

**KERAGAMAN M1 TANAMAN HIAS
BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus* L.)
AKIBAT PENYINARAN IRADIASI SINAR GAMMA**

SKRIPSI

Oleh

INTAN NOVELA SETYA MONIKASARI



**PROGAM STUDI S1 AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2017**

KERAGAMAN M1 TANAMAN HIAS
BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus* L.)
AKIBAT PENYINARAN IRADIASI SINAR GAMMA

Oleh

Intan Novela Setya Monikasari
NIM: 23030113120015

Salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian pada Progam Studi S1 Agroekoteknologi
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGAM STUDI S1 AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Intan Novela Setya Monikasari
NIM : 23030113120015
Program Studi : S1 Agroekoteknologi

Dengan ini menyatakan sebagai berikut:

Skripsi yang berjudul: **Keragaman M1 Tanaman Hias Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*) Akibat Penyinaran Iradiasi Sinar Gamma**

1. Penelitian yang terkait merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu : Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si dan Dr. Ir. Budi Adi Kristanto, M.S.

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S1 Agroekoteknologi, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, September 2017
Penulis

Intan Novela Setya Monikasari

Mengetahui :

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si.

Dr. Ir. Budi Adi Kristanto, M.S.

Judul Skripsi : KERAGAMAN M1 TANAMAN HIAS
BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus* L.)
AKIBAT PENYINARAN IRADIASI SINAR
GAMMA

Nama Mahasiswa : INTAN NOVELA SETYA MONIKASARI

Nomor Induk Mahasiswa : 23030113120015

Progam Studi/ Departemen : S1 AGROEKOTEKNOLOGI/ PERTANIAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si.

Dr. Ir. Budi Adi Kristanto, M.S.

Ketua Panitia Ujian Akhir Progam

Ketua Progam Studi

Dr. Ir. Endang Dwi Purbajanti, M.S.

Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D

Dekan

Ketua Departemen

Prof. Dr. Ir. Mukh Arifin, M.Sc.

Ir. Didik Wisnu Widjajanto, M.Sc, Ph.D.

RINGKASAN

INTAN NOVELA SETYA MONIKASARI. 23030113120015. 2017. Keragaman M1 Tanaman Hias Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) Akibat Penyinaran Iradiasi Sinar Gamma. (Pembimbing: **SYAIFUL ANWAR** dan **BUDI ADI KRISTANTO**)

Penelitian bertujuan untuk memperoleh keragaman morfologi M1 tanaman hias bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) dan nilai LD50 akibat penyinaran iradiasi sinar gamma. Penelitian dilakukan di Kecamatan Kebakramat, Kabupaten Karanganyar dari bulan Februari 2017-Mei 2017. Perlakuan iradiasi sinar gamma dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Atom Indonesia (Batun), Pasar Jumat, Jakarta.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah percobaan monofaktor dengan rancangan acak lengkap (RAL) terdiri dari 5 perlakuan Iradiasi Sinar Gamma dan 5 ulangan, setiap ulangan terdiri 5 benih bunga matahari. Perlakuan iradiasi sinar gamma yang dicobakan adalah dosis 0, 5, 25, 45, dan 65 Gy. Parameter yang diamati adalah karakter kuantitatif meliputi umur berkecambah benih, tinggi tanaman, diameter batang, umur inisiasi bunga, diameter bunga pita dan bunga tabung, total berat biji, total jumlah biji, bobot 100 biji, jumlah bunga pita, LD50, dan kandungan klorofil. Pengamatan karakter kualitatif meliputi warna bunga, heritabilitas dan perubahan keragaan fenotip.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyinaran iradiasi sinar gamma mampu mengubah keragaman morfologi bunga matahari pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, umur inisiasi bunga, diameter bunga pita, diameter bunga tabung, warna bunga, total jumlah biji, total berat biji dan bobot 100 biji. Iradiasi mampu menurunkan ukuran tinggi tanaman, diameter batang, diameter bunga tabung, diameter bunga pita, total berat biji dan mengurangi waktu inisiasi pembungaan bunga matahari. Nilai LD₅₀ bunga matahari akibat penyinaran didapatkan dengan cara ekstrapolasi sebesar 74,19 Gy. Parameter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi meliputi tinggi tanaman, diameter bunga pita, diameter bunga tabung, umur inisiasi bunga, total berat biji, total jumlah biji, dan bobot 100 biji sedangkan nilai heritabilitas rendah dimiliki oleh parameter diameter batang. Keragaman warna bunga matahari hasil iradiasi sinar gamma sebagai berikut 2,5 y 8/8 (warna bunga kontrol berwarna kuning jeruk), 2,5 y 8/6 (warna kuning jeruk pucat), 2,5 y 7/8 (warna kunyit), 5 y 8/8 (warna kuning lemon), dan 5 y 8/6 (warna kuning lemon pucat.).

Simpulan dari hasil penelitian adalah perlakuan penyinaran iradiasi sinar gamma mengubah keragaman morfologi bunga matahari pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, umur inisiasi bunga, diameter bunga pita, diameter bunga tabung, warna bunga, total jumlah biji, total berat biji dan bobot 100 biji. Nilai LD50 pada penyinaran iradasi sinar gamma untuk tanaman bunga matahari adalah 74,19 Gy.

KATA PENGANTAR

Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) merupakan tanaman hias introduksi yang berasal dari Amerika Utara. Penikmat tanaman hias lebih menyukai tanaman hias yang memiliki keragaman atau keunikan tersendiri. Salah satu teknik pemuliaan tanaman yang digunakan untuk meningkatkan keragaman tanaman adalah melalui mutasi. Penyinaran iradiasi sinar gamma diharapkan dapat meningkatkan keragaman bunga matahari.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah yang telah dilimpahkan, sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi berjudul “Keragaman M1 Tanaman Hias Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) Akibat Penyinaran Iradiasi Sinar Gamma”, yang merupakan syarat penyelesaian studi sebagai Sarjana Pertanian. Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan skripsi.

1. Prof. Dr. Ir. Mukh Arifin, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Peternakan beserta jajarannya di Fakultas Peternakan dan Pertanian dan Ketua Program Studi S1-Agroekoteknologi Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D, atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk mengikuti program S1.
2. Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si sebagai dosen pembimbing utama dan Dr Ir. Budi Adi Kristanto, M.S. sebagai pembimbing anggota yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

3. Dr. Ir. Widyati Slamet, M.P. selaku dosen wali serta seluruh jajaran dosen (Prof. Dr. Ir. Sumarsono, M.S., Prof. Dr. Ir. Dwi Retno Lukiwati, M.S., Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D., Dr. Ir. Endang Dwi Purbayanti, M.S., Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc., Dr. Ir. Sutarno, M.S., Ir. Didik Wisnu Widjajanto, M.Sc., Ph.D., Dr. Ir. Adriani Darmawati, M.Sc., Dr. Ir. Susilo Budiyanto, M.Si., Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si., Dr. Ir. Yafizham, M.S., Bagus Herwibawa, S.P., M.P.) dan laboran (Ahmad Baroha, S.Pt.) di progam studi Agroekoteknologi yang telah memberikan arahan, ilmu motivasi, dan membentuk penulis selama masa studi.
4. Bapak, Ibu, Mas Erick yang senantiasa memberi dukungan dan doa, serta dorongan dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman Agroekoteknologi 2013 atas kebersamaan dan pengalaman selama masa perkuliahan, serta bantuan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi.
6. Lika Alfariatna dan Syafira Athifa anggota Matabelo sebagai teman-teman terdekat penulis yang telah banyak memberikan semangat, dukungan, pengalaman, hiburan, serta kebersamaan yang tidak dapat dilupakan. You never walk alone girls.
7. Personil AKB81 (Dewi Defa, Diana, Iren dbr, Nia Rj, Maya, Momon, Resta, dan Risma) yang telah banyak memberikan dukungan, hiburan, pengalaman yang luar biasa dan kebersamaan.
8. Nia Rohmatul Jannah sebagai roommate penulis, terimakasih Nia atas hiburan, dukungan, dan kebersamaan selama ini.

9. Syifa dan Awan atas hiburan-hiburan konyol kalian.
10. Lembaga Pers Mahasiswa Nuansa FPP Undip atas kebersamaan, pembelajaran karakter dan pengalaman yang luar biasa yang telah banyak diajarkan kepada penulis.
11. Tim KKN Dersalam Kudus (Lila, Nisa Munthe, Hafiz, Ozi, Cece Vania, Rini, Niken, Yoyok dan Danis) atas pengalaman dan pelajaran hidup selama 35 hari.
12. Saudara adik angkatan Agroekoteknologi 14, 15, 16, dan 17 atas segala perhatian dan kebersamaan yang penulis pelajari selama masa studi.
13. Personil Kisah Klasik/Gembel-gembel Squad (Aris, Catur, Dewi, Dinta, Fitri, Rias, Taofiq, Yudi, dan Winda) atas pengalaman, hiburan, dan kebersamaan selama 7 tahun dan semoga lebih Aamiin.
14. Seluruh pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pengembangan di bidang pertanian.

Semarang, September 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR ILUSTRASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Bunga Matahari (<i>Helianthus annuus</i> L.)	4
2.2. Mutasi	6
2.3. Iradiasi Sinar Gamma	7
2.4. <i>Lethal Dose 50</i> (LD ₅₀)	10
2.5. Heritabilitas.....	11
BAB III. MATERI DAN METODE.....	12
3.1. Materi Penelitian.....	12
3.2. Metode Penelitian	12
3.3. Analisis Data.....	15
BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1. Kondisi Umum Tempat Penelitian.....	16
4.2. Karakter Kuantitatif	18
4.3. Karakter Kualitatif	30
4.4. Persentase Tanaman Hidup dan <i>Lethal Dose 50</i>	33
4.5. Keragaman <i>Helianthus annuus</i> L.....	35
4.6. Heritabilitas.....	39
4.7. Perubahan Keragaan Fenotip	41
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1. Simpulan	45
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46

LAMPIRAN.....	50
RIWAYAT HIDUP.....	108

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Rekapitulasi Sidik Ragam Pengaruh Dosis Sinar Gamma terhadap Karakter Kuantitatif Bunga Matahari.....	17
2. Tinggi Tanaman dan Diameter Batang Bunga Matahari Waktu Mekar Sempurna pada Perlakuan Iradiasi Sinar Gamma.....	18
3. Diameter Bunga Pita, Diameter Bunga Tabung dan Jumlah Bunga Pita Bunga Matahari Waktu Mekar Sempurna pada Perlakuan Iradiasi Gamma	21
4. Umur Berkecambah, Umur Inisiasi Bunga dan Umur Mekar Sempurna Bunga Matahari pada Perlakuan Iradiasi Sinar Gamma	24
5. Total Berat Biji, Total Jumlah Biji, dan Bobot 100 biji Bunga Matahari pada Perlakuan Iradiasi Sinar Gamma.....	26
6. Klorofil A, B, dan A+B pada Perlakuan Iradiasi Sinar Gamma	29
7. Persentase Warna Bunga Pita Umur Mekar Sempurna.	30
8. Persentase Tanaman Hidup pada 65 hst dan Nilai LD50.....	33
9. Heritabilitas	39

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Denah pengacakan perlakuan pada petak percobaan	15
2. Organisme Pengganggu Tanaman.....	17
3. Perbandingan tinggi tanaman bunga matahari umur mekar Sempurna.....	20
4. Persamaan regresi karakter tinggi tanaman dan diameter batang	21
5. Persamaan regresi karakter diameter batang, diameter bunga pita, diameter bunga tabung	23
6. Persamaan regresi karakter umur inisiasi berbunga bunga matahari	26
7. Persamaan regresi karakter total berat biji dan total jumlah biji	28
8. Keragaman warna bunga 2,5y 8/8.....	32
9. Keragaman warna bunga 2,5y 8/6.....	32
10. Keragaman 2,5y 7/8	32
11. Keragaman warna 5y 8/8.	33
12. Keragaman warna 5y 8/6	33
13. Dendogram hasil analisis 125 mutan bunga matahari.....	35
14. Perubahan Warna dan bentuk daun akibat iradiasi sinar gamma saat inisiasi bunga 15-34 hst.....	41
15. Perubahan kerapatan bunga pita akibat iradiasi sinar gamma saat umur mekar sempurna.....	42
16. Perubahan keragaman bentuk bunga tabung akibat iradiasi sinar gamma saat umur mekar sempurna	44

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Dokumentasi Penelitian	50
2. Biji Bunga Matahari	51
3. <i>Munsell Colour Chart</i>	52
4. Data Pengamatan Umur Berkecambah Benih (HSS).....	53
5. Data Pengamatan Tinggi Tanaman	56
6. Data Pengamatan Diameter Batang	60
7. Data Pengamatan Inisiasi Bunga.....	64
8. Data Pengamatan Umur Mekar Sempurna.....	68
9. Data Pengamatan Diameter Bunga Pita	71
10. Data Pengamatan Diameter Bunga Tabung	75
11. Data Pengamatan Jumlah Bunga Pita	79
12. Data Pengamatan Klorofil a	82
13. Data Pengamatan Klorofil b.....	85
14. Data Pengamatan Klorofil ab	88
15. Data Pengamatan Total Berat Biji	91
16. Data Pengamatan Total Jumlah Biji.....	95
17. Data Pengamatan Bobot 100 Biji.....	99
18. Perhitungan <i>Lethal Dose 50</i> (LD ₅₀)	102
19. Heritabilitas	103
20. Warna Bunga Pita	107

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman hias atau *ornamental plant* saat ini disukai oleh banyak kalangan. Tanaman hias dapat dimanfaatkan sebagai ladang bisnis yang menguntungkan serta mampu memberikan rasa keindahan bagi yang melihatnya. Badan Pusat Statistika pada tahun 2015 mencatat jumlah produksi komoditas tanaman hias meningkat mencapai 823.555.688 potong. Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) merupakan tanaman hias introduksi yang berasal dari Amerika Utara. Bunga ini mampu beradaptasi pada daerah yang panas dengan pencahayaan yang penuh, akan tetapi pertumbuhannya tidak dipengaruhi oleh fotoperiodisme. Bunga matahari memiliki banyak spesies. Tercatat ada sekitar 67 spesies yang diketahui dan 17 diantaranya telah dibudidayakan. Biji bunga matahari dapat dimanfaatkan menjadi olahan minyak nabati dan makanan cemilan.

