

**HERITABILITAS DAN KEMAJUAN GENETIK KARAKTER
AGRONOMI CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) VARIETAS
LARIS GENERASI M₃ HASIL IRADIASI SINAR GAMMA**

(Skripsi)

Oleh

AYU SATIA HAINI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

HERITABILITAS DAN KEMAJUAN GENETIK KARAKTER AGRONOMI CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) VARIETAS LARIS GENERASI M₃ HASIL IRADIASI SINAR GAMMA

Oleh

AYU SATIA HAINI

Salah satu cara meningkatkan produksi cabai agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat di Indonesia adalah dengan pemuliaan tanaman melalui mutasi iradiasi sinar gamma. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) nilai duga heritabilitas karakter agronomi tanaman cabai merah varietas Laris generasi M₃ (2) nilai duga kemajuan genetik karakter agronomi cabai merah varietas Laris generasi M₃ dan (3) nomor harapan untuk karakter agronomi pada cabai merah varietas Laris generasi M₃. Penelitian ini dilakukan bulan Oktober 2018- April 2019 di Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Rancangan perlakuan yang digunakan yaitu rancangan perlakuan tunggal tidak terstruktur, sedangkan rancangan percobaan yang digunakan adalah perlakuan tunggal dan tanaman yang diamati yaitu seluruh tanaman yang diuji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) kriteria nilai duga heritabilitas mulai dari tinggi, sedang, dan rendah terlihat pada karakter agronomi yang diamati yaitu terdapat pada karakter jumlah cabang primer akhir generatif (1,00), (2) kriteria nilai duga kemajuan genetik mulai dari tinggi, sedang, dan rendah terlihat pada karakter

agronomi yang diamati yaitu terdapat pada karakter jumlah buah segar layak jual per tanaman (111,86%) (3) terdapat genotipe harapan yang terpilih berdasarkan bobot buah segar total dan bobot buah segar layak jual per tanaman melebihi varietas Laris M₀ dan varietas Laris lokal non hibrida yaitu M₃₋₃₀₋₇₄ (19,29 ton/ha dan 16,25 ton/ha, M₃₋₃₀₋₅₃ sebesar (17,75 ton/ha dan 14,14 ton/ha)

Kata kunci: cabai, heritabilitas, kemajuan genetik, sinar gamma.

**HERITABILITAS DAN KEMAJUAN GENETIK KARAKTER
AGRONOMI CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.) VARIETAS
LARIS GENERASI M₃ HASIL IRADIASI SINAR GAMMA**

(Skripsi)

Oleh

AYU SATIA HAINI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **HERITABILITAS DAN KEMAJUAN
GENETIK KARAKTER AGRONOMI CABAI
MERAH (*Capsicum annuum* L.)
VARIETAS LARIS GENERASI M₃ HASIL
IRADIASI SINAR GAMMA**

Nama Mahasiswa : **AYU SATIA HAINI**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1514121017

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

Menyetujui

1. Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P.
NIP 196002131986102001



Ir. Rugayah, M.P.
NIP 196111071986032002

2. Ketua Program Studi Agroteknologi

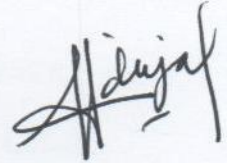


Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

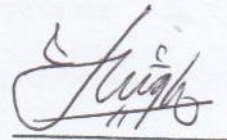
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

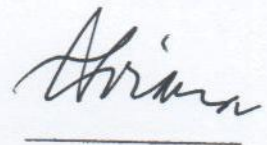
Pembimbing Utama : **Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P.**



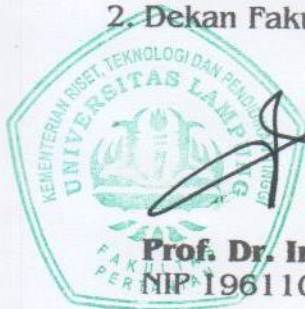
Anggota Pembimbing : **Ir. Rugayah, M.P.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Sri Ramadiana, S.P., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **12 Agustus 2019**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Heritabilitas dan Kemajuan Genetik Karakter Agronomi Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Varietas Laris Generasi M₃ Hasil Iradiasi Sinar Gamma”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hal yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, September 2019



Ayu Satia Haini
NPM 1514121017

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sukawangi pada tanggal 25 September 1998 sebagai putri bungsu dari empat bersaudara pasangan Bapak Jasroni dan Ibu Zulaida. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 01 Sukawangi, Pagelaran pada tahun 2009, Sekolah Menengah Pertama Negeri 01 Pagelaran, Pringsewu pada tahun 2012 dan Sekolah Menengah Atas Negeri 01 Pagelaran, Pringsewu pada tahun 2015. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2015 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis juga terdaftar sebagai mahasiswa penerima Bantuan Biaya Pendidikan Bidikmisi Angkatan keenam Universitas Lampung tahun 2015.

Selama menjadi mahasiswa penulis tergabung di organisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA-AGT) Fakultas Pertanian Universitas Lampung sebagai anggota bidang Penelitian dan Pengembangan periode kepengurusan 2015–2017 dan sebagai anggota Komunitas Tari Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA-AGT) periode kepengurusan 2017-2018, organisasi Unit Kegiatan Mahasiswa Penelitian Universitas Lampung (UKMP) sebagai anggota bidang Riset dan Penalaran periode kepengurusan 2017-2018, sebagai anggota dari Duta Pertanian (*Agriculture Ambassador*) Fakultas Pertanian Universitas Lampung

periode kepengurusan 2018-2019. Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Biologi Pertanian, Genetika Pertanian, dan Perencanaan Pertanian.

Pada bulan Januari-Februari 2018, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Merbau, Kecamatan Kelumbayan Barat, Kabupaten Tanggamus.

Pada bulan Juli 2018, penulis melaksanakan Praktik Umum dengan judul “Teknik Perbanyak Pepaya dengan Metode *Grafting* di PT. Great Giant Pineapple” di PT. Great Giant Pineapple, Terbanggi Besar, Lampung Tengah.

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang orang yang kufur” (Q.S Yusuf : 87)

“Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita.” (QS At Taubah : 40)

***”Tidak beriman seseorang di antara kalian hingga ia mencintai Saudaranya sebagaimana mencintai dirinya sendiri.”
(H.R. Bukhari dan Muslim)***

“Try not to become a person of success, but rather try to become a person of value.” (Albert Einstein)

Karya kecil terindah ini sebagai wujud ungkapan rasa cinta, syukur, bakti, kasih, dan sayang kupersembahkan Kepada :

Kedua orangtua ku tercinta Ayah Jasroni dan Ibu Zulaida serta Abang dan Kakak ku yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, cinta dan kasih sayang yang tak terbatas di sepanjang hidupku.

Orang-orang terkasih dan semua keluarga serta teman-teman yang telah memberi dukungan, nasihat dan semangat.

Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup ku.
Kalian adalah sumber kebahagiaanku.

Serta Almamater tercinta
Agroteknologi, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Heritabilitas dan Kemajuan Genetik Karakter Agronomi Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Varietas Laris Generasi M₃ Hasil Iradiasi Sinar Gamma**”. Shalawat serta Salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW sebagai tauladan bagi kita semua.

Penulis menyadari bahwa selama penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan saran dari banyak pihak. Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung sekaligus selaku Pembimbing Akademik atas motivasi, nasihat, serta dukungannya kepada penulis.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku Ketua Bidang Agronomi dan Hortikultura.
4. Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P., selaku Pembimbing Utama atas ilmu pengetahuan, bimbingan, saran dan motivasi kepada penulis selama penelitian hingga penyelesaian skripsi.

5. Ir. Rugayah, M.P., selaku Pembimbing Kedua atas ilmu pengetahuan, bimbingan, saran dan motivasi kepada penulis selama penelitian hingga penyelesaian skripsi.
6. Sri Ramadiana, S.P., M.Si., selaku Pembahas atas ilmu pengetahuan, kritik, saran, arahan serta segala masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini.
7. Seluruh dosen di Universitas Lampung atas dedikasinya dalam memberikan ilmu kepada Penulis selama masa studi di Universitas Lampung.
8. Kedua orang tua tercinta Ayah Jasroni dan Ibu Zulaida atas dukungan moril, nasihat, doa, dan kasih sayang yang tak pernah putus diberikan selama ini
9. Abang dan Kakak tersayang Abang Deki Haslindra, Abang Ari Irawan, dan Kak Meli Zulfia, atas doa, dukungan, motivasi, dan kasih sayang yang diberikan selama ini.
10. Sahabat tersayang Winda Noviasari, Wida Rizkiyani, Puji Rahayu, Aulia Indah Pratiwi, Sinta Alvianti, Fifi Mardiana, Ridho Asmara, Cici Chintia Sari dan rekan-rekan Agroteknologi kelas “A” yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas dukungan, semangat dan bantuan yang diberikan hingga saat ini.
11. Rekan-rekan penelitian Muhammad Adi Riwanda, Aulia Indah Pratiwi, Anissa Fitri, Zora Adlina, Julianto Imantaka telah banyak membantu dan berjuang bersama dalam melaksanakan penelitian hingga penyelesaian skripsi.
12. Rekan-rekan KKN penulis Dinda Savira Maharti, Atikah Nurhidayah, yang selalu membantu dan memberikan semangat kepada Penulis

13. Rekan-rekan Agroteknologi angkatan 2015 yang telah sama-sama berjuang dari awal masa perkuliahan.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan. Mohon maaf bila masih ada kekurangan di dalam skripsi ini dan akhir kata semoga skripsi ini bermanfaat. Aamiin.

Bandar Lampung, September 2019

Penulis

Ayu Satia Haini

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kerangka Pemikiran	6
1.5 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tanaman Cabai	9
2.1.1 <i>Sejarah tanaman cabai</i>	9
2.1.2 <i>Morfologi tanaman cabai</i>	10
2.1.3 <i>Syarat tumbuh tanaman cabai</i>	13
2.1.4 <i>Manfaat tanaman cabai</i>	14
2.1.5 <i>Kriteria buah cabai yang diminati masyarakat</i>	15
2.2 Pemuliaan Tanaman Mutasi	17
2.2.1 <i>Mutasi tanaman</i>	17
2.2.2 <i>Iradiasi sinar gamma</i>	20
2.3 Heritabilitas dan Kemajuan Genetik	21
2.4 Perakitan Varietas Unggul Cabai	25
2.5 Silsilah Tanaman Cabai Varietas Laris Generasi M ₃	27
III. BAHAN DAN METODE	29
3.1 Tempat dan Waktu	29
3.2 Bahan dan Alat	29
3.3 Metode Penelitian	30
3.4 Analisis Data	30
3.5 Pelaksanaan Penelitian	32
3.5.1 <i>Penyemaian benih cabai</i>	33
3.5.2 <i>Persiapan lahan</i>	34
3.5.3 <i>Pindah tanam</i>	35
3.5.4 <i>Pemeliharaan</i>	36
3.5.5 <i>Pemanenan</i>	37
3.6 Variabel Pengamatan	37

3.6.1 <i>Pengamatan per tanaman</i>	37
3.6.2 <i>Pengamatan per sampel</i>	41
3.7 Kriteria Nomor Genotipe Harapan	42
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil	44
4.1.1 <i>Nilai duga heritabilitas</i>	44
4.1.2 <i>Nilai duga kemajuan genetik</i>	45
4.1.3 <i>Genotipe harapan populasi M₃ cabai varietas Laris hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy</i>	46
4.1.4 <i>Bobot, diameter, panjang dan warna sampel buah cabai varietas Laris hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy</i>	52
4.2 Pembahasan	56
4.2.1 <i>Nilai duga heritabilitas</i>	56
4.2.2 <i>Nilai duga kemajuan genetik</i>	61
4.2.3 <i>Genotipe-genotipe harapan populasi M₃ hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy</i>	65
V. SIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Simpulan	70
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	80
Gambar 10-11	80
Gambar 12-13	81
Gambar 14-15	82
Tabel 10	82
Tabel 11	83
Tabel 12	84
Contoh Perhitungan	86

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skema dan metode seleksi pada pemuliaan mutasi tanaman cabai varietas Laris generasi M_3	28
2. Nilai duga heritabilitas populasi M_3 cabai merah varietas Laris hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy	48
3. Nilai duga kemajuan genetik populasi M_3 cabai merah varietas Laris hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy	49
4. Genotipe harapan populasi M_3 cabai varietas Laris hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy berdasarkan bobot buah segar total dan bobot buah segar layak jual per tanaman yang melebihi varietas Laris lokal non hibrida	50
5. Genotipe harapan populasi M_3 cabai varietas Laris hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy berdasarkan bobot buah segar total dan bobot buah segar layak jual per tanaman yang melebihi M_0	51
6. Bobot 10 sampel buah cabai segar varietas Laris M_3 hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy	52
7. Diameter 10 sampel buah cabai segar varietas Laris M_3 hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy	53
8. Panjang 10 sampel buah cabai segar varietas Laris M_3 hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy	54
9. Warna 10 sampel buah cabai segar varietas Laris M_3 hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy	55
10. Deskripsi varietas Laris	82
11. Bobot buah segar layak jual, bobot buah segar tidak layak jual dan bobot buah segar total seluruh genotipe M_3	83
12. Data masing-masing variabel pengamatan	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pertukaran rantai basa DNA akibat induksi mutasi (kiri), Pertukaran basa thymine (T) memberikan tempat kepada pasangan yang salah dengan basa guanine (G) (tengah), dan mutan yang membawa kode genetik baru (kanan)	18
2. Skema tahap-tahap perakitan varietas cabai melalui mutasi	26
3. Skema silsilah generasi M ₃ varietas Laris hasil iradiasi sinar gamma	27
4. <i>Gammacell</i> tipe A20	33
5. Tata letak penanaman	35
6. <i>Munsell Plant Colour Chart</i>	41
7. Pengukuran diameter buah cabai segar varietas Laris M ₃ hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy	53
8. Pengukuran panjang buah cabai segar varietas Laris M ₃ hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy	54
9. Perbedaan warna buah cabai segar varietas Laris M ₃ hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy	55
10. a). Tanaman genotipe harapan M ₃₋₃₀₋₇₄ dan b) buah cabai genotipe harapan M ₃₋₃₀₋₇₄	80
11. a.) Tanaman genotipe harapan M ₃₋₃₀₋₅₃ dan b) buah cabai genotipe harapan M ₃₋₃₀₋₅₃	80
12. a) Buah cabai yang terserang <i>Colleoptrichum capsici</i> atau busuk buah b) terserang lalat buah; c) terserang kutu daun; d) kekurangan unsur hara kalium	81
13. Cabang primer, sekunder, tersier, dan kuarter	81

14. Cabang tambahan	82
15. Buah cabai nomor genotipe $M_{3-30-33}$	82

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk salah satu negara dengan sumber keanekaragaman hayati yang cukup beragam. Tanah yang subur menjadi salah satu syarat sebagai tempat yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan beberapa jenis tanaman, termasuk untuk tanaman hortikultura. Salah satu komoditas hortikultura yang mendapatkan prioritas pengembangan adalah cabai (*Capsicum annum* L.) (Saptana, 2011).

