

**HERITABILITAS KARAKTER GENERATIF CABAI MERAH
(*Capsicum annum* L.) VARIETAS LARIS GENERASI M₂
HASIL IRADIASI SINAR GAMMA**

(Skripsi)

Oleh

LIDYA KHOIRUNNISA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

HERITABILITAS KARAKTER GENERATIF CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.) VARIETAS LARIS GENERASI M₂ HASIL IRADIASI SINAR GAMMA

Oleh

LIDYA KHOIRUNNISA

Produksi cabai yang terus menurun dapat diatasi dengan perakitan varietas unggul melalui pemuliaan tanaman, salah satu caranya yaitu dengan mutasi iradiasi sinar gamma pada benih cabai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) besaran nilai duga heritabilitas karakter generatif tanaman cabai merah varietas Laris populasi M₂ hasil iradiasi sinar gamma dan (2) nomor-nomor harapan untuk karakter generatif pada cabai merah varietas Laris populasi M₂ hasil iradiasi sinar gamma. Iradiasi sinar gamma dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, Pasar Jumat, Jakarta pada tanggal 15 Juni 2016, sedangkan penanaman benih M₂ dilakukan di Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan September 2017 sampai dengan bulan Maret 2018. Penelitian ini menggunakan rancangan perlakuan tunggal tidak terstruktur dengan rancangan percobaan tanpa ulangan. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa (1) nilai duga heritabilitas beragaman mulai dari tinggi, sedang, dan rendah yang terlihat pada karakter generatif yang diamati, heritabilitas tertinggi terdapat pada karakter jumlah cabang primer awal generatif dan jumlah cabang sekunder awal generatif dengan nilai duga heritabilitas sebesar 100%. (2) terdapat genotipe harapan yang terpilih berdasarkan karakter bobot buah total per tanaman yang memiliki bobot buah melebihi bobot rata-rata M_0 dan mendekati potensi bobot yang dapat dicapai, Genotipe tersebut yaitu genotipe nomor 93, dengan bobot buah total sebesar 222,15 g, diameter buah sebesar 2,8 mm, panjang buah 9,7 cm dan warna *Vivid red*.

Kata kunci: Heritabilitas, cabai, iradiasi sinar gamma.

**HERITABILITAS KARAKTER GENERATIF CABAI MERAH
(*Capsicum annum* L.) VARIETAS LARIS GENERASI M₂
HASIL IRADIASI SINAR GAMMA**

Oleh

LIDYA KHOIRUNNISA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **HERITABILITAS KARAKTER GENERATIF CABAI MERAH (*Capsicum annum L.*) VARIETAS LARIS GENERASI M₂ HASIL IRADIASI SINAR GAMMA**

Nama Mahasiswa : **Lidya Khoirunnisa**

NPM : 1414121127

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 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 05 Juni 2018

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Heritabilitas Karakter Generatif Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Varietas Laris Generasi M₂ 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. Pernyataan ini, jika di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Juni 2018

Penulis,



Lidya Khoirunnisa
NPM 1414121127

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Krui pada tanggal 29 Mei 1996. Penulis merupakan putri kedua dari empat bersaudara pasangan Bapak Mizwar, S.IP. dan Ibu Herlina Yanti, S.Pd. Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-kanak Aisyiyah Bustanul Atfhfal pada tahun 2002, Sekolah Dasar Negeri 01 Pasar Krui, Pesisir Barat pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama Negeri 02 Pesisir Tengah, Krui pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 01 Pesisir Tengah, Krui pada tahun 2014. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis tergabung di organisasi Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian (LS-Mata) Fakultas Pertanian Universitas Lampung sebagai anggota bidang Kewirausahaan periode kepengurusan 2014 – 2016. Selain itu, penulis menjadi asisten dosen pada mata kuliah Fisiologi Tumbuhan, Biologi Pertanian, Genetika Pertanian, dan Teknik Pemuliaan Tanaman. Pada tahun 2015-2017, penulis terdaftar sebagai mahasiswa penerima beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA).

Pada bulan Januari-Februari 2017, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja

Nyata (KKN) Tematik Universitas Lampung di Desa Varia Agung, Kecamatan Seputih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah. Pada bulan Juli-Agustus 2017, penulis melaksanakan Praktik Umum di Balai Besar Pengembangan dan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (BBPPMB-TPH), Depok, Jawa Barat.

“Bermimpilah, karena Tuhan akan memeluk mimpi-mimpi itu”

(Andrea Hirata)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (QS. Asy-Syarah : 6)

“Maka barang siapa yang mengerjakan kebaikan seberat dzarrahpun, niscaya dia akan melihat (balasan)nya” (Al-Zalzalah : 7)

“And in the end, the love you take is equal to the love you make”

(The Beatles)

“A goal without effort is just a wish” (Lidya Khoirunnisa)

Hadiah kecil ini ku persembahkan untuk kedua orang tuaku tercinta
ayah dan ibu serta kakak dan kedua adikku sebagai ungkapan
terimakasih, rasa cinta, kasih sayang, dan bakti kepada kalian yang
selalu memberi dukungan, doa, dan senantiasa menunggu
keberhasilanku.

Keluarga besar dan sahabat-sahabatku yang selalu menemani dalam
suka maupun duka, berbagi pengalaman, semangat, dan dukungan.

Serta almamater tercinta

Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Heritabilitas Karakter Generatif Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Varietas Laris Generasi M₂ Hasil Iradiasi Sinar Gamma”. 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.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi.
3. Dr. Ir. Nyimas Sa'diyah, M.P., selaku Pembimbing Utama atas bimbingan, arahan, saran, dan motivasi kepada penulis selama penelitian dan penulisan skripsi.
4. Ir. Rugayah, M.P., selaku Pembimbing Kedua atas bimbingan, arahan, saran, dan motivasi kepada penulis selama penelitian dan penulisan skripsi.
5. Sri Ramadiana, S.P., M.Si., selaku Pembahas atas saran, kritik, dan arahan kepada penulis.
6. Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Pembimbing Akademik atas nasihat, motivasi, saran, dan arahan kepada penulis.

7. Kedua orang tua tercinta ayah Mizwar, S.IP. dan ibu Herlina Yanti, S.Pd. atas dukungan moril, nasihat, doa, dan kasih sayang yang tak pernah putus diberikan selama ini.
8. Kakak dan adikku tersayang udo Muhammad Herwanda, S.T., abang Faishal Fadhil, dan adek Jihan Afifa Mardhiya atas doa, dukungan, motivasi, dan kasih sayang yang diberikan selama ini.
9. Keluarga besar datuk Ahmad Saan dan datuk Basyarudin atas dukungan, nasihat, doa, rasa kekeluargaan dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis.
10. Sepupu tersayang Fathiya Nabila atas semangat, motivasi, dorongan dan waktu yang telah diberikan.
11. Sahabat tersayang Firdha Yossi Chani dan Melvita Syafira atas motivasi, dorongan, semangat, dan waktu yang telah diberikan selama ini.
12. Teman-teman masa kecil penulis: Firdha Yossi Chani, Melvita Syafira, Khesy Zistari, Nisrina Abrar, Anadia Titipani, Rachman Malik, Alvin Yuanda, Rico Noval Farid, Hafez Arfat, dan Robert Ardeno atas bantuan, semangat, kebersamaan, dan persahabatan yang diberikan selama ini.
13. Sahabat-sahabat di masa perkuliahan penulis: Lily Agustini Waruwu, Kenny Titian Mutiara, Heppy Kurniati, Dita Nurul Hidayah, Kurnia Oktavia, Ikhlasul Imam, Ibnu Prasajo, Diky Virgiawan, Jatmiko Umar Sidik, dan M. Afriansyah atas kebahagiaan, keceriaan, dan kebersamaan selama kuliah di Universitas Lampung.
14. Sahabat pena penulis, Rani Meirani atas semangat, kebahagiaan, keceriaan, dan cerita yang telah dibagi selama ini.

15. Rekan seperjuangan penelitian Dion Auguta Wicaksono, Erik Suwandana, dan Ibnu Prasajo serta rekan-rekan yang telah membantu selama penelitian berlangsung: Khusni Ekky, Kurnia Ramadhani, dan Rahma Diani Putri atas kesediaannya dalam membantu penulis selama melakukan penelitian hingga penyusunan skripsi.
16. Rekan-rekan Agroteknologi B dan seluruh rekan Agroteknologi 2014 atas rasa kekeluargaan, keceriaan, dan cerita indah selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, akan tetapi semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Bandar Lampung, Juni 2018.

