2001) bahwa abnormalitas hingga kematian dari tanaman yang diradiasi disebabkan oleh terbentuknya radikal bebas seperti HO, yaitu ion yang sangat labil dan banyak menghasilkan benturan ke berbagai arah yang menyebabkan mutasi DNA dan perubahan pada tingkat sel dan jaringan, bahkan dapat mengakibatkan kematian pada tanaman.

Sisworo (2010) menambahkan bahwa mutasi mampu menyebabkan perubahan terhadap sifat genetik tanaman ke arah yang positif, normal, sampai negatif. Mutasi ke arah yang positif dan diwariskan ke keturunannya merupakan mutasi yang diharapkan oleh pemulia tanaman. Perlakuan dosis tinggi dapat menyebabkan bahan tanam yang diradiasi menjadi mati atau tanaman menjadi steril. Sedangkan pada perlakuan dosis rendah mampu mempertahankan daya

hidup tunas dan akan memperpanjang waktu kematangan buah maupun sayuran (Micke, 1993).

4.3 Pengelompokan Tanaman Lidah Mertua (*S. trifasciata*) Berdasarkan Keragaman Fenotip Hasil Mutasi

Koleksi plasma nutfah merupakan sumber kekayaan keragaman genetik bagi kegiatan pemuliaan tanaman. Koleksi plasma nutfah didapatkan dari hasil eksplorasi yang berasal dari tempat yang memiliki keragaman genetik tinggi (Syukur, 2012). Keragaman genetik yang tinggi dari hasil eksplorasi dapat dijadikan sebagai varietas unggul hasil pemuliaan tanaman, salah satu teknik untuk mendapatkan keragaman genetik ialah dengan teknik mutasi iradiasi sinar gamma. Informasi mengenai keragaman dapat mempermudah dalam menentukan kedudukan atau kekerabatan antar varietas yang dapat dijadikan sebagai dasar seleksi tanaman.

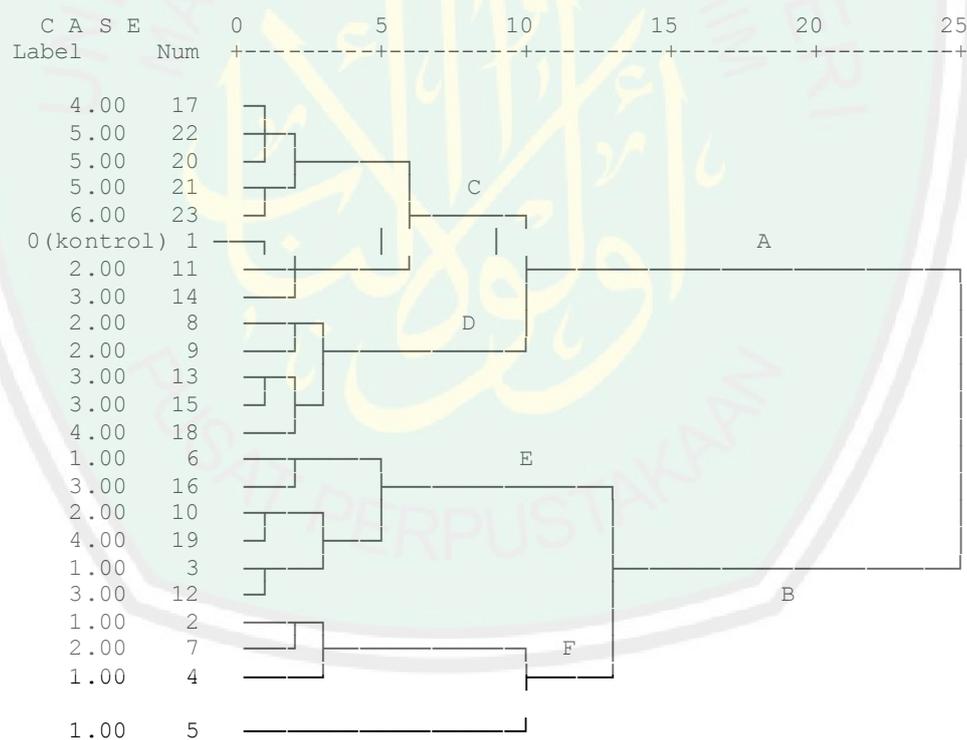
Renwain (1994) menyatakan keberhasilan program pemuliaan tanaman untuk memperbaiki karakter suatu tanaman sangat ditentukan oleh ketersediaan sumber genetik. Menurut Jain (2010), pemuliaan tanaman hias sebagian besar tujuannya adalah untuk mengembangkan tanaman dengan bentuk bunga dan tipe percabangan yang bagus dan kompak baik itu untuk ditanam di dalam pot atau di tanah. Disamping itu terjadinya perubahan pada tinggi tanaman dapat disebabkan oleh penurunan jumlah dan panjang *internode* atau oleh faktor keduanya, atau bahkan perubahan genetik akibat radiasi. Sedangkan tanaman kerdil (*dwarf*) dapat disebabkan oleh perubahan genetik.

Menurut Hadiati (2003), kekerabatan secara fenotip merupakan kekerabatan yang didasarkan pada analisis sejumlah penampilan fenotip dari suatu organisme. Hubungan kekerabatan antara dua individu atau populasi dapat diukur berdasarkan kesamaan sejumlah karakter dengan asumsi bahwa karakter-karakter berbeda disebabkan oleh adanya perbedaan susunan genetik. Karakter pada makhluk hidup dikendalikan oleh gen. Gen merupakan potongan DNA yang ekspresinya dapat diamati melalui perubahan karakter morfologi yang diakibatkan oleh pengaruh lingkungan. Kartikaningrum (2002) menambahkan bahwa hubungan kekerabatan dari suatu populasi organisme dapat dipelajari dengan menggunakan penanda sebagai alat untuk melakukan karakterisasi genetik. Pada tanaman lidah mertua digunakan karakter morfologi daun sebagai penanda untuk melakukan karakterisasi.

Identifikasi morfologi adalah proses yang digunakan untuk mengetahui karakter fenotip dari suatu tanaman. Menurut Purwantoro (2005), identifikasi morfologi merupakan salah satu cara untuk mengetahui hubungan kekerabatan suatu spesies. Sedangkan karakterisasi merupakan suatu kegiatan dalam konservasi plasma nutfah untuk mengetahui sifat morfologi yang dapat dimanfaatkan dalam membedakan antar aksesori, menilai besarnya keragaman genetik, mengidentifikasi varietas menilai jumlah aksesori dan sebagainya (Bermawie, 2005).

Pengamatan karakteristik morfologi daun dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) yang telah diinduksi dengan sinar gamma meliputi 20 karakteristik morfologi yaitu panjang helai daun, lebar helai daun, rasio panjang/lebar helai

daun, posisi bagian terluas helai daun, simetri helai daun, bentuk pucuk helai daun, warna helai daun (atas), distribusi warna helai daun (atas), corak warna helai daun (atas), area total yang berwarna helai daun (atas), warna helai daun (bawah), distribusi warna helai daun (bawah), corak warna helai daun (bawah), area total yang berwarna helai daun (bawah), helai daun mengkilap, helai daun yang bergelembung, tepi helai daun yang berombak, profil penampang melintang helai daun, profil tulang utama helai daun, dan jumlah pasang tulang daun. Hasil pengelompokan berdasarkan karakter morfologi tanaman lidah mertua (*S.trifasciata*) hasil mutasi berupa dendrogram yang disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Dendrogram Hasil Analisis Nilai Jarak Perbedaan (*Eulidean Distance*) Tanaman *Sansevieria trifasciata* Prain Hasil Radiasi Sinar Gamma, Ket : sampel 1 (tanaman kontrol), sampel 2-6 (10 Gy), sampel 7-11 (20 Gy), sampel 12-16 (30 Gy), sampel 17-19 (40 Gy), sampel 20-22 (50 Gy), sampel 23 (60 Gy). Sedangkan A-F (Pembagian cluster).

Dendogram jarak perbedaan antar tanaman lidah mertua (*S.trifasciata*) yang terlihat pada gambar 4.5 diatas merupakan gambaran hubungan similaritas (kesamaan) antara 22 sampel tanaman lidah mertua (*S.trifasciata*) hasil radiasi sinar gamma dan 1 sampel tanaman kontrol (tanpa radiasi). Kesamaan karakter yang dimiliki oleh 23 sampel tanaman lidah mertua (*S.trifasciata*) yang diuji dapat menunjukkan kesamaan berdasarkan nilai jarak perbedaan yang dimiliki oleh tanaman-tanaman tersebut. Dari hasil dendogram diketahui bahwa tanaman lidah mertua (*S.trifasciata*) hasil radiasi sinar gamma yang memiliki persamaan memiliki nilai jarak perbedaan *euclidean* (*Euclidean Distance*) yang paling kecil. Semakin kecil nilai jarak perbedaan *euclidean* maka semakin mirip kultivar tersebut, begitupun sebaliknya semakin besar nilai jarak perbedaan *euclidean* maka tanaman tersebut semakin berbeda atau bervariasi.

Berdasarkan hasil pengujian SPSS didapatkan nilai jarak perbedaan *euclidean* yang terkecil yaitu tanaman *S.trifasciata* sampel 17 (40 Gy U1) dengan sampel 22 (50 Gy U4) dengan nilai 4,359. Tanaman *S.trifasciata* yang memiliki similaritas (kesamaan) paling dekat dengan kontrol (sampel 1) adalah sampel 11 (20 Gy U5) dan sampel 14 (30 Gy U3) dengan nilai jarak perbedaan *euclidean* 10,75 dan 10,966. Sedangkan tanaman *S.trifasciata* yang paling berbeda (variasi yang tinggi) dengan tanaman kontrol (sampel 1) adalah sampel 5 (10 Gy U4) dengan nilai jarak perbedaan *euclidean* 166.927. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanaman sampel 5 (10 Gy U4) memiliki karakteristik morfologi yang paling berbeda dengan tanaman kontrol (sampel 1) dibandingkan dengan tanaman lainnya berdasarkan uji analisis kluster.