Cabai merupakan salah satu komoditas sayuran unggulan nasional dan daerah, yang berpotensi sebagai sumber pertumbuhan ekonomi. Komoditas cabai menduduki posisi penting dalam menu pangan, yaitu menempati urutan ketiga nasional setelah kubis dan kentang (Statistik Produksi Hortikultura, 2015).

Kebutuhan cabai merah per kapita berada pada kisaran 1,87 kg/kapita/tahun dan apabila jumlah penduduk Indonesia sebanyak 261,891 ribu jiwa maka kebutuhan cabai diperkirakan sebesar 489,137 ton per tahun. Pada tahun 2017, produksi cabai nasional yaitu sebesar 1,21 juta ton dan tercatat sebanyak 17 jenis sayuran semusim yang diekspor oleh Indonesia salah satunya yaitu cabai dengan jumlah sebesar 265 ton (Badan Pusat Statistik, 2017). Akan tetapi, menurut Syukur dkk (2017) sebanyak 204 varietas cabai telah dilepas oleh Menteri Pertanian tetapi belum dapat mencukupi kebutuhan cabai karena kebutuhan cabai semakin

meningkat setiap tahun seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Oleh karena itu, dalam meningkatkan produksi cabai sehingga dapat terus memenuhi kebutuhan masyarakat maka dilakukan perakitan varietas unggul yang berdaya hasil tinggi melalui pemuliaan tanaman.

Menurut Purwati (2009), pemuliaan tanaman merupakan suatu aktifitas yang bertujuan untuk memperbaiki atau meningkatkan potensi genetik tanaman, sehingga diperoleh varietas baru yang sifatnya lebih baik daripada kedua tetuanya. Dengan demikian, untuk mencapai tujuan tersebut maka dalam pemuliaan tanaman perlu dilakukan seleksi. Seleksi yang dilakukan pada program pemuliaan tanaman bertujuan untuk memperoleh tanaman yang memiliki potensi genetik yang tinggi. Sumber keragaman genetik yang tinggi sebagai syarat terjadinya seleksi, dapat diperoleh melalui beberapa cara di antaranya: eksplorasi, introduksi, hibridisasi seksual, hibridisasi somatik, rekayasa genetik / transformasi genetik, dan mutasi (Utomo, 2012). Mutasi dapat digunakan untuk meningkatkan keragaman genetik dalam proses pemuliaan tanaman.

Mutasi merupakan perubahan pada materi genetik suatu makhluk hidup yang terjadi secara tiba-tiba dan secara acak, serta dapat diwariskan. Induksi mutasi dapat merubah materi genotipe dari suatu sel, yang mencakup perubahan pada tingkat gen, molekuler, atau kromosom (Asadi, 2013). Secara umum, mutasi dapat dibedakan menjadi mutasi alami dan buatan. Para pemulia tanaman sebagian besar banyak menggunakan induksi mutasi secara buatan. Hal ini disebabkan mutasi alami berjalan sangat lambat, sehingga memerlukan waktu yang lama. Mutagen yang paling banyak digunakan dalam memproduksi varietas

mutan tanaman adalah sinar gamma, dikarenakan sinar gamma memiliki daya tembus lebih dalam ke jaringan tanaman (Soeranto, 2003).

Salah satu syarat agar seleksi menjadi efektif yaitu adanya keragaman genetik yang luas dan nilai heritabilitas yang tinggi (Hakim, 2010). Keefektifan seleksi dapat diukur dengan parameter genetik keragaman genetik, heritabilitas dan kemajuan genetik. Adanya nilai heritabilitas juga dapat menduga nilai kemajuan genetik untuk memperbaiki daya hasil pada seleksi berikutnya. Menurut (Suprpto dkk., 2007) nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar keragaman fenotipe disebabkan oleh faktor genetik, sehingga seleksi akan memperoleh kemajuan genetik. Semakin tinggi keragaman genetik pada populasi maka semakin besar pula kemungkinan kombinasi sifat-sifat yang diperoleh. Menurut Barmawi dkk. (2013), keragaman genetik dan heritabilitas bermanfaat untuk menduga kemajuan genetik dari seleksi.

Pada tanaman cabai generasi kedua (M_2) hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis 400 Gy juga menghasilkan nilai duga heritabilitas yang tinggi yaitu pada karakter bobot buah per tanaman, jumlah buah per tanaman, tinggi tanaman, panjang buah, dan insidensi penyakit Nura dkk. (2015). Penelitian Nilahayati dkk. (2018) menunjukkan bahwa heritabilitas tertinggi pada kacang kedelai generasi M_3 hasil iradiasi sinar gamma yaitu terdapat pada tinggi tanaman, jumlah cabang, umur berbunga (terdapat pada dosis iradiasi sinar gamma 300 Gy), jumlah polong, bobot biji per tanaman, umur berbunga (terdapat pada dosis iradiasi sinar gamma 200 Gy), dan umur panen (terdapat pada seluruh dosis iradiasi sinar gamma yang digunakan). Penelitian Tahir dkk. (2016) juga melaporkan bahwa mutan nilam

hasil iradiasi sinar gamma ^{60}Co generasi M_2 memiliki kemajuan genetik yang sedang yaitu terdapat pada karakter sudut daun dan panjang cabang. Fenomena tersebut berindikasi bahwa perlakuan dengan dosis sinar gamma yang diaplikasikan dapat memperkecil sudut daun, sehingga dapat mempengaruhi produksi fotosintesis, yaitu bila sudut daun 0–35 % dari bidang datar akan diperoleh fotosintesis 13 mg $\text{CO}_2/\text{dm}^2/\text{jam}$ dengan laju penyerapan cahaya tampak 90–95 % . Hal ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman.

Nilai duga kemajuan genetik harapan pada tomat Betavila generasi F_2 memiliki nilai tertinggi pada tinggi tanaman, *fruit set*, bobot buah total per tanaman, bobot per buah, bobot buah baik, bobot buah jelek. Berdasarkan hasil perhitungan nilai duga heritabilitas dan kemajuan genetik harapannya didapatkan karakter pada populasi F_2 Betavila yang dapat dijadikan kriteria seleksi yaitu tinggi tanaman, *fruit set* dan bobot buah total per tanaman (Wulandari dkk., 2016).

Khoirunnisa (2018) melaporkan bahwa nilai duga heritabilitas karakter generatif pada cabai varietas Laris generasi M_2 hasil iradiasi sinar gamma memiliki nilai heritabilitas tinggi terdapat pada karakter jumlah cabang primer awal generatif dan jumlah cabang sekunder awal generatif. Pada penelitian ini juga didapatkan nomor genotipe harapan yaitu nomor M_{2-93} , M_{2-92} , M_{2-112} , M_{2-10} , M_{2-83} , M_{2-30} , M_{2-78} , M_{2-50} , dan M_{2-41} . Pada penelitian ini, akan dilakukan pendugaan nilai heritabilitas dan kemajuan genetik serta mengetahui nomor-nomor genotipe harapan pada karakter agronomi cabai merah varietas Laris Generasi M_3 hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis 400 Gy. Nilai heritabilitas tersebut digunakan untuk menduga tingkat kemajuan genetik pada seleksi berikutnya. Semakin tinggi

nilai heritabilitas dan diiringi oleh nilai kemajuan genetik yang tinggi maka semakin efektif pula seleksi yang dilakukan sehingga seleksi diharapkan menghasilkan kemajuan genetik yang tinggi untuk beberapa karakter agronomi yang diinginkan.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan berikut:

1. Berapa besaran nilai heritabilitas karakter agronomi tanaman cabai merah varietas Laris generasi M_3 hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy?
2. Berapa besaran nilai kemajuan genetik karakter agronomi tanaman cabai merah varietas Laris generasi M_3 hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy?
3. Apakah terdapat nomor- nomor harapan untuk karakter agronomi pada cabai merah varietas Laris populasi M_3 hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran nilai heritabilitas dan kemajuan genetik serta mengetahui apakah terdapat nomor-nomor genotipe harapan pada karakter agronomi cabai merah varietas Laris (*Capsicum annuum* L.) generasi M_3 hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis 400 Gy.

1.4 Kerangka Pemikiran

Kebutuhan cabai di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan tingginya pertumbuhan penduduk. Produksi cabai nasional pada tahun 2017 yaitu sebesar 1,21 juta ton, produksi tersebut sudah cukup memenuhi kebutuhan dalam negeri dan bahkan pada tahun 2017 Indonesia sudah melakukan ekspor cabai ke luar negeri seperti Saudi Arabia, Malaysia dan Singapura (Badan Pusat Statistik, 2017). Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan sebelumnya, salah satu cara untuk meningkatkan produksi cabai maka perlu dibutuhkan peranan pemulia tanaman untuk merakit varietas unggul yang berdaya hasil tinggi melalui pemuliaan tanaman. Peningkatan keragaman genetik pada pemuliaan tanaman dapat dilakukan dengan eksplorasi, introduksi, hibridisasi seksual, hibridisasi somatik, rekayasa genetik / transformasi genetik, dan mutasi (Utomo, 2012).

Cabai merupakan tanaman menyerbuk sendiri yang dapat diperbanyak melalui benih, namun demikian persentase menyerbuk silang nya pun cukup tinggi yaitu mencapai 35% (Syukur dkk., 2017). Oleh karena itu, perakitan varietas cabai dapat dilakukan dengan mengikuti alur perakitan varietas hibrida dan non hibrida (modifikasi). Perakitan varietas non hibrida baru dapat dilakukan dengan teknologi mutasi yang memungkinkan adanya perubahan pada materi genetik (genom, kromosom, gen). Rendahnya keragaman genetik pada karakter umur agronomis dan produktivitas pada koleksi plasma nutfah kedelai, serta rendahnya keragaman genetik yang ditimbulkan melalui persilangan menyebabkan pemuliaan tanaman melalui mutasi menjadi salah satu alternatif untuk perbaikan varietas kedelai terhadap umur dan produktivitas tanaman (Younessi dkk., 2011)

Seleksi pada pemuliaan tanaman akan berjalan efektif apabila nilai heritabilitas maupun kemajuan genetiknya tinggi. Heritabilitas (daya waris) menentukan kemajuan seleksi, semakin besar nilai heritabilitas semakin besar pula kemajuan seleksi begitu juga sebaliknya. Kemajuan genetik dapat menggambarkan sejauh mana keefektifan dari proses seleksi. Karakter seleksi harus memiliki keragaman dan heritabilitas yang tinggi agar diperoleh target kemajuan seleksi. Penelitian Indriatama dkk. (2016) juga melaporkan bahwa pada tanaman gandum yang diberi berbagai perlakuan teknik iradiasi sinar gamma memiliki nilai duga heritabilitas tinggi pada karakter agronomi yaitu jumlah anakan produktif, bobot biji per malai, dan bobot biji pertanaman.

Pada penelitian Kristantini dkk. (2016) menyatakan bahwa padi beras hitam populasi F_2 hasil persilangan padi beras hitam varietas Cempo ireng dengan Situbagendit mempunyai nilai duga heritabilitas yang tinggi untuk semua karakter agronomi yang diamati yaitu tinggi tanaman, panjang daun bendera, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah isi per malai, jumlah gabah hampa per malai, umur tanaman dan warna beras sedangkan untuk nilai duga kemajuan genetik agronomi yang tinggi terdapat pada panjang daun bendera, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah isi/malai, dan jumlah gabah hampa/malai.

Pada penelitian Satriawan dkk. (2017), cabai generasi F_2 hasil persilangan ($CB_{051} \times CB_{053}$) memiliki nilai heritabilitas tinggi terdapat pada karakter umur berbunga, umur panen buah, panjang daun, dan lebar daun. Nilai persentase kemajuan genetik harapan yang tinggi terdapat pada umur panen, lebar tajuk, diameter

batang, panjang daun, lebar daun, panjang buah, tebal daging buah, jumlah buah per tanaman, bobot buah per tanaman dan bobot per buah. Pada penelitian ini didapatkan nomor genotipe harapan yaitu nomor F₂₋₂₅, F₂₋₅₁, F₂₋₅₈, F₂₋₅₉, F₂₋₇₃, F₂₋₇₇, dan F₂₋₈₈.

Pada penelitian ini digunakan benih cabai varietas Laris generasi M₃ hasil iradiasi sinar gamma yang masih bersegregasi. Pada generasi M₃ ini berada pada tahap seleksi *Pedigree* dimana hanya keturunan dengan sifat unggul atau disebut genotipe harapan yang akan terbawa ke generasi selanjutnya. Sesuai dengan hasil penelitian Khoirunnisa (2018) bahwa pada cabai varietas Laris generasi M₂ hasil iradiasi sinar gamma didapatkan nomor genotipe harapan yaitu terdapat pada nomor M₂₋₉₃, M₂₋₉₂, M₂₋₁₁₂, M₂₋₁₀, M₂₋₈₃, M₂₋₃₀, M₂₋₇₈, M₂₋₅₀, dan M₂₋₄₁. Dengan demikian bahwa, adanya teknik iradiasi sinar gamma ini diharapkan akan didapatkan nomor genotipe yang lebih unggul jika dibandingkan dengan genotipe yang tidak diberi perlakuan iradiasi sinar gamma (M₀).