Lidya Khoirunnisa

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Kerangka Pemikiran.....	6
1.5 Hipotesis.....	9
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Tanaman Cabai.....	11
2.1.1 <i>Sejarah tanaman cabai</i>	11
2.1.2 <i>Klasifikasi tanaman cabai</i>	12
2.1.3 <i>Manfaat tanaman cabai</i>	12
2.1.4 <i>Syarat tumbuh tanaman cabai</i>	13

2.1.5	<i>Morfologi tanaman cabai</i>	14
2.2	Mutasi.....	15
2.2.1	<i>Mutasi tanaman</i>	15
2.2.2	<i>Iradiasi sinar gamma</i>	17
2.3	Heritabilitas.....	18
2.4	Silsilah Tanaman Cabai Varietas Laris Generasi M ₂	21
III.	BAHAN DAN METODE.....	22
3.1	Tempat dan Waktu.....	22
3.2	Bahan dan Alat.....	22
3.3	Metode Penelitian.....	22
3.4	Analisis Data.....	23
3.5	Pelaksanaan Penelitian.....	25
3.5.1	<i>Iradiasi sinar gamma</i>	25
3.5.2	<i>Persiapan media penyemaian</i>	25
3.5.3	<i>Penyemaian benih cabai</i>	26
3.5.4	<i>Persiapan lahan</i>	26
3.5.5	<i>Pindah tanam</i>	27
3.5.6	<i>Pelabelan</i>	28
3.5.7	<i>Pemeliharaan tanaman</i>	28
3.5.8	<i>Panen</i>	29
3.6	Parameter Pengamatan.....	29
3.6.1	<i>Pengamatan per tanaman</i>	29
3.6.2	<i>Pengamatan per sampel</i>	32
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33

4.1	Hasil.....	33
4.1.1	<i>Nilai duga heritabilitas.....</i>	33
4.1.2	<i>Genotipe harapan populasi M₂.....</i>	34
4.1.3	<i>Diameter, panjang, dan warna sampel buah cabai varietas Laris M₂ hasil iradiasi sinar gamma.....</i>	37
4.2	Pembahasan.....	40
4.2.1	<i>Nilai duga heritabilitas</i>	40
4.2.2	<i>Genotipe – genotipe harapan.....</i>	44
4.2.3	<i>Diameter, panjang, dan warna sampel buah cabai varietas Laris M₂ hasil iradiasi sinar gamma</i>	45
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	50
	DAFTAR PUSTAKA.....	51
	LAMPIRAN.....	56
	Tabel 6 – 10.....	57
	Gambar 8 – 10.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Heritabilitas arti luas populasi M ₂ cabai varietas Laris hasil Iradiasi sinar gamma.....	34
2. Genotipe terpilih populasi M ₂ cabai varietas Laris hasil iradiasi sinar gamma berdasarkan bobot dan jumlah buah per tanaman.....	35
3. Diameter sampel buah cabai varietas Laris M ₂ hasil iradiasi sinar gamma	37
4. Panjang sampel buah cabai varietas Laris M ₂ hasil iradiasi sinar gamma	38
5. Warna buah sampel cabai varietas Laris M ₂ hasil iradiasi sinar gamma.....	39
6. Ragam genotipe, fenotipe, dan lingkungan populasi M ₂	57
7. Data jumlah dan bobot buah cabai varietas Laris M ₀	58
8. Data jumlah dan bobot buah cabai varietas Laris M ₂	58
9. Data diameter, panjang, dan warna buah sampel M ₀	61
10. Data diameter, panjang, dan warna buah sampel M ₂	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema silsilah generasi M ₂ varietas Laris hasil iradiasi sinar Gamma.....	21
2. <i>Gamma Cell</i> tipe A20.....	25
3. Tata letak penanaman bibit cabai.....	27
4. Perbedaan cabai layak jual (a) dan cabai tidak layak jual (b).....	31
5. Pengukuran diameter buah cabai varietas Laris M ₂ hasil iradiasi sinar gamma.....	38
6. Pengukuran panjang buah cabai varietas Laris M ₂ hasil iradiasi sinar gamma.....	39
7. Perbedaan warna cabai <i>vivid red</i> (a) dan <i>strong red</i> (b).....	39
8. Cabang-cabang produktif cabai varietas Laris.....	64
9. Kondisi Pertanaman cabai di lapangan.....	64
10. <i>RHS Colour Chart</i>	64

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai (*Capsicum Annum L.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang pertama kali ditemukan sebagai tanaman liar, kemudian mulai dikonsumsi oleh kaum Indian pada awal 7000 tahun sebelum masehi (Djarwaningsih, 2005). Cabai banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia sebagai bumbu dapur yang dapat meningkatkan cita rasa pedas yang berasal dari kandungan *capsaicin* yang terkandung di dalamnya. Cabai juga banyak digunakan oleh industri sebagai bahan baku seperti saus, sambal, serta produk olahan lainnya. Selain itu, cabai memiliki kandungan gizi dan vitamin yang tinggi dengan rincian kadar 29,0 mg kalsium, 0,3 g lemak, 1,0 g protein, 470 SI vitamin A dan 18,0 vitamin C pada setiap 100 gram cabai (Dewi, 2009).

Kebutuhan cabai semakin meningkat dari tahun ke tahun diikuti dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk. Akan tetapi, jumlah produksi cabai di Indonesia belum dapat memenuhi jumlah permintaan yang ada. Berdasarkan data yang dikeluarkan Badan Pusat Statistik (BPS) (2017), produksi cabai nasional mengalami peningkatan dari tahun 2015 yaitu sebesar 1.045.182 ton dengan luas panen 120.847 ha menjadi 1.045.587 ton dengan luas panen 123.404 ha pada tahun 2016. Produktivitas cabai nasional tahun 2016 sebesar 8,47 ton/ha atau

mengalami penurunan sebesar 0,18 ton dari tahun sebelumnya sebesar 8,65 ton/ha.

Pada umumnya dalam berbudidaya cabai, petani masih menggunakan benih dari hasil pertanaman sebelumnya. Padahal hal tersebut dapat menyebabkan menurunnya produktivitas cabai. Untuk menyasati masalah ini, maka benih harus diganti dengan benih berkualitas yang dapat diperoleh melalui perakitan varietas unggul. Kegiatan perakitan varietas unggul ini merupakan suatu kegiatan dari pemuliaan tanaman.

Pemuliaan tanaman merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk memperbaiki karakter atau sifat tanaman yang telah ada sebelumnya menjadi lebih baik sehingga lebih menguntungkan baik dari segi kualitas maupun kuantitas.

Perakitan varietas unggul dilakukan dengan cara mengkombinasikan sejumlah karakter baik ke dalam satu genotipe tanaman, dengan harapan genotipe yang akan muncul pada generasi berikutnya bersifat unggul. Karakter-karakter baik bisa didapatkan dari sumber keragaman yang tersedia di alam. Menurut Utomo (2012), sumber keragaman tersebut dapat ditingkatkan atau diperluas dengan beberapa cara di antaranya eksplorasi, introduksi, hibridisasi seksual, hibridisasi somatik, rekayasa genetik / transformasi genetik, dan mutasi.

Mutasi tanaman merupakan perubahan pada materi genetik yang terjadi karena adanya perubahan susunan nekloitida atau bagian dari kromosom. Mutasi dapat terjadi secara spontan ataupun melalui induksi. Mutasi secara spontan terjadi akibat adanya suatu pengaruh yang tidak jelas yang berasal dari internal organisme itu sendiri atau yang berasal dari lingkungan eksternal, sedangkan

mutasi terinduksi terjadi akibat adanya paparan dari sesuatu yang jelas atau biasa disebut mutagen. Macam-macam mutagen di antaranya adalah sinar X, neutron, partikel beta, partikel alfa, proton, dan sinar gamma (Asadi, 2013). Mutasi secara spontan tidak mampu memberikan keragaman genetik secara cepat dan akurat sehingga untuk meningkatkan keragaman genetik, pemulia sangat penting untuk melakukan induksi mutasi (Ahloowalia dan Maluszynsky, 2001).

Salah satu mutagen yang paling banyak digunakan adalah sinar gamma. Sinar gamma merupakan gelombang elektromagnetik pendek dengan energi tinggi yang mampu memproduksi radikal bebas dalam sel yang dapat menyebabkan kerusakan sel atau pengaruh penting dalam komponen sel, radikal bebas inilah yang akan menginduksi mutasi dalam tanaman (Kovacs dan Keresztes, 2002). Sinar gamma digunakan sebagai mutagen dalam mutasi tanaman karena memiliki beberapa kelebihan yaitu dosis yang digunakan lebih akurat dan penetrasi penyinaran ke dalam sel bersifat homogen. Menurut Maluzynski (2000) dalam Kadir (2007), penggunaan iradiasi sinar gamma dalam pemuliaan tanaman sangat bermanfaat dalam mengembangkan varietas atau klon mutan baru. Sebanyak 64% dari 1.585 varietas dari berbagai tanaman yang dilepas sejak tahun 1985 merupakan hasil dari pengembangan menggunakan sinar gamma.

Mutasi iradiasi sinar gamma dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan keragaman yang luas. Keragaman karakter yang muncul dapat dipengaruhi oleh faktor genetik atau faktor lingkungan. Pewarisan karakter yang muncul dapat dilihat dengan nilai duga heritabilitas. Heritabilitas dikatakan tinggi apabila suatu

karakter lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dan dikatakan rendah apabila suatu karakter lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Beberapa hasil penelitian terdahulu pada tanaman cabai menunjukkan bahwa besaran nilai duga heritabilitas pada karakter tinggi tanaman, umur berbunga, umur panen, dan total jumlah biji adalah tinggi. Pada penelitian Widyawati (2014), karakter bobot buah, panjang buah, jumlah buah total, dan umur panen pada populasi F_2 tanaman cabai besar memiliki nilai duga heritabilitas tinggi. Pada tanaman cabai generasi kedua (M_2) yang diinduksi iradiasi sinar gamma dengan dosis 400 Gy menunjukkan nilai duga heritabilitas yang tinggi pada karakter bobot buah per tanaman, jumlah buah per tanaman, tinggi tanaman, panjang buah, dan insidensi penyakit (Nura dkk., 2015).