Penikmat tanaman hias lebih menyukai tanaman hias yang memiliki keragaman atau keunikan tersendiri. Harga jual tanaman hias akan semakin tinggi jika semakin beragam atau unik dalam segi bentuk maupun warna. Peningkatan keragaman tersebut bisa dibantu dengan adanya pemuliaan tanaman. Pemuliaan tanaman adalah ilmu tentang penyeleksian dan keragaman terhadap bentuk-bentuk tanaman yang ingin dikembangkan (Syukur dkk., 2012). Salah satu teknik pemuliaan tanaman yang digunakan untuk meningkatkan keragaman tanaman adalah melalui mutasi. Mutasi mampu menimbulkan keragaman genetik dalam

pemuliaan tanaman. Hal itu sudah dibuktikan pada tanaman hias seperti bunga kembang sepatu, begonia, anyelir, anggrek dan krisan. Penyinaran iradiasi sinar gamma termasuk mutasi fisik yang hasilnya lebih baik dibanding mutasi kimia karena daya serap yang rendah pada bagian vegetatif tanaman terhadap bahan mutasi. Mutasi fisik menyebabkan terjadinya perubahan pada tingkat genom, kromosom, dan DNA sehingga proses fisiologi pada tanaman menjadi tidak normal dan menghasilkan variasi genetik baru (Balitan, 2011). Efek dari penyinaran tersebut mengakibatkan tanaman yang diberi perlakuan iradiasi akan berbeda dengan indukannya atau terbentuknya jenis baru (Suwarno dkk., 2013). Metwally dkk. (2015) berpendapat bahwa efek dari radiasi menyebabkan perubahan dalam struktur seluler tanaman dan metabolisme tanaman seperti pelebaran membran tilakoid dan perubahan dalam fotosintesis.

Pengaruh iradiasi sinar gamma pada tanaman tergantung pada bagian yang akan disinari, macam dan besaran dosis yang digunakan. Setiap bunga memiliki dosis penyinaran yang berbeda-beda. Dosis optimal untuk penyinaran gamma pada bunga krisan varietas Pink Fiji adalah 10-15 Gy (Dwimahyani, 2007). Satu satuan Gy setara 1 joule/kg. Mutasi fisik pada benih matahari menggunakan dosis penyinaran sebesar 0, 20, 40, dan 60 Gy (Saputra, 2012). Dosis iradiasi sinar gamma yang tinggi (100-400 Gy) menyebabkan kematian pada tanaman karena iradiasi mampu merusak DNA (Nura, 2015). Efek negatif pemberian iradiasi sinar gamma adalah adanya pembelahan sel dan pertumbuhan pertanaman yang terhambat (Maharani dan Khumaida, 2013). Menurut Suwarno dkk. (2013) iradiasi gamma juga dapat memacu pertumbuhan akar semakin cepat. Perlakuan iradiasi gamma

mampu menghasilkan keragaman baik dari segi bentuk, warna, maupun ukuran bunga. Penelitian sebelumnya pada tahun 2012 tentang iradiasi sinar gamma bunga matahari varietas Italian White, Sunspot, Lemon Queen, dan Mammoth dengan dosis penyinaran 20, 40, dan 60 Gy. Kebaruan penelitian ini adalah terletak pada dosis penyinaran dan varietas bunga sebelumnya. Dosis yang digunakan yaitu 0, 5, 25, 45 dan 65 Gy, sedangkan varietas yang digunakan adalah Giant Single.

1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh keragaman morfologi M1 tanaman hias bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) dan nilai LD₅₀ akibat penyinaran iradiasi sinar gamma. Manfaat dari penelitian ini adalah diperolehnya dosis yang optimum pada penyinaran iradiasi sinar gamma untuk menciptakan keragaman M1 pada matahari (*Helianthus annuus* L.) dan nilai LD₅₀ akibat penyinaran iradiasi sinar gamma.

1.3. Hipotesis

Diperolehnya dosis iradiasi sinar gamma yang optimum untuk terjadinya mutasi dan nilai LD₅₀ pada benih matahari (*Helianthus annuus* L.).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.)

Bunga matahari merupakan tanaman introduksi yang berasal dari daerah Amerika. Bunga matahari memiliki keindahan pada kelopaknya yang menghadap ke atas itulah mengapa orang-orang menyebutnya bunga matahari. Bunga ini mampu hidup di daerah subtropis maupun tropis bahkan pada ketinggian hingga 1.500 m dpl (di atas permukaan laut). Tanaman bunga matahari mampu tumbuh hingga 1-3 meter tergantung varietas, memiliki batang yang tebal dan kuat. Benih yang dihasilkan bunga matahari berasal dari penyerbukan yaitu transfer serbuk sari pada permukaan stigma organ betina reseptif. Biji bunga matahari dapat dimanfaatkan sebagai cemilan makanan ringan maupun diolah menjadi minyak nabati. Awal pembungaan bunga matahari berkisar antara 19-22 hari setelah transplanting (Khotimah, 2007). Ciri-ciri dari bunga matahari adalah kelopak bunga yang berwarna kuning terang, daun lebar, memiliki tangkai panjang, batang dan daun berbulu. Bunga matahari terbagi menjadi 2 macam yaitu bunga pita dan bunga tabung. Bunga pita merupakan bagian bunga di sepanjang tepi cawan yang membentuk pita sedangkan bunga tabung adalah bunga-bunga fertil (benang sari dan putik) yang biasanya menghasilkan buah (Khotimah, 2007). Penyerbukan bunga matahari memanfaatkan polinator lebah madu untuk terjadinya proses pembuahan putik (bunga betina) oleh benangsari (bunga jantan) dan menghasilkan biji berkualitas (Cholid, 2014). Akar bunga matahari berbentuk serabut serta memiliki

rambut-rambut akar. Kedalaman akar bunga matahari bisa mencapai 3 meter. Bunga matahari memiliki diameter \pm 10-15 cm tergantung dari jenis varietas. Varietas Little Leo memiliki tinggi 24,3-38,7 cm, warna bunga kuning cerah, benih licin, kusam, hitam tanpa guratan, dan memiliki jumlah kuntum bunga 6-15 (Khotimah, 2007).

Menurut Benson (1957) bunga matahari dapat diklasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Magnoliopyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Ordo : *Asterales*
Famili : *Asteraceae*
Genus : *Helianthus*
Spesies : *Helianthus annuus L.*

Bunga matahari tumbuh baik pada ketinggian tempat 200-1200 m dpl dengan intensitas pencahayaan penuh, memiliki kelembaban udara 70-90%, temperatur 15-30⁰ C, dan penyiraman diatur agar media selalu lembab tetapi tidak terlalu basah (Dinas Pertanian Pangan, 2014). Perbanyakan bunga matahari menggunakan benih yang berasal dari bunga-bunga kecil yang sudah dibuahi. Penanaman bunga matahari menggunakan benih harus memperhatikan kedalaman tanam. Lubang tanam untuk persemaian benih di media tanam idealnya sedalam 2,5-5 cm. Bunga matahari yang dibudayakan di lahan pada umumnya memiliki jarak tanam 50x75 cm, akan tetapi jenis varietas mempengaruhi jarak tanam. Pemanenan bunga matahari ditandai dengan warna mahkota bunga yang sudah mekar sempurna. Umur

tanaman dari mulai persemaian hingga pemanenan berbeda-beda tergantung dari jenis varietas yang ditanam. Secara umum siklus yang dibutuhkan dari proses perkecambahan hingga panen selama 120 hari (Cholid, 2014). Biji bunga matahari dapat dipanen waktu berumur 125 sampai 130 hari (Agriculture, forestry & fisheries, 2010).

2.2. Mutasi

Pemuliaan tanaman adalah ilmu tentang penyeleksian dan keragaman terhadap bentuk-bentuk tanaman yang ingin dikembangkan (Syukur dkk., 2012). Metode pemuliaan dibagi menjadi 3 macam yaitu pemuliaan rekombinasi, mutasi dan transgenik. Akibat dari mutasi pada tanaman yaitu terjadinya penundaan pembelahan sel pada tahap perkembangan tanaman (Mayasari, 2007). Efek mutasi dapat diamati pada generasi M₂ dan seterusnya (Sianipan dkk., 2013). Umur berbunga tanaman kacang hijau belum menunjukkan efek mutasi pada generasi pertama (M₁) (Daeli dkk., 2013). Hubungan kekerabatan hasil mutasi dapat ditampilkan dalam bentuk dendogram dengan melihat koefisien kemiripan. Koefisien kemiripan merupakan ukuran derajat kedekatan antar tanaman (Wulansari, 2014).

Mutagen adalah agen yang digunakan untuk memperoleh mutasi buatan. Mutasi dapat dilakukan menggunakan penyinaran radiasi seperti sinar gamma, sinar X, neutrons serta mutagen kimia. Agen mutasi sinar gamma yang paling banyak menghasilkan hasil mutan dibandingkan mutagen kimia. Daya hidup tanaman yang dimutasi tergantung dari dosis dan jenis materi yang akan digunakan (Kadir, 2011).

Efek pemberian iradiasi inosiasi beragam terhadap tanaman tergantung dari morfologi dan fisiologi tanaman (Zanzibar dan Sudrajat, 2009). Mutagen yang digunakan untuk penyinaran diharapkan mampu memberikan efek kerusakan rendah tetapi memiliki efek genetik warisan yang tinggi (Dwiatmini dkk., 2009). Setiap sel memiliki kepekaan yang berbeda terhadap mutagen (Wulansari, 2014).

2.3. Iradiasi Sinar Gamma

Penyinaran iradiasi sinar gamma terbukti mampu meningkatkan keragaman karakter tinggi tanaman, jumlah tunas samping dan jumlah daun per rumpun pada tanaman lengkuas (Mayasari, 2007). Efek pemberian iradiasi sinar gamma adalah adanya pembelahan sel dan pertumbuhan pertanaman yang terhambat (Maharani dan Khumaida, 2013). Pemberian dosis iradiasi yang tinggi menyebabkan penurunan panjang tanaman bawang merah (Batubara, 2015), terhambatnya tinggi tanaman *Coleus blumei* (Togarotop dkk., 2016), dan mempercepat masa pembungaan angrek bulan (Widiarsih dan Dwimahyani, 2013). Mutan letal dapat terjadi apabila dosis radiosensitivitas tinggi (Aisyah, 2006). Penyinaran iradiasi sinar gamma menyebabkan terjadinya mutasi fisik yaitu terjadi perubahan pada tingkat genom, kromosom, dan DNA. Perubahan genom, kromosom, dan DNA mengakibatkan proses fisiologi pada tanaman menjadi tidak normal dan menghasilkan variasi genetik baru (Balitan, 2011). Perubahan genom, kromosom, dan DNA merupakan perubahan materi genetik yang menyebabkan perbedaan genetik sehingga tanaman memiliki ciri khusus meskipun dari jenis yang sama (Daeli dkk., 2013). Iradiasi mampu menyebabkan perubahan penambahan ukuran

kromosom (Aisyah, 2006). Sel termutasi terseleksi karena sel-sel normal mampu membentuk kelompok sel (Devy dan Sastra, 2006). Dosis iradiasi yang tinggi mampu merusak sel meristem (Cahyo dan Dinarti, 2015). Efek dari radiasi menyebabkan perubahan dalam struktur seluler tanaman, seperti pelebaran membran tilakoid dan kerusakan aparat fotosintesis sehingga menyebabkan gangguan proses metabolisme tanaman dan penurunan kemampuan fotosintesis (Metwally dkk., 2015), gangguan proses metabolisme dan fotosintesis berakibat terhambatnya pertumbuhan tanaman sehingga tanaman mutan menjadi kerdil (Aisyah dan Nariah, 2011), dan menyebabkan perubahan warna kalus (Karyanti dkk., 2015).

Iradiasi mampu menembus dinding sel sehingga menyebabkan terjadinya mutasi yang bersifat acak (Maharani, 2015). Perlakuan iradiasi sinar gamma menghasilkan tanaman mutan dengan berbagai keragaman, seperti keragaman baik dari segi bentuk, warna, maupun ukuran bunga dan daun (Suliansyah, 2011), tinggi tanaman, jumlah daun, lebar tajuk dan diameter batang (Saputra, 2012), pertumbuhan akar (Suwarno dkk., 2013), aktivitas hormon pertumbuhan (Melina, 2008), kerusakan biji (Dwiatmini dkk., 2009), penurunan jumlah biji tanaman kembang telang (Sajimin dkk., 2015), dan kekosongan biji (Warman dkk., 2015). Faktor perubahan warna bunga mampu disebabkan karena penumpukan flavonoid, karotenoid dan betalains (Aisyah, 2006).

Beberapa peneliti terdahulu melaporkan bahwa perlakuan iradiasi akan menghasilkan tanaman mutan yang mempunyai karakter berbeda dengan indukannya. Suliansyah (2011) melaporkan bahwa tanaman mutan hasil mutasi

memiliki klorofil dan warna daun berbeda dengan indukannya. Diperoleh tanaman mutan dengan macam-macam klorofil dan warna daun, seperti tipe albino, xantha, dan viridis. Klorofil dan warna daun tipe viridis adalah salah satu jenis mutan klorofil yang sulit dideteksi karena sulit membedakan apakah tanaman terkena mutasi klorofil tipe viridis atau karena kekurangan zat makanan. Iradiasi sinar gamma mengganggu sintesa klorofil pada pucuk anyelir sehingga mengalami defisiensi warna hijau (Aisyah, 2006) dan perubahan DNA kloroplas pada daun tanaman kunyit (Anshori, 2014). Ratma dan Suanggono (1998) di lapangan akan mengalami kesulitan membedakan mutasi klorofil tipe viridis dengan tanaman yang kekurangan hara. Tanaman mutan hasil iradiasi gamma mempunyai karakter pertumbuhan akar lebih cepat dibanding indukannya (Suwarno dkk., 2013). Iradiasi sinar gamma dengan dosis 20-60 Gy pada biji bunga matahari memberikan pengaruh nyata karakter tinggi tanaman, jumlah daun, lebar tajuk dan diameter batang (Saputra, 2012).