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Nilai duga heritabilitas karakter agronomi cabai merah varietas Laris generasi M₃ hasil iradiasi sinar gamma dosis 400 Gy adalah tinggi.
2. Nilai duga kemajuan genetik karakter agronomi cabai merah varietas Laris generasi M₃ hasil iradiasi sinar gamma dosis 400 Gy adalah tinggi.
3. Terdapat nomor- nomor harapan untuk karakter agronomi pada cabai merah varietas Laris populasi M₃ hasil iradiasi sinar gamma

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cabai

2.1.1. *Sejarah tanaman cabai*

Cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan tanaman perdu dari famili Solanaceae. Cabai diduga mulai dikonsumsi pada awal 7000 sebelum Masehi oleh bangsa Indian. Menurut Smith (1968) bukti-bukti arkeologi berupa potongan, serpihan serta biji-biji cabai liar yang ditemukan pada awal 5000 sebelum Masehi di lantai gua Ocampo, Tamaulipas dan Tehuaca telah teridentifikasi sebagai *C. annuum*. Adanya dugaan bahwa cabai pertama kali ditemukan sebagai tumbuhan liar, bisa dibuktikan bahwa antara 5200 dan 3400 sebelum Masehi, orang-orang Indian baru mulai menanam tumbuhan cabai diantara tanaman budidaya tertua di Amerika. Pada 2500 sebelum Masehi di Amerika Selatan dilaporkan bahwa tumbuhan liar tersebut berasal dari Ancon dan Huaca Prieta di Peru, sehingga ada dugaan bahwa cabai berasal dari Meksiko (Heiser, 1969).

Christophorus Columbus adalah seorang petualang dunia yang menemukan tanaman cabai karena habitatnya di Amerika tropik, banyak masyarakat luar daerah tidak banyak mengenalnya. Christophorus Colombus kemudian menyebarkan dan mempopulerkan cabai dari benua Amerika ke Spanyol pada tahun 1492. Pada tahun 1500-an, bangsa Portugis mulai memperdagangkan cabai

ke Makao dan Goa, kemudian masuk ke India, Cina dan Thailand (Setiadi, 2006). Penyebaran tanaman cabai di dunia sudah diketahui dengan jelas, tetapi penyebaran cabai di Indonesia hingga sekarang belum ada data yang pasti mengenai kapan cabai dibawa masuk ke Indonesia. Menurut dugaan, kemungkinan cabai dibawa oleh saudagar dari Persia ketika singgah di Aceh.

2.1.2 *Morfologi tanaman cabai*

Bentuk luar atau morfologi tanaman cabai yang terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan buah akan diuraikan di bawah ini.

a. Akar

Perakaran cabai merupakan akar tunggang yang terdiri atas akar utama (primer) dan akar lateral (sekunder). Panjang akar primer berkisar 35-50 cm. Akar lateral menyebar sekitar 35-45 cm (Tarigan dan Wiryanta, 2003) dan mengeluarkan serabut-serabut akar (akar tersier). Menurut (Setiadi, 2006) akar tanaman cabai merupakan akar tunggang yang kuat dan bercabang-cabang ke samping membentuk akar serabut yang dapat menembus tanah sampai kedalaman 50 cm dan lebar menyamping sampai 45 cm.

b. Batang

Tanaman cabai merupakan tanaman perdu dengan batang tidak berkayu. Batang cabai biasanya akan tumbuh sampai ketinggian tertentu, kemudian membentuk banyak percabangan. Pada jenis-jenis cabai rawit, panjang batang biasanya tidak melebihi 100 cm, namun untuk jenis cabai besar, panjang batang dapat mencapai 2 meter bahkan lebih. Batang utama berkayu dan berwarna coklat kehijauan.

Pembentukan kayu pada batang utama terjadi pada 30 HST (Hari Setelah Tanam). Setiap ketiak daun akan tumbuh tunas baru yang dimulai pada 10 HST, namun tunas-tunas ini akan dihilangkan sampai batang utama menghasilkan bunga pertama tepat diantara batang primer inilah yang terus dipelihara dan tidak dihilangkan sehingga bentuk percabangan dari batang utama ke batang primer berbentuk huruf “Y”, demikian pula antara cabang primer dan sekunder (Prajnanta, 2001). Tunas yang tumbuh di bawah cabang primer tersebut disebut sebagai wiwilan.

c. Daun

Daun tanaman cabai ditopang oleh tangkai daun. Daun berbentuk oval, lonjong, bahkan ada yang lanset dengan tulang daun yang menyirip. Secara keseluruhan bentuk daun cabai adalah lonjong dengan ujung daun meruncing (Prajnanta, 2007). Warna permukaan daun bagian atas biasanya hijau muda, hijau, hijau tua, bahkan hijau kebiruan. Permukaan daun cabai pada bagian bawah umumnya berwarna hijau muda, hijau pucat atau hijau. Ukuran panjang daun cabai berkisar antara 3 - 11 cm, dengan lebar antara 1 - 5 cm.

d. Bunga

Bunga tanaman cabai juga bervariasi, namun memiliki bentuk yang sama, yaitu berbentuk bintang. Bunga cabai termasuk dalam bunga lengkap karena memiliki kelopak bunga, mahkota bunga, benang sari dan putik. Warna mahkota bunga beragam, ada yang putih, kehijaun, bahkan ungu. Bunga cabai keluar dari ketiak daun. Bunga cabai tumbuh secara tunggal dan ada juga yang tumbuh bergerombol dalam tandan (Suriana, 2012). Bunga jantan dan bunga betina pada tanaman cabai terdapat dalam satu bunga sehingga bunga cabai dikenal sebagai

tanaman berbunga sempurna (dalam satu bunga terdapat satu putik dan enam benang sari). Tangkai putik dan tangkai sari berwarna putih dan kepala putik berwarna kuning kehijauan sedangkan kepala sari berwarna biru keunguan. Pemasakan bunga jantan dan bunga betina dalam waktu yang sama atau hampir sama, sehingga tanaman cabai dapat melakukan penyerbukan sendiri.

e. Buah

Buah tunggal pada setiap ruas, bervariasi dalam ukuran, bentuk, warna dan tingkat kepedasan, bentuk buah seperti garis, menyerupai kerucut, seperti tabung memanjang, seperti lonceng atau berbentuk bulat. Warna buah cabai setelah masak bervariasi yaitu dari merah, jingga, kuning atau keunguan. Posisi buah cabai menggantung dan biji berwarna kuning pucat (Prajnanta, 2007).

Klasifikasi tanaman cabai merah menurut Harwimuka (2010) adalah sebagai berikut:

Regnum : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Sub-divisio : *Angiospermae*
Classis : *Dicotyledoneae*
Sub-classis : *Sympetalae*
Ordo : *Solanales*
Familia : *Solanaceae*
Genus : *Capsicum*
Species : *Capsicum annuum* L.

2.1.3 Syarat tumbuh tanaman cabai

Tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) membutuhkan suhu pada malam hari yang dingin dan suhu pada siang hari yang agak panas untuk membantu proses pembungaan. Suhu yang ideal untuk budidaya cabai adalah 24-28° C dengan temperatur tanah antara 24-30 °C sangat mendukung pertumbuhan tanaman cabai merah. Kelembaban tanah dalam keadaan kapasitas lapang (lembab tetapi tidak becek), temperatur tanah yang terlalu rendah akan menghambat pengambilan unsur hara oleh akar. Oleh karena itu, untuk pertumbuhan dan hasil yang optimum sebaiknya cabai ditanam pada bulan-bulan agak kering, tetapi air tanah masih cukup tersedia. Pada intensitas cahaya yang tinggi dalam waktu yang cukup lama, masa pembungaan cabai terjadi lebih cepat dan proses pematangan buah juga berlangsung lebih singkat (Sumarni dan Muharam, 2005).

Menurut Purseglove dkk. (1981), tanaman cabai (*Capsicum* sp.) dapat tumbuh di daerah tropis hingga ketinggian 2000 m dpl (meter di bawah permukaan laut) atau lebih. Semakin tinggi ketinggian tempat, produksi tidak jauh berbeda tetapi dapat mempengaruhi waktu panen yang lebih panjang (Setiawati dkk., 2007). Cabai biasa tumbuh sebagai tanaman tadah hujan pada daerah dengan curah hujan 600-1250 mm per tahun, sedangkan di daerah yang memiliki curah hujan rendah penanaman perlu dilakukan dengan sistem irigasi. Curah hujan yang terlalu tinggi dapat merugikan tanaman karena menyebabkan rendahnya jumlah buah dan dapat menyebabkan timbulnya penyakit sehingga menyebabkan kebusukan pada buah.

Menurut (Harpenas, 2007), tanaman cabai dapat tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada berbagai jenis tanah, mulai dari tanah berpasir hingga tanah liat.

Pertumbuhan tanaman cabai akan optimum jika ditanam pada tanah dengan pH 6-7. Tanah yang gembur, subur, dan banyak mengandung humus (bahan organik) sangat cocok untuk tanaman cabai Gardner dkk. (1991). Menurut (Tjahjadi, 1991) tanaman cabai dapat tumbuh disegala macam tanah, akan tetapi tanah yang cocok adalah tanah yang mengandung unsur-unsur pokok yaitu unsur N dan K. Di India, tanah yang cocok untuk menanam cabai adalah tanah berat yang berdrainase baik dengan pH optimum untuk pertumbuhan adalah 6-6,5 (Setiawati dkk., 2007).

2.1.4 Manfaat tanaman cabai

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu sayuran yang permintaannya cukup tinggi, baik untuk pasar domestik maupun ekspor ke mancanegara, seperti Malaysia dan Singapura. Selama ini dikenal dua jenis cabai merah, yakni cabai merah besar dan cabai merah keriting. Sebagian besar penduduk Indonesia mengkonsumsi cabai dalam bentuk segar, kering atau olahan. Manfaat cabai antara lain buahnya yang masih muda bisa digunakan sebagai penambah vitamin karena kaya akan vitamin A, C dan E, sedangkan yang sudah masak dapat dipakai sebagai bumbu masak atau bahan pembuatan saus (Sembiring, 2009).

Pemanfaatan cabai sebagai bahan obat-obatan tradisional misalnya sebagai perangsang untuk meringankan penderita kembung perut, sebagai obat luar atau salep pada penderita sakit pinggang, sakit kepala dan rematik. Cabai yang memiliki rasa manis dan tidak pedas di daerah beriklim sedang lebih dimanfaatkan sebagai sayuran mentah atau salad dari pada sebagai bumbu masak,

selain itu beberapa jenis ada yang bernilai sebagai tanaman hias (Djarwaningsih, 1983). Cabai secara ekonomi merupakan jenis yang paling berpotensi karena paling luas dibudidayakan sehingga banyak menghasilkan kultivar-kultivar baru yang mempunyai keunggulan tertentu sesuai dengan keinginan manusia.

2.1.5 Kriteria buah cabai yang diminati masyarakat

Kriteria buah cabai yang diminati masyarakat dapat dibedakan menjadi 2 yaitu berdasarkan karakter kualitatif dan kuantitatif. Karakter kualitatif pada tanaman akan memiliki kecenderungan ciri yang sama walaupun ditanam pada lingkungan yang berbeda karena sedikit dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Menurut Fitriani dkk. (2013) sifat kualitatif dikendalikan oleh sedikit gen sehingga keragaman yang muncul relatif stabil pada berbagai tempat dan waktu tumbuh. Karakter kualitatif ini berkaitan dengan selera konsumen. Setiap konsumen memiliki preferensi terhadap produk pertanian masing-masing baik dilihat dari rasa, warna, aroma dan bentuk (Sujitno dan Dianawati, 2015).

Secara umum konsumen sayuran menganggap faktor warna kulit merupakan faktor terpenting dalam menilai atau membeli cabai dan konsumen lebih menyukai cabai merah yang besar, kulit berwarna merah terang, dan memiliki tingkat kepedasan agak pedas (Adiyoga dan Nurmalinda, 2012). Konsumen rata-rata menyukai warna buah masak yang merah menyala. Warna kulit buah untuk kalangan konsumen rumah tangga lebih menyukai warna merah tua. Menurut Lannes dkk. (2007) konsumen lebih menyukai cabai yang buahnya berwarna merah cerah. Ameriana (2000) cabai untuk konsumsi rumah tangga dan lembaga

lebih memilih cabai bentuk memanjang dan lurus. Menurut Sota (2013)

konsumen suka terhadap cabai yang memiliki buah kecil dan pedas.

Karakter kuantitatif umumnya dikendalikan oleh banyak gen dan merupakan hasil akhir dari suatu proses pertumbuhan dan perkembangan yang berkaitan langsung dengan karakter fisiologi dan morfologis. Diantara kedua karakter ini, karakter morfologis lebih mudah diamati, misalnya produksi tanaman sering dijadikan obyek pemuliaan tanaman. Tanaman yang lebih tinggi dapat memberikan hasil per tanaman yang lebih tinggi, hal ini disebabkan tanaman yang lebih tinggi dapat mempersiapkan organ vegetatifnya lebih baik sehingga fotosintat yang dihasilkan akan lebih banyak menghasilkan buah (Wasonawati, 2011).

Menurut Vivianthi (2012) semakin tinggi tanaman maka tanaman dapat memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan fotosintat yang lebih banyak dan akan bermanfaat bagi pertumbuhan vegetatif maupun generatifnya. Karakter tanaman yang diinginkan oleh petani pada umumnya tanaman yang berbatang pendek, tidak terlalu tinggi dengan batang yang kuat dan pertumbuhan yang sehat diharapkan dapat mengurangi resiko kerebahan yang dapat menurunkan hasil. Tanaman yang tidak, terlalu tinggi juga memudahkan petani dalam melakukan pemeliharaan.