Nilai duga heritabilitas yang tinggi juga terlihat pada tanaman menyerbuk sendiri seperti kedelai dan gandum. Pada tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) generasi F_2 hasil persilangan Tanggamus dan B₃₅₇₀, karakter tinggi tanaman, total jumlah polong, total jumlah biji, persentase biji sehat, jumlah biji per tanaman, bobot 10 butir biji sehat dan keparahan penyakit memiliki nilai duga heritabilitas tinggi (Maryenti, 2015). Yushardi (2012) melaporkan bahwa nilai duga heritabilitas tinggi pada tanaman kedelai generasi F_2 hasil persilangan Yellow Bean dan Taichung terlihat pada karakter umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman, jumlah polong pertanaman, dan bobot biji pertanaman.

Indriatama dkk. (2016) melaporkan bahwa karakter agronomi jumlah anakan produktif, bobot biji per malai dan bobot biji per tanaman pada populasi M_2 hasil induksi mutasi tiga teknik iradiasi sinar gamma yaitu akut, berulang, dan terbagi

terhadap tiga galur gandum (F-44, k-95, dan WL-711) menunjukkan heritabilitas tinggi. Iradiasi akut merupakan iradiasi yang dilakukan dengan meradiasi benih sekali dengan dosis tunggal (250Gy), iradiasi terbagi merupakan iradiasi yang dilakukan dengan meradiasi benih dua kali yang masing-masing setengah dari dosis iradiasi akut (125Gy + 125Gy), dan iradiasi berulang merupakan iradiasi yang dilakukan dengan meradiasi benih dua kali dimana dosis iradiasi yang kedua setengah dari dosis iradiasi awal dengan interval waktu jam (125 Gy + 65Gy).

Pada penelitian Hanafiah dkk. (2015) melaporkan bahwa populasi kedelai generasi M_3 pada kondisi kekeringan memiliki nilai duga heritabilitas tinggi pada karakter jumlah cabang produktif, jumlah buku produktif dan jumlah polong bernas. Pada kondisi optimum, nilai duga heritabilitas tinggi ditemukan pada karakter tinggi tanaman, jumlah cabang produktif dan bobot biji per tanaman.

Induksi iradiasi sinar gamma dapat meningkatkan keragaman genetik, karakter kuantitatif dan daya adaptasi serta meningkatkan kualitas dan nutrisi dari beberapa jenis tanaman (Hanafiah dkk, 2015). Keragaman yang tinggi dapat meningkatkan keefektifitasan seleksi dan memiliki peluang dalam memperbaiki tanaman yang diharapkan nantinya memiliki karakter ideal yang dapat diwariskan, sehingga dengan adanya karakter-karakter yang ideal tersebut maka akan didapatkan genotipe-genotipe harapan yang memiliki karakter atau sifat yang lebih baik dibandingkan tanaman yang tidak diinduksi dengan mutasi iradiasi sinar gamma (M_0) (Meliala, 2016).

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Berapa besaran nilai duga heritabilitas karakter generatif tanaman cabai merah varietas Laris generasi M_2 hasil iradiasi sinar gamma?
2. Apakah terdapat nomor-nomor harapan untuk karakter generatif pada cabai merah varietas Laris populasi M_2 hasil iradiasi sinar gamma.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, penelitian ini dilakukan dengan tujuan berikut:

1. Mengetahui besaran nilai duga heritabilitas karakter generatif tanaman cabai merah varietas Laris populasi M_2 hasil iradiasi sinar gamma.
2. Mengetahui nomor-nomor harapan untuk karakter generatif pada cabai merah varietas Laris populasi M_2 hasil iradiasi sinar gamma.

1.4 Kerangka Pemikiran

Cabai (*Capsicum annum* L.) merupakan komoditas penting yang banyak dibudidayakan masyarakat Indonesia. Selain memiliki kandungan gizi yang beragam, cabai banyak digunakan sebagai bumbu masakan penambah cita rasa pedas. Kebutuhan cabai semakin meningkat dari tahun ke tahun diikuti dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk. Akan tetapi, jumlah produksi cabai di Indonesia belum dapat memenuhi jumlah permintaan yang ada. Produktivitas

cabai di Indonesia masih sangat rendah jika dibandingkan dengan potensi yang dapat dicapai.

Produktivitas cabai yang terus menurun dapat disebabkan oleh banyak faktor seperti kondisi media tanam, cara budidaya, ataupun bahan tanam yang digunakan. Produktivitas dapat meningkat apabila bahan tanam yang digunakan merupakan varietas unggul. Varietas unggul dapat diciptakan melalui pemuliaan tanaman. Umumnya, pemuliaan tanaman bertujuan untuk memperbaiki karakter atau sifat tanaman yang telah ada sebelumnya menjadi lebih baik sehingga lebih menguntungkan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Pemulia tanaman dalam merakit varietas unggul dilakukan dengan cara mengombinasikan sejumlah karakter baik ke dalam satu genotipe tanaman. Karakter-karakter baik ini bisa didapatkan melalui beberapa cara salah satunya adalah mutasi.

Mutasi adalah salah satu kegiatan pemuliaan tanaman yang merupakan perubahan yang terjadi pada materi genetik karena adanya perubahan ruas dari kromosom. Mutasi dapat terjadi secara spontan ataupun melalui induksi. Mutasi secara spontan terjadi akibat adanya pengaruh dari sumber yang tidak jelas, sedangkan mutasi melalui induksi terjadi akibat adanya paparan mutagen. Karena ketidakmampuan mutasi secara spontan dalam memberikan keragaman genetik yang cepat dan tepat, maka sangat penting bagi pemulia tanaman untuk melakukan induksi mutasi.

Pada penelitian ini, mutagen yang digunakan dalam mutasi adalah sinar gamma. Sinar gamma merupakan gelombang elektromagnetik pendek dengan energi tinggi yang mampu menyebabkan kerusakan sel atau mempengaruhi komponen sel

sehingga akan memunculkan karakter-karakter baru dengan keragaman yang luas akibat dari mutasi. Karakter-karakter tersebut dapat diukur dengan nilai duga heritabilitas.

Heritabilitas merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui apakah suatu karakter lebih dipengaruhi oleh faktor genetik atau faktor lingkungannya. Dengan adanya nilai duga ini maka akan diketahui sejauh mana karakter tersebut dapat diturunkan. Pada penelitian ini benih yang digunakan merupakan benih cabai generasi M_2 yang masih bersegregasi sehingga diharapkan akan memunculkan keragaman yang luas.

Beberapa hasil penelitian terdahulu menunjukkan adanya nilai duga heritabilitas yang cenderung tinggi. Hasil penelitian Widyawati (2014), menyatakan bahwa hampir seluruh karakter kuantitatif pada populasi F_2 tanaman cabai yang diamati memiliki nilai duga heritabilitas tinggi kecuali karakter bobot buah total dan umur panen yaitu memiliki nilai duga heritabilitas sedang. Hal ini menunjukkan bahwa karakter - karakter kuantitatif yang diamati mudah diwariskan. Hasil penelitian Nura dkk. (2015) menyatakan bahwa tanaman cabai generasi kedua (M_2) yang diinduksi dengan iradiasi sinar gamma dengan dosis 400 Gy menunjukkan nilai duga heritabilitas yang tinggi pada karakter bobot buah per tanaman, jumlah buah per tanaman, tinggi tanaman, panjang buah, dan insidensi penyakit. Penelitian yang dilakukan Indriatama dkk. (2016) pada tanaman gandum yang diberi berbagai perlakuan teknik iradiasi sinar gamma melaporkan bahwa karakter agronomi jumlah anakan produktif, bobot biji per malai dan bobot biji per tanaman memiliki nilai duga heritabilitas tinggi. Penelitian Hanafiah dkk. (2015)

melaporkan bahwa populasi kedelai generasi M_3 pada kondisi kekeringan memiliki nilai duga heritabilitas tinggi pada karakter jumlah cabang produktif, jumlah buku produktif dan jumlah polong bernas. Pada kondisi optimum, nilai duga heritabilitas tinggi ditemukan pada karakter tinggi tanaman, jumlah cabang produktif dan bobot biji per tanaman.

Mutasi yang dilakukan dengan iradiasi sinar gamma dapat meningkatkan keragaman genetik suatu tanaman. Keragaman yang muncul dapat meningkatkan efektifitas seleksi dan memiliki peluang dalam memperbaiki karakter tanaman menjadi lebih ideal. Dengan ada karakter yang ideal tersebut maka diharapkan akan didapatkan genotipe-genotipe yang lebih unggul jika dibandingkan dengan genotipe tanaman yang tidak diinduksi dengan iradiasi sinar gamma (M_0). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sihono dan Indriatama (2017) pada kedelai M_2 melaporkan bahwa populasi kedelai M_2 memiliki produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai yang tidak diinduksi dengan iradiasi sinar gamma (M_0). Penelitian Arwin (2015) menyatakan bahwa iradiasi sinar gamma dosis 300 gy pada kedelai varietas Argomulyo populasi M_3 memiliki dampak pada umur panen menjadi lebih cepat (genjah), jumlah polong isi lebih banyak, dan tanaman lebih pendek.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Nilai duga heritabilitas karakter generatif tanaman cabai merah varietas Laris generasi M_2 hasil iradiasi sinar gamma adalah tinggi.

2. Terdapat nomor-nomor harapan untuk karakter generatif pada cabai merah varietas Laris populasi M_2 hasil iradiasi sinar gamma.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cabai

2.1.1 Sejarah tanaman cabai

Cabai merupakan tanaman perdu dari famili terong - terongan (*Solanaceae*) yang pertama kali ditemukan oleh suku Indian di benua Amerika tepatnya negara Meksiko, dengan bukti ditemukannya sisaan biji tanaman cabai yang telah berusia lebih dari 7000 tahun SM di dalam gua di Tehuacan, Meksiko. Cabai mulai menyebar ke negara - negara di Amerika pada abad ke-8, yang selanjutnya masuk ke negara - negara di Eropa pada abad ke 15. Seiring berjalannya waktu cabai telah tersebar ke seluruh negara di dunia termasuk negara - negara Asia. Di Indonesia, cabai diperkenalkan oleh penjual - penjual Spanyol dan Portugis (Nurfalach, 2010).