Hasil analisis cluster dengan metode *agglomerative* memperlihatkan bahwa walaupun tanaman lidah mertua yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari spesies yang sama belum tentu memiliki hubungan similaritas yang dekat. Hal ini dapat terjadi karena yang dijadikan dasar pengamatan adalah karakter fenotip sehingga faktor lingkungan juga ikut berperan di dalamnya. Menurut Aisah (2017) bahwa semakin kecil jarak genetik antar individu dalam satu populasi, maka semakin seragam populasi tersebut. Sebaliknya semakin besar jarak genetik individu-individu di dalam satu populasi, maka populasi tersebut mempunyai anggota yang semakin beragam.

Selain menunjukkan hubungan similaritas antar sampel tanaman lidah mertua (*S.trifasciata*), analisis kluster tersebut juga menunjukkan pembagian 23 sampel tanaman lidah mertua (*S.trifasciata*), pengelompokan tersebut berdasarkan atas banyaknya kesamaan karakter yang dimiliki. Hasil dendogram menunjukkan tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) terbagi dalam dua kelompok utama yaitu kelompok A terdiri dari 13 kultivar yaitu sampel 1, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 23. Sedangkan kelompok B yang terdiri dari 10 kultivar yaitu sampel 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 16, 19.

Kelompok A membentuk dua sub kelompok besar yaitu kelompok C yang terdiri 8 kultivar yaitu sampel 17, 22, 20, 21, 23, 1, 11, 14 dan kelompok D yang terdiri dari 5 kultivar yaitu sampel 8, 9, 13, 15, 18. Kelompok B membentuk dua sub kelompok besar yaitu kelompok E yang terdiri dari 6 kultivar yaitu sampel 6, 16, 10, 19, 3, 12 dan kelompok F yang terdiri dari 4 kultivar yaitu sampel 2, 7, 4, 5. Dari hasil dendogram tersebut dapat diketahui bahwa sampel 11 dan 14

memiliki hubungan similaritas yang paling dekat dengan perlakuan kontrol (sampel 1) yang artinya sampel tanaman tersebut memiliki karakteristik morfologi yang hampir sama dengan tanaman kontrol (tanpa radiasi).

Hal tersebut sesuai dengan pendapat Murti dalam Miftohorachman, (1996) mengemukakan bahwa penghanyutan genetik dan seleksi pada lingkungan yang berbeda dapat menyebabkan diversitas genetik yang lebih besar dibandingkan dengan jarak geografi, artinya bahwa meskipun suatu kultivar berasal dari daerah yang sama namun bila lingkungan tempat tumbuhnya berbeda akan mempengaruhi diversitas genetik. Senada dengan itu dikemukakan oleh Sokal dan Sneath (1963) bahwa genotipe yang berasal dari daerah yang sama tidak selalu berada dalam kelompok yang sama. Semakin banyak persamaan karakter morfologi yang dimiliki menunjukkan bahwa semakin dekat hubungan kekerabatan, sebaliknya semakin sedikit persamaan karakter morfologi yang dimiliki semakin jauh hubungan kekerabatannya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Iradiasi sinar gamma berpengaruh terhadap parameter kuantitatif yang meliputi jumlah tunas, jumlah daun, luas daun, dan persentase tumbuh tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*). Tetapi pada parameter kualitatif hanya berpengaruh pada warna daun dan corak daun tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*).
2. Dosis radiasi sinar gamma yang optimal untuk meningkatkan jumlah tunas yaitu 10-30 Gy, sedangkan dosis 10-20 Gy untuk meningkatkan jumlah daun, dan 10 Gy untuk meningkatkan luas daun. Namun persentase tumbuh tanaman antara tidak ada perbedaan yang nyata antara dosis 10-40 Gy.
3. Tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) hasil radiasi sinar gamma yang paling berbeda dibandingkan dengan tanaman kontrol (sampel 1) adalah sampel 5 (10 Gy U4) dengan nilai jarak perbedaan euclidean yaitu 166.927. Artinya tanaman ini memiliki karakteristik morfologi yang paling berbeda dengan tanaman kontrol.

5.2 Saran

Sebaiknya setelah dilakukan radiasi sinar gamma dilakukan penanaman dengan metode kultur jaringan hingga membentuk tanaman baru. Setiap tanaman berkembang dari satu sel yang sama (genotip yang sama) yang bertotipotensi. Sehingga morfologi yang muncul merupakan penampilan gen yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, DR. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 6*. Bogor : Pustaka Imam Syafi'i.
- Adita, C dan Ratni J. A. R, Naniek. 2011. Tingkat Kemampuan Penyerapan Tanaman Hias dalam Menurunkan Polutan Karbon Monoksida. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol4 :(1).
- Ahloowalia BS, Maluszynski M. 2001. Induced mutations – A new paradigm in plant breeding. *Euphytica*. 118: 167-173.
- Ahmad, Mushtaq. 2013. *Production Of Cobalt-60 In Parr-1/Kanupp*. Isotope Production Division, PINSTECH, Islamabad.
- Aisah, B. N, Andy S, dan Nur Basuki. 2017. Identifikasi Morfologi dan Hubungan Kekerabatan Tanaman Porang (*Amorphallus muellery* Blume) Di Kabupaten Nganjuk, Madiun, dan Bojonegoro. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(6).
- Aisyah SI, Aswidinnor H, Saefuddin A. 2009. Induksi mutasi stek pucuk anyelir (*Dianthus caryophyllus* Linn). *Jurnal Agronomi Indonesia*. 37(1) : 62-70.
- Aisyah SI. 2013. *Mutasi Induksi*. Di dalam : Sastrosumarjo S, Yudiwanti, Aisyah SI, Sujiprihati S, Syukur M, Yunianti R. *Sitogenetika Tanaman*. Bogor : IPB.
- Al-Mahalli, Imam Jalaluddin dan as-Suyuti. 2009. *Tafsir Jalalain*. Terjemahan Bahrun Abubakar. Bandung : Sinar Baru Algensindo.
- Al-Qurthubi, Syaikh Imam. 2009. *Tafsir Al-Qurthubi*. Jakarta : Pustaka Azzam.
- Anggraini, Nurul Vienda. 2010. Pengaruh Media Dan Sumber Bahan Tanam Terhadap Pertumbuhan Stek Lidah Mertua (*Sansivieria trivaciata* Lorentii). [Skripsi]. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Angkasa, S.K., Riekika, L., Wijayanti, E. Syariefa, L.A Tambunan, D. Cahyani, I. Wiguna, A. Helmina, N. Artdiyasa, D.A Susanto, R.N Apriyanti, Fitriyani V. 2008. *Sansevieria, 200 Jenis Spektakuler*. Trubus. Jakarta : Niaga Swadaya.
- Anshori, S. R., Syarifah I. A., dan Latifah K Darusman. 2014. Induksi Mutasi Fisik dengan Iradiasi Sinar Gamma pada Kunyit (*Curcuma domestica* Val.). *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 5(3): 84-94.
- Arif. 2016. Cara Memperbanyak Tanaman Lidah Mertua. <https://ath-anekatanamanhias.blogspot.com/2014/08/cara-memperbanyak-tanaman-lidah-mertua.html>.

- Asadi. 2013. Pemuliaan Mutasi untuk Perbaikan terhadap Umur dan Produktivitas pada Kedelai. *Jurnal Agro Biogen*.9(3) : 135-142.
- Azzam El, Jay Gerin JP, Pain D. 2012. Ionizing Radiation Induced Metabolic Oxidative Stress and Prolonged Cell Injury. *Cancer Lett*.
- Badan Tenaga Nuklir Nasional. 2005. Pustek nuklir bahan dan radiometri PSD [internet]. Bandung ; [diunduh 10 April 2018]. <http://www.batan-bdg.go.id>.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. 2011. *Pemanfaatan Sinar Radiasi dalam Pemuliaan Tanaman*. Bogor : Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Bermawie, N. 2005. *Karakterisasi Plasma Nutfah Tanaman. Buku Pedoman Pengelolaan Plasma Nutfah Perkebunan*. Bogor : Pusat penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Broertjes C, and A.M. Van Harten. 1988. Applied Mutation Breeding for Vegetatively Propagative Crops. Amsterdam : Elsevier. pp. 345.
- Bueche F dan Wallach DL, 1994. *Technical Physics*. 4 th ed. JohnWiley & Sons, Inc., New York, 569, 558.
- Chahal, G.S. and S.S. Gosal. 2006. *Mutation Breeding. In Principles And Procedure Of Plant Breeding*. Biotechnology and Conventional Approaches. Alpha Sience International. Ltd. 604 p.
- Chahinian BJ. 2005. *The Splendid Sansevieria an Account of The Species*. Buenos Aires.
- Crowder, L. V. 1986. *Plant Genetics (Terjemahan) Genetika Tumbuhan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. 499 hal.
- Datta SK. 2001. Mutation Studies On Garden Chrysanthemum. A Review. *Science Horticulture*. 7 : 159-199.
- Datta, S.K., A.K. Dwivedi and Banerji. 1994. investigations on gamma ray induced chlorophyll variegated mutans. *J. Nuclear Agric. Biol*. 24 (4) : 237– 247.
- Dixit, D., N.K. Srivastava, S. Sharma. 2002. Boron deficiency induced changes in translocation of $^{14}\text{CO}_2$ -photosynthate into primary metabolites in relation to essential oil dan curcumin. *Photo-Synthetica Journal*. 40(1): 109-113.
- Fauza, H. 2007. *Variabilitas Genetik Tanaman Gambir Berdasarkan Marka RAPD*. Padang : Universitas Andalas.