Diameter batang merupakan salah satu organ yang berfungsi mentranslokasikan asimilat ke organ organ pemanfaat (buah), semakin besar diameter batang maka asimilat yang akan didistribusikan ke sink juga akan semakin besar. Menurut Setiawan dkk. (2012) asimilat yang ke organ pemanfaatan dan diperlukan suatu sistem pengangkutan yang baik yaitu diameter batang.

Umur berbunga erat kaitanya dengan umur panen, apabila tanaman memiliki umur berbunga yang lama maka umur panennya juga akan lebih lama sehingga biaya perawatan yang dikeluarkan pun akan semakin banyak. Oleh karena itu petani lebih menyukai tanaman cabai dengan umur berbunga yang cepat.

Menurut Qasim (2013) cabai berumur genjah apabila berbunga kurang dari 77 hst (hari setelah tanam) dan memiliki umur panen kurang dari 115 hst (hari setelah tanam).

2.2 Pemuliaan Tanaman Mutasi

2.2.1 Mutasi tanaman

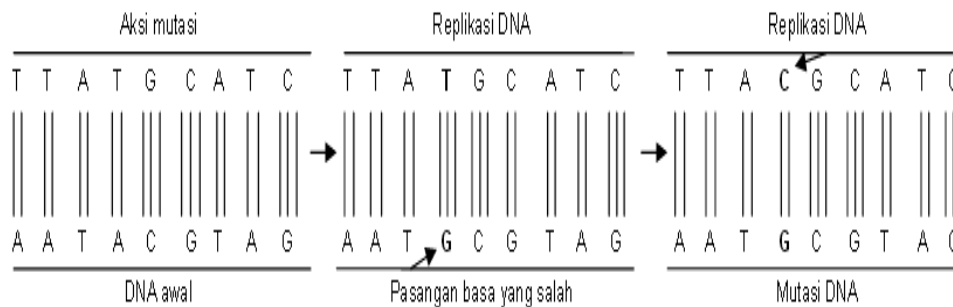
Mutasi adalah perubahan yang terjadi secara tiba-tiba dan acak pada materi genetik (genom, kromosom, gen). Induksi mutasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan keragaman tanaman. Mutagen atau alat mutasi artifisial dibedakan atas dua kelompok, yaitu mutagen fisik dan mutagen kimia.

Mutagen fisik adalah radiasi ion yang meliputi sinar X, sinar gamma, neutron, partikel beta, partikel alfa, dan proton sedangkan mutagen kimia berasal dari senyawa kimia yang memiliki gugus alkil seperti *etil metan sulfonat* (EMS), *dietil sulfat* (DES), *metil metan sulfonat* (MMS), *hidroksil amina*, dan *nitrous acid*.

Mutasi secara kimia dapat diaplikasikan tanpa membutuhkan peralatan yang lengkap, namun keberhasilannya lebih rendah dibandingkan dengan mutasi secara fisik (Acquaah, 2007).

Berdasarkan tipe struktur perubahannya, mutasi diklasifikasikan atas: (1) mutasi genomik yang menyebabkan perubahan jumlah kromosom (poliploid, haploid,

aneuploid); (2) mutasi kromosom, yaitu terjadinya perubahan struktur kromosom (defisiensi, inversi, duplikasi dan translokasi kromosom), (3) mutasi gen, yaitu perubahan pada urutan basa nukleotida karena terjadi delesi atau substitusi, dan (4) mutasi di luar inti sel, yaitu yang terjadi pada *cytoplasmic genome* (Acquaah, 2007). Peristiwa mutasi yang mengakibatkan terjadinya pertukaran rantai basa DNA akan menimbulkan perubahan terhadap sifat fenotipik ataupun genotipik (Chahal dan Gosal, 2006). Tahap-tahap perubahan sifat tersebut dapat dijelaskan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Pertukaran rantai basa DNA akibat induksi mutasi (kiri), pertukaran basa *thymine* (T) memberikan tempat kepada pasangan yang salah dengan basa *guanine* (G) (tengah), dan mutan yang membawa kode genetik baru (kanan).

Pada tingkat tertentu, induksi mutasi dapat menimbulkan ragam genetik yang berguna dalam pemuliaan tanaman, tetapi perubahan genetik itu bukanlah disebabkan perubahan rekombinasi. Pemuliaan mutasi dapat digunakan untuk mendapatkan varietas unggul dengan perbaikan beberapa sifat saja tanpa mengubah sebagian besar sifat baiknya (Soeranto, 2003).

Dosis optimal untuk induksi mutasi dipengaruhi oleh faktor materi tanaman, varietas tanaman, dosis radiasi sinar gamma yang digunakan (Sudrajat dan Zanzibar, 2009). Menurut Asadi (2013), bahan genetik yang akan diiradiasi

umumnya adalah benih (biji) maka kisaran dosis efektif yang diberikan yaitu lebih tinggi dibandingkan jika dilakukan pada bagian tanaman lainnya. Selanjutnya dinyatakan juga bahwa semakin banyak kadar oksigen dan molekul air (H_2O) dalam materi yang diiradiasi, maka akan semakin banyak pula radikal bebas yang terbentuk sehingga tanaman menjadi lebih peka. Radiosensitivitas dapat diukur berdasarkan nilai *lethal dose 50* (LD50), yaitu tingkat dosis yang menyebabkan kematian 50% dari populasi tanaman yang diiradiasi (Asadi, 2013).

Dosis optimum dalam induksi mutasi yang menimbulkan keragaman dan menghasilkan mutan terbanyak biasanya terjadi di sekitar LD50. Selain LD50, radiosensitivitas juga dapat diamati dari adanya hambatan pertumbuhan atau kematian (letalitas), mutasi somatik, patahan kromosom, serta jumlah, dan ukuran kromosom (Herison dkk., 2008). Pada pemuliaan mutasi, tanaman mutan hasil iradiasi, selain dilihat LD50 nya pada generasi M_1 , tanaman mutan juga dapat diidentifikasi pada tingkat DNA dengan menggunakan marka molekuler.

Kelemahan dari pemuliaan mutasi adalah mutasi bersifat random atau acak.

Beberapa hal yang menentukan keberhasilan mutasi yaitu karakter atau sifat yang ingin diperbaiki harus sudah ditetapkan terlebih dahulu, jelas, metode *screening*/seleksi harus tepat kondisi materi yang akan dimutasikan, seperti kandungan air, oksigen, daya kecambah (benih) harus diketahui sebelum menginduksi mutasi, serta dosis dan waktu aplikasi mutagen yang tepat (Acquaah, 2007). Keragaman genetik sebagai akibat dari mutasi dapat diidentifikasi secara morfologi, agronomi, dan molekuler (Mudibu dkk., 2012).

2.2.2 *Iradiasi sinar gamma*

Radiasi adalah pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel, atau gelombang elektromagnetik (foton) dari suatu sumber energi. Radiasi energi tinggi adalah bentuk-bentuk energi yang melepaskan tenaga dalam jumlah yang besar dan kadang-kadang disebut juga radiasi ionisasi karena ion-ion dihasilkan dalam bahan yang dapat ditembus oleh energi tersebut (BATAN, 2008). Zat yang dapat memancarkan iradiasi disebut zat radioaktif, yang mempunyai inti atom tidak stabil, sehingga mengalami transformasi spontan menjadi zat dengan inti atom yang lebih stabil dengan mengeluarkan partikel atau sifat sinar tertentu. Iradiasi yang terjadi akibat peluruhan inti atom dapat berupa partikel alfa, beta dan sinar gamma. Radiasi ion tersebut mengakibatkan mutasi, dengan cara merombak/memecah rantai kimia pada molekul DNA, delesi ikatan nukleotida, atau terjadinya substitusi ikatan nukleotida.

Menurut Indrayanti dkk. (2011), sinar gamma merupakan radiasi elektromagnetik yang diproduksi oleh radio isotop dan reaktor nuklir, contohnya Co 60 dan Ce 137. Pada umumnya sinar gamma yang digunakan untuk radiasi adalah hasil peluruhan inti atom Cobalt-60. Cobalt-60 adalah sejenis metal yang mempunyai karakteristik hampir sama dengan besi/nikel. Selanjutnya dinyatakan pula pada dasarnya radiasi dapat merusak makhluk hidup, namun jika dosis radiasi yang diberikan pada benih tepat maka induksi mutasi pada generasi berikutnya akan terjadi. Jika radiasi yang diberikan terlalu rendah maka benih yang diradiasi tidak berubah, dan sebaliknya jika radiasinya terlalu tinggi maka benih-benih tersebut akan mati. Radiasi yang optimal akan menaikkan frekuensi mutasi sebesar

100.000 kali (Indrayanti dkk., 2011). Broerjes dan Van Harten (1988) menyatakan bahwa sinar gamma lebih sering digunakan karena mempunyai daya tembus yang lebih tinggi sehingga peluang terjadinya mutasi akan lebih besar. Sinar gamma memiliki panjang gelombang yang paling kecil dan energi terbesar dibandingkan spektrum gelombang elektromagnetik yang lain (sekitar 10.000 kali lebih besar dibandingkan dengan energi gelombang pada spektrum sinar tampak).

Sinar gamma memiliki daya ionisasi yang paling rendah namun jangkauan tembus yang paling besar dibandingkan sinar beta dan alfa. Radiasi sinar gamma dapat menghasilkan perubahan pada karakter morfologi atau penampilan fenotipik tanaman seperti warna, jumlah petal bunga, serta dapat menghasilkan mutan yang memiliki ketahanan terhadap hama, penyakit dan cekaman lingkungan, seperti kekeringan dan kondisi tanah masam (Karniasari, 2005).

2.3 Heritabilitas dan Kemajuan Genetik

Untuk merakit varietas unggul perlu diketahui parameter genetik seperti keragaman genetik, heritabilitas, dan estimasi kemajuan genetik yang akan dicapai. Rachmadi dkk. (2002) menyatakan bahwa parameter genetik yang digunakan dalam proses pemuliaan tanaman antara lain yaitu nilai duga heritabilitas, keragaman genetik, dan kemajuan genetik, sebagai indikator nilai genetik populasi seleksi. Menurut Sa'diyah dkk. (2010) dalam proses seleksi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu keragaman, heritabilitas, dan korelasi antarkarakter. Semakin besar keragaman yang tersedia dalam suatu populasi, maka keefektifan seleksi untuk memilih suatu karakter sesuai dengan yang diinginkan akan semakin besar pula.

Nilai duga heritabilitas menentukan keberhasilan seleksi karena nilai tersebut dapat memberikan petunjuk bahwa suatu sifat lebih dipengaruhi oleh faktor genetik atau faktor lingkungan. Heritabilitas berdasarkan variasi komponennya dibedakan menjadi heritabilitas dalam arti luas (*broad sense heritability*) dan heritabilitas dalam arti sempit (*narrow sense heritability*). Heritabilitas dalam arti luas merupakan perbandingan antara varians genetik total dan varians fenotipe, sedangkan heritabilitas dalam arti sempit merupakan perbandingan antara varians aditif dan varians fenotipe (Mangoendidjojo, 2003).

Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar keragaman fenotipe disebabkan oleh keragaman genetik, sehingga seleksi akan memperoleh kemajuan genetik (Suprpto dan Narimah, 2007). Besarnya nilai duga heritabilitas dapat disebabkan oleh sumbangan faktor genetik terhadap keragaman total (Asadi dkk., 2003). Kemajuan genetik atau sering disebut dengan respons seleksi menggambarkan perubahan rata-rata populasi sebagai akibat adanya seleksi, yaitu merepresentasikan perbedaan nilai rata-rata fenotipik antara keturunan tetua terseleksi dan seluruh tetua terseleksi dan seluruh tetua sebelum seleksi (Ishak, 2012).

Menurut Barmawi dkk. (2013), keragaman genetik dan heritabilitas bermanfaat untuk menduga kemajuan genetik dari seleksi. Informasi tentang keragaman genetik dan heritabilitas tersebut bermanfaat untuk menentukan kemajuan genetik melalui seleksi (Fehr, 1987). Keragaman genetik yang luas dan nilai heritabilitas yang tinggi merupakan salah satu syarat agar seleksi efektif (Hakim, 2010). Keragaman genetik terluas akan dicapai pada generasi F_2 baik pada tanaman

menyerbuk sendiri maupun tanaman menyerbuk silang karena adanya segregasi. Tetua tanaman cabai yang masih heterozigot akan menghasilkan turunan F_1 yang beragam (bersegregasi), sedangkan tetua yang telah homozigot menghasilkan turunan F_1 yang seragam dan segregasi akan muncul pada generasi F_2 .

Tinggi tanaman yang masih bersegregasi dan belum homogen yang dicirikan oleh masih tingginya standar deviasi masing-masing galur mutan. Standar deviasi mencirikan keragaman pengukuran suatu data, dimana semakin mendekati nol nilai standar deviasi maka data semakin seragam (Eberhart and Russel, 1966).

Pada hasil penelitian (Arwin, 2015) menunjukkan bahwa tanaman kedelai (*Glycine max*) generasi M_3 memiliki deviasi tertinggi pada galur mutan AGR 75-4 dengan nilai 5,32. Hal tersebut menunjukkan bahwa tinggi tanaman tidak sama dan sangat beragam, yang mencirikan terjadi keragaman akibat pengaruh radiasi sinar gamma.

Adanya keragaman maka dapat dilakukan seleksi dan pemilihan galur-galur mutan yang diinginkan, sesuai dengan tujuan pemuliaan (Arwin, 2012). Hal ini biasa terjadi dalam pemuliaan tanaman dengan teknik mutasi, dimana pada generasi M_3 tanaman belum homogen dan perlu pemurnian pada generasi lebih lanjut. Dengan demikian, seleksi terus dilakukan pada generasi selanjutnya (Arwin, 2012). Menurut Zen (2004), seleksi terhadap sifat yang mempunyai nilai heritabilitas tinggi dapat dilakukan pada generasi awal, sedangkan bila nilai heritabilitasnya rendah seleksi dapat dilaksanakan pada generasi akhir.