Budidaya tanaman cabai di Indonesia mulai menjadi perhatian sejak tahun 1961 dan sempat menempati urutan atas sebagai tanaman prioritas penelitian pengembangan garapan Puslitbang Hortikultura. Daerah - daerah di Indonesia yang merupakan sentra produksi cabai di antaranya adalah Jawa Timur, Padang, Bengkulu dan lain sebagainya (Tim Bina Karya Tani, 2009).

2.1.2 *Klasifikasi tanaman cabai*

Klasifikasi tanaman cabai menurut Fatahillah (2014) adalah sebagai berikut:

Regnum	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Class	: <i>Dicotyledoneae</i>
Subclass	: <i>Sympetalae</i>
Ordo	: <i>Solanales</i>
Famili	: <i>Solanaceae</i>
Genus	: <i>Capsicum</i>
Spesies	: <i>Capsicum annuum</i> L.

2.1.3 *Manfaat tanaman cabai*

Tanaman cabai banyak digunakan sebagai bumbu masakan yang dapat meningkatkan cita rasa pedas yang ditimbulkan oleh kandungan *capsaicin* yang terkandung di dalamnya. Selain itu tanaman cabai memiliki kandungan nutrisi yang setara dengan kandungan nutrisi berbagai jenis buah - buahan lainnya yang berasa manis. Cabai segar mengandung karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral. Kandungan gizi inilah yang menyebabkan tanaman cabai termasuk ke dalam golongan tanaman biofarmaka yang bermanfaat bagi kesehatan seperti penghasil senyawa antioksidan alami yang bermanfaat untuk melindungi tubuh dari serangan radikal bebas dan berperan dalam pembentukan senyawa kolagen yang dapat membentuk jaringan kulit, sendi, tulang, dan jaringan penyokong

lainnya. Selain itu cabai juga bermanfaat bagi kecantikan misalnya dapat menjaga kelembaban dan kekencangan kulit (Suriana, 2012).

2.1.4 Syarat tumbuh tanaman cabai

Tanaman cabai umumnya dapat ditanam di berbagai macam keadaan lahan dan musim. Namun, terdapat beberapa syarat tertentu yang perlu diperhatikan agar cabai tumbuh dengan subur dan memberikan hasil yang maksimal. Cabai dapat tumbuh dengan baik pada dataran rendah dengan ketinggian kurang dari 1400 m dpl, dengan suhu 21⁰C - 28⁰C pada siang hari dan 13⁰C - 16⁰C pada malam hari, serta kelembaban tanaman 80%. Cabai tumbuh dengan baik pada musim kemarau, tetapi pengairan harus selalu tercukupi. Curah hujan yang baik untuk pertanaman cabai adalah 800 - 2000 mm/tahun dengan penyinaran matahari yang penuh tanpa naungan (Nurfalach, 2010).

Cabai merah dapat dibudidayakan di berbagai daerah di dataran rendah maupun dataran tinggi dengan ketinggian 0-1000 m dpl dengan iklim yang tidak terlalu dingin dan tidak terlalu lembab. Tanah tempat tumbuh cabai rawit harus gembur agar peresapan air dan sirkulasi udara berjalan dengan baik, derajat keasaman tanah atau pH tanah berkisar 6,0 – 7,0. Cabai paling cocok ditanam dengan tipe iklim D3, yaitu bulan basah berlangsung antara 3-4 bulan dan bulan kering berlangsung selama 3-5 bulan. Suhu yang paling baik untuk pertumbuhan cabai yaitu 24- 28⁰ C (Wulantari, 2018).

2.1.5 Morfologi tanaman cabai

Tanaman cabai memiliki morfologi sebagai berikut:

1. Akar

Sistem perakaran tanaman cabai merupakan sistem perakaran tunggang dengan akar utama yang panjangnya 20 - 25 cm dan ditumbuhi oleh akar cabang - cabang. Akar cabang tumbuh secara horizontal di dalam tanah, dari akar cabang tersebut tumbuh akar - akar serabut yang menyebar yang berfungsi untuk menyerap air dan zat hara yang ada di sekitar perakaran (Wusani, 2004).

2. Batang

Menurut Hewindati (2006) dalam Nurfalach (2010), batang tanaman cabai dibedakan menjadi batang utama dan percabangan. Batang utama cabai tegak, berkayu, dan bercabang banyak dengan tinggi sekitar 45 - 150 cm, sedangkan percabangan cabai berwarna hijau dan bersifat dikotomi atau menggarpu. Percabangan cabai terdiri dari cabang primer, cabang sekunder, dan cabang tersier. Cabang primer merupakan cabang yang muncul pada batang utama, cabang sekunder merupakan cabang yang muncul pada cabang primer, dan cabang tersier merupakan cabang yang muncul pada cabang sekunder.

3. Daun

Daun merupakan organ yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis, transpirasi, dan respirasi. Secara morfologi, daun terdiri dari helaian daun (lamina) dan tangkai daun. Daun pada tanaman cabai umumnya berbentuk oval dan berwarna hijau keunguan, namun terdapat juga jenis cabai yang memiliki daun berwarna hijau kekuningan (Tim Bina Karya Tani, 2008).

4. Bunga

Bunga tanaman cabai terdiri atas daun kelopak, helai mahkota, bakal buah, kepala putik, tangkai putik, dan benang sari. Tiap bunga mempunyai 5 daun buah dan 5 – 6 daun mahkota yang berwarna putih. Selain itu terdapat putik dengan kepala bulat dan benang sari yang terdiri atas 5 - 6 buah kepala sari berbentuk lonjong. Serbuk sari terdapat dalam kantung sari dan terlihat membentuk bumbung yang mengelilingi tangkai kepala putik (Tim Bina Karya Tani, 2008).

5. Buah

Buah tanaman cabai berbentuk bulat panjang dengan bagian ujung yang meruncing, mempunyai 2 – 3 ruang yang terdapat banyak biji. Letak buah cabai umumnya tergantung, buah cabai yang masih muda berwarna hijau, sedangkan cabai yang telah matang berwarna merah dan memiliki aroma pedas. Bentuk biji cabai adalah bulat pipih seperti ginjal dan berwarna kuning kecoklatan (Tim Bina Karya Tani, 2008).

2.2 Mutasi

2.2.1 Mutasi tanaman

Mutasi tanaman adalah salah satu kegiatan dalam pemuliaan tanaman yang dapat meningkatkan keragaman genetik sehingga sifat yang diinginkan lebih cepat diperoleh. Mutasi menyebabkan perubahan genetik pada tanaman yang bersifat dapat diwariskan pada generasi berikutnya (Makhziah dan Koentjoro, 2017).

Mutasi tanaman dapat terjadi melalui dua cara yaitu secara alami dan secara buatan. Mutasi alami merupakan mutasi yang terjadi secara spontan akibat

adanya pengaruh faktor alam, mutasi alami terjadi secara lambat dan terus - menerus sehingga memerlukan waktu yang lama untuk mendapatkan mutan pada populasi alami, sedangkan mutasi buatan merupakan mutasi yang terjadi karena adanya induksi yang dilakukan secara sengaja baik secara fisik, kimiawi, dan biologi. Mutasi buatan dapat meningkatkan keragaman secara luas dan cepat sehingga sangat penting bagi pemuliaan tanaman untuk melakukan mutasi buatan dalam menghasilkan varietas yang memiliki karakter unggul (Melina, 2008).

Menurut Crowder (1986) dalam Anshori (2014), mutasi merupakan sumber pengubah susunan gen yang telah ada sebelumnya yang menyebabkan munculnya perubahan fenotipe yang diwariskan. Mutasi dapat terjadi pada setiap bagian tanaman, tetapi umumnya mutasi lebih sering terjadi pada bagian tanaman yang masih aktif membelah. Mutasi memiliki beberapa kelemahan diantaranya tidak dapat membentuk gen baru karena hanya akan bekerja secara efektif pada gen yang telah ada sebelumnya dan tidak dapat bekerja pada gen yang spesifik karena sifat mutasi yang acak sehingga hasil dari mutasi tidak dapat diramalkan.

Mutasi pada tanaman dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam mutagen diantaranya sinar X, sinar gamma, neutron, partikel alfa, partikel beta, dan proton. Dari berbagai mutagen yang ada, sinar gamma merupakan mutagen yang paling banyak digunakan karena bermuatan netral, panjang gelombang pendek, dan daya tembus paling tinggi sehingga energi yang dipancarkan dari sumber mutagen dapat menimbulkan perubahan pada komposisi target jika dibandingkan dengan kemampuan mutagen lainnya. Besar kecilnya perubahan yang timbul akibat mutasi iradiasi tergantung pada energi sumber radioaktif. Sinar gamma merupakan bentuk sinar yang paling kuat yang diperkirakan hampir

satu milyar kali lebih berenergi dibandingkan dengan radiasi sinar X (Darussalam, 1996).

2.2.2 Iradiasi sinar gamma

Iradiasi merupakan pancaran suatu energi panas, partikel – partikel, dan elektromagnetik melalui suatu materi ataupun ruang dari sumber iradiasi. Iradiasi dibedakan menjadi dua macam yaitu iradiasi panas dan iradiasi pengion. Iradiasi panas merupakan iradiasi yang menggunakan frekuensi rendah atau panjang gelombang, contohnya infra merah, sedangkan iradiasi pengion merupakan iradiasi yang menggunakan frekuensi tinggi, misalnya sinar alfa, beta, dan gamma (Hemon, 2009).