Iradiasi menyebabkan terjadinya penghambatan aktivitas hormon pertumbuhan tanaman philodendron (Melina, 2008). Adanya hambatan aktivitas auksin setelah diiradiasi menyebabkan konsentrasi auksin berkurang (Devy dan Sastra, 2006). Iradiasi sinar gamma pada biji dengan dosis diatas 60 Gy menyebabkan kerusakan biji dan penurunan kemampuan untuk tumbuh. Semakin tinggi dosis yang dipaparkan pada biji akan semakin sedikit biji yang tumbuh (Dwiatmini dkk., 2009). Iradiasi gamma mampu menyebabkan perubahan pada pertumbuhan vegetatif tanaman karena rusaknya susunan kromosom tumbuhan (Daeli dkk., 2013), kekosongan biji pada malai tanaman padi (Warman dkk., 2015),

percepatan atau perlambatan perkecambahan dan fase generatif tanaman (Saputra, 2012), perubahan bentuk daun anggrek yang sementara akibat kerusakan fisiologi sel dan jaringan sebagai efek iradiasi (Widiarsih dan Dwimahyani, 2013), perubahan mutan positif dapat dilihat dari karakter kualitatif seperti warna bunga, corak maupun bentuk tepi petal (Aisyah, 2006).

2.4. *Lethal Dose 50 (LD₅₀)*

Dosis kematian 50 (*Lethal Dose 50* atau LD₅₀) adalah rentang dosis yang menyebabkan kematian populasi hingga 50% (Anshori, 2014). Nilai LD₅₀ untuk setiap tanaman berbeda. Nilai LD₅₀ untuk iradiasi tanaman jagung sebesar 90 – 424 Gy (Herison dkk., 2008), stek pucuk anyelir berada pada dosis 50-70 Gy (Aisyah dkk., 2009). Ada 3 cara menghitung LD₅₀ yaitu cara Weil, persamaan garis $y = a + bx$, dan probit (Harmita dan Radji, 2008). Tingginya tingkat radiosensitivitas ditentukan oleh rendahnya LD₅₀ suatu tanaman (Maharani dan Khumaid, 2013). Warna daun *Heliconia* spp. tidak menunjukkan perbedaan dengan tanaman induk karena dosis penyinaran yang belum mencapai nilai LD₅₀ (Ramadhani, 2015). Viabilitas benih akan semakin berkurang dengan meningkatkan dosis penyinaran yang digunakan (Ramadhani, 2015). Dosis yang tinggi menyebabkan kematian sel yang disebut efek deterministik. Efek deterministik adalah kematian sel akibat paparan radiasi yang berdampak menurunkan persentase perkecambahan (Mubarak dkk., 2011). Faktor morfologi mampu mempengaruhi ketahanan fisik sel pada saat menerima iradiasi sinar gamma (Herison dkk., 2008).

2.5. Heritabilitas

Heritabilitas adalah perbandingan antara keragaman genotipe terhadap keragaman fenotipe. Nilai heritabilitas dikatakan rendah apabila kurang dari 20%, cukup tinggi pada 20-50%, dan tinggi pada lebih dari 50% (Syukur dkk., 2012). Nilai heritabilitas >50 menunjukkan bahwa karakter pada tanaman dipengaruhi oleh ragam genetik yang lebih besar daripada ragam lingkungan yang berarti jika tanaman ditanam di lapangan maka penampilan tidak terlalu kestabilan akibat perubahan lingkungan yang tidak dapat diprediksi (Shaumi dkk., 2011). Seleksi dalam pemuliaan tanaman dapat dilakukan pada generasi pertama pada kondisi nilai heritabilitas yang tinggi (Zamroh, 2014).

BAB III

MATERI DAN METODE

3.1. Materi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2017-Mei 2017 di Kecamatan Kebakramat, Kabupaten Karanganyar. Perlakuan iradiasi sinar gamma dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Atom Indonesia (Batan), Pasar Jumat, Jakarta.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih bunga matahari jenis Giant Single (Mr. Fothergills, UK) hasil induksi mutasi melalui radiasi sinar gamma (0, 5, 25, 45, dan 65 Gy), tanah, arang sekam, pupuk NPK, gandasil b, gandasil d, pupuk kandang, pestisida, dan insektisida. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain iradiator gamma chamber 4000A, tray, polibag sebanyak 125 buah dengan ukuran 40x40 cm, alat siram, cangkul, cetok, meteran, label, gunting, amplop, plastik, dan alat tulis.

3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan percobaan monofaktor dengan rancangan acak lengkap (RAL) terdiri dari 5 perlakuan iradiasi sinar gamma dan 5 ulangan, setiap ulangan terdiri 5 benih bunga matahari. Perlakuan iradiasi sinar gamma yang dicobakan adalah dosis 0, 5, 25, 45, dan 65 Gy.

Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahap meliputi persiapan benih bunga matahari dan perlakuan iradiasi, persemaian benih dalam tray, transplanting

ke polibag dan pemeliharaan. Persiapan benih bunga matahari dan perlakuan iradiasi. Benih bunga matahari diperoleh dari membeli di toko pertanian dengan varietas yang digunakan adalah Giant Single dengan warna bunga pita kuning. Benih kemudian disinari secara tunggal menggunakan penyinaran iradiasi sinar gamma sesuai dengan dosis yang diinginkan (0, 5, 25, 45, dan 65 Gy). Penanam benih dalam tray. Benih yang telah diiradiasi selanjutnya disemai dalam tray yang telah diisi dengan media campuran tanah, pupuk kandang, dan sekam dengan perbandingan 2:1:1. Kedalaman lubang tanam saat menyemai dalam tray sekitar 1-1,5 cm. Transplanting dilakukan ketika bibit sudah memiliki 2 helai daun (12 hari setelah semai/ HSS) di polibag ukuran 40x40 cm yang telah berisi tanah, pupuk kandang, dan sekam (2:1:1), kemudian diberi pupuk dasar NPK (15:15:15) dengan dosis 2 g/ polibag (Khotimah, 2007) dan disusun sesuai *layout* di dalam rumah plastik. Jarak antar polibag yaitu 30x30 cm. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan, pemupukan, dan pengendalian hama dan penyakit hingga tanaman berbunga. Pemupukan dilakukan setiap satu minggu sekali dengan pupuk gandasil b dan gandasil d dengan dosis 2g/ liter tiap tanaman (Saputra, 2012).

Pengamatan. Karakter yang diamati pada penelitian ini adalah karakter kuantitatif dan kualitatif. Pengamatan karakter kuantitatif meliputi (1) Umur berkecambah benih (HSS). (2) Tinggi tanaman (cm), diukur dari buku paling bawah dengan alat bantu meteran, pengamatan dilakukan pada 0 Minggu Setelah Tanam (MST), 1 MST, 2 MST, Inisiasi bunga (mulai munculnya pembungaan), dan bunga pertama mekar sempurna. (3) Diameter batang, diukur pada bagian tengah dengan menggunakan jangka sorong dilakukan pada 1 (MST), 2 MST, inisiasi bunga dan

bunga pertama mekar sempurna. (4) Umur inisiasi bunga (Hari Setelah Transplanting/ HST), yaitu umur tanaman pada waktu munculnya pembungaan pertama. (5) Umur mekar sempurna dihitung sejak HSS. (6) Diameter bunga pita dan bunga tabung (cm), diukur pada waktu bunga mekar sempurna. (8) Total berat biji (9) Total jumlah biji. (10). Bobot 100 biji. (11). Jumlah bunga pita setiap tanaman, dihitung ketika bunga mekar sempurna. (12) Persentase tanaman hidup pada setiap perlakuan, data ini digunakan untuk menghitung LD_{50} , dengan menghitung tanaman yang mati pada setiap unit percobaan. (13) Kandungan klorofil. Daun yang digunakan untuk menghitung kandungan klorofil adalah daun termuda, daun bagian tengah, dan daun bagian bawah ketika bunga sudah mekar sempurna.

$Ca \text{ (mg/g)} = [12,7 \times A663 - 2,69 \times A645] \times V/1000 \times 1/W$ (klorofil a)

$Ca \text{ (mg/g)} = [12,9 \times A645 - 4,68 \times A663] \times V/1000 \times 1/W$ (klorofil b)

$Ca+b \text{ (mg/g)} = [8,02 \times A663 + 20,20 \times A645] \times V/1000 \times 1/W$ (Klorofil a+b/klorofil total)

Dimana V adalah volume dari ekstrak (ml) dan W adalah berat basah dari sampel (g), (14). Pengamatan karakter kualitatif warna bunga (dibandingkan menggunakan *standart* warna *Munsell colour chart*. Perbandingan warna dilakukan dengan cara melihat warna bunga pita bunga matahari disesuaikan dengan warna yang cocok di *Munsell colour chart* berdasarkan nilai chroma dan value nya). (15). Heritabilitas.

Perhitungan heritabilitas menggunakan rumus sebagai berikut

$He = \frac{\text{Ragam E}}{\text{Ragam F}}$ (16). Perubahan keragaman fenotip.

N4U2	N1U1	N1U4	N2U4	N3U1
N4U4	N1U3	N2U1	N4U3	N1U2
N0U1	N1U5	N0U3	N0U5	N4U5
N2U5	N3U2	N3U5	N4U1	N0U2
N3U3	N2U2	N2U3	N0U4	N3U4

Ilustrasi 1. Denah pengacakan perlakuan pada petak percobaan.

3.3. Analisis Data

Model linier yang menjelaskan tiap nilai pengamatan yang sesuai percobaan monofaktor Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

- Y_{ij} : nilai pengamatan akibat pengaruh aplikasi iradiasi sinar gamma ke-i serta ulangan ke-j
- M : nilai rata-rata umum dari total perlakuan
- T_i : pengaruh perlakuan aplikasisi iradiasi sinar gamma ke-i (i=0, 5, 25, 45, 65 Gy)
- ε_{ij} : pengaruh galat percobaan acak dari perlakuan penyinaran iradiasi gamma ke-i (i= 0, 5, 25, 45, 65 Gy) ulangan ke-j)j- 1,2,3,4,5)

Hipotesis statistik adalah :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = \tau_7 = \tau_8 = 0$$

Perlakuan dosis iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh terhadap keragaman M1 tanaman matahari.

$$H_1 : \text{Paling sedikit ada satu } \tau_1 \neq 0$$

Perlakuan dosis iradiasi sinar gamma berpengaruh terhadap keragaman matahari.

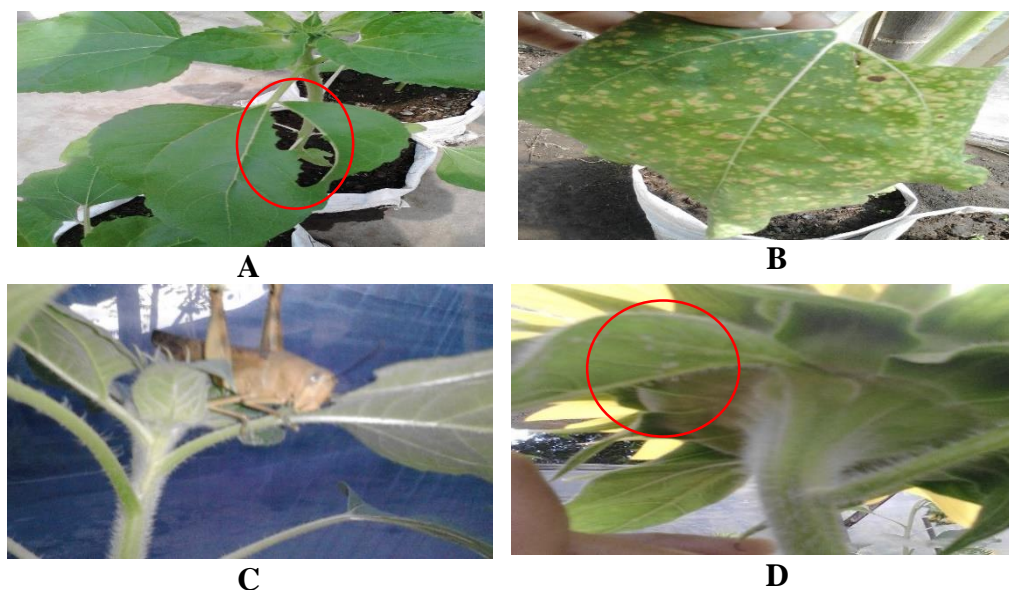
Data pengamatan yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan analisa ragam (uji F) pada taraf 5%. Bila hasil pengujian diperoleh pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut BNT.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Umum Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah plastik dengan ukuran 10 m x 4 m di Kecamatan Tasikmadu Kabupaten Karanganyar. Kabupaten Karanganyar terletak antara 110° 40'' – 110° 70'' Bujur Timur dan 70° 28'' – 70° 46'' Lintang Selatan. Ketinggian rata-rata 511 meter di atas permukaan laut serta beriklim tropis dengan 22 – 31 °C. Selama penanaman organisme pengganggu tanaman (OPT) yang menyerang antara lain hama, penyakit, dan gulma. Hama yang mengganggu seperti kutu putih, ulat, bekicot, dan belalang. Penyakit yang menyerang adalah hawar daun dengan ciri daun bercak cokelat. Gulma yang tumbuh adalah jenis rumput dan tanaman berdaun lebar seperti *Phyllanthus niruri*, dan *Euphorbia hirta*. Pengendalian dilakuan secara manual yaitu dengan cara mengambil hama dan penyiangan gulma, baik yang ada di pot maupun di permukaan lantai rumah plastik. Pengendalian penyakit dan hama juga menggunakan insektisida dan bakterisida yang disemprotkan setiap 1 minggu sekali. Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dan rekapitulasi data pengamatan karakter kuantitatif disajikan dalam Ilustrasi 2 dan Tabel 1.