- Forster BP, Shu QY. 2012. Plant Mutagenesis in Crop Improvement: Basic Terms and Applications. Di dalam: Shu QY, Forster BP, Nakagawa H, editor. *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*. London (GB): CAB International and FAO.
- Gardner, E.J. 1984. *Principles of Genetics*. Canada : John Wiley and Sons Inc. Publishing Simultaneously.
- Giono, B.Rini Widiati, Muh. Farid Bdr, Amin Nur, Muchtar S. Solle, dan Izddin Idrus. 2014. Ketahanan Genotipe Kedelai Terhadap Kekeringan dan Kemasaman, Hasil Induksi Mutasi dengan Sinar Gamma. *Jurnal Agroteknos*. 4(1) : 44-52.
- Grosch DS, Hapwood LE. 1979. *Biological Affects of Radiations*. Ed ke-2. New York (US): Academic Pr.
- Hadiati, S. 2003. Pendugaan Jarak Genetik dan Hubungan Kekerabatan Nanas Berdasarkan Analisis Isozim. *Jurnal Holtikultura*. 13(2) : 87-94.
- Hameed A., T.M. Shah, B.M. Atta, M.A. Haq, H. Sayed. 2008. Gamma irradiation effects on seed germination and growth, protein content, peroxidase and protease activity, lipid peroxidation in Desi and Kabuli Chickpea. *Pak. J. Bot.* 40:1033-1041.
- Hartati, Sri, dan Linayanti Darsana1. 2015. Karakterisasi Anggrek Alam secara Morfologi dalam Rangka Pelestarian Plasma Nutfah. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 43 (2) : 133 – 139.
- Haryanti, Dyra. 2015. Induksi Mutasi Fisik Terhadap Kemampuan Adaptasi Brokoli (*Brassica oleraceae* var. indica) Di Dataran Rendah. [Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Hegazi AZ, Hamideldin N. 2010. The Effect of Gamma Radiation on Enhancement of Growth and Seed Yield of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Monech) and Associated Molecular Changes. *Journal Horticultural Forestry*. 2(3) : 038-051.
- Heldt, H.W. 1997. *Plant Biochemistry and Molecular Biology*. Oxford Univ Pr. New York.
- Henley, R. W., A.R. Chase dan L. S. Osborne. 2009. *Sansevieria Production Guide*. Florida: University of Florida.
- Herawati, T. dan R. Setiamiharja. 2000. *Diktat Kuliah Pemuliaan Tanaman Lanjutan*. Bandung : Universitas Padjajaran.
- Herison C., Rustikawati, Sutjahjo S.H. dan Aisyah S.I. 2008. Induksi Mutasi melalui Iradiasi Sinar Gamma terhadap Benih untuk Meningkatkan

- Keragaan Populasi Dasar Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Akta Agrosia*. 11(1) : 57-62.
- Hermana. 1991. *Iradiasi Pangan : Cara Mengawetkan dan Meningkatkan Keamanan Pangan*. Bandung : ITB.
- Heywood, V. H. 1967. *Plant Taxonomy*. New York: St. Martin's Press.
- Hoang TML, Filippis LFD, Le XT. 2009. Salt Tolerance and Screening for Genetic Change in Rice Mutans After Gamma Radiation Using RAPD and Microsatellite (RAMP) Markers. *Open Horticulture Journal*. 2 : 62-69.
- Hussin, G., A.R. Harun, and S. Samsuddin. 2002. *Study On Mutagenesis Of Signal Grass (Brachiaria decumbens) By Gamma Radiation*. Malaysia : Malaysian Institute for Technology Research (MINT),
- IAEA. 2009. *Induced Mutation in Tropical Fruit Trees*. IAEA-TECDOC-1615. Plant Breeding and Genetics Section. Austria : International Atomic Energy Agency, Vienna. p161.
- Ikmalia. 2008. Analisa Profil Protein Isolat *Escherechia coli* S1 Hasil Iradiasi Sinar Gamma. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Indrayanti, R., N.A. Mattjik, A. Setiawan, Sudarsono. 2011. Radiosensitivity of Banana Cv. Ampyang and Potential Application Of Gamma Irradiation For Variant Induction. *Jurnal Agronomi Indonesia*. Vol 39 : 112-118.
- Ishak, Soertini Gandanegara. 1998. Keragaman Genetik, Heritabilitas dan Koefisien Variasi Genetik Beberapa Karakter Galur Mutan Kedelai (*Glycine max* (L.) Mot.). *Berita Biologi*. 4(4).
- Ismachin, M. 1988. *Pemuliaan Tanaman dengan Mutasi Buatan*. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. Jakarta: BATAN.
- Jain,S.M. 2010.Mutagenesis In Crop Improvement Under The Climate Change. *Rom. Biotechnol. Lett*. 15(2):88–106.
- Jones, S. B dan A. E Luchsinger. 1986. *Plant Systematic*. New York: Mc. Graw-Hill Book Company.
- Julianti, ED. 2003. Hujan Emas di Lapangan Sansevieria. *Trubus*. 405 : 94-95.
- Karim. 2009. Iradiasi Sinar Gamma dan Seleksi In Vitro Menggunakan PEG untuk Toleransi Terhadap Cekaman Kekeringan. *Bioscientiae*. 1(2).

- Kartikaningrum, S., N. Hermiati, A. Baihaki, M. Haeruman dan N. Toruan-Mathius. 2002. Kekeabatan Antar Genus Anggrek Sub Tribe Sarcanthinae Berdasarkan Data Fenotip dan Pola Pita DNA. *Zuriat*. XIII (1): 1-1.
- Kimball, J. W. 1989. *Biologi*. Jakarta : Erlangga.
- Kodym A, Afza R, Forster BP, Ukai Y, Nakagawa H, Mba C. 2012. *Methodology for Physical and Chemical Mutagenic Treatments*. Di dalam: Shu QY, FrosterBP, Nakagawa H, editor. *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*. London (GB): CAB International and FAO.
- Kovacs E, and Keresztes A. 2002. Effect of Gamma and UV-B/C Radiation on Plant Cell. *Micron*. 33:199-210.
- Lagoda PJJ. 2012. *Effect of Radiation on Living Cells and Plants*. Di dalam: ShuQY, Froster BP, Nakagawa H, editor. *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*. London (GB): CAB International and FAO.
- Lawrence, G.H.M. 1955. *An Introduction to Plant Taxonomy*. New York: John Wiley and Sons.
- Lingga.P dan Marsono. 2005. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta : Penerbit Swadaya.
- Mangoendidjojo, W. 2003. *Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman*. Yogyakarta : Kanisius.
- Mba C, Shu QY. 2012. *Gamma Irradiation*. Di dalam: Shu QY, Froster BP, Nakagawa H, editor. *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*. London (GB) : CAB International and FAO.
- Medina, F.I.S., E. Amano, and S. Tano. 2005. *Mutation Breeding Manual*. Japan : Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA).
- Megia, Rita, Ratnasari, Hadisunarso. 2015. Karakteristik Morfologi dan Anatomi, serta Kandungan Klorofil Lima Kultivar Tanaman Penyerap Polusi Udara *Sansevieria trifasciata*. *Jurnal Sumberdaya Hayati*. 1(2) : 34-40.
- Meilawati, Nur Laelawahyuni, Nurliani Bermawie, Agus Purwito, Dyah Manohara. 2016. Respon Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) Varietas Ciinten Terhadap Iradiasi Sinar Gamma. *Jurnal Littri*. 22(2) : 71-80.
- Melina, R. 2008. Pengaruh Mutasi Induksi dengan Iradiasi Sinar Gamma terhadap Keragaman Dua Spesies Philodendron (*Philodendron bipinnatifidum* Cv. Crocodile Teeth dan *Philodendron Xanadu*). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 53 hlm.

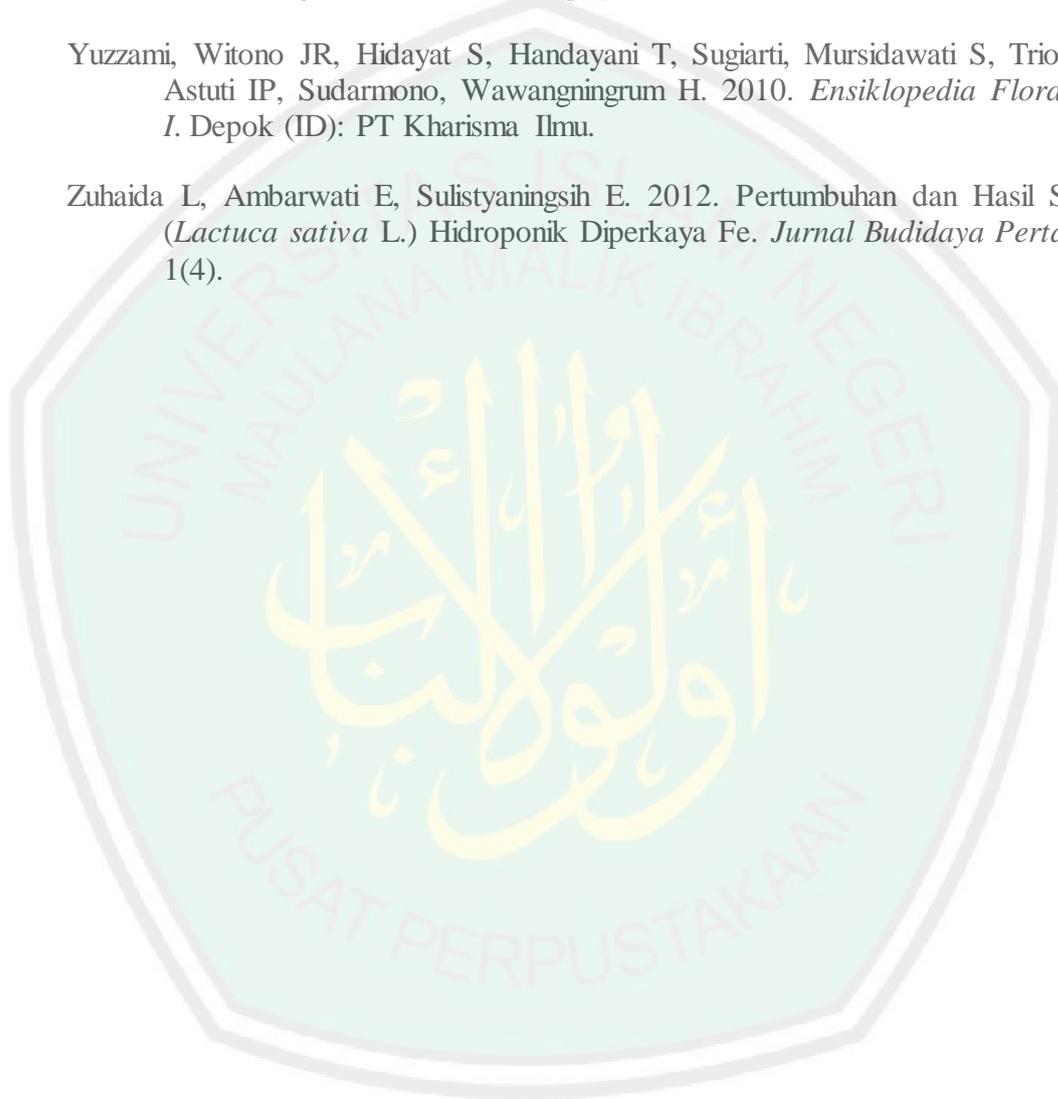
- Micke A, Donini B. 1993. *Induced Mutations*. In Hayward MD, Bosemark NO, Romagosa I. *Plant Breeding Principles and Prospects*. London (EN): Chapman and Hall.
- Mugiono, 2001. *Pemuliaan Tanaman dengan Teknik Mutasi*. Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Pendidikan dan Pelatihan.
- Nasution, M.A., Poerwanto, R., Surachman, M., Trikoesumaningtyas. 2011. Studi Keragaman Genetik Nanas (*Annanas comunus* L Merr) Hasil Persilangan Berdasarkan Penandaan RAPD. *Jurnal Agronomi Indonesia*. Vol. 38 : (2).
- Nuraida D. 2012. Pemuliaan Tanaman Cepat dan Tepat melalui Pendekatan Marka Molekuler. *Jurnal El-Hayah*. 2(2) : 97-103
- Pai A.C. 1999. *Dasar-dasar Genetika*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Permana Eq. 2015. <http://nusantarafarmacia.blogspot.co.id/2015/01/snake-plants-or-mother-of-law-tongue.html>. Diakses tanggal 14 Maret 2018.
- Poespodarsono S. 1988. *Dasar-Dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman*. Bogor : Pusat Antar Universitas Insititut Pertanian Bogor & Lembaga Sumber Daya Informasi-IPB.
- Poespodarsono, S. 1998. *Dasar-dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.
- Pramono S. 2011. Studi Iradiasi Sinar Gamma pada Tanaman Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). [Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Purwanto, A. W. 2006. *Sansevieria Flora Cantik Penyerap Racun*. Yogyakarta : Kanisius.
- Purwantoro, Aziz, Erlina A, dan Fitria S. 2005. Kekerabatan Antar Anggrek Spesies Berdasarkan Sifat Morfologi Tanaman dan Bunga. *Ilmu Pertanian*. Vol. 12 (1) : 1-11.
- Putri, Cesa. 2018. Ada Rahasia Kesehatan di Balik Tanaman Lidah Mertua. <https://www.vebma.com/kesehatan/Lidah-Mertua/2274>.
- Ragapadmi Purnamaningsih, R, Ika M, E.G. Lestari, Sri Hutami, dan Rossa Yunita. 2011. Evaluasi Keragaman Galur Mutan Artemisia Hasil Iradiasi Gamma. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 6(2).
- Raharjeng, Anita Restu Puji. 2015. Pengaruh Faktor Abiotik Terhadap Hubungan Kekerabatan Tanaman *Sansevieria trifasciata* L. *Jurnal Biota*. 1(1).