Iradiasi sinar gamma merupakan iradiasi yang banyak digunakan dalam suatu mutasi karena bermuatan netral dan lebih menembus ke dalam suatu substrat daripada sinar alfa dan beta sehingga dapat menimbulkan perubahan pada komposisinya. Penggunaan iradiasi sinar gamma dengan dosis yang sesuai pada tanaman akan memberikan pengaruh yang baik di bidang pertanian misalnya tanaman berproduksi tinggi dan tahan terhadap hama dan penyakit, akan tetapi pada kenyataannya tidak semua hasil iradiasi sesuai dengan harapan.

Keberhasilan iradiasi sinar gamma dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya genotipe tanaman, stadia perkembangan sel tanaman, jumlah kromosom tanaman, dan dosis iradiasi yang digunakan (Darussalam, 1996).

Iradiasi dapat menyebabkan perubahan fisiologis dan genetik yang diekspresikan dengan adanya perubahan fenotipe yang dimunculkan oleh tanaman. Pada umumnya tanaman regenerasi berukuran sangat pendek dan berdaun kecil, bahkan

seringkali muncul tunas albino. Pada generasi berikutnya, kerusakan fisiologis berangsur pulih dan gen yang termutasi dapat diwariskan ke generasi berikutnya. Mutasi kurang dapat diamati pada generasi M_1 karena generasi M_1 mengalami kerusakan fisiologis. Oleh karena itu, untuk mengetahui adanya mutasi dapat ditentukan pada generasi M_2 dan seterusnya.

2.3 Heritabilitas

Dalam mengetahui kemajuan suatu seleksi terdapat beberapa parameter genetik yang dapat digunakan sebagai pertimbangan, salah satunya adalah heritabilitas. Heritabilitas dalam arti luas merupakan perbandingan antara ragam genetik total dengan ragam fenotipe. Suatu sifat yang dibawa oleh faktor genetik tidak akan dimunculkan kecuali dalam lingkungan yang sesuai. Seleksi akan lebih berarti apabila suatu karakter tersebut mudah diwariskan, mudah tidaknya pewarisan suatu karakter dapat diketahui dengan nilai duga heritabilitas (Wantini, 2013).

Menurut Mendez-Natera *et al* (2012), pendugaan nilai heritabilitas adalah sebagai berikut:

Heritabilitas rendah = $H \leq 20\%$ atau $H \leq 0,2$

Heritabilitas sedang = $20\% < H < 50\%$ atau $0,2 < H < 0,5$

Heritabilitas tinggi = $H \geq 50\%$ atau $H \geq 0,5$

Pada penelitian yang telah dilaksanakan Kusuma dkk. (2016) pada kedelai generasi F_6 hasil persilangan Wilis x MLG₂₅₂₁ melaporkan bahwa besaran nilai heritabilitas tinggi untuk seluruh parameter yang diamati. Hal tersebut menunjukkan bahwa pewarisan karakter oleh tetua kepada generasi keturunannya lebih dipengaruhi oleh faktor genetik daripada faktor lingkungan. Hasil penelitian

yang dilakukan oleh Kusuma dkk. mendukung penelitian Adriani (2014), pada generasi F₅ hasil persilangan Wilis x MLG₂₅₂₁ yang memiliki nilai duga heritabilitas tinggi pada beberapa karakter yang diamati.

Hasil penelitian Widyawati (2014) menyatakan bahwa hampir seluruh karakter kuantitatif pada populasi F₂ tanaman cabai yang diamati memiliki nilai duga heritabilitas tinggi kecuali karakter bobot buah total dan umur panen yaitu memiliki nilai duga heritabilitas sedang. Hal ini menunjukkan bahwa karakter - karakter kuantitatif yang diamati mudah diwariskan.

Nilai duga heritabilitas menunjukkan proporsi pengaruh faktor genetik terhadap keragaman suatu populasi yang dibandingkan dengan pengaruh faktor lingkungan, seperti diketahui pada populasi F₂ terjadi segregasi yang menyebabkan perbedaan pada struktur genetiknya, sehingga fenotipe yang muncul lebih beragam jika dibandingkan dengan populasi F₁. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Wulandari dkk. (2016), yang menggunakan empat populasi tomat generasi F₂ (yaitu varietas Betavila, Kalus, Saviro dan Lentana) menyatakan bahwa nilai duga heritabilitas bervariasi mulai dari rendah sampai tinggi, namun sebagian besar karakter tergolong dalam kriteria sedang dan nilai heritabilitas tinggi hanya dimiliki oleh beberapa karakter seperti tinggi tanaman, *fruit set* dan bobot buah total per tanaman.

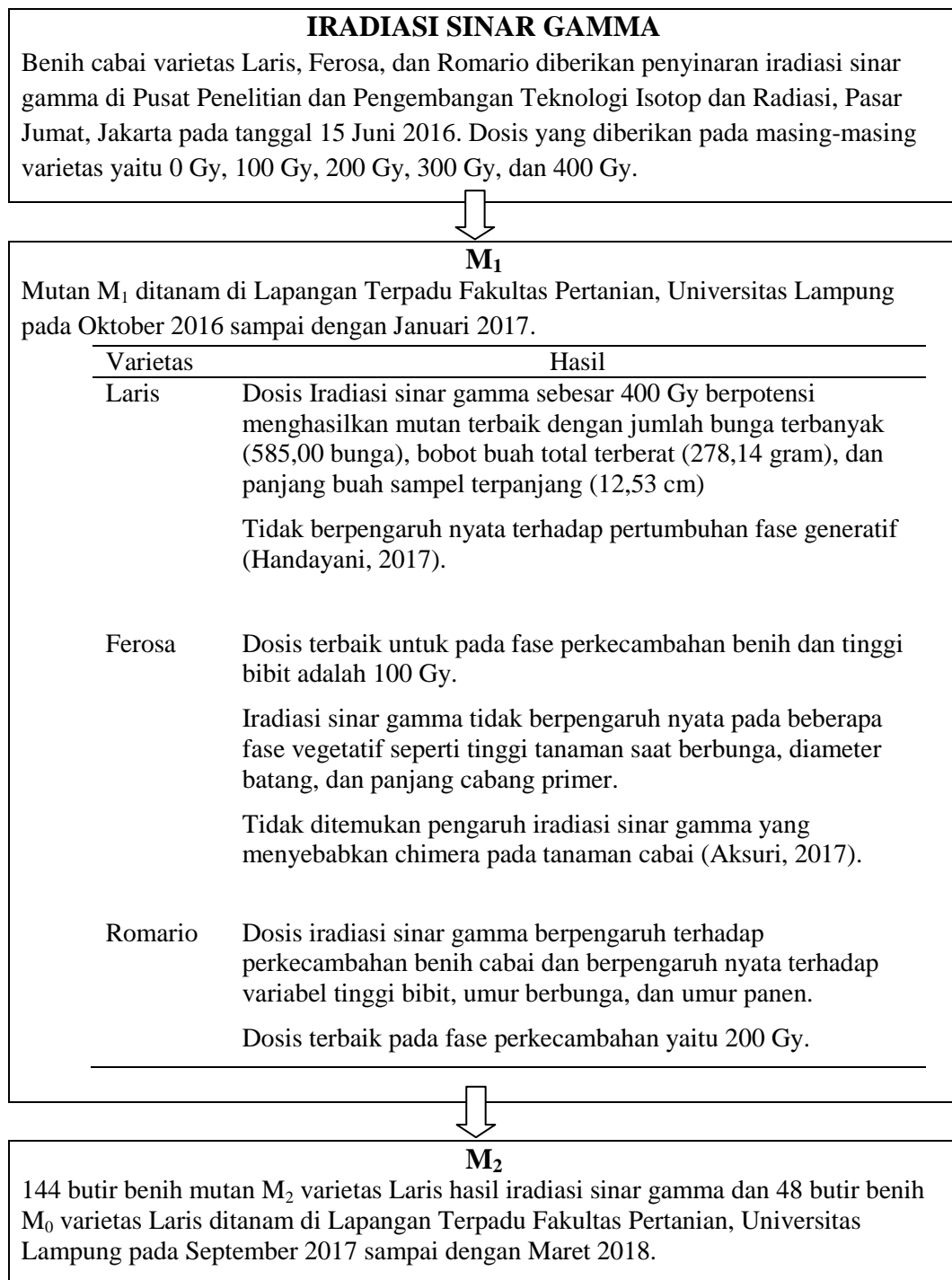
Heritabilitas merupakan suatu komponen genetik yang menunjukkan sejauh mana suatu sifat dapat diturunkan pada turunannya. Hasil penelitian Nura (2015) yang menggunakan tiga populasi generasi kedua (M₂) dengan kelompok ketahanan yang berbeda terhadap antraknosa, yaitu IPB C₁₅ sebagai mutan dari genotipe

tahan terhadap antraknosa, IPB C₂ sebagai mutan dari genotipe rentan terhadap antraknosa dan IPB C₁₀ sebagai mutan dari genotipe moderat terhadap antraknosa menunjukkan bahwa nilai duga heritabilitas insidensi penyakit antraknosa pada genotipe IPB C₂ termasuk dalam katagori tinggi yaitu 0,74. Genotipe IPB C₁₀ dan IPB C₁₅ termasuk dalam katagori medium yaitu 0,44 dan 0,45.