Ilustrasi 2. Organisme Pengganggu Tanaman. Keterangan: A. Bekas daun dimakan belalang. B. Hawar daun. C. Hama belalang. D. Kutu Putih.

Tabel 1. Rekapitulasi Sidik Ragam Pengaruh Dosis Sinar Gamma terhadap Karakter Kuantitatif Bunga Matahari

Nomor	Peubah	Waktu	Uji F	
			Dosis	CV%
1	Umur berkecambah benih (hari)	1-4 MST	tn	1,6
2	Tinggi tanaman (cm)	42-65 UMS	*	22,74
3	Diameter batang (cm)	42-65 UMS	*	2,14
4	Umur inisiasi bunga (hari)	15-34 HST	*	13,69
5	Umur mekar sempurna (hari)	42-65 HST	tn	18,80
6	Diameter bunga pita (cm)	42-65 HST	*	11,81
7	Diameter bunga tabung (cm)	42-65 HST	*	7,51
8	Jumlah bunga pita (helai)	42-65 HST	tn	16,44
9	Total berat biji (g)	12 MST	*	13,10
10	Total jumlah biji (g)	12 MST	*	29,24
11	Bobot 100 biji (g)	12 MST	*	10,58
12	Klorofil A (μ mol)	42-65 UMS	tn	1,58
13	Klorofil B (μ mol)	42-65 UMS	tn	1,24
14	Klorofil total (A+B) (μ mol)	42-65 UMS	tn	2,06

Keterangan:

tn : Tidak Nyata

* : Signifikan taraf 5%

UMS : Umur Mekar Sempurna

HST : Hari Setelah Transplanting

MST : Minggu Setelah Tanam

4.2. Karakter Kuantitatif

4.2.1. Tinggi Tanaman dan Diameter Batang

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan diameter batang bunga matahari. Tinggi tanaman dan diameter batang bunga matahari tersaji pada pada Tabel 2.

Tabel 2. Tinggi Tanaman dan Diameter Batang Bunga Matahari Waktu Mekar Sempurna pada Perlakuan Iradiasi Sinar Gamma.

Peubah (cm)	Dosis				
	0	5	25	45	65
	-----(Gy)-----				
Tinggi tanaman	118,68 ^a	112,33 ^b	96,23 ^{bc}	88,69 ^c	72,15 ^d
Diameter batang	2,12 ^a	1,97 ^b	1,88 ^c	1,86 ^c	1,72 ^c

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT.

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan iradiasi sinar gamma terhadap biji bunga matahari dengan dosis 0 Gy (kontrol) memberikan hasil tinggi tanaman sebesar 118,68 cm, dosis 5 Gy sebesar 107,65 cm, dosis 25 Gy sebesar 96,23 cm, dosis 45 Gy sebesar 8,69 Gy, dan 65 Gy sebesar 72,15 Gy. Tinggi tanaman dosis kontrol dan 5 Gy sangat berbeda nyata dengan dosis 25 Gy, 45 Gy dan 65 Gy. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan dosis penyinaran iradiasi sinar gamma memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman bunga matahari.

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan penyinaran iradiasi sinar gamma terhadap biji bunga matahari menghasilkan diameter batang sebesar 2,12 cm pada dosis 0 Gy (kontrol), 1,97 cm dosis 5 Gy, 1,88 cm dosis 25 Gy, 1,86 cm

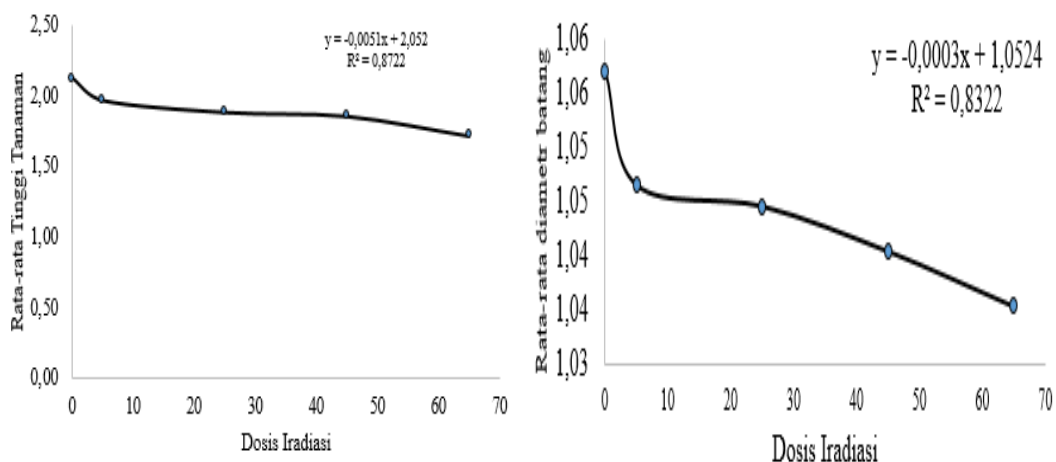
dosis 45 Gy dan 1,72 cm dosis 65 Gy. Diameter batang dengan dosis 0 Gy berbeda nyata dengan dosis 5, 25, 45, dan 65 Gy sementara dosis 5 Gy berbeda nyata dengan dosis 25, 45 dan 65 Gy. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan dosis penyinaran iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap diameter batang bunga matahari.

Iradiasi sinar gamma mampu merubah karakter morfologi tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Batubara (2015) bahwa dosis iradiasi yang tinggi mengakibatkan penurunan panjang tanaman bawang merah, terhambatnya pertumbuhan tinggi tanaman *Coleus blumei* (Togarotop dkk., 2016), dan penurunan tinggi tanaman kacang hijau (Daeli dkk., 2013). Hal ini terbukti dengan adanya penurunan tinggi dan diameter batang tanaman di setiap perlakuan dosis iradiasi. Cara kerja dari mutasi fisik adalah dengan merubah susunan genom dan kromosom sehingga proses fisiologi tanaman menjadi rusak atau tidak normal. Hal ini sesuai dengan pendapat Balitan (2011) bahwa iradiasi mampu merusak proses fisiologi tanaman dengan merubah tingkatan genom dan kromosom tanaman. Perubahan fisiologi tersebut mengakibatkan tanaman akan berbeda dengan indukannya. Menurut Saputra (2012) iradiasi mampu menyebabkan perubahan fase generatif. Pengaruh tinggi tanaman dan diameter batang juga disebabkan oleh aktivitas dari auksin sebagai hormon pertumbuhan. Adanya mutasi diduga menyebabkan gangguan aktivitas auksin (Devy dan Sastra, 2006).



Ilustrasi 3. Perbandingan tinggi tanaman bunga matahari umur mekar sempurna

Hasil persamaan regresi pada Ilustrasi 4 memperlihatkan bahwa peningkatan perlakuan dosis iradiasi gamma pada biji bunga matahari pada saat mutasi induksi berkorelasi dengan penurunan tinggi tanaman (0,87%) dan diameter batang (83,2%). Secara umum tanaman yang disinari dengan dosis tinggi tidak memperlihatkan penampilan yang lebih buruk dibandingkan dengan dosis penyinaran rendah. Iradiasi dengan dosis yang semakin meningkat menghasilkan diameter batang mengalami penurunan ukuran.



Ilustrasi 4. Persamaan regresi karakter tinggi tanaman dan diameter batang

4.2.2. Diameter Bunga Pita, Bunga Tabung dan Jumlah Bunga Pita

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap bunga pita dan bunga tabung bunga matahari. Diameter bunga pita dan bunga tabung matahari tersaji lampiran 9, 10 dan pada Tabel 3. Semakin tinggi dosis iradiasi sinar gamma menyebabkan semakin kecil diameter diameter bunga pita dan bunga tabung bunga matahari.

Tabel 3. Diameter Bunga Pita, Diameter Bunga Tabung dan Jumlah Bunga Pita Bunga Matahari Waktu Mekar Sempurna pada Perlakuan Iradiasi Gamma

Peubah (cm)	Dosis				
	0	5	25	45	65
	-----(Gy)-----				
Diameter bunga pita	15,25 ^a	12,26 ^b	11,03 ^c	10,60 ^d	9,28 ^e
Diameter bunga tabung	6,73 ^a	5,56 ^b	4,74 ^c	4,78 ^c	4,08 ^d
Jumlah bunga pita	28,60	24,4	22,4	23,68	18,00

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT.

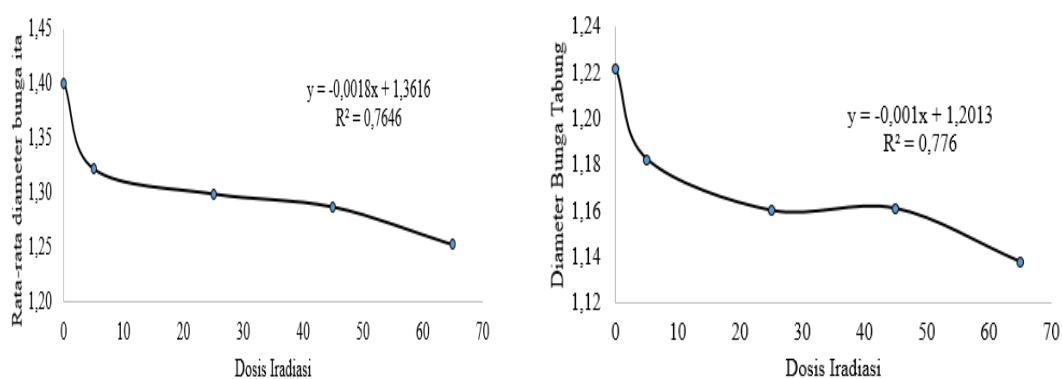
Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan penyinaran iradiasi sinar gamma terhadap biji bunga matahari menghasilkan diameter bunga pita sebesar 15,25 cm pada dosis 0 Gy (kontrol), 12,26 cm dosis 5 Gy, 11,03 cm dosis 25 Gy, 10,60 cm dosis 45 Gy dan 9,28 cm dosis 65 Gy. Diameter bunga pita pada setiap dosis berbeda nyata semua. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan dosis penyinaran iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap diameter bunga pita.

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan penyinaran iradiasi sinar gamma terhadap biji bunga matahari menghasilkan diameter bunga tabung sebesar 6,73 cm pada dosis 0 Gy (kontrol), 5,56 cm dosis 5 Gy, 4,74 cm dosis 25 Gy, 4,78 cm dosis 45 Gy dan 4,08 cm dosis 65 Gy. Diameter bunga tabung dosis 0 Gy berbeda nyata dengan dosis 5, 25, 45 dan 65 Gy sementara dosis 5 Gy berbeda nyata dengan dosis 65 Gy. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan dosis penyinaran iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap diameter bunga tabung.

Menurut Khotimah (2007) bunga pita atau bisa juga disebut bunga tepi merupakan bunga steril yang terdapat di tepi dan memiliki mahkota berbentuk pita sedangkan bunga tabung adalah bagian bunga yang memiliki putik dan benang sari yang dapat menghasilkan biji. Diameter bunga pita dan bunga tabung pada bunga matahari akibat penyinaran iradiasi sinar gamma mengalami penurunan ukuran dikarenakan semakin besarnya dosis penyinaran mengakibatkan terjadinya kerusakan proses fisiologi pada tanaman. Kerusakan fisiologi tanaman mengakibatkan perubahan dalam susunan jaringan tanaman dan metabolisme tanaman dalam fotosintesis. Hal ini sesuai dengan pendapat Metwally dkk. (2015) bahwa iradiasi memberikan efek perubahan struktur seluler tanaman, metabolisme

dan fotosintesis. Kerusakan jaringan mempengaruhi kinerja auksin yang diproduksi di jaringan meristem. Menurut Devy dan Sastra (2006) bahwa iradiasi mengakibatkan aktivitas auksin terhambat. Terhambatnya aktivitas auksin diduga mempengaruhi pertumbuhan diameter bunga matahari. Dosis yang tinggi seperti 65 Gy menyebabkan ukuran diameter bunga tabung sangat berbeda nyata dengan dosis 0 Gy yaitu 6,73 cm dan 4,08 cm. Diameter yang kecil berakibat pada jumlah biji kelak jika dipanen dan ada kemungkinan apakah biji tersebut berisi atau kopong. Warman dkk. (2015) menyatakan bahwa tanaman padi yang diberi perlakuan iradiasi menyebabkan biji menjadi kopong.

Hasil persamaan regresi yang disajikan pada Ilustrasi 5 memperlihatkan peningkatan perlakuan dosis iradiasi gamma pada biji bunga matahari pada saat mutasi induksi berkorelasi dengan penurunan diameter bunga pita (76,4%), dan diameter bunga tabung (77,6%). Iradiasi dengan dosis yang semakin meningkat menghasilkan diameter bunga pita, dan diameter bunga tabung mengalami penurunan ukuran.



Ilustrasi 5. Persamaan regresi karakter diameter batang, diameter bunga pita, diameter bunga tabung

4.2.3. Umur Berkecambah, Umur Inisiasi Bunga dan Umur Mekar Sempurna

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap umur inisiasi bunga dan berpengaruh tidak nyata terhadap umur berkecambah dan mekar sempurna pada bunga matahari. Umur berkecambah, umur inisiasi bunga dan mekar sempurna bunga matahari tersaji pada lampiran 4, 7, 8 dan Tabel 4.

Tabel 4. Umur Berkecambah, Umur Inisiasi Bunga dan Umur Mekar Sempurna Bunga Matahari pada Perlakuan Iradiasi Sinar Gamma.

Peubah (hari)	Dosis				
	0	5	25	45	65
	-----(Gy)-----				
Umur berkecambah	3,08	3,08	3,36	3,24	3,24
Umur inisiasi bunga	22,80 ^a	17,36 ^b	16,88 ^b	16,56 ^b	15,24 ^c
Umur mekar sempurna	53,52	43,60	42,36	41,68	35,76

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT.