- Rahayu, S. 2011. Kekerabatan Hoya (*Asclepiadaceae*) Sumatra Berdasarkan Karakter Morfologi. *Buletin Kebun Raya*. 14(1) : 19-28.
- Rahmawati, I. 2009. *Tanggapan Pertumbuhan Sansevieria spp terhadap Logam Timbal (Pb) dari Asap Kendaraan Bermotor 2 Tak*. Jogjakarta: UGM
- Rashid K, Daran ABM, Nezhadahmadi A, Hazmi K, Azhar S and Efzueni S. 2013. The Effect of Using Gamma Rays on Morphological Characteristics of Ginger (*Zingiber officinale*) Plants. *Life Science Journal*. 10(1): 1538-1544.
- Renwain, J., A. Hartana., G. G. Hambali dan F. Rumawas. 1994. Ubi Jalar Tetraploid dan Prospeknya Sebagai Sumber Genetik dalam Program Pemuliaan Ubi Jalar Pentaploid. *Zuriat*. 5(2) : 8-15.
- Reza. 2012. Jenis-Jenis Lidah Mertua (*Sansevieria*). <https://rezahape.wordpress.com/2012/02/19/lidah-mertua-sansevieria/>.
- Robert, F.G. Swinbourne, (2007). *Sansevieria in Cultivation in Australia*. Adelaide : Adelaide Botanic Gardens Handbook.
- Romeida, A. 2012. Induksi Mutasi dengan Iradiasi Sinar Gamma untuk Pengembangan Klon Unggul Anggrek *Spathoglottis plicata* Blume aksesori Bengkulu. [Disertasi]. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rosha, Putri Tiara, Meuthika Noor Fitriyana, Shofia Fadhila Ulfa, Dharminto. 2013. Pemanfaatan Sansevieria Tanaman Hias Penyerap Polutan sebagai Upaya Mengurangi Pencemaran Udara di Kota Semarang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*. 3(1).
- Rossidy, Imron. 2008. *Fenomena Flora dan Fauna dalam Perspektif Al-Qur'an*. Malang : Uin Malang Press.
- Royani JI. 2012. Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma ⁶⁰Co Terhadap Perubahan Karakter Morfologi, Molekular, Senyawa Aktif Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata*) [Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Saefudin. 2007. *Genetika*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sanjaya, L., Y, Supriyadi, R, Meilasari dan K, Yuniarto, 2009. Induksi mutasi dengan menggunakan sinar gamma pada varietas-varietas krisan. <http://wuryan.wordpress.com/2009/01/22/induksi-prosiding-seminar-hasil-penelitian-tanaman-aneka-kacang-dan-umbi-2012-523-mutasi-dengan-menggunakan-sinar-gamma-pada-varietas%E2%80%93varietas-krisan/>. [5 Jan 2019].

- Sari, Widya Paramita, Damanhuri, dan Respatijarti. 2014. Keragaman dan Heritabilitas 10 Genotip pada Cabai Besar (*Capsicum annum L.*). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(4) : 301-307.
- Sasmitamihardja, Dardjat, A. H. Siregar. 1990. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Bandung : Jurusan Biologi Fakultas MIPA ITB.
- Singh, A.K., S. Anjana. 2015. Effect of Gamma Irradiation on Morphological Changes, Flowering and Induced Mutants in Gladiolus. *Indian Journal of Horticulture*. 72(1): 84-87.
- Sisworo, W.H., Wandowo, Ismachin, dan Elsje, L.S. 2010. *Isotop dan Radiasi untuk Kemajuan Usaha Anda*. Jakarta : Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR-BATAN).
- Soedjono, S. 2003. Aplikasi Mutasi Induksi dan Variasi Somaklonal dalam Pemuliaan Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*. 22(2): 70-78.
- Soeminto B. 1985. *Manfaat Tenaga Atom untuk Kesejahteraan Manusia*. Jakarta : Karya Indah.
- Soeranto H. 2003. Peran Iptek Nuklir dalam Pemuliaan Tanaman untuk Mendukung Industri Pertanian. Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 2(2) : 308-316.
- Sofiari, E. dan R. Kirana. 2009. Analisis Pola Segregasi dan Distribusi Beberapa Karakter Cabai. *Jurnal Hortikultura*. 19(3) : 255 – 263.
- Sokal, R.R. dan J.F. Rohlf. 1992. *Pengantar Biostatistika*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sokal, R.R. dan P.H.A. Sneath. 1963. *An Introduction to Taxonomy of Angiosperms*. San Fransisco: W. H Freeman and Co.
- Srivastava, N.K., S. Sharma, A. Misra. 2006. Influence of Zn on allocation of leaf-assimilated $^{14}\text{CO}_2$ into primary meta-bolites in relation to production of essential oil and curcumin in turmeric (*Curcuma longa L.*). *World Journal of Agri. Sci*. 2(2): 201-207.
- Stansfield. W.D. 1991. *Theory and Problem of Genetics. The Third Edition. Schaum's Outline Series*. Singapore : Mc Graw-Hill Inc.
- Stover H. 1983. *The Sansevieria Book*. California (US): Endangered Species Pr.
- Suci, P.S. 1991. *Sansevieria Si Lidah Mertua Yang Cantik*. Trubus 256. Th. XXII: 116.

- Suprpto dan N. Kairudin. 2007. Variasi Genetik, Heritabilitas, Tindak Gen, dan Kemajuan Genetik Kedelai (*Glycine max* Merrill) pada Ultisol. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. 9(2):183-190.
- Suratman, Dwi Priyanto, Ahmad Dwi Setyawan. 2000. Analisis Keragaman Genus *Ipomoea* Berdasarkan Karakter Morfologi. *Biodiversitas*. 1(2) : 72–79.
- Susantidiana, A, Wijaya, B. Lakitan, M. Surahman. 2009. Identifikasi Beberapa Aksesori Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) melalui Analisis RAPD dan Morfologi. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 37 : 167-173.
- Sutanto, H. T. 2009. *Cluster Analysis*. Prosiding. (681-689).
- Sutapa, Gusti Ngurah dan I Gde Antha Kasmawan. 2016. Efek Induksi Mutasi Radiasi Gamma 60Co Pada Pertumbuhan Fisiologis Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* L.). *Jurnal Keselamatan Radiasi dan Lingkungan*. 1(2).
- Syukur, M., Sujiprihati, S., dan Yuniati, R. 2012. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Tjitrosoepomo, G. 1989. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Togatorop, Eny R., Syarifah Iis Aisyah, dan M. Rizal M. Damanik. 2016. Pengaruh Mutasi Fisik Iradiasi Sinar Gamma terhadap Keragaman Genetik dan Penampilan *Coleus blumei*. *J. Hort. Indonesia*. 7(3): 187-194.
- Van Harten, A.M. 1998. *Mutation Breeding. Theory and Practical Application*. UK : Press Syndicate of the Univ. of Cambridge.
- Warianto C. 2011. *Mutasi*. http://skp.unair.ac.id/repository/Guru-Indonesia/Mutasi_ChaidarWarianto_17.pdf. [18 Maret 2018].
- Welsh, J.R. 1991. *Fundamental of Plant Genetics and Breeding*. Diterjemahkan Moge, J.P. Jakarta : Erlangga.
- Wi, S.G., B.Y. Chung, J.S. Kim, J.H. Kim, M.H. Baek, J.W. Lee, and Y.S. Kim. 2007. Effects Of Gamma Irradiation on Morphological Changes and Biological Responses in Plants. *Micron*. 38(6):553-564.
- Widiastuti A, Sobir, Suhartanto MR. 2010. Diversity Analysis of Mangosteen (*Garcinia mangostana*) Irradiated By Gamma Ray Based on Morphological and Anatomical Characteristics. *Nusantara Bioscience*. 2: 23-33.
- Wiryosimin, S. 1995. *Mengenal Azas Proteksi Radiasi*. Bandung : ITB.