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. Hasil ini menunjukkan bahwa faktor genetik cenderung lebih mempengaruhi fenotipe tanaman, sehingga karakter - karakter tersebut lebih mudah diwariskan pada keturunan berikutnya. Hal ini sesuai dengan Adawiah (2015) yang menyatakan bahwa nilai heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa faktor genetik relatif lebih berperan dibandingkan dengan faktor lingkungan.

2.4 Silsilah Tanaman Cabai Varietas Laris Generasi M₂

Silsilah tanaman cabai varietas Laris generasi M₂ hasil iradiasi sinar gamma sebagai berikut:



Gambar 1. Skema silsilah generasi M₂ varietas Laris hasil iradiasi sinar gamma.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pada bulan September 2017 sampai dengan Bulan Maret 2018. Kemudian dilakukan pengamatan lebih lanjut di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu 144 butir benih cabai generasi kedua (M_2) varietas Laris yang telah diberi perlakuan iradiasi sinar gamma dengan dosis 300 Gy, 48 butir benih cabai varietas Laris (M_0), pupuk urea, KCl, pupuk kompos, dithane, furadan 3G, fungisida, insektisida, dan air.

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *gammacell* tipe A20, cangkul, sabit, polibag, meteran, koret, selang air, *hand sprayer*, mulsa plastik, tali rafia, patok, bambu, keranjang, gunting, kamera dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Agar pertanyaan dalam rumus masalah dapat terjawab, serta hipotesis dapat diuji maka rancangan perlakuan yang digunakan yaitu rancangan perlakuan tunggal tidak terstruktur, sedangkan rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan

percobaan tanpa ulangan. Pengulangan tidak dilakukan karena benih yang digunakan merupakan benih M_2 yang masih bersegregasi. Dalam 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 terhadap karakter generatif tanaman cabai generasi kedua varietas laris yang telah diberi perlakuan iradiasi sinar gamma.

Ragam fenotipe (σ_f^2) dapat 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

Ragam fenotipe merupakan hasil kombinasi antara ragam genotipe dan ragam lingkungan. Secara genetik benih cabai (M_0) varietas Laris homogen, sehingga ragam genotipenya sama dengan nol. Dalam hal ini berarti ragam lingkungan sama dengan ragam fenotipe. Tanaman cabai (M_0) dan tanaman yang diuji (M_2) ditanam pada kondisi lingkungan yang sama sehingga dapat dikatakan bahwa ragam lingkungan tanaman cabai (M_0) sama dengan ragam lingkungan tanaman yang diuji (M_2).

Ragam genetik (σ_g^2) dapat dirumuskan sebagai berikut.

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

Keterangan:

$$\sigma_f^2 = \text{ragam fenotipe}$$

$$\sigma_e^2 = \text{ragam lingkungan}$$

Heritabilitas dalam arti luas merupakan perbandingan antara varians genetik dan varians fenotipe, sehingga dugaan heritabilitas dapat dirumuskan sebagai berikut.

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

Keterangan:

$$\sigma_g^2 = \text{ragam genotipe}$$

$$\sigma_f^2 = \text{ragam fenotipe}$$

Menurut Mendez-Natera *et al.* (2012), pendugaan nilai heritabilitas adalah sebagai berikut:

$$\text{Heritabilitas rendah} = H \leq 20\% \text{ atau } H \leq 0,2$$

$$\text{Heritabilitas sedang} = 20\% < H > 50\% \text{ atau } 0,2 < H > 0,5$$

$$\text{Heritabilitas tinggi} = H \geq 50\% \text{ atau } H \geq 0,5$$

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 *Iradiasi sinar gamma*

Iradiasi sinar gamma dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, Pasar Jumat Jakarta dengan menggunakan alat *Gamma Cell* tipe A20 yang disajikan pada Gambar 2. Dosis iradiasi sinar gamma yang diberikan yaitu 0 Gy, 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, dan 400 Gy dengan jumlah benih sebanyak 100 benih per masing-masing dosis.



Gambar 2. *Gamma Cell* tipe A20.

3.5.2 *Persiapan media penyemaian*

Penyemaian dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan menggunakan media tanam tanah yang telah dicampur dengan kompos dengan perbandingan 1:1. Tanah dimasukkan ke dalam plastik bening berukuran sedang yang telah diberi lubang. Kemudian plastik bening disusun dengan rapi pada keranjang dan diletakkan di dalam rumah kaca.

3.5.3 *Penyemaian benih cabai*

Benih cabai yang telah diberi perlakuan iradiasi sinar gamma direndam di dalam air hangat kuku selama 30 menit. Setelah itu benih yang disemai yaitu benih yang tenggelam. Benih disemai pada media yang telah disiapkan sebelumnya. Setiap media diisi dengan satu benih cabai. Jumlah benih yang disemai adalah 120 benih cabai (M_0) dan 300 butir benih yang diuji (M_2).

3.5.4 *Persiapan lahan*

Lahan yang digunakan pada penelitian ini adalah seluas 5,3 meter x 12 meter. Lahan yang telah diukur kemudian dibersihkan dari gulma dengan menggunakan pemotong rumput, sabit, dan cangkul. selanjutnya dilakukan pengolahan tanah dengan cara mencangkul tanah sedalam 20-25 cm sampai tanah menjadi gembur. Tanah dicampurkan dengan pupuk kandang secara merata guna untuk meningkatkan kesuburan tanah. Kemudian dibuat lubang tanam sebanyak jumlah tanaman cabai yang akan ditanam yaitu 144 tanaman cabai generasi kedua (M_2) dan 48 tanaman cabai (M_0), lubang tanam dibuat dengan cara ditugal. Tata letak penanaman dapat dilihat pada Gambar 3.

M ₀	X ₁	X ₄₈	X ₄₉	X ₉₆	X ₉₇	X ₁₄₄	M ₀
M ₀	X ₂	X ₄₇	X ₅₀	X ₉₅	X ₉₈	X ₁₄₃	M ₀
M ₀	X ₃	X ₄₆	X ₅₁	X ₉₄	X ₉₉	X ₁₄₂	M ₀
M ₀	X ₄	X ₄₅	X ₅₂	X ₉₃	X ₁₀₀	X ₁₄₁	M ₀
M ₀	X ₅	X ₄₄	X ₅₃	X ₉₂	X ₁₀₁	X ₁₄₀	M ₀
M ₀	X ₆	X ₄₃	X ₅₄	X ₉₁	X ₁₀₂	X ₁₃₉	M ₀
M ₀	X ₇	X ₄₂	X ₅₅	X ₉₀	X ₁₀₃	X ₁₃₈	M ₀
M ₀	X ₈	X ₄₁	X ₅₆	X ₈₉	X ₁₀₄	X ₁₃₇	M ₀
M ₀	X ₉	X ₄₀	X ₅₇	X ₈₈	X ₁₀₅	X ₁₃₆	M ₀
M ₀	X ₁₀	X ₃₉	X ₅₈	X ₈₇	X ₁₀₆	X ₁₃₅	M ₀
M ₀	X ₁₁	X ₃₈	X ₅₉	X ₈₆	X ₁₀₇	X ₁₃₄	M ₀
M ₀	X ₁₂	X ₃₇	X ₆₀	X ₈₅	X ₁₀₈	X ₁₃₃	M ₀
M ₀	X ₁₃	X ₃₆	X ₆₁	X ₈₄	X ₁₀₉	X ₁₃₂	M ₀
M ₀	X ₁₄	X ₃₅	X ₆₂	X ₈₃	X ₁₁₀	X ₁₃₁	M ₀
M ₀	X ₁₅	X ₃₄	X ₆₃	X ₈₂	X ₁₁₁	X ₁₃₀	M ₀
M ₀	X ₁₆	X ₃₃	X ₆₄	X ₈₁	X ₁₁₂	X ₁₂₉	M ₀
M ₀	X ₁₇	X ₃₂	X ₆₅	X ₈₀	X ₁₁₃	X ₁₂₈	M ₀
M ₀	X ₁₈	X ₃₁	X ₆₆	X ₇₉	X ₁₁₄	X ₁₂₇	M ₀
M ₀	X ₁₉	X ₃₀	X ₆₇	X ₇₈	X ₁₁₅	X ₁₂₆	M ₀
M ₀	X ₂₀	X ₂₉	X ₆₈	X ₇₇	X ₁₁₆	X ₁₂₅	M ₀
M ₀	X ₂₁	X ₂₈	X ₆₉	X ₇₆	X ₁₁₇	X ₁₂₄	M ₀
M ₀	X ₂₂	X ₂₇	X ₇₀	X ₇₅	X ₁₁₈	X ₁₂₃	M ₀
M ₀	X ₂₃	X ₂₆	X ₇₁	X ₇₄	X ₁₁₉	X ₁₂₂	M ₀
M ₀	X ₂₄	X ₂₅	X ₇₂	X ₇₃	X ₁₂₀	X ₁₂₁	M ₀

Gambar 3. Tata letak penanaman bibit cabai.

Keterangan :

X = Cabai vaeritas Laris generasi M₂ dengan perlakuan sinar gamma.

M₀ = Cabai varietas Laris tanpa perlakuan sinar gamma.

3.5.5 Pindah tanam

Pindah tanam dilakukan pada saat bibit cabai yang disemai telah berumur 4 minggu atau telah memiliki 2-3 pasang daun sejati. Bibit cabai ditanam pada lubang tanam yang telah dibuat dengan cara ditugal sedalam 10 cm dengan jarak tanam cabai adalah 50 cm x 70 cm. Pada masing-masing lubang tugal ditambahkan kompos sebanyak 150 gram, selain itu juga ditambahkan furadan untuk mencegah serangan serangga yang dapat merusak bibit.