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan penyinaran iradiasi sinar gamma terhadap biji bunga matahari menghasilkan umur inisiasi bunga selama 22,80 hst (hari setelah transplanting) pada dosis 0 Gy (kontrol), 17,36 hst dosis 5 Gy, 16,88 hst dosis 25 Gy, 16,56 hst dosis 45 Gy, dan 15,24 hst dosis 65 Gy. Umur inisiasi bunga matahari dosis 0 Gy sangat berbeda nyata dengan dosis 65 Gy yaitu 22,80 hst dan 15,24 hst. Hal ini berarti semakin meningkatnya dosis penyinaran berpengaruh terhadap kecepatan umur inisiasi bunga matahari.

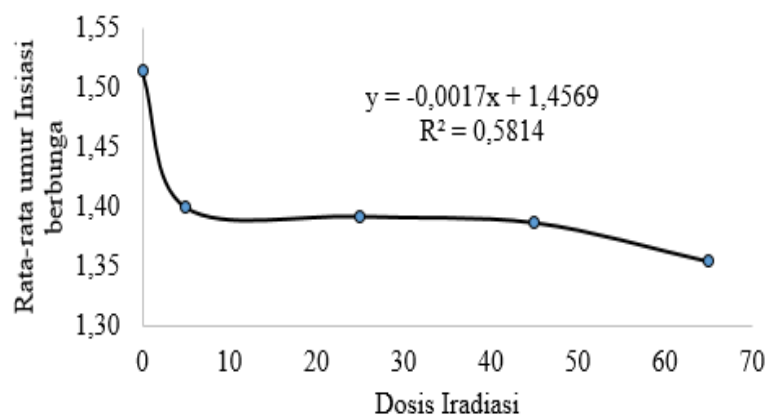
Hasil penelitian Khotimah (2007) tentang budidaya bunga matahari menghasilkan umur inisiasi bunga matahari sekitar 19-22 hst. Semakin tinggi dosis iradiasi sinar gamma menyebabkan umur inisiasi bunga matahari semakin pendek.

Mutasi mengakibatkan masa pembungaan anggrek bulan lebih cepat dibanding tanaman kontrol pada umur yang sama (Widiarsih dan Dwimahyani, 2013). Iradiasi memberikan kontribusi dalam hal mempercepat umur inisiasi bunga matahari, yang berarti mampu mengurangi lamanya waktu pemanenan. Inisiasi adalah munculnya awalan pembungaan suatu tanaman. Inisiasi bunga tercepat dengan lama waktunya adalah dosis 65 Gy yang berinisiasi 15,24 hst dibandingkan dengan kontrol yaitu 22,80 hst. Menurut Saputra (2012) iradiasi mampu mempercepat fase generatif dan memperpendek fase vegetatif suatu tanaman.

Berbeda dengan umur berkecambah dan umur mekar sempurna bunga matahari yang tidak terpengaruh oleh mutasi. Penelitian Saputra (2012) tentang iradiasi sinar gamma bunga matahari juga menunjukkan hasil bahwa tidak ada pengaruh terhadap umur berkecambah dan umur mekar sempurna. Hal ini bisa diduga karena mutasi untuk generasi pertama pada karakter tertentu belum dapat diamati dan kemungkinan dapat diamati jika dilanjutkan ke generasi selanjutnya (M_2). Sianipan dkk. (2013) menyatakan bahwa pada generasi M_2 mutasi dapat diamati. Daeli dkk. (2013) juga berpendapat bahwa tanaman kacang hijau generasi M_1 belum menunjukkan efek mutasi. Tingkat sensitivitas suatu sel terhadap tanaman juga berpengaruh terhadap tidaknya suatu efek mutasi. Kepekaan sel diduga mempengaruhi tidaknya suatu tanaman terhadap mutagen (Wulansari, 2014).

Hasil persamaan regresi yang disajikan pada Ilustrasi 6 memperlihatkan peningkatan perlakuan dosis iradiasi gamma pada biji bunga matahari pada saat mutasi induksi berkorelasi dengan kecepatan inisiasi berbunga bunga matahari

(58,14%). Iradiasi dengan dosis yang semakin meningkat menghasilkan kecepatan umur inisiasi berbunga bunga matahari.



Ilustrasi 6. Persamaan regresi karakter umur inisiasi berbunga bunga matahari

4.2.4. Total Berat Biji, Total Jumlah Biji, dan Bobot 100 biji

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap total berat biji, total jumlah biji, dan bobot 100 biji. Total berat biji, total jumlah biji, dan bobot 100 biji tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Total Berat Biji, Total Jumlah Biji, dan Bobot 100 biji Bunga Matahari pada Perlakuan Iradiasi Sinar Gamma

Peubah	Dosis				
	0	5	25	45	65
	-----(Gy)-----				
Total berat biji (g)	9,40 ^a	8,39 ^b	5,45 ^c	7,09 ^d	4,30 ^e
Total jumlah biji (butir)	345,16 ^a	322,00 ^b	223,84 ^b	330,28 ^b	178,20 ^c
bobot 100 biji (butir)	1,11 ^a	0,90 ^b	0,88 ^c	0,87 ^d	0,70 ^e

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT.

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan penyinaran iradiasi sinar gamma terhadap biji bunga matahari menghasilkan total berat biji sebesar 9,40 g

pada dosis 0 Gy (kontrol), 8,39 Gy dosis 5 Gy, 5,45 Gy dosis 25 Gy, 7,09 g dosis 45 Gy, dan 4,30 g dosis 65 Gy. Total berat biji pada setiap dosis berbeda nyata semua. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan dosis penyinaran iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap total berat biji.

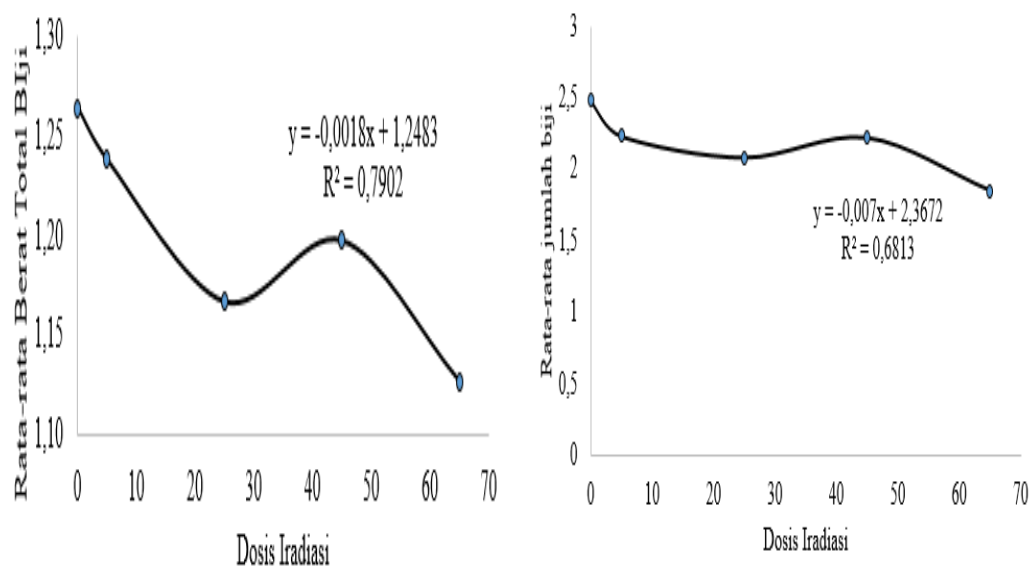
Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan penyinaran iradiasi sinar gamma terhadap biji bunga matahari menghasilkan total jumlah biji sebesar 345,16 butir pada dosis 0 Gy (kontrol), 322 butir dosis 5 Gy, 223,84 butir dosis 25 Gy, 330,28 butir dosis 45 Gy, dan 178,20 butir dosis 65 Gy. Total jumlah biji dosis 0 Gy sangat berbeda nyata dengan dosis 65 Gy yaitu sebesar 345,16 butir dan 178,20 butir. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan dosis penyinaran iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap total jumlah biji bunga matahari.

Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan penyinaran iradiasi sinar gamma terhadap bobot 100 biji bunga matahari sebesar 1,11% pada dosis 0 Gy (kontrol), 0,90 dosis 5 Gy, 0,88 dosis 25 Gy, 0,87 dosis 45 Gy, dan 0,70 dosis 65 Gy. Bobot 100 biji pada setiap dosis berbeda nyata semua. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan dosis penyinaran iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap bobot 100 biji.

Ketiga peubah yang digunakan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis penyinaran iradiasi sinar gamma yang digunakan mengakibatkan penurunan hasil produksi biji. Peningkatan dosis iradiasi mampu menurunkan produksi bawang merah (Batubara, 2015) dan produksi jumlah biji tanaman kembang telang (Sajimin dkk., 2015). Tabel 4 menunjukkan bahwa pada dosis 5 Gy memiliki total jumlah biji sebanyak 322 butir dengan total berat biji 8,39 g

sementara dosis 45 Gy memiliki total jumlah biji 330,28 butir akan tetapi total berat biji hanya 7,09 g. Menurut pendapat Warman dkk. (2015) bahwa iradiasi mampu menyebabkan kekosongan biji pada tanaman padi. Perbedaan berat biji tergantung dari besar kecilnya diameter bunga tabung pada tiap dosis yang sebelumnya sudah dibahas di Tabel 2. Semakin kecil ukuran diameter tabung, maka berpengaruh terhadap total jumlah biji bunga matahari.

Hasil persamaan regresi yang disajikan pada Ilustrasi 7 memperlihatkan peningkatan perlakuan dosis iradiasi gamma pada biji bunga matahari pada saat mutasi induksi berkorelasi dengan total berat biji (79,02%) dan total jumlah biji (68,13%). Iradiasi dengan dosis yang semakin meningkat menurunkan produksi biji bunga matahari.



Ilustrasi 7. Persamaan regresi karakter total berat biji dan total jumlah biji

4.2.5. Klorofil A, B, dan AB

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma berpengaruh tidak nyata terhadap klorofil A, B, dan AB. Klorofil A, B, dan A+B tersaji pada lampiran 10,11, 12 dan tabel 6.

Tabel 6. Klorofil A, B, dan A+B pada Perlakuan Iradiasi Sinar Gamma

Peubah (μ mol)	Dosis				
	0	5	25	45	65
	------(Gy)-----				
Klorofil A	0,66	0,46	0,57	0,57	0,46
Klorofil B	0,42	0,48	0,38	0,37	0,32
Klorofil total (A+B)	1,08	0,82	0,96	0,98	0,79

Uji ragam F menunjukkan hasil bahwa penyinaran iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh terhadap klorofil bunga matahari baik klorofil A, B dan total. Berdasarkan Tabel 5 rata-rata kadar klorofil A tertinggi pada dosis 0 Gy (kontrol) sebesar 0,66 μ mol, klorofil B pada dosis 5 Gy sebesar 0,48 μ mol, dan klorofil total pada dosis 0 Gy sebesar 1,08 μ mol. Kadar klorofil adalah gambaran kandungan klorofil daun yang akan digunakan untuk proses fotosintesis. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap klorofil adalah gen. Tidak adanya pengaruh dosis penyinaran terhadap klorofil diduga karena tingkat radiosensitivitas yang rendah sehingga tidak adanya perubahan materi genetik yang menyebabkan mutasi. Menurut Daeli dkk. (2013) bahwa iradiasi menyebabkan perubahan genetik yang mengakibatkan susunan gen yang berbeda. Tingkat radiosensitivitas yang rendah juga bisa menyebabkan mutasi tidak dapat menembus kedalam sel tumbuhan atau bagian

plastisida yang terdapat kloroplas dimana adanya kandungan klorofil. Menurut Maharani (2015) mutasi bisa terjadi apabila iradiasi mampu menembus dinding sel.

4.3. Karakter Kualitatif

4.3.1. Warna Bunga

Berdasarkan hasil pengamatan warna bunga pita pada waktu umur mekar sempurna, diperoleh hasil persentase perubahan warna bunga pita yang tersaji pada tabel 7.

Tabel 7. Persentase Warna Bunga Pita Umur Mekar Sempurna.

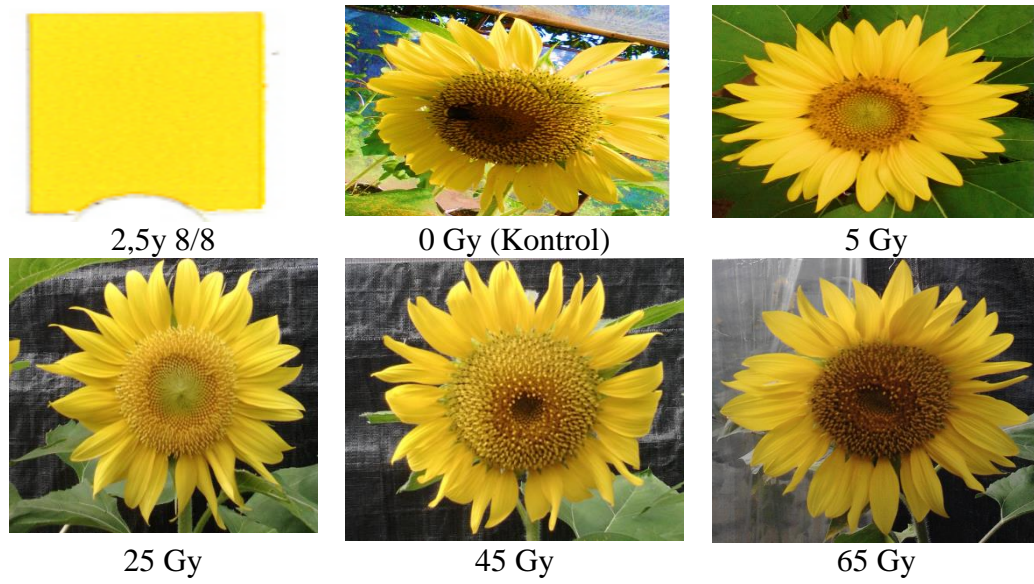
Kode warna	Dosis (jumlah tanaman hidup (%))				
	0	5	25	45	65
	------(Gy)-----				
2,5 y 8/8	25 (100)	8 (32)	7 (28)	7 (28)	8 (32)
2,5 y 8/6	0	4 (16)	7 (28)	3 (12)	0
2,5 y 7/8	0	2 (8)	0	1 (4)	2 (16)
5 y 8/8	0	6 (24)	5 (20)	9 (36)	7 (12)
5 y 8/6	0	0	1 (4)	0	0

Keterangan: angka dalam kurung merupakan persentase dari jumlah tanaman yang hidup.