- Wulan, MT. 2007. Peningkatan Keragaman Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis* Linn.) melalui Mutasi Induksi dengan Iradiasi Sinar Gamma. [Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Xiang TH, Yang JB, Zhu QS, Li L, Ni DH, Wang XF, Hang DN. 2002. Molecular Biological Effect of (CO)-C-60 Gamma Ray Irradiation on Rice Genome DNA. *Progress in Biochem Biophys.* 29:754–759.
- Yuzzami, Witono JR, Hidayat S, Handayani T, Sugjarti, Mursidawati S, Triono T, Astuti IP, Sudarmono, Wawangningrum H. 2010. *Ensiklopedia Flora Jilid 1*. Depok (ID): PT Kharisma Ilmu.
- Zuhaida L, Ambarwati E, Sulistyaningsih E. 2012. Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.) Hidroponik Diperkaya Fe. *Jurnal Budidaya Pertanian.* 1(4).



LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Hasil Pengamatan Morfologi Tanaman Lidah Mertua

a. Jumlah Tunas

Dosis Radiasi	Ulangan					Jumlah	Jumlah ²	Rerata
	1	2	3	4	5			
0 (kontrol)	2	3	2	3	3	13	169	2.6
10 Gy	3	3	4	3	3	16	256	3.2
20 Gy	4	2	2	4	5	17	289	3.4
30 Gy	2	2	2	3	4	13	169	2.6
40 Gy	2	3	0	4	2	11	121	2.2
50 Gy	1	1	2	3	0	7	49	1.4
60 Gy	0	1	1	2	1	5	25	1
TOTAL						82	1078	2.342857

b. Jumlah Daun

Dosis Radiasi	Ulangan					Jumlah	Jumlah ²	Rerata
	1	2	3	4	5			
0 (kontrol)	3	2	2	3	2	12	144	2.4
10 Gy	10	10	9	10	11	50	2500	10
20 Gy	9	8	10	11	12	50	2500	10
30 Gy	6	5	5	9	7	32	1024	6.4
40 Gy	5	7	3	11	5	31	961	6.2
50 Gy	2	3	5	4	0	14	196	2.8
60 Gy	0	2	2	5	2	11	121	2.2
TOTAL						200	7446	5.714286

c. Luas Daun

Dosis Radiasi	Ulangan					Jumlah	Jumlah ²	Rerata
	1	2	3	4	5			
0 (kontrol)	71.06	53.6225	78.935	94.1225	41.06	338.8	114785.4	67.76
10 Gy	171.555	140.355	192.18	224.28	125.805	854.175	729614.9	170.835
20 Gy	180.0675	92.8075	84.56	153.745	54.9975	566.1775	320557	113.2355
30 Gy	137.245	77.995	47.06	74.02	117.555	453.875	206002.5	90.775
40 Gy	28.31	67.495	0	148.6825	0	244.4875	59774.14	48.8975
50 Gy	33.935	24.7475	0	31.31	0	89.9925	8098.65	17.9985
60 Gy	0	23.81	0	0	0	23.81	566.9161	4.762
Total						2571.318	1439400	73.46621

d. Persentase Hidup Tanaman

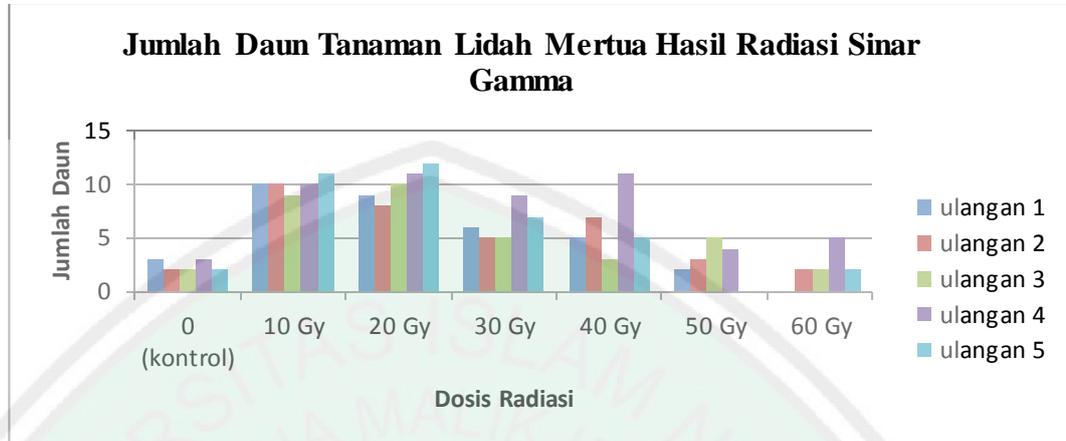
Dosis Radiasi	Persentase Hidup Tanaman
0	52%
10	64%
20	56%
30	48%
40	44%
50	24%
60	20%

e. Panjang dan Lebar Daun Tanaman

Dosis Radiasi	Panjang	Lebar
G0U1	25.5 cm	4 cm
G0U2	22.5 cm	3.5 cm
G0U3	25 cm	4.5 cm
G0U4	29.5 cm	4.5 cm
G0U5	15.5 cm	4 cm
G1U1	23.5 cm	4.8 cm
G1U2	31 cm	4 cm
G1U3	22 cm	4.5 cm
G1U4	21 cm	4 cm
G1U5	22 cm	4.5 cm
G2U1	25 cm	4.7 cm
G2U2	27 cm	5 cm
G2U3	20.5 cm	3.7 cm
G2U4	21.5 cm	3.5 cm
G2U5	25.5 cm	4 cm
G3U1	25 cm	5.5 cm
G3U2	19 cm	4 cm
G3U3	16 cm	3.7 cm
G3U4	16.5 cm	4 cm
G3U5	20 cm	3.5 cm
G4U1	15 cm	3 cm
G4U2	15 cm	3 cm
G4U4	29.5 cm	4.5 cm
G5U1	11.5 cm	3.5 cm
G5U2	14 cm	3.5 cm
G5U4	17.5 cm	3 cm
G6U2	13 cm	3 cm

Lampiran 2

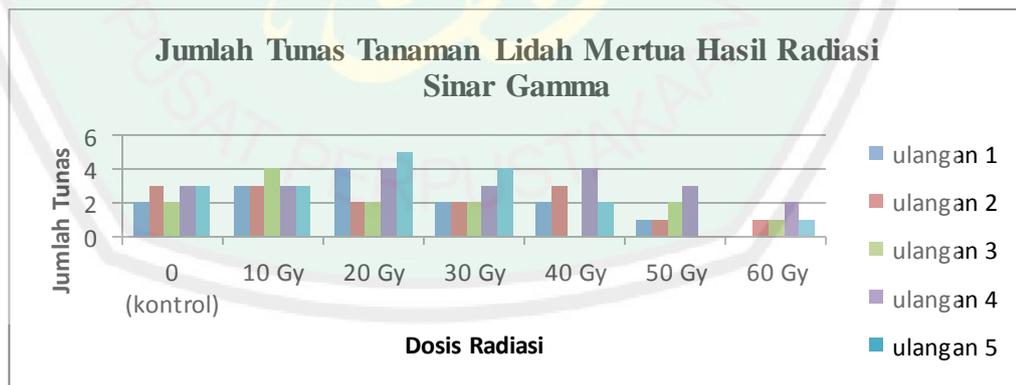
1. Diagram Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Lidah Mertua Hasil Radiasi Sinar Gamma



2. Tabel Analisis Sidik Ragam Jumlah Daun Tanaman Lidah Mertua Hasil Radiasi Sinar Gamma

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	6	346.3429	57.72381	18.2012	2.533555	3.699019
Galat	28	88.8	3.171429			
Total	34	435.1429				

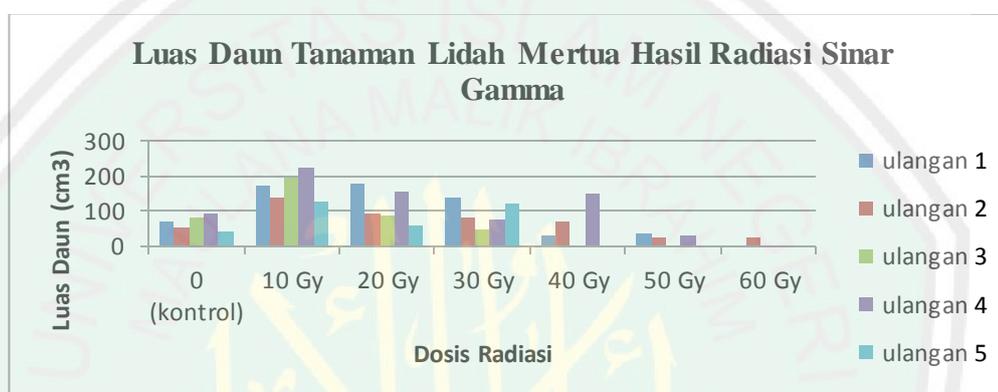
3. Rata-Rata Jumlah Tunas Tanaman Lidah Mertua Hasil Radiasi Sinar Gamma



4. Tabel Analisis Sidik Ragam Jumlah Tunas Tanaman Lidah Mertua Hasil Radiasi Sinar Gamma

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	6	23.48571	3.914286	3.859155	2.533555	3.699019
Galat	28	28.4	1.014286			
Total	34	51.88571				

5. Diagram Rata-Rata Luas Daun Tanaman Lidah Mertua Hasil Radiasi Sinar Gamma



6. Tabel Analisis Sidik Ragam Luas Daun Tanaman Lidah Mertua Hasil Radiasi Sinar Gamma

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	JK	KT	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	6	98974.95	16495.82	11.24623	2.533555	3.699019
Galat	28	41070.05	1466.787			
Total	34	140045				