Berdasarkan hasil penelitian Purba dkk. (2013), tentang pengaruh induksi mutasi iradiasi sinar gamma pada beberapa varietas kedelai hitam menyatakan bahwa

nilai duga heritabilitas setiap parameter yang diamati yaitu berkisar 0,10–0,96.

Penelitian Alfariatna dkk. (2018) menunjukkan bahwa nilai heritabilitas tertinggi pada bawang merah hasil induksi sinar gamma generasi M_1 terdapat pada karakter klorofil a sebesar 52,22%, klorofil b sebesar 53,21%, klorofil total (a+b) 58,33% dan ANR sebesar 80,51%.

Hasil penelitian Astari dkk. (2016) juga melaporkan nilai dugaan heritabilitas tertinggi pada beberapa karakter agronomi kedelai generasi F_3 hasil persilangan Anjasmoro dengan genotipe tahan salin yaitu pada tinggi tanaman, jumlah ruas, umur panen, jumlah polong, jumlah biji, bobot biji (g) dan bobot 100 biji, dengan kemajuan genetik antara 4,81% - 81,04%. Penelitian Rohmatin dkk.(2018)) juga menunjukkan bahwa nilai heritabilitas dan kemajuan genetik harapan cabai besar populasi F_5 pada karakter kuantitatif yang diamati memiliki nilai tinggi kecuali pada karakter diameter buah dan tinggi tanaman. Pada karakter kualitatif dari keseluruhan karakter memiliki persentase 100% sehingga dapat dikatakan bahwa karakter tersebut seragam. Aryana (2010) melaporkan bahwa pada galur padi beras merah hasil silang balik di lingkungan gogo memiliki nilai heritabilitas tinggi pada semua karakter yang diamati kecuali pada karakter bobot gabah per rumpun. Nilai kemajuan genetik yang tinggi yaitu terdapat pada bobot gabah per rumpun, panjang malai, jumlah gabah per malai, dan jumlah anakan per rumpun. Penelitian (Susiana, 2011) menunjukan bahwa heritabilitas dan kemajuan genetik karakter agronomi cabai merah hasil persilangan Jatilaba x ICPN, KR-B x ICPN, dan Tit Super x ICPN generasi F_4 adalah tinggi. Heritabilitas tertinggi yaitu

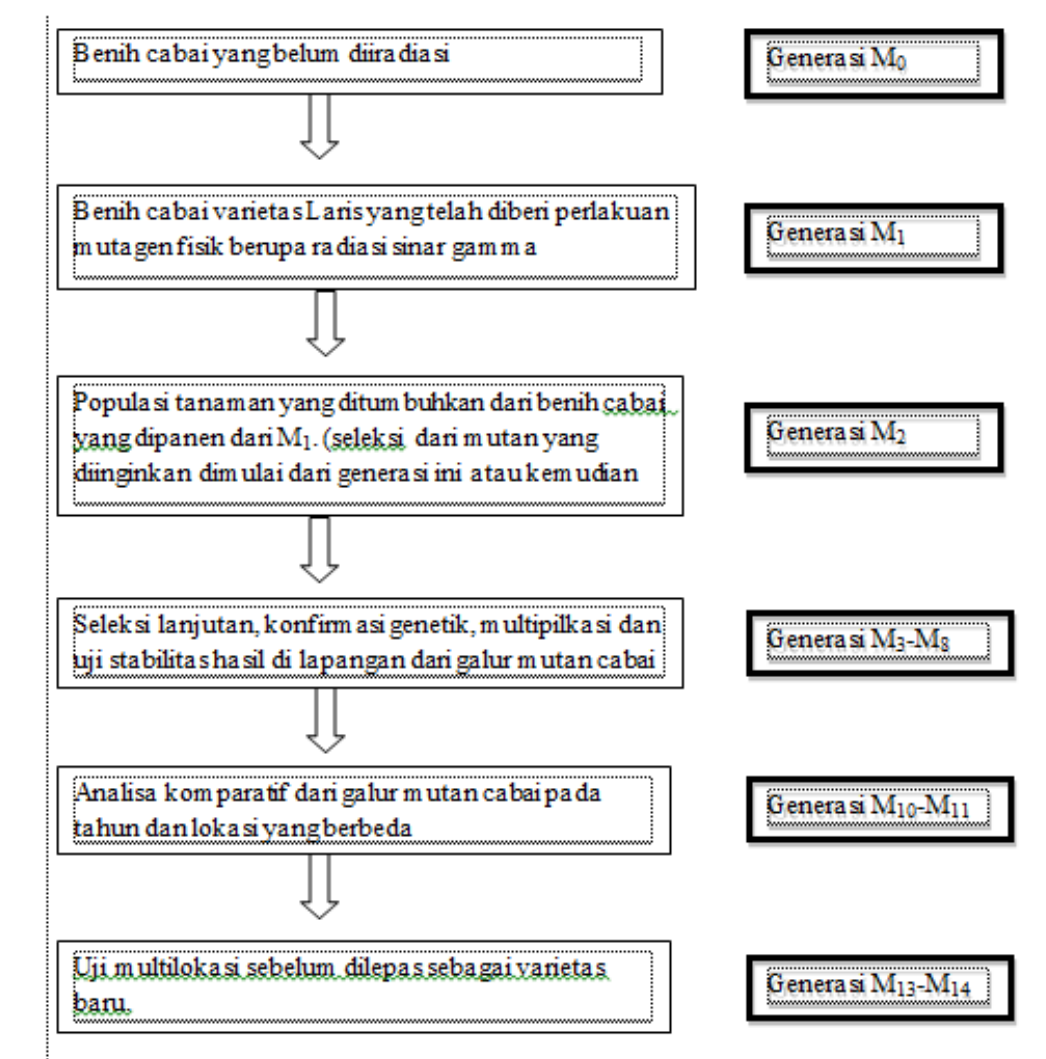
terdapat pada semua karakter yang diamati kecuali karakter umur berbunga, umur panen, bobot buah layak pasar dan tebal kulit buah. Nilai duga heritabilitas dan kemajuan genetik tertinggi ditunjukkan oleh karakter bobot rata-rata buah.

2.4 Perakitan Varietas Unggul Cabai

Pemuliaan tanaman merupakan paduan antara seni dan ilmu dalam memperbaiki pola genetik dari populasi tanaman. Secara garis besar tahapan dalam pemuliaan tanaman pembentukan keragaman genetik sebagai populasi dasar, seleksi, dan pengujian (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, 2014). Sejak tahun 1994 s.d. 2012 telah perakitan varietas unggul cabai telah banyak dilakukan. Pengembangan dan perakitan varietas unggul cabai terus diupayakan untuk menghasilkan tanaman cabai yang memiliki produktivitas tinggi, tahan serangan hama dan penyakit, serta mampu tumbuh sesuai dengan lingkungan tumbuhnya. Perakitan varietas cabai dapat mengikuti alur perakitan varietas hibrida untuk menghasilkan varietas hibrida dan alur perakitan varietas galur murni (dimodifikasi) untuk menghasilkan varietas non hibrida (Syukur dkk., 2015). Menurut Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (2014), peningkatan keragaman genetik dapat dilakukan melalui introduksi, hibridisasi, seleksi, bioteknologi dan mutasi.

Mutasi merupakan salah satu teknik untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman dalam rangka mendapatkan sifat baru sebagai sarana untuk perbaikan genetik tanaman. Mutasi adalah perubahan materi genetik pada makhluk hidup yang terjadi secara tiba-tiba, acak serta diwariskan. Perakitan varietas baru

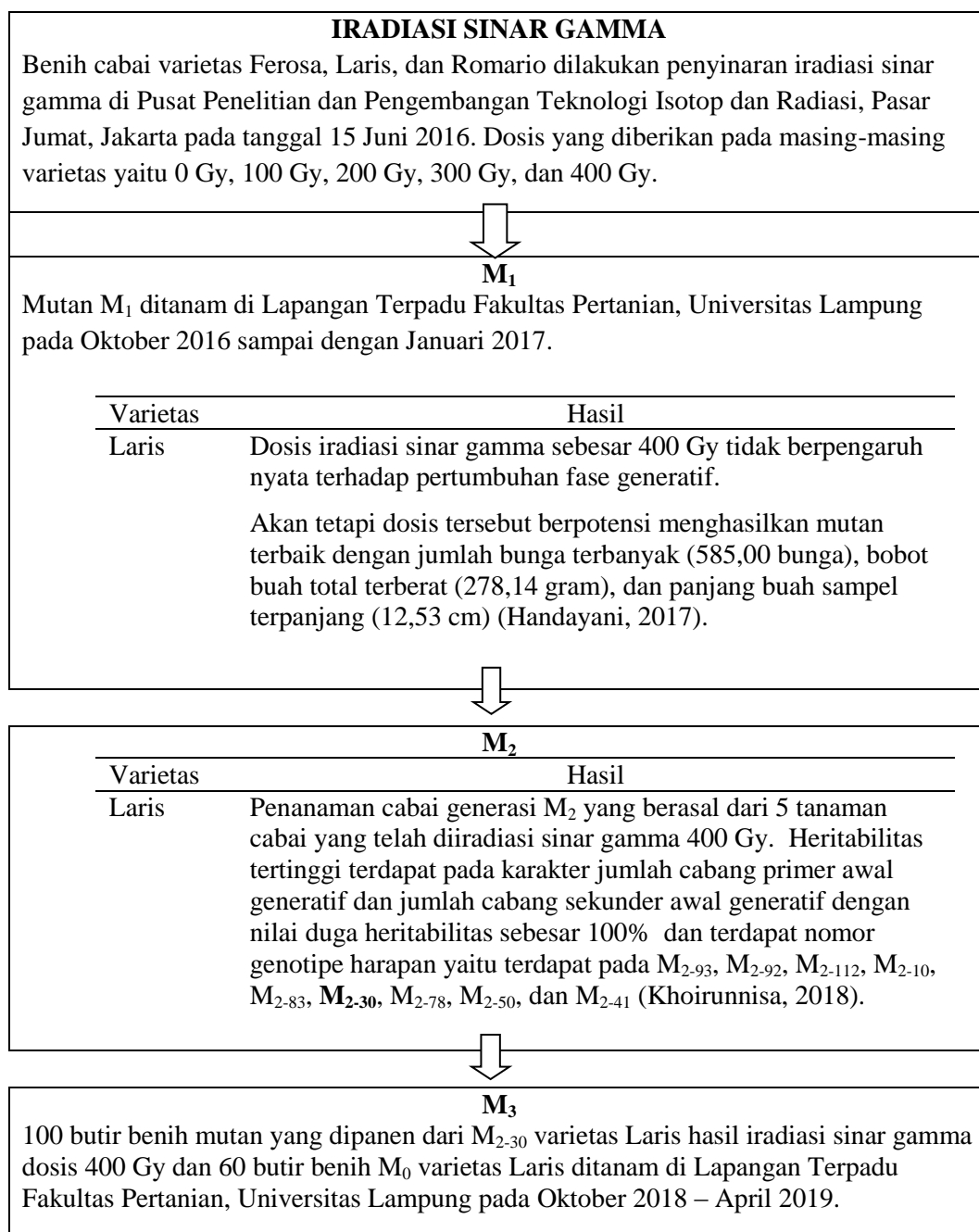
melalui mutasi telah berkembang luas, negara paling banyak menghasilkan varietas baru hasil mutasi adalah negara-negara di kawasan benua Asia (Jepang), Amerika, Eropa (Rusia, Belanda) Pada tanaman hortikultura pengembangan varietas baru hasil mutasi menduduki jumlah terbanyak, karakter baru yang diperoleh seperti mutu hasil, rasa, warna dan ukuran serta toleransi terhadap cekaman biotik maupun abiotik (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, 2014). Skema tahap-tahap perakitan varietas cabai melalui mutasi dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema perakitan varietas cabai melalui mutasi (Balitbangtan, 2014).

2.5 Silsilah Tanaman Cabai Varietas Laris Generasi M₃

Silsilah tanaman cabai varietas Laris generasi M₃ hasil iradiasi sinar gamma disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema silsilah generasi M₃ varietas Laris hasil iradiasi sinar gamma.

Prosedur seleksi pada pemuliaan mutasi cabai ini yaitu menggunakan metode *pedigree* yang dimulai pada generasi M₂. Pada generasi M₃ ini juga dilakukan seleksi *pedigree* dengan hanya memilih genotipe unggul saja yang akan dilanjutkan pada generasi berikutnya. Skema dan metode seleksi pada pemuliaan mutasi cabai varietas Laris M₃ dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skema dan metode seleksi pada pemuliaan mutasi tanaman cabai varietas Laris generasi M₃

Tahun	Generasi	Kegiatan
2016		Iradiasi benih cabai dengan dosis anjuran 0 Gy, 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, dan 400 Gy.
2016-2017	M ₁	Penanaman benih M ₁ dengan berbagai dosis iradiasi (0 Gy, 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, dan 400 Gy). Setiap dosis terdapat 5tanaman dengan tiga ulangan dan didapatkan dosis 400 Gy yang terbaik
2017-2018	M ₂	Penanaman 144 benih M ₂ dosis 400 Gy dan sebanyak 96 tanaman yang dapat dianalisa. Dari 96 tanaman tersebut dihasilkan genotipe yang unggul yaitu M ₂₋₉₃ , M ₂₋₉₂ , M ₂₋₁₁₂ , M ₂₋₁₀ , M ₂₋₈₃ , M ₂₋₃₀ , M ₂₋₇₈ , M ₂₋₅₀ , dan M ₂₋₄₁ untuk diteruskan pada generasi selanjutnya
2018-2019	M₃	Penanaman 100 benih M₃ yang berasal dari M₂₋₃₀ di setiap baris dan dipilih genotipe yang unggul untuk diteruskan pada generasi selanjutnya. Data yang dapat dianalisa pada M₃ ini yaitu sebanyak 63 tanaman. Didapatkan genotipe harapan nomor M₃₋₃₀₋₇₄ dan M₃₋₃₀₋₅₃.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapangan Terpadu Universitas Lampung, Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada bulan Oktober 2018 - April 2019, kemudian dilakukan pengamatan lebih lanjut di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Iradiasi sinar gamma telah dilakukan pada 15 Juni 2016 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, Pasar Jumat, Jakarta.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu 100 butir benih cabai varietas Laris M₂ dengan nomor genotipe 30 yang telah diberi perlakuan iradiasi sinar gamma dosis 400 Gy, 60 butir benih cabai varietas Laris (M₀), plastik, *top soil*, pupuk Urea, KCl, TSP, pupuk organik/kompos, pupuk daun, ZPT (Zat Pengatur Tumbuh), fungisida, insektisida, nematisida, biopestisida, dan air. Alat yang digunakan yaitu cangkul, sabit, ajir, meteran, kored, paranet, selang air, *hand sprayer*, mulsa plastik, bekas kaleng susu, jangka sorong, tali rapia, patok bambu, keranjang, *yellow trap*, *Munsell Plant Colour Chart*, *roll meter*, timbangan, dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Pada penelitian ini rancangan perlakuan yang digunakan yaitu rancangan perlakuan tunggal tidak terstruktur. Rancangan percobaan yang digunakan adalah perlakuan tunggal yaitu generasi M_3 (telah diberi perlakuan iradiasi sinar gamma 400 Gy) yang terdiri dari 100 butir benih yang ditanam pada 4 bedengan dan generasi M_0 sebanyak 60 yang ditanam pada 3 bedengan. Pada penelitian ini tanaman yang diamati yaitu seluruh tanaman yang diuji.