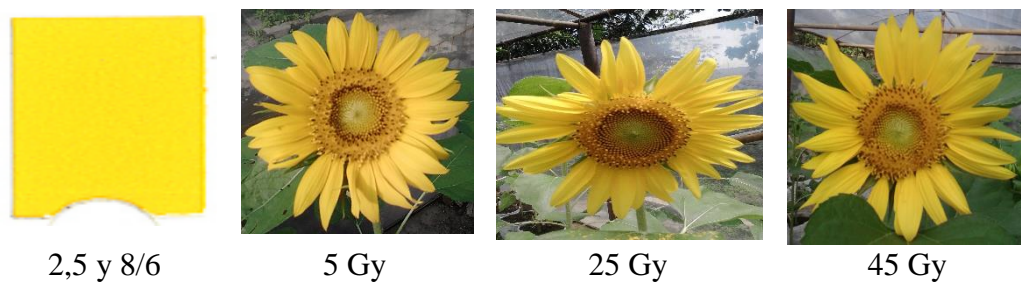
Pengamatan warna bunga pita dilakukan pada waktu umur mekar sempurna yaitu umur 42-65 hst (hari setelah transplanting) menggunakan perbandingan warna *munsell colour charts* dan diperoleh hasil bahwa pada dosis 0 Gy (kontrol) warna bunga yang terjadi pada kode warna 2,5y 8/8. Perubahan warna bunga pita pada dosis 5 Gy terjadi pada kode warna 2,5 y 8/8, 2,5y 8/6 , 2,5y 7/8 dan 5y 8/8. Perubahan warna bunga pita pada dosis 25 Gy terjadi pada kode warna 2,5 y 8/8, 2,5y 8/6, 5 y 8/8, dan 5 y 8/6. Perubahan warna bunga pita dosis 45 Gy terjadi pada

kode warna 2,5 y 8/8, 2,5y 8/6 , 2,5y 7/8 dan 5y 8/8. Perubahan warna bunga pita dosis 65 Gy terjadi pada kode warna 2,5 y 8/8, 2,5y 7/8 dan 5y 8/8.

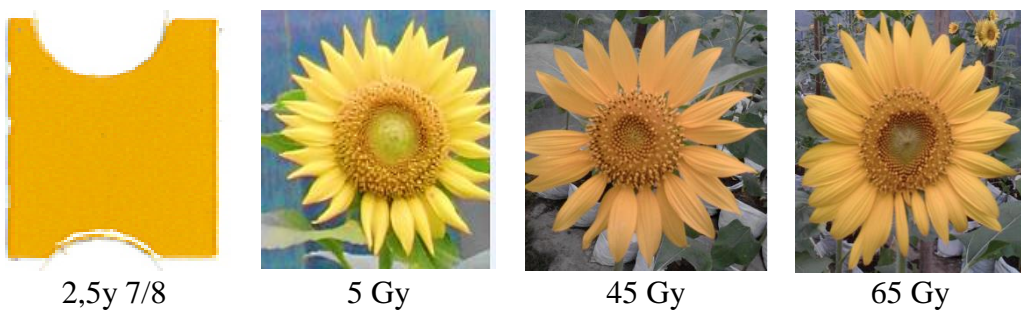
Perubahan warna bunga pita bunga matahari diduga karena kerusakan fase fisiologi tanaman sehingga menghasilkan jenis warna yang berbeda dari dosis kontrol. Penelitian Karyanti dkk. (2015) radiasi merubah warna kalus jeruk keprok garut akibat rusaknya fase fisiologi. Rusaknya fase fisiologi tanaman diduga karena adanya mutasi pada sel somatik yang dapat menembus sel meristem sehingga membentuk warna pita pada bunga matahari. Efek penyinaran memberikan dampak perubahan warna bunga pita yang berbeda seperti induknya. Menurut Suliansyah (2011) hasil mutasi yang memiliki warna bunga yang berbeda dengan warna aslinya disebut mutan klorofil. Iradiasi sinar gamma pada bunga matahari tidak menunjukkan perubahan warna bunga pita yang secara beda nyata terhadap tanaman kontrol. Warna bunga pita hanya mengalami sedikit perubahan pada komposisi pigmen sehingga menciptakan warna kuning yang lebih gelap ataupun lebih terang dari warna tanaman kontrol. Perubahan warna bunga pita yang tidak terlalu berbeda nyata dengan tanaman kontrol diduga karena dosis penyinaran belum mencapai nilai LD₅₀ sehingga perubahan fenotipik belum terlihat jelas. Ramadhani (2015) warna daun *Heliconia* spp tidak menunjukkan perbedaan yang jauh dengan tanaman induknya karena penyinaran belum mencapai nilai LD₅₀.



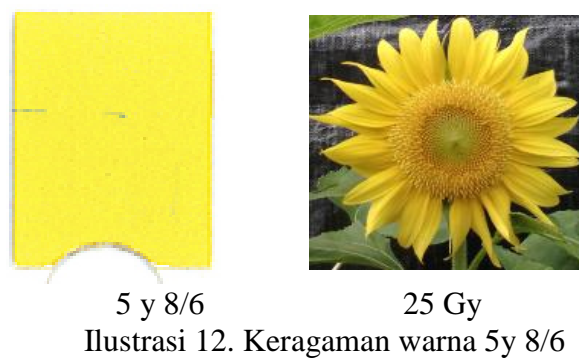
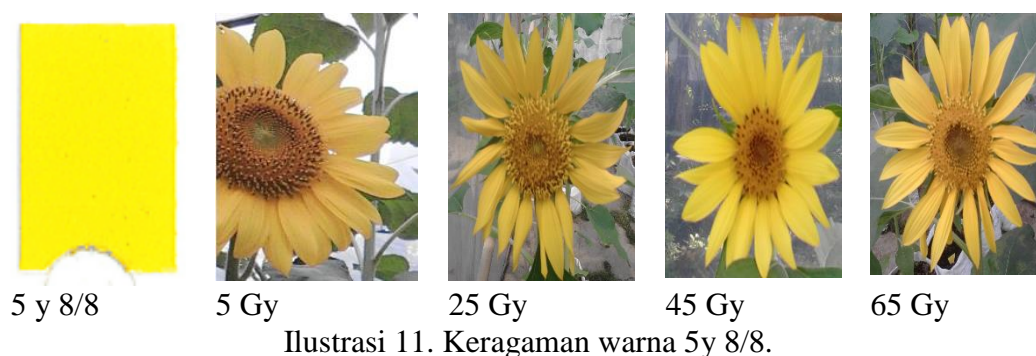
Ilustrasi 8. Keragaman warna bunga 2,5y 8/8



Ilustrasi 9. Keragaman warna bunga 2,5y 8/6



Ilustrasi 10. Keragaman 2,5y 7/8.



4.4. Persentase Tanaman Hidup dan *Lethal Dose 50* (LD₅₀)

Lethal Dose 50 atau LD₅₀ adalah nilai yang mengakibatkan kematian 50% dari suatu populasi akibat suatu perlakuan. Menurut Anshori (2014) LD₅₀ digunakan untuk mencari rentang nilai kematian 50%. Nilai LD₅₀ diperoleh melalui persentase tanaman hidup setelah diiradiasi melalui program *curve fit analysis*.

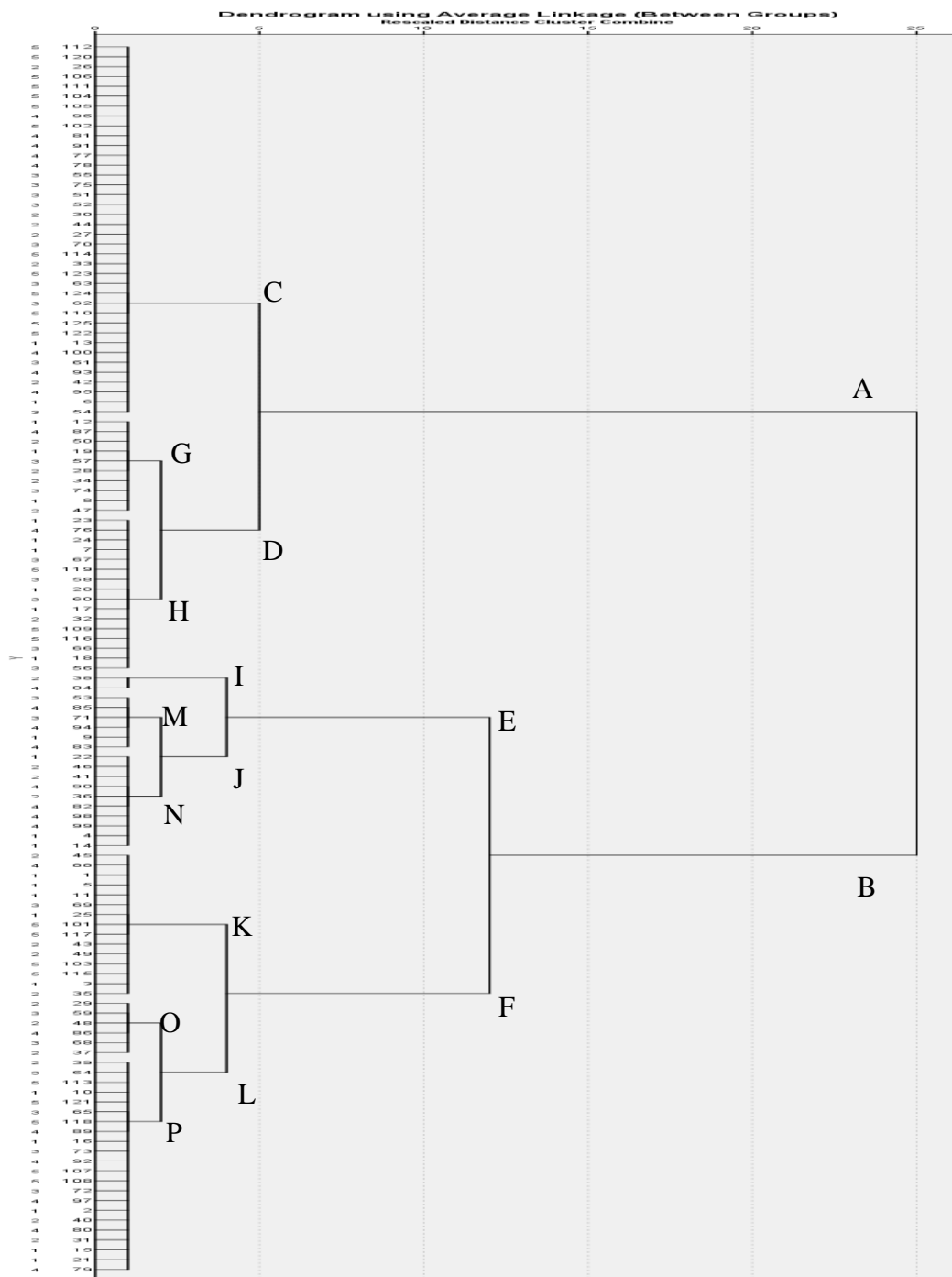
Tabel 8. Persentase tanaman hidup pada 65 hst dan Nilai LD₅₀

Dosis (Gy)	% Tanaman Hidup	Model	Persamaan Linier	Nilai LD ₅₀ (Gy)
0	100			
5	80			
25	80	Linear Fit: $y=a + bx$	$y = -0,336x + 91,034$	74,19
45	80			
65	68			

Persentase tanaman hidup diperoleh pada waktu tanaman sudah berbunga mekar sempurna atau 65 hst (hari setelah transplanting) karena perbedaan daya berkecambah setiap benih. Persentase tanaman hidup pada Tabel 7 menunjukkan hingga pada dosis tertinggi (65 Gy) tanaman bunga matahari masih tumbuh dan bertahan hidup lebih sedikit dibanding dosis rendah tetapi persentase hidup masih diatas 50%. Artinya bahwa LD₅₀ iradiasi sinar gamma untuk biji bunga matahari lebih besar dari 65 Gy. Menurut Ramadhani (2015) bahwa daya berkecambah benih akan semakin menurun seiring meningkatnya dosis penyinaran. Penurunan daya berkecambah benih dapat juga diakibatkan karena matinya sel yang terkena paparan radiasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Mubarak dkk. (2011) bahwa penurunan persentase perkecambahan akibat efek deterministik yaitu kematian sel akibat paparan radiasi. Tabel 7 menampilkan persamaan matematika yang diperoleh melalui analisis *Curve-fit* untuk memperoleh nilai LD₅₀. Nilai LD₅₀ biji bunga matahari akibat iradiasi sinar gamma adalah 74,19 Gy. Nilai tersebut melebihi dari batas dosis pada penelitian, dengan arti lain jika akan ada penelitian mutasi fisik tentang bunga matahari dapat menggunakan kisaran dosis 74 Gy. Nilai tersebut sesuai dengan hasil penelitian karena pada dosis 65 Gy biji yang tidak berkecambah tidak mencapai 50%. Harapannya, nilai LD₅₀ yang dihasilkan mampu digunakan sebagai acuan dalam penelitian-penelitian selanjutnya.

4.5. Keragaman *Helianthus annuus* L.

Hasil pengelompokkan berdasarkan karakter morfologi bunga matahari disajikan pada Ilustrasi 13.