Lampiran 3 Hasil Analisis SPSS Morfologi Tanaman Lidah Mertua Setelah Mutasi

a. Jumlah Tunas

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
tanpa radiasi (kontrol)	5	2.6000	.54772	.24495	1.9199	3.2801	2.00	3.00
10 Gy	5	3.2000	.44721	.20000	2.6447	3.7553	3.00	4.00
20 Gy	5	3.4000	1.34164	.60000	1.7341	5.0659	2.00	5.00
30 Gy	5	2.6000	.89443	.40000	1.4894	3.7106	2.00	4.00
40 Gy	5	2.2000	1.48324	.66332	.3583	4.0417	.00	4.00
50 Gy	5	1.4000	1.14018	.50990	-.0157	2.8157	.00	3.00
60 Gy	5	1.0000	.70711	.31623	.1220	1.8780	.00	2.00
Total	35	2.3429	1.23533	.20881	1.9185	2.7672	.00	5.00

Test of Homogeneity of Variances

Jumlah_Tunas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.818	6	28	.132

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	23.486	6	3.914	3.859	.006
Within Groups	28.400	28	1.014		
Total	51.886	34			

Duncan

Dosis_RadiasiGam a	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
60 Gy	5	1.0000		
50 Gy	5	1.4000	1.4000	
40 Gy	5	2.2000	2.2000	2.2000
tanpa radiasi (kontrol)	5		2.6000	2.6000
30 Gy	5		2.6000	2.6000
10 Gy	5			3.2000
20 Gy	5			3.4000
Sig.		.085	.095	.102

b. Jumlah Daun

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
tanpa radiasi (kontrol)	5	2.4000	.54772	.24495	1.7199	3.0801	2.00	3.00
10 Gy	5	10.0000	.70711	.31623	9.1220	10.8780	9.00	11.00
20 Gy	5	10.0000	1.58114	.70711	8.0368	11.9632	8.00	12.00
30 Gy	5	6.4000	1.67332	.74833	4.3223	8.4777	5.00	9.00
40 Gy	5	6.2000	3.03315	1.35647	2.4338	9.9662	3.00	11.00
50 Gy	5	2.8000	1.92354	.86023	.4116	5.1884	.00	5.00
60 Gy	5	2.2000	1.78885	.80000	-.0212	4.4212	.00	5.00
Total	35	5.7143	3.57747	.60470	4.4854	6.9432	.00	12.00

Test of Homogeneity of Variances

Jumlah_Daun

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.807	6	28	.134

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	346.343	6	57.724	18.201	.000
Within Groups	88.800	28	3.171		
Total	435.143	34			

Duncan

Dosis_RadiasiGamma	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
60 Gy	5	2.2000		
tanpa radiasi (kontrol)	5	2.4000		
50 Gy	5	2.8000		
40 Gy	5		6.2000	
30 Gy	5		6.4000	
10 Gy	5			10.0000
20 Gy	5			10.0000
Sig.		.621	.860	1.000

c. Luas Daun

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
tanpa radiasi (kontrol)	5	67.7600	20.87769	9.33678	41.8369	93.6831	41.06	94.12
10 Gy	5	170.8350	39.58922	17.70484	121.6785	219.9915	125.80	224.28
20 Gy	5	113.2355	51.81406	23.17195	48.8998	177.5712	55.00	180.07
30 Gy	5	90.7750	36.16521	16.17357	45.8700	135.6800	47.06	137.24
40 Gy	5	48.8975	62.26694	27.84662	-28.4171	126.2121	.00	148.68
50 Gy	5	17.9985	16.76760	7.49870	-2.8212	38.8182	.00	33.94
60 Gy	5	4.7620	10.64816	4.76200	-8.4594	17.9834	.00	23.81
Total	35	73.4662	64.17921	10.84827	51.4199	95.5125	.00	224.28

Test of Homogeneity of Variances

Luas_Daun

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.405	6	28	.012

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	98974.948	6	16495.825	11.246	.000
Within Groups	41070.046	28	1466.787		
Total	140044.994	34			

Duncan

Dosis_RadiasiGam a	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
60 Gy	5	4.7620				
50 Gy	5	17.9985	17.9985			
40 Gy	5	48.8975	48.8975	48.8975		
tanpa radiasi (kontrol)	5		67.7600	67.7600	67.7600	
30 Gy	5			90.7750	90.7750	
20 Gy	5				113.2355	
10 Gy	5					170.8350
Sig.		.095	.061	.113	.086	1.000

d. Persentase Hidup Tanaman

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
tanpa radiasi (kontrol)	5	.5200	.10954	.04899	.3840	.6560	.40	.60
10 Gy	5	.6400	.08944	.04000	.5289	.7511	.60	.80
20 Gy	5	.5600	.16733	.07483	.3522	.7678	.40	.80
30 Gy	5	.5200	.17889	.08000	.2979	.7421	.40	.80
40 Gy	5	.4000	.24495	.10954	.0959	.7041	.00	.60
50 Gy	5	.2400	.16733	.07483	.0322	.4478	.00	.40
60 Gy	5	.2000	.14142	.06325	.0244	.3756	.00	.40
Total	35	.4400	.21584	.03648	.3659	.5141	.00	.80

Test of Homogeneity of Variances

Persentase_Hidup

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.668	6	28	.676

ANOVA

Persentase_Hidup

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.832	6	.139	5.163	.001
Within Groups	.752	28	.027		
Total	1.584	34			

Duncan

Dosis_Radiasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
60 Gy	5	.2000		
50 Gy	5	.2400		
40 Gy	5	.4000	.4000	
tanpa radiasi (kontrol)	5		.5200	.5200
30 Gy	5		.5200	.5200
20 Gy	5		.5600	.5600
10 Gy	5			.6400
Sig.		.078	.169	.300

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

e. Hasil Analisis Cluster SPSS

Case Processing Summary^a

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
23	88.5	3	11.5	26	100.0

a. Average Linkage (Between Groups)

Agglomeration Schedule

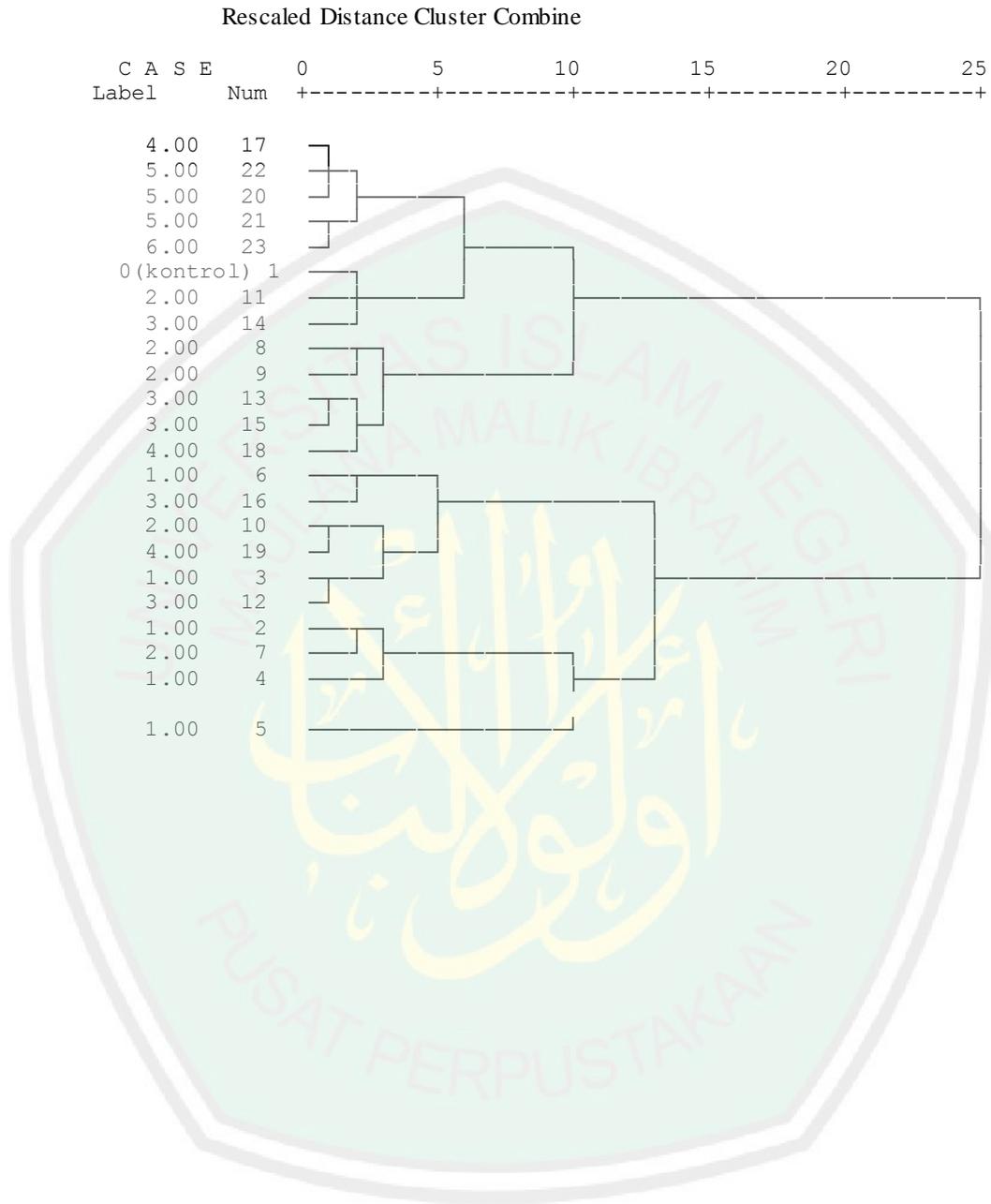
Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	17	22	4.359	0	0	4
2	21	23	5.374	0	0	7
3	10	19	5.534	0	0	14
4	17	20	5.798	1	0	7
5	13	15	7.925	0	0	10
6	3	12	7.979	0	0	14
7	17	21	8.422	4	2	18
8	8	9	8.487	0	0	15
9	2	7	8.630	0	0	16
10	13	18	9.999	5	0	15
11	1	11	10.750	0	0	12
12	1	14	11.006	11	0	18
13	6	16	11.665	0	0	17
14	3	10	13.814	6	3	17
15	8	13	16.372	8	10	19
16	2	4	16.425	9	0	20
17	3	6	24.247	14	13	21
18	1	17	25.593	12	7	19
19	1	8	42.194	18	15	22
20	2	5	43.072	16	0	21
21	2	3	55.000	20	17	22
22	1	2	105.633	19	21	0