3.5.6 *Pelabelan*

Pelabelan dilakukan pada seluruh tanaman cabai yang telah dipindah tanam ke lahan pertanaman. Pelabelan bertujuan untuk memudahkan dalam pengamatan.

3.5.7 *Pemeliharaan tanaman*

Kegiatan pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan gulma, pengajiran, pemupukan, dan pengendalian OPT. penyiraman dilakukan setiap hari yaitu pada pagi dan sore hari. Penyiraman pada saat bibit cabai masih disemai dilakukan dengan menggunakan *handsprayer*, sedangkan pada saat bibit telah dipindah ke lahan pertanaman dilakukan dengan menggunakan selang air. Penyiangan gulma dilakukan secara mekanik yaitu dengan menggunakan koret pada setiap saat gulma mulai muncul. Pemupukan dilakukan dengan pupuk urea sebanyak 6,6 g/tanaman (200 kg/ha) dan pupuk KCl sebanyak 3,3 g/tanaman (100 kg/ha) saat tanaman berumur 21, 42, dan 63 hari setelah tanam (hst) karena pada umur 21 hst cabai mulai masuk pada fase generatif atau mulai berbunga, pada umur 42 hst cabai mulai berbuah, dan pada 63 hst cabai akan berbuah untuk kedua kalinya. Pemberian pupuk TSP sebanyak 2,9 g/tanaman (90 kg/ha) saat tanaman berumur 21 hst. Pemupukan TSP hanya dilakukan sebanyak satu kali karena sifat fosfor yang lambat terurai menjadi bentuk yang tersedia untuk diserap oleh tanaman. Pengendalian OPT dilakukan pada saat terjadi serangan dari OPT, pengendalian dapat dilakukan secara manual atau kimiawi sesuai dengan jenis OPT yang menyerang.

3.5.8 Panen

Pemanenan dilakukan sebanyak dua kali dalam seminggu pada saat cabai telah benar-benar matang atau telah berumur 70-75 HST.

3.6 Parameter Pengamatan

Pada penelitian ini tanaman yang diamati adalah semua tanaman M_2 dan tanaman M_0 . Parameter pengamatan dibagi menjadi dua yaitu pengamatan per tanaman dan pengamatan sampel. Adapun parameter tersebut dijelaskan sebagai berikut.

3.6.1 Pengamatan per tanaman

a. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diukur berdasarkan tinggi pada saat awal masa generatif atau saat awal berbunga dan saat akhir masa generatif, dimulai dari permukaan tanah sampai titik cabang primer.

b. Jumlah percabangan

Jumlah percabangan dihitung berdasarkan jumlah cabang yang muncul pada saat awal dan akhir masa generatif. Cabang yang dihitung terdiri dari cabang primer, cabang sekunder, cabang tersier, dan cabang tambahan.

c. Panjang cabang primer

Panjang cabang primer diukur berdasarkan panjang cabang yang terdapat pada batang utama, mulai dari pertemuan cabang dengan batang utama hingga muncul

cabang sekunder. Panjang cabang primer diukur pada awal dan akhir masa generatif.

d. Umur berbunga

Umur berbunga mulai dihitung pada saat awal masa generatif atau pada saat pertama kali berbunga.

e. Jumlah bunga

Jumlah bunga dihitung berdasarkan banyaknya bunga yang muncul dari awal masa generatif sampai akhir masa generatif.

f. Jumlah bunga rontok

Jumlah bunga rontok dihitung berdasarkan jumlah bunga yang gugur (rontok) dari awal masa generatif sampai akhir masa generatif.

g. Umur panen

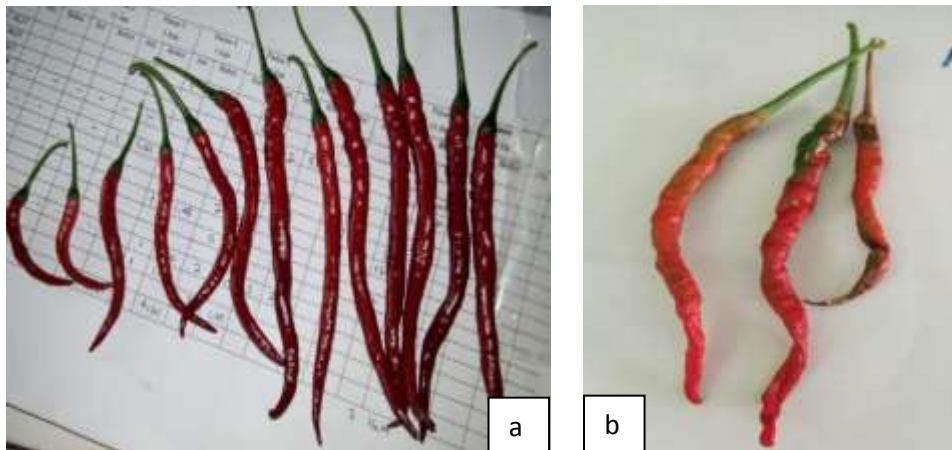
Umur panen dihitung berdasarkan umur sejak pertama kali tanaman dipindah ke lahan pertanaman sampai saat panen pertama.

h. Jumlah buah per tanaman

Jumlah buah dihitung berdasarkan jumlah buah yang dihasilkan pada satu tanaman, mulai dari awal panen hingga akhir panen. Jumlah buah dibedakan menjadi jumlah buah total per tanaman, jumlah buah layak jual per tanaman, dan jumlah buah tidak layak jual per tanaman. Panen dilakukan sebanyak 10 kali dengan waktu dua kali dalam satu minggu.

i. Bobot buah per tanaman

Bobot buah per tanaman diukur berdasarkan total bobot buah yang dihasilkan pada setiap tanaman sejak awal masa panen hingga akhir masa panen. Bobot buah terbagi menjadi bobot buah total per tanaman, bobot buah layak jual per tanaman, dan bobot buah tidak layak jual per tanaman. Buah layak jual merupakan buah dengan berbagai ukuran yang berwarna merah dan terbebas dari serangan hama dan penyakit, sedangkan buah tidak layak jual merupakan buah yang berwarna hijau maupun merah yang memiliki tanda atau gejala dari serangan hama dan penyakit (Gambar 4.).



Gambar 4. Perbedaan cabai layak jual (a) dan cabai tidak layak jual (b).

j. Bobot biji per tanaman

Bobot biji pertanaman diukur berdasarkan bobot total biji yang dihasilkan pada setiap tanaman mulai dari awal hingga akhir masa panen.

k. Jumlah biji per tanaman

Jumlah biji pertanaman diukur berdasarkan jumlah total biji yang dihasilkan pada setiap tanaman mulai dari awal hingga akhir masa panen.

3.6.2 Pengamatan per sampel

a. Panjang buah

Panjang buah diukur berdasarkan panjang satu sampel buah pada setiap kali panen, sampel yang diukur yaitu sebanyak 10 buah yang masing-masing diambil dari 10 kali panen.

b. Diameter buah

Diameter buah diukur berdasarkan panjang lingkaran tengah satu sampel buah pada setiap kali panen dengan menggunakan jangka sorong. Sampel yang diukur yaitu sebanyak 10 buah yang masing-masing diambil dari 10 kali panen.

c. Warna buah

Warna buah dilihat berdasarkan warna buah saat panen dengan menggunakan acuan RHS (*Royal Horticulture Society*) *color chart*. Sampel yang diukur yaitu sebanyak 10 buah yang masing-masing diambil dari 10 kali panen.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Nilai duga heritabilitas tinggi didapatkan pada karakter jumlah cabang primer awal generatif, jumlah cabang primer akhir generatif, jumlah cabang sekunder awal generatif, jumlah cabang sekunder akhir generatif, jumlah cabang tersier akhir generatif, jumlah cabang tambahan akhir generatif, umur panen, jumlah bunga rontok, jumlah buah layak jual per tanaman, jumlah buah total per tanaman, bobot buah layak jual per tanaman, bobot buah total per tanaman, bobot biji per tanaman, dan jumlah biji per tanaman. Nilai duga heritabilitas sedang didapatkan pada karakter jumlah bunga. Nilai duga heritabilitas rendah didapatkan pada karakter tinggi tanaman awal generatif, tinggi tanaman akhir generatif, jumlah cabang tersier awal generatif, jumlah cabang tambahan awal generatif, Panjang cabang primer awal generatif, Panjang cabang primer akhir generatif, umur berbunga, Jumlah buah tidak layak jual per tanaman, dan bobot buah tidak layak jual per tanaman.
2. Genotipe harapan yang dipilih berdasarkan karakter bobot buah total per tanaman yang memiliki bobot buah melebihi bobot rata-rata M_0 dan

mendekati potensi bobot yang dapat dicapai, didapat pada genotipe nomor 93 dengan bobot panen sebesar 222,15 g, diameter buah sebesar 2,8 mm, panjang buah 9,7 cm, dan warna buah *Vivid Red*.

5.2 Saran

Peneliti menyarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut untuk genotipe nomor 93 yang diseleksi dengan memilih genotipe yang memiliki bobot buah melebihi bobot rata-rata tanaman M_0 dan mendekati potensi bobot yang dapat dicapai. Pengujian lebih lanjut juga dapat dilakukan pada genotipe nomor 92 yang memiliki bobot buah tanaman tertinggi kedua dan melebihi bobot rata-rata tanaman M_0 .