Ilustrasi 13. Dendrogram hasil analisis 125 mutan bunga matahari

Hasil dendogram Ilustrasi 13 menunjukkan bahwa tanaman bunga matahari terbagi menjadi 2 kelompok utama yaitu kelompok A terdiri dari 64 tanaman yaitu tanaman nomor 112, 120, 26, 106, 111, 104, 105, 96, 102, 81, 91, 77, 78, 55, 75, 51, 52, 30, 44, 27, 70, 114, 33, 123, 63, 124, 62, 110, 125, 122, 13, 100, 61, 93, 42, 95, 6, 54, 12, 87, 50, 19, 57, 28, 34, 74, 8, 47, 23, 76, 24, 7, 67, 119, 58, 20, 60, 17, 32, 109, 116, 66, 18, dan 56. Kelompok B terdiri dari 61 tanaman yaitu tanaman nomor 38, 84, 53, 85, 71, 94, 9, 83, 22, 46, 41, 90, 36, 82, 98, 99, 4, 14, 45, 88, 1, 5, 11, 69, 25, 101, 117, 43, 49, 103, 115, 3, 35, 29, 59, 48, 86, 68, 37, 39, 64, 113, 10, 121, 65, 118, 89, 16, 73, 92, 107, 108, 72, 97, 2, 40, 80, 31, 15, 21, dan 79. Kelompok A membentuk 2 sub kelompok besar yaitu kelompok C dan D. Kelompok C terdiri dari 38 tanaman yaitu tanaman 112, 120, 26, 106, 111, 104, 105, 96, 102, 81, 91, 77, 78, 55, 75, 51, 52, 30, 44, 27, 70, 114, 33, 123, 63, 124, 62, 110, 125, 122, 13, 100, 61, 93, 42, 95, 6, 54, sedangkan kelompok D terdiri dari 26 tanaman yaitu tanaman nomor 12, 87, 50, 19, 57, 28, 34, 74, 8, 47, 23, 76, 24, 7, 67, 119, 58, 20, 60, 17, 32, 109, 116, 66, 18, dan 56. Kelompok D membentuk 2 sub lebih kecil yaitu kelompok G dan H. kelompok G terdiri dari 10 tanaman yaitu tanaman nomor 12, 87, 50, 19, 57, 28, 34, 74, 8, dan 47 sedangkan kelompok H terdiri dari 16 tanaman yaitu tanaman nomor 23, 76, 24, 7, 67, 119, 58, 20, 60, 17, 32, 109, 116, 66, 18, dan 56. Kelompok B membentuk 2 sub kelompok besar yaitu kelompok E dan F. Kelompok E terdiri dari 18 tanaman yaitu tanaman nomor 38, 84, 53, 85, 71, 94, 9, 83, 22, 46, 41, 90, 36, 82, 98, 99, 4, dan 14, sedangkan F terdiri dari 43 tanaman yaitu tanaman 45, 88, 1, 5, 11, 69, 25, 101, 117, 43, 49, 103, 115, 3, 35, 29, 59, 48, 86, 68, 37, 39, 64, 113, 10, 121, 65, 118, 89, 16, 73, 92, 107, 108,

72, 97, 2, 40, 80 31, 15, 21, dan 79. Kelompok E membentuk 2 sub lebih kecil lagi yaitu kelompok I dan kelompok J. kelompok I terdiri dari 2 tanaman yaitu tanaman nomor 38 dan 84. Kelompok J terdiri dari 16 tanaman yaitu tanaman nomor 53, 85, 71, 94, 9, 83, 22, 46, 41, 90, 36, 82, 98, 99, 4, dan 14. Kelompok J terdiri dari 2 sub kecil yaitu kelompok M dan N. kelompok M terdiri dari 6 tanaman yaitu tanaman nomor 53, 85, 71, 94, 9, dan 83 sedangkan kelompok N terdiri dari 10 tanaman yaitu tanaman nomor 22, 46, 41, 90, 36, 82, 98, 99, 4, dan 14. Kelompok F terbagi menjadi 2 sub kecil yaitu kelompok K dan L. Kelompok K terdiri dari 15 tanaman yaitu tanaman nomor 45, 88, 1, 5, 11, 69, 25, 101, 117, 43, 49, 103, 115, 3, dan 35. Kelompok L terdiri dari 28 tanaman yaitu tanaman nomor 29, 59, 48, 86, 68, 37, 39, 64, 113, 10, 121, 65, 118, 89, 16, 73, 92, 107, 108, 72, 97, 2, 40, 80 31, 15, 21, dan 79. Kelompok L terbagi menjadi 2 sub lebih kecil yaitu kelompok O an P. Kelompok O terdiri dari 6 tanaman yaitu tanaman nomor 29, 59, 48, 86, 68, dan 37. Kelompok P terdiri dari 22 tanaman yaitu tanaman nomor 39, 64, 113, 10, 121, 65, 118, 89, 16, 73, 92, 107, 108, 72, 97, 2, 40, 80, 31, 15, 21, dan 79.

Analisis hubungan kekerabatan terhadap 8 karakter morfologi bunga matahari menghasilkan dendogram dengan koefisien kemiripan berkisar 0-25%. Karakter tersebut antara lain tinggi tanaman, diameter batang, diameter bunga pita, diameter bunga tabung, umur inisiasi bunga, jumlah biji, total berat biji, dan bobot 100 biji. Dendogram pada ilustrasi 13 memperlihatkan bahwa tanaman bunga matahari hasil mutasi dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok besar pada koefisien kemiripan 25% dengan kelompok A terdiri dari 61 tanaman akan tetapi 22 tanaman lainnya mati sedangkan kelompok b terdiri dari 64 tanaman. Kelompok

A terbagi menjadi 2 sub kelompok kecil yaitu kelompok C dan D dengan nilai koefisien kemiripan 5% sedangkan kelompok B terbagi menjadi 2 sub kelompok kecil yaitu kelompok E dan F dengan nilai koefisien kemiripan 12%. Kelompok E memiliki karakter yang sama yaitu karakter tinggi tanaman dimana tinggi tanaman melebihi 100 cm sedangkan untuk warna bunga pita banyak yang berbeda dengan warna bunga pita tanaman kontrol. Kelompok I terdapat 2 tanaman yaitu tanaman nomor 38 dan 84 yang memiliki karakter yang sama pada umur inisiasi tanaman. Tanaman yang mengalami variegata albino terdapat pada tanaman nomor 56 di kelompok H dan viridis terdapat pada tanaman nomor 92 kelompok L. Daun berbentuk hati bercula dan perubahan kerapatan bunga pita merupakan satu tanaman yang terdapat pada nomor 107 kelompok P. Hasil analisis kekerabatan ditampilkan dalam bentuk dendogram dan dilihat koefisien kemiripan dari sampel tanaman bunga matahari. Menurut pendapat Wulansari (2014) koefisien kemiripan digunakan sebagai acuan penilaian ukuran derajat kedekatan genetik antar tanaman. Semakin besar nilai koefisien kemiripan bunga matahari semakin besar keragaman bunga matahari akibat penyinaran iradiasi sinar gamma. Menurut Herawati dkk. (2012) bahwa keragaman ditandai dengan banyaknya persamaan sebaliknya jika semakin banyaknya perbedaan maka semakin jauh hubungan kekerabatan.

4.6. Heritabilitas

Hasil sidik ragam menunjukkan 8 dari 12 variabel memperlihatkan perbedaan yang signifikan. 8 karakter tersebut tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. Heritabilitas

Variabel	Ragam G	Ragam E	Heritabilitas (%)	Kriteria
Tinggi tanaman	0,0742	0,179	73,2	Tinggi
Diameter batang	0,00113	0,0005	23,47	Sedang
Diameter bunga pita	0,01	0,02	66,6	Tinggi
Diameter bunga tabung	0,0036	0,007	66,03	Tinggi
Umur inisiasi bunga	0,0124	0,092	88,1	Tinggi
Total berat biji	0,01	0,024	70,5	Tinggi
Total jumlah biji	0,18	0,404	69,1	Tinggi
Bobot 100 biji	0,82	0,03	1,07	Rendah

Keterangan: Kriteria tinggi jika $H > 50\%$, sedang jika 20-50%, rendah jika $H < 20\%$.

Ragam G= ragam genetik. Ragam E= ragam lingkungan.

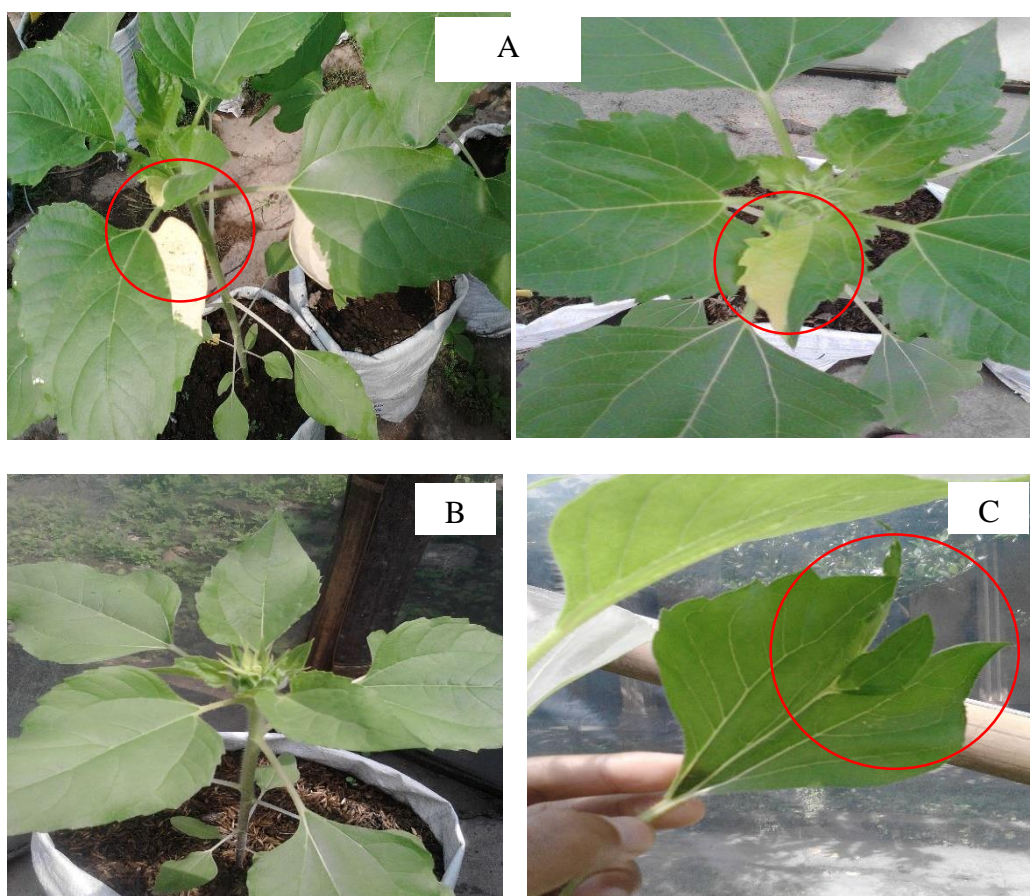
Ragam yang signifikan tersebut antara lain tinggi tanaman, diameter batang, diameter bunga pita, diameter bunga tabung, umur insiasi bunga, total berat biji, total jumlah biji, dan persentase 100 biji. Heritabilitas sedang dimiliki oleh diameter batang dengan nilai 23,47% sedangkan variabel dengan heritabilitas tinggi diantaranya pada tinggi tanaman dengan nilai 73,2 %, diameter bunga pita 66,6%, diameter bunga tabung 66,03%, umur inisiasi bunga 88,1, total berat biji 70,5%, total jumlah biji 69,1%, dan bobot 100 biji 3,5%.

Heritabilitas digunakan untuk mengetahui apakah suatu sifat dikendalikan lebih oleh faktor genetik atau lingkungan. Heritabilitas adalah nilai perbandingan antara ragam genotip dengan ragam fenotip. Menurut pendapat Syukur dkk. (2012) nilai heritabilitas dikatakan rendah apabila kurang dari 20%, cukup tinggi atau sedang 20-50% dan tinggi jika bernilai lebih dari 50%. Heritabilitas tinggi

menunjukkan bahwa variabel tersebut lebih besar dipengaruhi oleh faktor genetik daripada faktor lingkungan, yang apabila ditanam lagi penampilan variabel tidak terlalu berubah akibat faktor lingkungan yang tidak dapat diduga (Shaumi dkk., 2011). Hal ini diperkuat oleh pendapat Gunawan dkk. (2014) bahwa besarnya nilai heritabilitas diakibatkan faktor fenotip yang lebih besar sehingga keragaman fenotip yang keluar adalah ekspresi dari faktor genetik. Menurut Daeli dkk. (2013) faktor genetik meliputi perubahan dari genom, kromosom maupun susunan dari DNA. Perubahan kromosom dapat mengarah pada penambahan ukuran kromosom yang berbeda dengan ukuran kromosom normal. Menurut Aisyah (2006) bahwa iradiasi mampu menyebabkan penambahan kromosom pada tanaman anyelir yang mengakibatkan perbedaan ukuran kromosom dengan ukuran kromosom normal. Nilai heritabilitas sedang dimiliki oleh variabel diameter batang sebesar 23,47%. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh faktor lingkungan lebih besar daripada faktor genetik. Variabel dalam pengamatan apabila memiliki nilai heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa variabel tersebut dapat dijadikan kriteria untuk seleksi yang dapat diwariskan kegenerasi selanjutnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Pangemanan dkk. (2013) bahwa karakter dengan nilai heritabilitas tinggi dijadikan sebagai kriteria untuk seleksi pada generasi selanjutnya.

4.7. Perubahan Keragaan Fenotip

Iradiasi menyebabkan terjadinya perubahan fenotip yang ditandai dengan adanya perubahan fisik pada tanaman. Perubahan fenotip bisa mengarah pada perubahan fenotip positif seperti bentuk bunga, daun maupun warna bunga. Menurut Aisyah (2006) bahwa pada bunga anyelir perubahan mutan positif terlihat pada warna bunga. Induksi iradiasi sinar gamma menghasilkan keragaman bentuk bunga tabung, daun bunga matahari dosis 25 Gy dan 45 Gy menjadi variegata, daun dosis 65 Gy berbentuk menyerupai hati bercula, dan bunga pita dosis 65 Gy dengan kerapatan yang jarang.



Ilustrasi 14. Perubahan Warna dan bentuk daun akibat iradiasi sinar gamma saat inisiasi bunga 15-34 hst. (a) dosis 45 Gy (Varigata), (b) daun normal. (c) dosis 65 Gy daun berbentuk hati bercula.