Cluster Membership

Case	5 Clusters	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1:0	1	1	1	1
2: 1.00	2	2	2	2
3: 1.00	3	3	3	2
4: 1.00	2	2	2	2
5: 1.00	4	4	2	2
6: 1.00	3	3	3	2
7: 2.00	2	2	2	2
8: 2.00	5	1	1	1
9: 2.00	5	1	1	1
10: 2.00	3	3	3	2
11: 2.00	1	1	1	1
12: 3.00	3	3	3	2
13: 3.00	5	1	1	1
14: 3.00	1	1	1	1
15: 3.00	5	1	1	1
16: 3.00	3	3	3	2
17: 4.00	1	1	1	1
18: 4.00	5	1	1	1
19: 4.00	3	3	3	2
20: 5.00	1	1	1	1
21: 5.00	1	1	1	1
22: 5.00	1	1	1	1
23: 6.00	1	1	1	1

HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Lampiran 4 Tabel Hasil Karakterisasi Morfologi Tanaman Lidah Mertua Setelah Mutasi

No	Karakteristik	Notasi	Persentase (%)
1.	Panjang helai daun		
	a. Pendek	1	0
	b. Medium	2	46,5%
	c. Panjang	3	43,4%
2.	Lebar helai daun		
	a. sempit	1	86,1%
	b. medium	2	13,9%
	c. luas	3	0
3.	Helai daun : rasio panjang/lebar		
	a. Rendah	1	86,1%
	b. Medium	2	13,9%
	c. Tinggi	3	0
4.	Helai daun : posisi bagian terluas		
	a. menuju basis	1	0
	b. di tengah	2	100%
	c. menuju pucuk	3	0
5.	Simetri helai daun		
	a. simetris/sedikit asimetris	1	100%
	b. cukup asimetris	2	0
	c. sangat asimetris	3	0
6.	Bentuk pucuk helai daun		
	a. sangat lancip	1	74,4%
	b. cukup lancip	2	25,6%
	c. tumpul	3	0%
7.	Helai daun : warna (atas)		
	2.5 G 3/12		4,5 %
	2.5 G 4/12		27,3 %
	2.5 G 4/14		31,8 %
	2.5 G 4/16		31,8 %
	2.5 G 4/18		4,5 %
8.	Distribusi warna dari helai daun 1		
	a. Bersama pelepah	1	0%
	b. Zona marginal	2	0%
	c. Antara pelepah dan margin	3	0%
	d. Sepanjang pembuluh	4	0%
	e. Antara pembuluh	5	0%
	f. Seluruh bagian	6	4,5%
	g. Bersama pelepah dan zona marginal	7	0%
	h. Bersama pelepah dan pembuluh	8	0%
	i. Bersama pelepah dan seluruh bagian	9	4,5%
	j. Bersama pembuluh dan diantara	10	0%

	pembuluh		
	k. Zona marginal dan seluruh bagian	11	90,9%
	l. Bersama pelepah dan pembuluh serta seluruh bagian	12	0%
	m. Bersama pelepah, bersama pembuluh dan diantara pembuluh	13	0%
	n. Bersama pelepah, zona marginal dan bersama pembuluh	14	0%
9.	Helai daun : Corak warna 1		
	a. Kecil bercampur	1	0%
	b. Medium bercampur	2	82,8 %
	c. Luas bercampur	3	8,6 %
	d. Kecil ke medium bercampur	4	8,6 %
	e. Medium ke luas bercampur	5	0%
	f. Padat atau mendekati padat	6	0%
10.	Helai daun : Area total yang berwarna 1		
	a. Kecil	1	0
	b. Medium	2	77,3%
	c. Luas	3	22,7%
11.	Helai daun : warna (bawah)		
	2.5 G 3/12		4,5 %
	2.5 G 4/12		13,6 %
	2.5 G 4/14		45,5 %
	2.5 G 4/16		31,8 %
	2.5 G 4/18		4,5 %
12.	Helai daun : Distribusi warna (bawah)		
	a. Bersama pelepah	1	0%
	b. Zona marginal	2	0%
	c. Antara pelepah dan margin	3	0%
	d. Sepanjang pembuluh	4	0%
	e. Antara pembuluh	5	0%
	f. Seluruh bagian	6	18,2%
	g. Bersama pelepah dan zona marginal	7	0%
	h. Bersama pelepah dan pembuluh	8	0%
	i. Bersama pelepah dan seluruh bagian	9	0%
	j. Bersama pembuluh dan diantara pembuluh	10	0%
	k. Zona marginal dan seluruh bagian	11	81,8%
	l. Bersama pelepah dan pembuluh serta seluruh bagian	12	0%
	m. Bersama pelepah, bersama pembuluh dan diantara pembuluh	13	0%
	n. Bersama pelepah, zona marginal dan bersama pembuluh	14	0%
13.	Helai daun : Corak warna (bawah)		

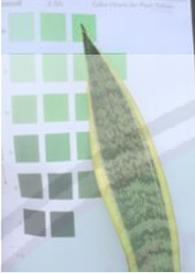
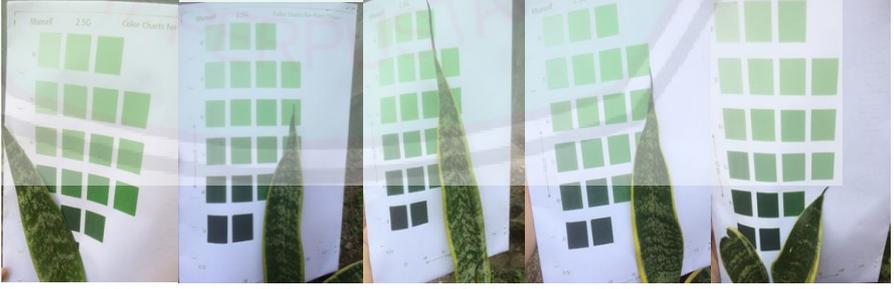
	a. Kecil bercampur	1	0%
	b. Medium bercampur	2	68,2%
	c. Luas bercampur	3	22,7%
	d. Kecil ke medium bercampur	4	9,1%
	e. Medium ke luas bercampur	5	0%
	f. Padat atau mendekati padat	6	0%
14.	Helai daun : Area total yang berwarna (bawah)		
	a. Kecil	1	0
	b. Medium	2	81,8%
	c. Luas	3	18,2%
15.	Helai daun : mengkilap		
	a. Tidak ada/sangat lemah	1	88,4%
	b. Lemah	2	11,6%
	c. Medium	3	0%
	d. Kuat	4	0%
16.	Helai daun : gelembung		
	a. Tidak ada/sangat lemah	1	100%
	b. Lemah	2	0%
	c. Medium	3	0%
	d. Kuat	4	0%
17.	Helai daun : tepi daun berombak		
	a. Tidak ada/sangat lemah	1	100%
	b. Lemah	2	0%
	c. Medium	3	0%
	d. Kuat	4	0%
18.	Helai daun : profil penampang melintang		
	a. Datar	1	0%
	b. Sedikit cekung	2	100%
	c. Cukup cekung	3	0%
19.	Profil tulang utama helai daun		
	a. Cembung	1	0%
	b. Datar	2	100%
	c. Cekung	3	0%
20.	Helai daun : jumlah pasang tulang daun		
	a. Sedikit	1	100%
	b. Medium	2	0%
	c. Banyak	3	0%

Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian

1. Alat dan Bahan Penelitian

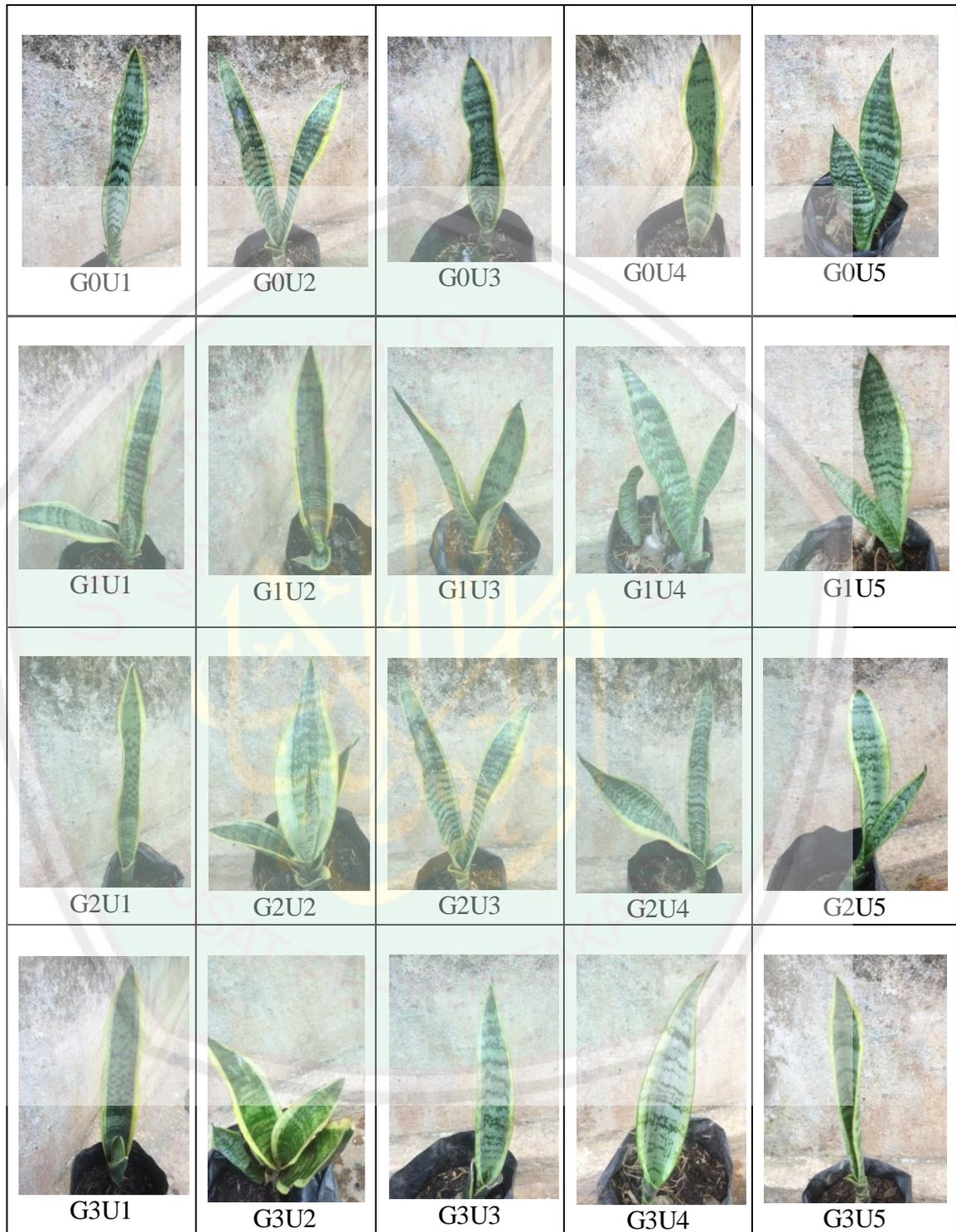
 <p>Sinar Gamma Cobalt-60</p>	 <p>Tempat Perlakuan Sinar Gamma</p>
 <p>Proses Penyinaran Sinar Gamma Cobalt-60</p>	 <p>Proses Sebelum Penyinaran Sinar Gamma</p>
 <p>Proses Penanaman Setelah Radiasi</p>	