3.4 Analisis Data

Untuk menjawab pertanyaan pada rumusan masalah dan menguji hipotesis, maka dilaksanakan penelitian mengenai heritabilitas dan kemajuan genetik karakter agronomi pada tanaman cabai generasi ketiga varietas Laris yang telah diberi perlakuan iradiasi sinar gamma dengan dosis 400 Gy. Menurut Suharsono dkk. (2006), ragam fenotipe (σ_f^2) dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_f^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}{N}$$

Keterangan:

X_i = Nilai pengamatan tanaman ke-i
 μ = Nilai tengah populasi
 N = Jumlah tanaman yang diamati

Tanaman cabai (M_0) dan tanaman yang diuji (M_3) ditanam pada kondisi lingkungan yang sama sehingga dapat dikatakan bahwa ragam lingkungan tanaman cabai (M_0) sama dengan ragam lingkungan tanaman yang diuji (M_3).

Ragam lingkungan (σ_e^2) diduga dengan rumus: $\sigma_{e\ m3}^2 = \sigma_{e\ m0}^2$

Rumus ragam genotipe (σ_g^2) sebagai berikut:

$$\sigma_g^2 = \sigma_f^2 - \sigma_e^2$$

Keterangan:

σ_f^2 = Ragam fenotipe
 σ_e^2 = Ragam lingkungan

Heritabilitas dalam arti luas merupakan proporsi dari ragam genetik terhadap ragam fenotipe sehingga dapat dihitung dengan rumus:

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2}$$

Keterangan:

σ_g^2 = Ragam genotipe
 σ_f^2 = Ragam fenotipe

Menurut Syukur dkk. (2011), kriteria nilai heritabilitas diklasifikasikan menjadi tiga yaitu:

Tinggi = $H > 0.5$
 Sedang = $0,2 \leq H \leq 0,5$
 Rendah = $H < 0,2$

Nilai kemajuan genetik dihitung dengan rumus:

Keterangan:

KGH = kemajuan genetik harapan
 i = intensitas seleksi ($3,6\% = 2,2$)
 H = heritabilitas arti luas
 σ_p = simpangan baku fenotipe
 μ = nilai rata-rata

$$KGH = i \times H \times \sigma_p$$

atau

$$KG = \frac{KGH}{\mu} \times 100\%$$

Kriteria nilai kemajuan genetik harapan menurut Begum dan Sobhan (1991), yaitu sebagai berikut:

Tinggi	= $KG > 14\%$
Sedang	= $7\% \leq KG \leq 14\%$
Rendah	= $KG < 7\%$

Potensi panen (ton/ha) pada tanaman cabai dapat dihitung dengan rumus yaitu:

$$\frac{\text{Potensi panen g/ha}}{10.000 m^2}$$

$$\text{Potensi panen (g/ha)} = \frac{\text{Potensi panen g/tanaman}}{\text{jumlah tanaman/ha}}$$

$$\text{Potensi panen (g/tanaman)} = \text{Potensi panen} \frac{1}{2} \text{ periode panen} \times 2$$

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Benih yang digunakan merupakan benih hasil iradiasi sinar gamma menggunakan *Gammacell* Tipe A20 (Gambar 4) pada generasi M_0 nya. Percobaan ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu penyemaian benih, penyiapan lahan, pindah tanam bibit, perawatan, panen, dan pengamatan.



Gambar 3. *Gammacell* Tipe A20.

3.5.1 *Penyemaian benih cabai*

Benih cabai yang telah diberi perlakuan sinar gamma (M_{2-30}) hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy dan yang tidak diberi perlakuan (M_0) direndam menggunakan air hangat kuku selama 30 menit . Perendaman benih cabai tersebut bertujuan untuk menghindari adanya virus yang terbawa oleh benih. Benih yang tenggelam (bernas) dipilih untuk ditanam pada media penyemaian yang telah disiapkan sebelumnya. Setiap kantong plastik yang telah diisi media semai berupa campuran tanah dan kompos (1: 1) ditanami 1 butir benih cabai. Jumlah benih yang disemai pada penelitian ini yaitu sebanyak 200 benih cabai yang tidak diberi perlakuan (M_0) dan 700 benih yang diberi perlakuan sinar gamma (M_3). Perawatan pada saat penyemaian yaitu penyiraman, penyemprotan ZPT, pupuk daun dan fungisida. Benih yang telah disemai tersebut dilakukan penyiraman setiap hari menggunakan *handsprayer*.

Penyemprotan ZPT dilakukan pada saat bibit berumur 2 minggu setelah semai dengan konsentrasi 3-5 ml/l dan penyemprotan pupuk daun diberikan pada saat tanaman masih 3-4 minggu dengan konsentrasi 3 g/liter untuk mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman. Pemberian fungisida (Mankozebe 80%) dan insektisida dilakukan secara kondisional yaitu melihat ada atau tidaknya cendawan yang mengganggu penyemaian. Penyemprotan fungisida diberikan dengan konsentrasi 2 g/liter sedangkan insektisida sebesar 1 ml/liter.

3.5.2 Persiapan lahan

Lahan yang digunakan pada penelitian ini berukuran 5,5 m x 11 m. Pengolahan lahan dilakukan dua kali yaitu pembukaan lahan dan pembuatan guludan. Pembukaan lahan dilakukan dengan cara pembabatan gulma menggunakan cangkul, sabit dan kored. Selanjutnya dilakukan penggemburan tanah dengan cara mencangkul tanah sedalam 20-25 cm sampai tanah menjadi gembur. Penggemburan dilakukan 2 minggu sebelum tanam sambil menunggu hujan turun agar lahan menjadi lembab. Olah tanah kedua yaitu pembuatan guludan berukuran 1 m x 10 m dengan jarak antar guludan 40 cm. Setelah guludan dibentuk, kemudian diberikan pupuk kompos dengan dosis 20 kg/guludan (20 ton/ha). Selanjutnya guludan dilapisi mulsa plastik dan diikat menggunakan patok bambu. Pada guludan tersebut dibuat lubang tanam dengan menggunakan kaleng susu yang telah dipanasi. Tata letak penanaman dapat dilihat pada Gambar 5.

M ₀ 1	X ₁	X ₄₀	X ₄₁	M ₀ 1	X ₆₁	X ₁₀₀	M ₀ 1
M ₀ 2	X ₂	X ₃₉	X ₄₂	M ₀ 2	X ₆₂	X ₉₉	M ₀ 2
M ₀ 3	X ₃	X ₃₈	X ₄₃	M ₀ 3	X ₆₃	X ₉₈	M ₀ 3
M ₀ 4	X ₄	X ₃₇	X ₄₄	M ₀ 4	X ₆₄	X ₉₇	M ₀ 4
M ₀ 5	X ₅	X ₃₆	X ₄₅	M ₀ 5	X ₆₅	X ₉₆	M ₀ 5
M ₀ 6	X ₆	X ₃₅	X ₄₆	M ₀ 6	X ₆₆	X ₉₅	M ₀ 6
M ₀ 7	X ₇	X ₃₄	X ₄₇	M ₀ 7	X ₆₇	X ₉₄	M ₀ 7
M ₀ 8	X ₈	X ₃₃	X ₄₈	M ₀ 8	X ₆₈	X ₉₃	M ₀ 8
M ₀ 9	X ₉	X ₃₂	X ₄₉	M ₀ 9	X ₆₉	X ₉₂	M ₀ 9
M ₀ 10	X ₁₀	X ₃₁	X ₅₀	M ₀ 10	X ₇₀	X ₉₁	M ₀ 10
M ₀ 11	X ₁₁	X ₃₀	X ₅₁	M ₀ 11	X ₇₁	X ₉₀	M ₀ 11
M ₀ 12	X ₁₂	X ₂₉	X ₅₂	M ₀ 12	X ₇₂	X ₈₉	M ₀ 12
M ₀ 13	X ₁₃	X ₂₈	X ₅₃	M ₀ 13	X ₇₃	X ₈₈	M ₀ 13
M ₀ 14	X ₁₄	X ₂₇	X ₅₄	M ₀ 14	X ₇₄	X ₈₇	M ₀ 14
M ₀ 15	X ₁₅	X ₂₆	X ₅₅	M ₀ 15	X ₇₅	X ₈₆	M ₀ 15
M ₀ 16	X ₁₆	X ₂₅	X ₅₆	M ₀ 16	X ₇₆	X ₈₅	M ₀ 16
M ₀ 17	X ₁₇	X ₂₄	X ₅₇	M ₀ 17	X ₇₇	X ₈₄	M ₀ 17
M ₀ 18	X ₁₈	X ₂₃	X ₅₈	M ₀ 18	X ₇₈	X ₈₃	M ₀ 18
M ₀ 19	X ₁₉	X ₂₂	X ₅₉	M ₀ 19	X ₇₉	X ₈₂	M ₀ 19
M ₀ 20	X ₂₀	X ₂₁	X ₆₀	M ₀ 20	X ₈₀	X ₈₁	M ₀ 20

Gambar 5. Tata letak penanaman.

Keterangan:

X = Cabai varietas Laris M₃₋₃₀ yang diberi perlakuan sinar gamma 400 Gy
M₀ = Cabai varietas Laris yang tidak diberi perlakuan sinar gamma 400 Gy

3.5.3 Pindah tanam

Pindah tanaman dilakukan pada saat bibit cabai berumur \pm 6 minggu setelah semai dan telah memiliki 4-6 helai daun. Bibit cabai dipindah dengan cara memotong bagian bawah plastik kemudian bibit dikeluarkan secara hati-hati dan ditanam pada lubang tanam yang telah disiapkan dengan kedalaman 10 cm dan ditanam sesuai tata letak yang ditentukan. Jarak tanam yang digunakan yaitu 50 cm x 70 cm. Setelah itu, dilakukan pelabelan dengan notasi penulisan M₃-nomor urut.

3.5.4 *Pemeliharaan*

Kegiatan pemeliharaan meliputi penyiraman, pengajiran, penyiangan gulma, pemotongan wiwilan, pemupukan, dan pengendalian OPT. Penyiraman dilakukan setiap hari yaitu pagi dan sore hari menggunakan selang air. Pengajiran dilakukan untuk membantu menopang batang tanaman cabai. Penyiangan gulma pada lubang tanam dilakukan secara mekanik yaitu dengan cara mencabut gulma, hal ini dilakukan karena jumlah gulma yang tumbuh sedikit dikarenakan tanah ditutup dengan mulsa, sehingga mengurangi ruang tumbuh gulma. Pengendalian gulma yang tumbuh di antara guludan menggunakan kored dan cangkul.

Wiwilan merupakan tunas yang tumbuh di bawah cabang “Y” atau cabang utama.

Pemangkasan wiwilan dilakukan agar pertumbuhan tanaman dapat optimal.

Pemangkasan wiwilan ini dilakukan menggunakan gunting. Pemupukan menggunakan Urea, KCl, TSP, pupuk kompos. Pupuk Urea diberikan pada 3, 6 dan 9 minggu setelah pindah tanam. Pupuk Urea diberikan secara bertahap dengan dosis 4,6 g/tanaman (180 kg/ha). Pupuk KCl diberikan pada minggu ke-3 dan 6 dengan dosis 3,5 g/tanaman (120 kg/ha). Pemupukan TSP (217 kg/ha) hanya dilakukan 1 kali yaitu pada minggu ke-3 karena sifat fosfor yang lambat terurai dengan dosis sebesar 7,5 gr/tanaman. Pemupukan dilakukan dengan cara ditugal dengan jarak 10 cm dari tanaman.

Pengendalian OPT secara kimiawi yaitu menggunakan pestisida kimiawi (fungisida, insektisida, nematisida), dan pestisida nabati menggunakan biopestisida. Selain itu juga pengendalian secara fisik menggunakan jebakan kuning atau *yellow trap*. Konsentrasi fungisida yang digunakan yaitu 2 g/liter,

nematisida dan biopestisida sebesar 3 ml/liter sedangkan untuk insektisida sebesar 1 ml/liter. Pengaplikasian dilakukan secara kondisional dengan melihat ada atau tidaknya serangan hama dan penyakit.

3.5.5 Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada buah yang sudah matang yang dicirikan dengan warna buah cabai yang berwarna merah. Pemanenan dilakukan dengan cara memetik buah dengan menyertakan tangkai buah. Pemanenan dilakukan sebanyak dua kali dalam seminggu pada saat cabai telah menunjukkan ciri siap panen. Pemanenan dilakukan sebanyak 10x per tanaman atau selama 40 hari masa panen.