Pada pelaksanaan penelitian disarankan untuk letak penanaman benih M_0 tidak hanya di barisan pinggir tetapi juga ditanam di barisan tengah agar penyebaran lebih merata, kemudian untuk pengamatan warna sampel buah tidak diambil secara acak melainkan dengan mengukur warna yang paling banyak (dominan) pada setiap kali panen. Selain itu, perlu ditambahkan parameter pengamatan bobot sampel buah per tanaman agar semua komponen produksi dapat diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiah. 2015. Heritabilitas dan hubungan antara karakter ketahanan dan agronomi tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) generasi F₃ keturunan Tanggamus c Taichung yang terinfeksi *soybean mosaic virus*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Adriani, N. 2014. Seleksi nomor-nomor harapan kedelai (*Glycine max* L. Merrill) generasi F₆ hasil persilangan Wilis x MLG₂₅₂₁. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ahloowalia, B. S. dan M. Maluszynsky. 2001. *Induce Mutations-A New Paradigm in Plant Breeding*. Euphytica. 167 – 173.
- Anshori, S. R. 2014. Induksi mutasi fisik dengan iradiasi sinar gamma pada kunyit (*Curcuma domestica* Val.). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aksuri, F. 2017. Keragaman genotipe dan fenotipe cabai merah (*Capsicum annum* L.) hasil iradiasi sinar gamma. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Arwin. 2015. Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap keragaman populasi M₃ galur-galur mutan kedelai umur genjah. *Prosiding Seminar 26 Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. 26 – 32.
- Asadi. 2013. Pemuliaan mutasi untuk perbaikan terhadap umur dan produktivitas pada kedelai. *Jurnal AgroBiogen*. 9 (3) : 135 - 142.
- Darussalam, M. 1996. *Radiasi dan Rdi isotop*. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Dewi, T. R. 2009. Analisis permintaan cabai merah (*Capsicum annum* L) di kota Surakarta. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Djarwaningsih, T. 2005. *Capsicum* spp. (cabai): asal, persebaran dan nilai ekonomi. *Jurnal Biodiversitas*. 6 (4) : 292 - 296.
- Fatahillah. 2014. Pengaruh vermikompos terhadap pertumbuhan vegetative cabai merah besar *Capsicum annum* L. di kelurahan Mangalli, kecamatan Pallangga kabupaten Gowa. (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Hallauer, A. dan J. B. Miranda. 1988. *Quantitative Genetics in Maze Breeding*. Iowa State University Press. United State of America.
- Hanafiah, D. S., Trikoesoemaningtyas, S. Yahya., dan D. Wirnas. 2015. Keragaan generasi ketiga (M₃) kedelai hasil iradiasi sinar gamma pada kondisi optimum dan kondisi cekaman kekeringan. *Jurnal Pertanian Tropik*. 2 (1) : 21 – 28.
- Handayani, M. 2017. Pengaruh iradiasi sinar gamma pada benih terhadap pertumbuhan fase generatif cabai merah (*Capsicum annum* L.) kultivar Laris. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hartati, S., M. Barmawi, dan N. Sa'diyah. 2013. Pola segregasi karakter agronomi tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) generasi F₂ hasil persilangan Willis x B₃₅₇₀. *Jurnal Argotek Tropika*. 1 (1) : 8 – 13.
- Hastuti, N. M. D., I. Yulianah., dan D. Saptadi. 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.
- Hemon, A. F. 2009. Induksi mutasi dengan iradiasi sinar gamma dan seleksi *in vitro* untuk mendapatkan embrio somatik kacang tanah yang toleran polietilena glikol. *Jurnal Agrotropika*. 14 (2) : 67 - 72.
- Indriatama, W. M., Trikoesoemaningtyas, S. I. Aisyah., dan S. Human. 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.
- Jameela, H., A. N. Sugiharto., dan A. Soegianto. 2014. Keragaman genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil pada populasi F₂ buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) hasil persilangan varietas introduksi dengan varietas lokal. *Jurnal Produksi Tanaman*. 2 (4) : 324 - 329.
- Kadir, A., S. H. Sutjahjo., G. A. Wattimena., dan I. Mariksa. 2007. Pengaruh iradiasi sinar gamma pada pertumbuhan kalus dan keragaman planlet tanaman nilam. *Jurnal AgroBiogen*. 3 (1) : 24 - 31.
- Kovacs, E. and A. Keresztes. 2002. Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cell. *Micron*. 33: 199 - 210.
- Kusuma, R., N. Sa'diyah., dan Y. Nurmiaty. 2016. Keragaman fenotipe dan heritabilitas kedelai (*Glycine max* L. Merril) generasi F₆ hasil persilangan Wilis x MLG₂₅₂₁. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 16 (2) : 85 – 93.
- Makhziah, S. dan Y. Koentjoro. 2017. Pengaruh radiasi sinar gamma cobalt-60 terhadap sifat morfologi dan agronomi ketiga varietas jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 22 (1) : 41 - 45.

- Maryenti, T., M. Barmawi., dan J. Prasetyo. 2015. Heritabilitas dan kemajuan genetik karakter ketahanan kedelai generasi F₂ persilangan Tanggamus x B₃₅₇₀ terhadap *soybean mosaic virus*. *Jurnal Kelitbangan*. 2 (2) : 137 – 154.
- Meliala, J. H. S., N. Basuki., dan A. Soegianto. 2016. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap fenotipik tanaman padi gogo (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4 (7) : 585 – 594.
- Melina, R. 2008. Pengaruh mutasi induksi dengan iradiasi sinar gamma terhadap keragaan dua spesies philodendron (*Philodendron bipinnatifidum* cv. crocodile teeth dan *P. xanadu*). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mendez-Natera, J. R., A. Rondon, J. Hernandez, dan J. F. Merazo-Pinto. 2012. Genetic studies in upland cotton. III. Genetic parameters, correlation and path analysis. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 44 (1) : 112 - 128.
- Meydina, A., M. Barmawi., dan N. Sa'diyah. 2014. Variabilitas genetik dan heritabilitas karakter agronomi kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) generasi F₅ hasil persilangan Wilis x B3570. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 15 (3) : 200-207.
- Nur, A., K. Syahrudin., dan Herawati. 2015. Pengaruh radiosensitivitas iradiasi sinar gamma terhadap perkembangan kecambah dan pertumbuhan vegetatif tanaman M₁ sorgum manis (*Sorghum bicolor* L.). *Prosiding Seminar Nasional Serelia*. 131 – 139.
- Nura, M. Syukur., N. Khumaida., 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.
- Nurfalach, D. R. 2010. Budidaya tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L) di UPTD perbibitan tanaman hortikultura desa pakopen kecamatan bandungan. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Oktavina, Z. 2011. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan anggrek hibrid *Dendrodium schlulerii* x May Neal Wrap secara in vitro. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Purba, K. R., E. S. Bayu., dan I. Nuriadi. 2013. Induksi mutasi radiasi sinar gamma pada beberapa varietas kedelai hitam (*Glycine max* L. merrill). *Jurnal Online Agroteknologi*. 1 (2) : 154 – 165.
- Rachmadi, M. 2000. *Pengantar Pemuliaan Tanaman Membiak Vegetatif*. Laboratorium Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Bandung.

- Sari, W. P., Damanhuri, dan Respatijarti. 2014. Keragaman dan heritabilitas 10 genotip pada cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2 (4) : 301 – 307.
- Sihono dan W. M. Indriatama. 2017. Uji daya hasil biji terhadap 10 galur mutan harapan sorgum di beberapa lokasi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 13 (1) : 51 – 58.
- Sujitno, E., dan M. Dianawati. 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.
- Suriana, N. 2012. *Cabai Sehat dan Berkhasiat*. C. V Andi Offset. Yogyakarta.
- Syukur, M., S. Sujiprihati., R. Yuniarti., dan K. Nida. 2011. Pendugaan komponen ragam, heritabilitas dan korelasi untuk menentukan kriteria seleksi cabai (*Capsicum annum* L.) populasi F₅. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 1 (3) : 74 – 80.
- Tim Bina Karya Tani. 2009. *Pedoman Bertanam Cabai Cetakan II*. Yrama Widya. Bandung.
- Tim Bina Karya Tani. 2008. *Pedoman Bertanam Cabai*. Yrama Widya. Bandung.
- Utomo, S. D. 2012. *Pemuliaan Tanaman Menggunakan Rekayasa Genetik*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Wantini, L. 2013. Keragaman genetik dan heritabilitas karakter agronomi kedelei (*Glycine max* L. Merriil) famili F₃ persilangan wilis x B3570. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Widyawati, Z., I. Yulianah., dan Respatijarti. 2014. Heritabilitas dan kemajuan genetik harapan populasi F₂ pada tanaman cabai besar (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2 (3) : 247-252.
- Wulandari, J. K., I. Yulianah., dan D. Saptadi. 2016. Heritabilitas dan kemajuan genetik empat populasi F₂ tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) pada budidaya organik. *Jurnal Produksi Tanaman*. 4 (5) : 361 – 369.
- Wulantari, R. 2018. Pengaruh lama pemaparan medan magnet 0,2mT terhadap pertumbuhan generatif tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) yang diinfeksi *Fusarium oxysporum*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Wusani, M. 2004. Pewarisan karakter ketahanan pada cabai (*Capsicum annum* x *Capsicum chinense*) terhadap penyakit antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Yushardi, A. 2012. Daya waris dan harapan kemajuan seleksi karakter agronomi kedelai generasi f_2 hasil persilangan antara *Yellow bean* dan Taichung. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.