2. Gambar Warna Daun Tanaman Lidah Mertua Hasil Mutasi Berdasarkan *Munsell Color Chart*

Dosis Radiasi	Gambar
Kontrol (tanpa radiasi)	 <p>Kontrol</p>
10Gy	 <p>U1 U2 U3 U4 U5</p>
20Gy	 <p>U1 U2 U3 U4 U5</p>
30Gy	 <p>U1 U2 U3 U4 U5</p>

<p>40Gy</p>	 <p>U1 U2 U4</p>
<p>50Gy</p>	 <p>U1 U2 U4</p>
<p>60Gy</p>	 <p>U2</p>

3. Gambar Hasil Pengamatan Morfologi



 <p>G4U1</p>	 <p>G4U2</p>		 <p>G4U4</p>	
 <p>G5U1</p>	 <p>G5U2</p>		 <p>G5U4</p>	
	 <p>G6U2</p>			



Lampiran 6 Tabel Nilai Jarak Euclidian (Euclidian Distance)

Dosis Radiasi	0 (kontrol)	10 Gy	20 Gy	30 Gy	40 Gy	40 Gy	40 Gy	50 Gy	50 Gy	50 Gy	60 Gy												
0 (kontrol)	0	114.284	83.409	134.817	166.927	69.205	122.728	35.755	28.160	96.641	10.750	79.785	20.727	10.966	18.813	60.245	29.437	11.256	91.599	23.731	33.282	26.534	33.794
10 Gy	114.284	0	31.772	20.698	52.753	46.315	8.630	78.786	87.006	17.978	116.596	34.571	93.720	124.607	97.694	54.111	143.346	104.118	22.937	137.885	147.090	140.398	147.985
10 Gy	83.409	31.772	0	52.200	84.121	15.156	40.189	47.987	56.134	14.876	85.621	7.979	62.887	93.637	66.448	23.829	112.335	73.161	10.215	106.912	115.888	109.370	117.003
10 Gy	134.817	20.698	52.200	0	32.193	66.788	12.153	99.398	107.643	38.526	137.219	55.053	114.286	145.192	118.304	74.658	163.937	124.713	43.566	158.441	167.653	160.982	168.548
10 Gy	166.927	52.753	84.121	32.193	0	98.754	44.269	131.507	139.738	70.599	169.318	87.156	146.398	177.307	150.366	106.795	196.052	156.833	75.637	190.534	199.738	193.089	200.654
10 Gy	69.205	46.315	15.156	66.788	98.754	0	54.777	33.894	41.871	28.890	71.195	14.383	48.742	79.302	52.141	11.665	97.950	58.890	24.008	92.623	101.536	95.070	102.664
20 Gy	122.728	8.630	40.189	12.153	44.269	54.777	0	87.295	95.539	26.475	125.114	42.986	102.190	133.091	106.194	62.561	151.834	112.609	31.465	146.348	155.562	148.869	156.453
20 Gy	35.755	78.786	47.987	99.398	131.507	33.894	87.295	0	8.487	61.069	38.139	44.482	15.212	45.857	19.697	24.868	64.583	25.391	56.010	59.220	68.463	61.717	69.280
20 Gy	28.160	87.006	56.134	107.643	139.738	41.871	95.539	8.487	0	69.243	29.782	52.837	8.432	37.845	12.087	33.206	56.489	17.413	64.178	51.302	60.469	53.690	61.299
20 Gy	96.641	17.978	14.876	38.526	70.599	28.890	26.475	61.069	69.243	0	98.773	17.443	76.014	106.882	79.944	36.438	125.606	86.377	5.534	120.206	129.396	122.684	130.292
20 Gy	10.750	116.596	85.621	137.219	169.318	71.195	125.114	38.139	29.782	98.773	0	82.521	24.288	11.046	20.195	62.773	27.789	13.682	93.707	23.741	32.266	25.280	33.025
30 Gy	79.785	34.571	7.979	55.053	87.156	14.383	42.986	44.482	52.837	17.443	82.521	0	59.284	90.196	63.564	19.842	108.949	69.779	12.721	103.412	112.671	106.006	113.519
30 Gy	20.727	93.720	62.887	114.286	146.398	48.742	102.190	15.212	8.432	76.014	24.288	59.284	0	30.967	7.925	39.686	49.715	10.966	71.006	44.230	53.575	46.824	54.305
30 Gy	10.966	124.607	93.637	145.192	177.307	79.302	133.091	45.857	37.845	106.882	11.046	90.196	30.967	0	27.854	70.552	18.777	20.630	101.834	13.611	23.040	16.095	23.485
30 Gy	18.813	97.694	66.448	118.304	150.366	52.141	106.194	19.697	12.087	79.944	20.195	63.564	7.925	27.854	0	43.958	46.254	9.032	74.904	41.144	49.757	43.384	51.059
30 Gy	60.245	54.111	23.829	74.658	106.795	11.665	62.561	24.868	33.206	36.438	62.773	19.842	39.686	70.552	43.958	0	89.295	50.100	31.432	83.841	93.093	86.355	93.931
40 Gy	29.437	143.346	112.335	163.937	196.052	97.950	151.834	64.583	56.489	125.606	27.789	108.949	49.715	18.777	46.254	89.295	0	39.274	120.556	6.606	6.685	4.359	5.500
40 Gy	11.256	104.118	73.161	124.713	156.833	58.890	112.609	25.391	17.413	86.377	13.682	69.779	10.966	20.630	9.032	50.100	39.274	0	81.305	34.048	43.317	36.392	44.038
40 Gy	91.599	22.937	10.215	43.566	75.637	24.008	31.465	56.010	64.178	5.534	93.707	12.721	71.006	101.834	74.904	31.432	120.556	81.305	0	115.166	124.354	117.603	125.249
50 Gy	23.731	137.885	106.912	158.441	190.534	92.623	146.348	59.220	51.302	120.206	23.741	103.412	44.230	13.611	41.144	83.841	6.606	34.048	115.166	0	10.508	4.989	10.223
50 Gy	33.282	147.090	115.888	167.653	199.738	101.536	155.562	68.463	60.469	129.396	32.266	112.671	53.575	23.040	49.757	93.093	6.685	43.317	124.354	10.508	0	9.114	5.374
50 Gy	26.534	140.398	109.370	160.982	193.089	95.070	148.869	61.717	53.690	122.684	25.280	106.006	46.824	16.095	43.384	86.355	4.359	36.392	117.603	4.989	9.114	0	8.500
60 Gy	33.794	147.985	117.003	168.548	200.654	102.664	156.453	69.280	61.299	130.292	33.025	113.519	54.305	23.485	51.059	93.931	5.500	44.038	125.249	10.223	5.374	8.500	0

LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM - ALEKSANDRIA UNIVERSITY OF



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI**

Jalan Gajayana No. 50 Malang 65144
Telepon 551354/ Faksimile (0341) 572533
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id>
Email: biologi@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Sofiaturohmah
NIM : 14620054
Program : S1 Biologi
Semester : Genap TA 2018/2019
Pembimbing : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
Judul Skripsi : Pengaruh Induksi Mutasi Radiasi Sinar Gamma Cobalt-60 Terhadap Keragaman Fenotip Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain)

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd Pembimbing
1	08 Maret 2018	Konsultasi Bab I-II	
2	21 Maret 2018	Konsultasi Bab I-III	
3	10 April 2018	Revisi Bab I-III	
4	11 Juli 2018	Revisi Bab I-III	
5	23 Januari 2019	Konsultasi Bab IV	
6	13 Februari 2019	Revisi Bab IV	
7	28 Februari 2019	Revisi Bab IV	
8	15 Maret 2019	Revisi Bab I-IV	

Pembimbing Skripsi

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

Malang, 26 April 2019
Ketua Jurusan



Romaidi M. Si, D.Sc

NIP. 19810201 200901 1 019



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI**

Jalan Gajayana No. 50 Malang 65144
Telepon 551354/ Faksimile (0341) 572533
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id>
Email: biologi@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI INTEGRASI ISLAM DAN SAINS

Nama : Sofiatur Rohmah
NIM : 14620054
Program : S1 Biologi
Semester : Genap TA 2018/2019
Pembimbing : Dr. H. Ahmad Barizi, M. A
Judul Skripsi : Pengaruh Induksi Mutasi Radiasi Sinar Gamma Cobalt-60
Terhadap Keragaman Fenotip Tanaman Lidah Mertua
(*Sansevieria trifasciata* Prain)

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd Pembimbing
1	12 April 2018	Konsultasi Integrasi Bab I-III	
2	7 Mei 2018	Revisi Bab I-III	
3	20 Maret 2019	Konsultasi Integrasi Bab IV	
4	2 April 2019	Revisi Bab IV	
5	4 April 2019	Revisi Bab I-V	

Pembimbing Skripsi

Dr. H. Ahmad Barizi, M. A
NIP. 19731212 199803 008

Malang, 26 April 2019
Ketua Jurusan



Romaldi, M.Si, D.Sc
NIP. 19810201 200901 1 01