3.6 Variabel Pengamatan

Pada penelitian ini tanaman yang diamati adalah semua tanaman M_3 yang telah diiradiasi sinar gamma 400 Gy dan tanaman M_0 . Variabel pengamatan dibagi menjadi dua yaitu pengamatan per tanaman dan pengamatan per sampel. Adapun variabel yang diamati sebagai berikut:

3.6.1 Pengamatan per tanaman

a. Pengamatan pada fase pembibitan meliputi:

1. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman yang diukur yaitu tinggi tanaman pada saat pindah tanam, pengukuran tinggi tanaman dimulai dari permukaan tanah sampai titik tumbuh.

2. Jumlah daun

Jumlah daun dihitung berdasarkan jumlah daun yang sudah muncul dan membuka penuh pada saat pindah tanam.

b. Pengamatan pada fase vegetatif meliputi:

1. Tinggi dikotomus

Tinggi dikotomus diukur dari permukaan tanah sampai percabangan primer yang dilakukan pada awal masa generatif.

2. Tinggi tanaman akhir generatif

Tinggi tanaman yang diukur yaitu tinggi tanaman pada akhir masa generatif (panen ke-10), pengukuran tinggi tanaman dimulai dari permukaan tanah sampai titik tumbuh pada posisi cabang yang tertinggi.

3. Tingkat percabangan

Tingkat percabangan dihitung berdasarkan jumlah atau total cabang yang terdapat pada salah satu cabang primer yang terpanjang, yang dilakukan pada saat akhir masa generatif (panen ke-10).

4. Panjang cabang

Panjang cabang yang diukur : terdiri dari cabang primer, sekunder, tersier serta cabang kuarter. Panjang cabang primer diukur berdasarkan panjang cabang yang terdapat pada batang utama, mulai dari pertemuan cabang dengan batang utama

hingga muncul cabang sekunder. Panjang sekunder, tersier dan kuarter diukur berdasarkan panjang cabang yang muncul setelah cabang primer, begitu juga dengan cabang tersier dan cabang kuarter. Dilakukan pada saat akhir masa generatif (panen ke-10).

5. Jumlah cabang

Jumlah cabang yang dihitung terdiri dari cabang primer, sekunder, tersier serta cabang tambahan per tanaman pada akhir masa generatif (panen ke-10).

c. Pengamatan pada fase generatif meliputi:

1. Umur berbunga

Umur berbunga mulai dihitung berdasarkan jumlah hari sejak bibit pindah tanam hingga pada saat awal masa generatif atau pada saat tanaman pertama kali berbunga.

2. Umur panen

Umur panen dihitung sejak pindah tanam bibit ke lapang sampai pada saat tanaman pertama kali mulai menghasilkan buah yang siap dipanen.

3. Jumlah bunga

Jumlah bunga dihitung berdasarkan banyaknya bunga yang muncul pada setiap pertemuan cabang dari awal masa generatif sampai akhir masa generatif (panen ke-10).

4. Jumlah bunga rontok

Jumlah bunga rontok dihitung berdasarkan jumlah bunga beserta tangkainya yang gugur (rontok) dari awal masa generatif sampai akhir masa generatif (panen ke-10).

5. Jumlah buah segar per tanaman

Jumlah buah dihitung berdasarkan jumlah buah segar yang dihasilkan pada satu tanaman, dilakukan penjumlahan mulai dari awal panen hingga panen ke-10.

Jumlah buah per tanaman dibedakan menjadi, jumlah buah segar layak jual pertanaman, jumlah buah segar tidak layak jual per tanaman dan jumlah buah total per tanaman. Ciri buah yang layak jual yaitu memiliki warna buah merah terang dan bebas dari hama penyakit sedangkan buah yang tidak layak jual yaitu berwarna merah atau hijau yang terdapat serangan hama penyakit.

6. Bobot buah segar per tanaman

Bobot buah segar per tanaman diukur dengan menimbang bobot buah total yang dihasilkan per tanaman sejak awal masa panen hingga akhir masa panen.

Bobot buah terbagi menjadi bobot buah segar total per tanaman, bobot buah segar layak jual per tanaman, dan bobot buah segar tidak layak jual per tanaman.

7. Bobot biji per 500 butir per tanaman

Bobot biji per 500 butir per tanaman didapatkan dengan menimbang 500 butir biji per tanaman. Penimbangan dilakukan setelah biji dikeringanginkan selama ± 4 minggu sampai kadar air seluruh benih cabai relatif sama yaitu 12%-14%.

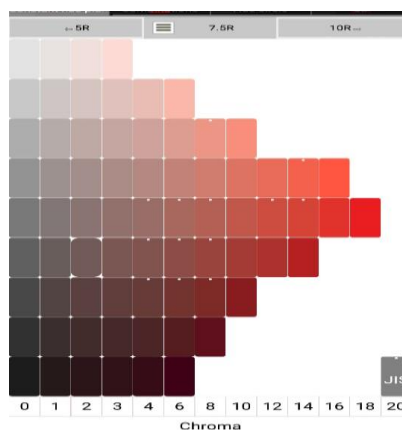
3.6.2 Pengamatan per sampel

Sampel yang dimaksud dalam pengamatan per sampel ini merupakan buah yang diambil dari 10x panen per tanaman. Pada setiap panen diambil 1 buah cabai per tanaman dengan kriteria buah yang layak jual dan ukuran buah yang terbesar.

Pengamatan per sampel ini terdiri atas:

- a. Warna 10 buah segar

Warna 10 buah segar dilihat berdasarkan warna buah saat panen dengan menggunakan acuan *Munsell Plant Colour Chart*. Gambar *Munsell Plant Colour Chart* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. *Munsell Plant Colour Chart*.

- b. Bobot 10 buah segar

Bobot buah sampel dihitung dengan menimbang satu sampel buah dari setiap tanaman yang dipanen.

c. Diameter 10 buah segar

Diameter buah diukur berdasarkan panjang bagian paling besar dari satu sampel buah pada setiap kali panen dengan menggunakan jangka sorong.

d. Panjang 10 buah segar

Panjang buah diukur berdasarkan panjang satu sampel buah pada setiap kali panen, dengan mengukur panjang dari pangkal buah sampai ujung buah.

e. Jumlah biji 10 buah segar

Jumlah biji dihitung berdasarkan banyaknya biji dari satu sampel buah pada setiap kali panen. Sampel yang dihitung yaitu sebanyak 10 buah per tanaman yang masing-masing diambil dari 10 kali panen kemudian dirata-ratakan.

f. Bobot biji 10 buah segar

Bobot biji ditimbang berdasarkan bobot biji yang dihasilkan dari satu sampel pada setiap kali panen. Sampel yang dihitung yaitu sebanyak 10 buah per tanaman yang masing-masing diambil dari 10 kali panen kemudian dirata-ratakan.

3.7 Kriteria Nomor Genotipe Harapan

Salah satu tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mendapatkan nomor-nomor genotipe harapan karakter agronomi pada cabai merah varietas Laris populasi M₃ hasil iradiasi sinar gamma 400 Gy. Kriteria nomor genotipe harapan pada penelitian ini yaitu berdasarkan bobot buah segar total dan bobot buah segar layak

jual yang dihasilkan per tanaman dalam waktu masa panen 40 hari yang melebihi potensi panen varietas Laris M_0 dan varietas Laris lokal non hibrida.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah:

1. Nilai duga heritabilitas yang tinggi terdapat pada karakter jumlah cabang primer akhir generatif, jumlah buah segar total per tanaman, jumlah buah segar layak jual per tanaman, panjang cabang kuartier akhir generatif, jumlah bunga, jumlah cabang sekunder akhir generatif, jumlah bunga rontok, bobot buah segar total per tanaman, bobot buah segar layak jual per tanaman, jumlah buah segar tidak layak jual per tanaman, jumlah cabang tambahan akhir generatif, bobot buah segar tidak layak jual per tanaman.
2. Nilai duga kemajuan genetik yang tinggi terdapat pada karakter jumlah buah segar layak jual per tanaman, jumlah bunga rontok, jumlah bunga, jumlah buah segar total per tanaman, bobot buah segar tidak layak jual per tanaman, bobot buah segar layak jual per tanaman, jumlah buah segar tidak layak jual per tanaman, bobot buah segar total per tanaman, panjang cabang kuartier akhir generatif, jumlah cabang tambahan akhir generatif, umur berbunga, tinggi tanaman akhir generatif.
3. Genotipe harapan yang terpilih berdasarkan bobot buah segar total dan bobot buah segar layak jual per tanaman melebihi varietas Laris M_0 dan varietas Laris lokal non hibrida yaitu $M_{3-30-74}$ dan $M_{3-30-53}$.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada genotipe $M_{3-30-74}$ dan $M_{3-30-53}$ dengan memerhatikan kondisi musim. Pada pelaksanaan penelitian selanjutnya penanaman M_0 sebaiknya dilakukan secara tersebar atau benar-benar ditanam secara acak di seluruh baris tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Acquaah, G. 2007. *Principles of Plant Genetics and Breeding*. Blackwell. United Kingdom.
- Adiyoga., dan Nurmalinda, W. 2012. Analisis konjoin preferensi konsumen terhadap atribut produk kentang, bawang merah, dan cabai merah. *Jurnal Hortikultura*. 22 (3): 292-302.
- Adriani, N. 2014. Seleksi nomor-nomor harapan kedelai (*Glycine max* L. Merril) generasi F₆ hasil persilangan Wilis x MLG₂₅₂₁. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Agromedia. 2007. *Budidaya Cabai Hibrida*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 58 hal.
- Alfariatna, L., Kusmiyati F., dan Anwar S. 2018. Karakter fisiologi dan pendugaan heritabilitas tanaman M₁ bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) hasil induksi sinar gamma. *Jurnal Agro Kompleks*. 2 (1): 19-28.
- Ameriana, M. 2000. Perilaku konsumen rumah tangga terhadap kualitas cabai. *Jurnal Hortikultura*. 10 (1): 62-67.
- Anonim. 2019. <http://www.panahmerah.id/product/LARIS-F1>. Diakses pada 16 Agustus 2019 pukul 09.00 WIB.
- Arwin. 2012. Evaluasi produktivitas galur-galur mutan kedelai umur genjah dengan dua pola jarak tanam pada lahan sawah. *Prosiding Seminar dan Pameran Teknologi Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional.
- Arwin. 2015. Pengaruh radiasi sinar gamma pada keragaman populasi mutan M₃ galur-galur mutan kedelai umur genjah. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2015*. Badan Tenaga Nuklir Nasional.
- Aryana, I.G.P.M., 2010. Uji keseragaman, heritabilitas, dan kemajuan genetik galur padi beras merah hasil seleksi silang balik di lingkungan gogo. *Jurnal Ilmiah Budidaya Pertanian*. 3 (1): 10-17.

- Asadi., Soemartono., Woerjono M., dan Jumanto H. 2003. Kendali genetik ketahanan kedelai terhadap penyakit virus kerdil (*soybean stunt virus*). *Zuriat*. 14 (2): 1-11.
- Asadi. 2013. Pemuliaan mutasi untuk perbaikan terhadap umur dan produktivitas pada kedelai. *Jurnal AgroBiogen*. 9 (3): 135-142.
- Astari R.P., Rosmayanti., dan Basyuni M. 2016. Kemajuan genetik dan heritabilitas dan korelasi beberapa karakter agronomis progeni kedelai F₃ persilangan Anjasmoro dengan genotipe tahan salin. *Jurnal Pertanian Tropik*. 3 (1): 52-61.
- Atmarazoi, I.W. 2013. Analisis fenotipe dan kandungan antosianin tanaman rosella merah (*Hibiscus sabdariffa* L.) pasca iradiasi sinar gamma. (Skripsi). UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta. 39 hal.
- Badan Pusat Statistik. 2017. <http://www.bps.go.id/>. Diakses pada tanggal 20 November 2018 pukul 19.00 WIB.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. 2014. <http://biogen.litbang.deptan.go.id/index.php/2014/05/teknik-mutasi-untuk-pemuliaan-tanaman/>. Diakses pada 02 Agustus 2019 pukul 15.19 WIB.
- Balitbangtan. 2008. *Teknologi Budidaya Cabai Merah*. Balai Besar Pengkajian Teknologi Pertanian. Bogor. 24 hlm.
- Balitbangtan. 2014. <http://www.litbang.pertanian.go.id/teknikmutasiuntukpemuliaantanaman/>. Diakses pada tanggal 02 Agustus 2019 pukul 18.02 WIB.
- BATAN 2008. *Dasar-dasar Fisika Radiasi*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Badan Tenaga Nuklir Nasional. Jakarta.
- Begum, H.A., dan Sobhan, M.A. 1991. *Genetic Variability, Heritability and Correlation Studies in Corchorus Capsularis*. L.B.J. Jole. Fib.Res. 70 hal.
- Barmawi, M., Sa'diyah N., dan Yantama E. 2013. Kemajuan genetik dan heritabilitas karakter agronomi kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) generasi F₂ persilangan Wilis dan Mlg₂₅₂₁. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Bandar Lampung.
- Broertjes, C., dan Van Harten A.M. 1988. *Applied Mutation Breeding for Vegetatively Crop*. Elsevier. Amsterdam. 345 hal.

- Chahal, G.S. dan S.S. Gosal. 2006. Mutation Breeding In *Principles and Procedure of plant breeding. Biotechnology and Conventional Approaches*. Alpha Science International. 604 hal.
- Djarwaningsih, T. 1983. Pemanfaatan jenis-jenis cabai (*Capsicum spp.*) sebagai tanaman hias. *Buletin Kebun Raya*. 6 (2): 45-52.
- Eberhart SA., dan Russell WA. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Journal Crop Sci*. 6 : 36-40.
- Fitriani, L., Toekidjo, dan Purwanti, S. 2013. Keragaan lima kultivar cabai (*Capsicum annum L.*) di dataran medium. *Jurnal Vegetalika*. 2(2): 50-63.
- Fehr, W. R. 1987. *Principles of Cultivar Development : Theory and Technique*. Macmillan Publishing Company. New York.
- Gardner, F.P., Pearce R.B., dan Mitchell R.L. 1991. *Physiology of Crop Plants*. University of Indonesia Press. Jakarta.
- Hakim, L. 2010. Keragaman genetik, heritabilitas, dan korelasi beberapa karakter agronomi pada galur F₂ hasil persilangan kacang hijau (*Vigna radiate [L.] wilczek*). *Jurnal Biologi*. 10 (1): 23-32.
- Hallauer, A. R., dan Miranda J. B. 1988. *Quantitative Genetics in Maize Breeding Second Edition*. Iowa State University Press. United State of America. 48 hal.
- Handayani, M. 2017. Pengaruh iradiasi sinar gamma pada benih terhadap pertumbuhan fase generatif cabai merah (*Capsicum annum L.*) kultivar Laris. (Skripsi). Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 39 hal.
- Harpenas., Asep, R., dan Dermawan. 2010. *Budidaya Cabai Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta. 40 hlm.
- Harwimuka. 2010. *Budidaya Cabai Merah*. Insan Cendikia. Surabaya. 66 hlm.
- Hastuti, N. M.D., Yulianah, I., dan Saptadi, D. 2016. Heritabilitas dan kemajuan genetik harapan famili populasi F₃ hasil persilangan cabai besar (*Capsicum annum L.*) TW 2 X PBC 473. *Jurnal Produksi Tanaman*. 4 (1) : 63-72.
- Heiser, C.B., dan Pickersgill B. 1969. *Names for the cultivated Capsicum species (Solanaceae)*. *Taxon*. 18: 277-283.
- Herison, C., Rustikawati, Sujono H. S., dan Syarifah I. A. 2008. Induksi mutasi melalui sinar gamma terhadap benih untuk meningkatkan keragaman populasi dasar jagung (*Zea mays L.*). *Akta Agrosia*. 11 (1): 57-62.

- Indrayanti, R., Mattjik, N.A., Setiawan A., dan Sudarsono. 2011. Radiosensitivity of banana cv. Ampyang and potential application of gamma irradiation for variant induction. *Journal Agronomic Indonesia*. 3 (9): 112-118.
- Indriatama, W. M., Trikoesoemaningtyas, Aisyah S. I., dan Human S. 2016. Pendugaan ragam genetik dan heritabilitas karakter agronomi gandum (*Triticum aestivum* L.) hasil berbagai perlakuan teknik iradiasi sinar gamma. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 12 (2): 79–88.
- Ishak. 2012. Sifat agronomi, heritabilitas dan interaksi G x E galur mutan padi gogo (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agronomi*. 40 (2) : 105-111.
- Karniasari, N. 2005. Teknik mutasi melalui iradiasi sinar gamma pada planlet mawar (*Rosa hybrida* L.). (Skripsi). Departemen Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 47 hal.
- Khoirunnisa, L. 2018. Heritabilitas karakter generatif cabai merah (*Capsicum annuum* L.) varietas Laris generasi M₂ hasil iradiasi sinar gamma. (Skripsi). Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 74 hal
- Kristamtini., Sutarno., Wiranti E.W., dan Widyayanti S. 2016. Kemajuan genetik dan heritabilitas karakter agronomi padi beras hitam pada populasi F₂. *Jurnal Penelitian Tanaman Pangan*. 35 (2): 119-123.
- Lannes, S.D., Finger, FL., dan Schuelter A.R. 2007. Growth and quality of Brazilian Accessions of *Capsicum chinense* fruits. *Journal Science Horticulture*. 112(3) : 266–270.
- Lasmono, G., Sugiharto, A.N., dan Respatijarti. 2018. Pendugaan nilai heritabilitas, keragaman genetik, dan kemajuan genetik harapan pada beberapa geneotipe F₅ cabai (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(4):668-677.
- Mangoendidjojo, W. 2003. *Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman*. Kanisius. Yogyakarta. 182 hal.
- Manzila, I. 2018. <http://biogen.litbang.pertanian.go.id/2018/07/kementan-lepas-varietas-unggul-cabai-hasil-bioteknologi-in-vitro-carvi-agrihorti/>. *Berita Online*. Diakses pada tanggal 25 Juni 2019 pukul 07.30 WIB.
- Mudibu, J., Nkongolo K.K.C., Kalonji-Mbuyi A., dan Roger V.K. 2012. Effect of gamma irradiation on morphology agronomic characteristics of soybean soybean (*Glycine max* L.). *Journal Plant Sci*. 3 : 331-337.
- Nilahayati., Rosmayati., Hanafiah D.S dan Harahap F. 2018. Genetic variability and heritability on Kipas Putih soybean mutant lines using gamma rays irradiation (M₃ generation). *Journal Earth and Environmental Sci*. 122: 16.

- Nura., Syukur M., Khumaida N., dan Widodo. 2015. Radiosensitivitas dan heritabilitas ketahanan terhadap penyakit antraknosa pada tiga populasi cabai yang diinduksi iradiasi sinar gamma. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 43(3): 201–206.
- Prajnanta, F. 2001. *Agribisnis Cabai Hibrida*. Penebar Swadaya. Jakarta. 59 hal
- Prajnanta, F. 2007. *Agribisnis Cabai Hibrida II*. Penebar Swadaya. Jakarta. 64 hal.
- Purba, K. R., Bayu E. S., dan Nuriadi I. 2013. Induksi mutasi radiasi sinar gamma pada beberapa varietas kedelai hitam (*Glycine max* L. merril). *Jurnal Online Agroteknologi*. 1 (2): 154–165.
- Purseglove, J.W., Brown E.G., Green C.L. dan Robbins S.R.J. 1981. *Spices*. Longman Inc. USA. 48 hal.
- Purwati. 2009. Daya hasil tomat hibrida (F₁) di dataran medium. *Jurnal Hortikultura*. 19 (2): 125 –130.
- Putri, A.D.S dan Purnamaningsih S.L. 2018. Respon seleksi massa pada karakter komponen hasil cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 6 (8): 1641-1647.
- Qasim, WA. 2013. Penampilan fenotipik, variabilitas & heritabilitas 32 genotipe cabai merah berdaya hasil tinggi. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 41 (2): 140
- Rachmadi, M. 2002. *Pengantar Pemuliaan Tanaman Membiak Vegetatif*. Universitas Padjajaran. Bandung. 64 hal.
- Rezende, J.C., Botelho C.E., Oliveira A.C.B., Silva F.L., Carvalho G.R., dan Pereira A.A. 2014. Genetic progress in coffee progenies by different selection criteria. *Journal Science Coffee*. 9 (3): 347 – 353.
- Ritonga, A. W. 2013. Penyerbukan silang alami beberapa genotipe cabai (*Capsicum annum* L.) dan penentuan metode pemuliaannya. (Tesis). Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 79 hal.
- Rohmatin, A., Lita, S., dan Respatijarti. 2018. Pendugaan nilai heritabilitas dan kemajuan genetik harapan populasi F₅ pada tanaman cabai besar (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 6 (3): 364-372.
- Sa'diyah, N., Basoeki, T. R., Utomo, S. D., Saputra, A., dan Firmansyah. 2010. Parameter genetik dan korelasi karakter agronomi kacang panjang populasi F₄ persilangan Testa Coklat x Testa Putih. *Jurnal Agrotropika*. 15(2): 73-77.

- Saptana. 2011. Efisiensi produksi dan perilaku petani terhadap risiko produktivitas cabai merah di Provinsi Jawa Tengah. (Disertasi). Ilmu Ekonomi Pertanian. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Satoto dan Suprihatno B. 1996. Keragaman genetik, heritabilitas dan kemajuan genetik beberapa sifat kuantitatif galur-galur padi sawah. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 15(1): 5-9
- Satriawan I.B., Sugiharto A.N., dan Ashari S. 2017. Heritabilitas dan kemajuan genetik tanaman cabai merah (*Capsicum annum L.*) generasi F₂. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(2): 343–348.
- Sembiring, N. N. 2009. Pengaruh jenis bahan pengemas terhadap kualitas produk cabai merah (*Capsicum annum L.*). (Tesis). Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Setiadi. 2006. *Cabai Rawit, Jenis dan Budidaya*. Penebar Swadaya. Jakarta. 55 hal
- Setiawan, B.A., Purwanti.S dan Toekidjo. 2012. Pertumbuhan dan hasil benih lima varietas cabai merah (*Capsicum annum L.*) di dataran menengah. Skripsi. Fakultas Pertanian Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Setiawati W., Murtiningsih R., Sopha G.A., dan Handayani T. 2007. *Petunjuk Teknis Budidaya Tanaman Sayuran*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. 143 hal.
- Smith, C.E. 1968. The New World centers of origin of cultivated plants and the archaeological evidence. *Economic Botanic*. 22: 253-266.
- Soeranto, H. 2003. Peran iptek nuklir dalam pemuliaan untuk mendukung industri pertanian. *Prosiding pertemuan dan presentasi ilmiah penelitian dasar ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir P3TM-BATAN*. 0216-3128.
- Sota Y. 2013. Use of *Capsicum frutescens* in Weno, Romanum, and Piis Islands, Chuuk Atoll, Federated States of Micronesia. *Journal Occasional Papers*. 53(1):77-89
- Statistik Produksi Hortikultura. 2015. *Statistik Produksi Tanaman Sayuran*. Direktorat Jenderal Hortikultura. Kementerian Pertanian. 315 hal.
- Sudrajat,. D. dan Zanzibar, M. 2009. *Prospek dan Aplikasi Teknologi Iradiasi Sinar Gamma Untuk Perbaikan Mutu Benih dan Bibit Tanaman Hutan*. Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan. Bogor.
- Suharsono., M. Yusuf, dan Paserang A. P. 2006. Analisis ragam, heritabilitas, dan pendugaan kemajuan seleksi populasi F₂ dari persilangan kedelai kultivar Slamet x Nokonsawon. *Jurnal Tanaman Tropika*. 9 (2) : 86-93.

- Sujitno E, Dianawati M. 2015. Produksi panen berbagai varietas unggul baru cabai rawit (*Capsicum frutescens*) di Lahan Kering Kabupaten Garut, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1(4):874-877.
- Sumarni, N dan Muharam A. 2005. *Budidaya Tanaman Cabai Merah*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. 36 hal.
- Suprpto., Narimah M. D., dan Kairudin. 2007. Variasi genetik, heritabilitas, tindak gen, dan kemajuan genetik kedelai (*Glycine max* [L.] Merill.) pada Ultisol. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*. Indonesia. 9 (2): 183-190.
- Suriana, N. 2012. *Cabai Sehat dan Berkhasiat*. C. V Andi Offset. Yogyakarta. 27 hal.
- Susiana, E. 2011. Pendugaan nilai heritabilitas, variabilitas dan evaluasi kemajuan genetik beberapa karakter agronomi genotipe cabai (*Capsicum annuum* L.) F₄. (Skripsi). Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syukur, M., Sobir., Marwiyah, S., Maharijaya, A., Susila, A.D., Efendi, D., Widodo., Hidayat, S.H., Rahadi, V.P., Hakim, A., Yudilastari, T., Ritonga, A.W., dan Framansyah, I. 2017. Varietas non hibrida cabai besar Anies IPB. *Jurnal Hortikultura*. 1(1): 56-64
- Syukur, M., Sujiprihati, S., Yuniarti, R., dan Kusumah, D.A. 2011. Pendugaan ragam genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil beberapa genotipe cabai. ISSN 1412-2286. *Jurnal Agrivigor*. 10(2):148-156.
- Syukur, M., Sujiprihati S., Yuniarti, R., dan Nida K. 2010. Pendugaan komponen ragam, heritabilitas dan korelasi untuk menentukan kriteria seleksi cabai (*Capsicum annuum* L.) populasi F₅. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 1 (3): 74–80.
- Syukur, M., Sujiprihati, S., dan Yuniarti, R. 2015. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Bogor. 348 hal.
- Syukur, M. 2005. Pendugaan parameter genetik tanaman. (Makalah Individu). Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 16 hal.
- Tahir, M., Rofiq., M dan Jekti K. 2016. Kemajuan genetik mutan nilam (*Pogostemon cablin* Benth) generasi MV₂ hasil irradiasi sinar gamma ⁶⁰Co. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*. Politeknik Negeri Lampung. Bandar Lampung.
- Tarigan, S. dan Wiryanta W. 2003. *Bertanam Cabai Hibrida Secara Intensif*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 128 hal.
- Tjahjadi, N. 1991. *Bertanam Cabai*. Kanisius. Yogyakarta. 35 hal.

- Utomo, S. D. 2012. *Pemuliaan Tanaman Menggunakan Rekayasa Genetik*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 158 hal.
- Vivianthi, E.L. 2012. Penampilan 21 hibrida silang tunggal yang dirakit menggunakan varietas jagung lokal pada kondisi input rendah. *Jurnal Penelitian Pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan*. 1 (3): 153-158
- Wasonowati E. D. 2011. Meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) dengan sistem hidroponik. *Jurnal Agrovigor*. 4 (1): 21-28
- Widyawati, Z., Yuliana, I., dan Respatijarti. 2014. Heritabilitas dan kemajuan genetik harapan populasi F₂ pada tanaman cabai besar (*Capsicum annuum* L). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2 (3): 247-252.
- Wulandari, J.E., Yulianah, I., dan Saptadi, D. 2016. Heritabilitas dan kemajuan genetik harapan empat populasi F₂ tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) pada budidaya organik. *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(5): 361-369.
- Younessi, M.H., Izadi A., Pirvali B. N., Taher H.M., dan Majdabadi A. 2011. Phenotypic and molecular analysis of M₇ generation of soybean mutant lines through random amplified polymorphic DNA (RAPD) marker and some morphological traits. *Journal Agricultural Research*. 6 (7) : 1779-1785.
- Zen S. dan Bahar H. 2012. Variabilitas genetik, karakter tanaman, dan hasil padi sawah pada dataran tinggi. *Zuriat*. 9 (1): 25-28.