Ilustrasi 15. Perubahan kerapatan bunga pita akibat iradiasi sinar gamma saat umur mekar sempurna. (a) dosis 65 Gy. (b) dosis 0 Gy (kontrol).

Perubahan fenotip pada Ilustrasi 14 dan 15 diduga karena akibat iradiasi sinar gamma. Mutasi pada tanaman bersifat acak (Maharani, 2015), terbukti dari 100 tanaman yang diberi perlakuan hanya 3 tanaman yang mengalami perubahan fenotipik khusus. Menurut Daeli dkk. (2013) bahwa peralihan materi gen menyebabkan tanaman memiliki ciri khusus. Perubahan materi gen mampu mengganggu sintesis klorofil dalam proses fotosintesis sehingga tanaman akan mengalami defisiensi warna hijau sehingga muncul daun variegata putih (albino) dan kuning (viridis). Aisyah (2006) pada tanaman anyelir terjadi daun variegata akibat iradiasi sinar gamma yang mengganggu proses sintesa klorofil. Hal ini diperkuat dengan pendapat Suliansyah (2011) bahwa tanaman hasil mutasi memiliki warna daun yang berbeda dengan indukannya. Anshori (2014) juga berpendapat bahwa perubahan warna daun tanaman kunyit disebabkan karena mutasi pada DNA kloroplas sehingga mengakibatkan klorofil yang diproduksi oleh

plastisida pada jaringan berkurang. Daun yang variegata hanya bertahan hingga bunga mekar sempurna (65 hst) dan mengalami kematian pada bagian daun variegata bukan keseluruhan tanaman. Bunga yang muncul dari tanaman berdaun variegata juga berpenampilan normal seperti kontrol. Hasil mutasi tidak selamanya mengarah pada mutasi positif yang memberikan keragaman unik. Ilustrasi 15 menunjukkan hasil mutasi yang menurut penulis adalah hasil mutasi bersifat negatif karena bentuk bunga tabung yang tidak bulat penuh dan kerapatan bunga pita yang jarang. Dosis penyinaran yang tinggi mampu mengganggu proses fisiologi tanaman yang menyebabkan rusaknya sel meristem. Sesuai dengan pendapat Cahyono dan Dinarti (2015) bahwa dosis yang tinggi mampu merusak sel meristem tanaman anggrek. Perubahan warna bunga tabung dapat dilihat di Ilustrasi 16. Warna bunga tabung yang berbeda dengan tanaman kontrol adalah dosis 5 gy dan 25 gy sementara untuk dosis 45 gy dan 65 gy warna bunga tabung sama dengan tanaman kontrol. Ilustrasi 16 merupakan perwakilan bentuk dari bunga tabung dari beberapa tanaman. Tanaman dengan dosis 0 gy, 45 gy, dan 65 gy memiliki warna bunga tabung bagian tengah gelap kecokelatan sementara dosis 5 gy dan 25 gy memiliki warna bunga tabung kuning. Perubahan warna bunga tabung mampu mempengaruhi ketertarikan konsumen. Bagus tidaknya bunga tabung tergantung dari selera konsumen karena bersifat relatif.



Ilustrasi 16. Perubahan keragaman bentuk bunga tabung akibat iradiasi sinar gamma saat umur mekar sempurna.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Simpulan dari hasil penelitian adalah perlakuan penyinaran iradiasi sinar gamma mengubah keragaman morfologi bunga matahari pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, umur inisiasi bunga, diameter bunga pita, diameter bunga tabung, warna bunga, total jumlah biji, total berat biji dan persentase 100 biji. Nilai LD_{50} pada penyinaran iradasi sinar gamma untuk tanaman bunga matahari adalah 74,19 Gy.

5.2. Saran

Gambaran besarnya keragaman heritabilitas pada tolak ukur tinggi tanaman, diameter batang, umur inisiasi bunga, diameter bunga pita, diameter bunga tabung, total jumlah biji, total berat biji dan bobot 100 biji dapat digunakan untuk seleksi berikutnya, akan tetapi untuk seleksi keunggulan yang perlu dikembangkan sebagai tanaman hias adalah pada parameter tinggi tanaman, diameter bunga pita dan diameter bunga tabung.

DAFTAR PUSTAKA

- Agriculture, forestry & fisheries. 2010. Sunflower. Departement of Agriculture, forestry & fisheries, South Africa.
- Aisyah, S. I. 2006. Induksi agen fisik pada anyelir (*Diathus caryophyllus* Linn.) dan pengujian stabilitas mutannya yang diperbanyak secara vegetatif. Disertasi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Aisyah, S. I. dan Nariah, F. 2011. Pengaruh mutasi induksi melalui iradiasi sinar gamma terhadap keragaan *Caladium* spp. Prosiding Seminar Nasional PERHOTI, Lembang.
- Anshori, S. R. 2014. Induksi mutasi fisik dengan iradiasi sinar gamma pada kunyit (*Curcuma domestica* Val.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Balai Penelitian Pertanian. 2011. Pemanfaatan sinar radiasi dalam pemuliaan tanaman. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Geetik Pertanian. **33** (1) :7-8.
- Batubara, A. U., Mariati., dan Sitepu, F. E. T.. 2015. Karakter pertumbuhan bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas lokal samosir pada beberapa dosis iradiasi sinar gamma. J. Online Agroekoteknologi. **3** (1) : 426 – 434.
- Benson, L. 1957. Plant Classification. D. C. Heath and Company, Boston.
- BPS. 2015. Produksi Tanaman Hias Indonesia. Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, Jakarta.
- Cahyo, F. A. dan Dinarti, D. 2015. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan protocorm like bodies anggrek *Dendrobium lasianthera* (JJ. Smith) secara in vitro. **6** (3) : 177-186.
- Cholid, M. 2014. Optimasi pembentukan biji bunga matahari (*Helianthus annuus*) melalui aplikasi zat induksi perkecambahan serbuk sari dan polinator. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. **20** (2) : 11-13.
- Daeli, N. D. S., L. A. Putri., Nuriadi, I. 2013. Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada kondisi salin. Jurnal Online Agroekoteknologi. **1** (2) : 227-237.
- Devy, L. dan Sastra, D. R. 2006. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap kultur in vitro tanaman jahe. J. Sains dan Teknologi Indonesia. **8** (1) : 1-14.

- Dinas Pertanian Tanaman Pangan. 2014. Pengembangan Tanaman Hias. Dinas Pertanian Tanaman Pangan, Sumatera Barat.
- Dwiatmi, K., S. Kartikaningrum, dan Sulyo, Y. 2009. Induksi mutasi kecombrang (*Etilingera elatior*) menggunakan iradiasi sinar gamma. *J. Hort.* **19** (1): 1-5.
- Dwimahyani, I. 2007. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan dan pembungaan stek pucuk krisan (*Chrysanthemum morifolium Ramat.*) cv. pink fiji. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi.* **3** (1): 67-79.
- Gunawan, A., Purwantoro, A., dan Supriyanta. 2014. Keragaan dan keragaman tanaman bunga kertas (*Zinnia elegans* Jacq) generasi m5 hasil iradiasi sinar x. *Vegetalika.* **3** (4) : 1-14.
- Harmita dan Radji, M. 2008. Buku ajar analisis hayati. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Herawati, W., Chasanah, T., dan Kamsinah. 2012. Karakteristik salak lokal banyumas (*Salacca zalacca* (Gaert) Voss) sebagai upaya pelestarian spesies indi genous. *Prosiding Seminar Nasional, Purwokerto.*
- Herison, C., S. H. Rustikawati, Sutjahjo, dan S. I. Aisyah. 2008. Induksi mutasi melalui iradiasi sinar gamma terhadap benih untuk meningkatkan keragaman populasi dasar jagung (*Zea mays* L.). *J. Akta Agrosia.* **11** (1) : 56 – 62.
- Kadir, A. 2011. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap pembentukan tunas tanaman nilam. *J. Agrivigor.* **10** (2) : 117-127.
- Karyanti, Purwito, A., dan Husni, A. 2015. Radiosensitivitas dan seleksi mutan putatif jeruk keprok garut (*Citrus reticulata* L.) berdasarkan penanda morfologi. **43** (2) : 126-132.
- Khotimah. 2007. Karakterisasi pertumbuhan dan perkembangan berbagai varietas bunga matahari (*Helianthus annuus* L.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Maharani, S. dan Khumaida, N. 2013. Induksi keragaman dan karakterisasi dua varietas krisan (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) dengan iradiasi sinar gamma secara in vitro. *Jurnal Hortikultura Indonesia.* **4** (1): 34-43.
- Maharani, S., N. Khumaida, M. Syukur, dan S. W. Ardie. 2015. Radiosensitivitas dan keragaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) hasil iradiasi sinar gamma. *J. Agronon. Indonesia* **43** (2) : 111-117.

- Mayasari, I. G. A. D. P. 2007. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap keragaman legkuas merah (*Alpinia purpurata* K. Schum). Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Melina, R. 2008. Pengaruh mutasi induksi dengan iradiasi sinar gamma terhadap keragaan dua spesies philodendron (*Philodendron bipinnatifidum*). Skripsi. Instistut Pertanian Bogor, Bogor.
- Metwally, S. A., A. R. E. Awad., B. H. A. Leila., T. A. A. E. Tayeb., dan I. E. A. Habba. 2015. Studies on the effect of gamma, laser irradiation and progesterone treatments on gerbera leaves. J. of Biophysiscs, Egypt.
- Mubarok, S., Suminan, E., dan Murgayanti. 2011. Ujiefektifitas sinar gamma terhadap karakter pertumbuhan sedap malam. J.Agrivigor. **11** (1) : 25-33.
- Nura., M. N. Syukur., Khumaida., dan Widodo. 2015. Radiosensitivitas dan heretabilitas ketahanan terhadap penyakit antraknosa pada tiga populasi cabai yang diinduksi iradiasi sinar gamma. J. Agron. Indonesia. **43** (3) : 201 – 206.
- Pangemanan, V., D. S. Runtunuwu, dan J. Pongoh 2013. Variabilitas genetik dan heritabilitas arakter morfologi beberapa genotipe kentang. Euginia. **19** (2): 146-152.
- Ramadhani, N. A. 2015. Penentuan *lethal dose* 50 (ld50) iradiasi sinar gamma pada beberapa kultivar *Heliconia* spp. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ratma, R. dan Sumanggono, A. M. R. 1998. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap mutasi klorofil dan variasi genetik sifat agronomi pada tanaman kedelai. Penelitian dan Pengenmabangan Aplikasi Isotop dan Radiasi.
- Sajimin, Fanindi, A., dan Purwantari, N. D. 2015. Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap produksi dan kualitas benih tanaman pakan ternak kembang telang (*Clitoria ternatea* M2) di bogor. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- Shaumi, U., W. Chandria, B. Waluyo, A. Karuniawan. 2011. Potensi genetik ubijalar unggulan hasil pemuliaan tanaman erdasarkan karakter morfo-agronomi. Prosiding eminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi.
- Sianipan, J., Putri. L. A. P, dan Ilyas, S. 2013. Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada kondisi kekeringan. J. Online Agroekoteknologi. **1** (2) : 136 – 148.

- Singh, S. D. Dhyani., dan A. Kumar. 2011. Expression of floral fasciation in gamma-ray induced *gerbera jamesonii* mutants. *J Cell & Plant Sci.* **2** (1):7-11.
- Suliansyah, I. 2011. Perbaikan padi lokal sumatera barat melalui pemuliaan mutasi. Seminar Nasional: Reformasi Pertanian Terintegrasi Menuju Kedaulatan Pangan. Madura.
- Suwarno, A., Habibah, N. A., dan Herlina, L. 2013. Respon pertumbuhan planlet angrek *Phalaenopsis amabilis* L. var. jawa candiochid akibat radiasi Sinar gamma. *Unnes Journal of Life Science.* **2** (2) : 78-84.
- Saputra, M H. C. 2012. Pengaruh mutasi fisik melalui iradiasi sinar gamma terhadap keragaan bunga matahari (*Helianthus annuus* L.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Syukur, M. Sujiprihati, S. dan Yuniarti, R. 2012. Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya, Depok.
- Togarotop, E. R., Aisyah, S. I. dan Damanik, M. R. M. 2016. Pengaruh mutasi fisik iradiasi sinar gamma terhadap keragaman genetik dan penampila *Coleus blumei*. *J. Hort. Indonesia.* **7** (3) : 187-194.
- Warman, B., Sobrizal, I. suliansyah, E. Swasti, dan A. Syarif. 2015. Perbaikan genetik kultivar padi beras hitam lokal sumatera barat melalui mutasi induksi. *J. Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi.* **11** (2) : 125-135.
- Widiarsih, S. dan Dwimahyani, I. 2013. Aplikasi iradiasi gamma untuk pemuliaan mutasi angrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* Bl.) umur genjah. *J. Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi.* **9** (1) : 59 – 66.
- Wulansari, R. 2014. Studi kekerabatan dan morfologi padi lokal adan hasil mutasi sinar gamma. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Zanzibar, M. dan Sudrajat, D. J. 2015. Prospek dan aplikasi teknologi iradiasi sinar gamma untuk perbaikan mutu benih dan bibit tanaman hutan. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Teknologi Perbenihan dan Tanaman Hutan. Bandar Lampung.
- Zamroh, S. 2014. Pendugaan parameter genetik beberapa karakter kualitatif dan kuantitatif tomat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

LAMPIRAN

1. Dokumentasi Penelitian



Pengamatan inisiasi bunga



Pengukuran tinggi tanaman



Penyemprotan pestisida



Pengujian klorofil

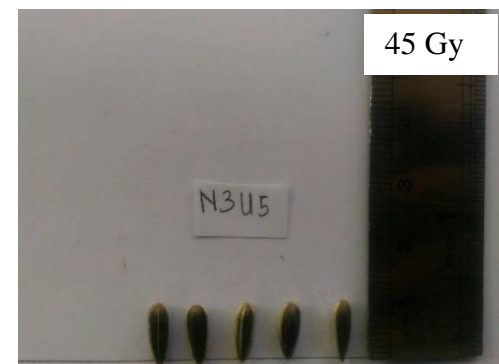
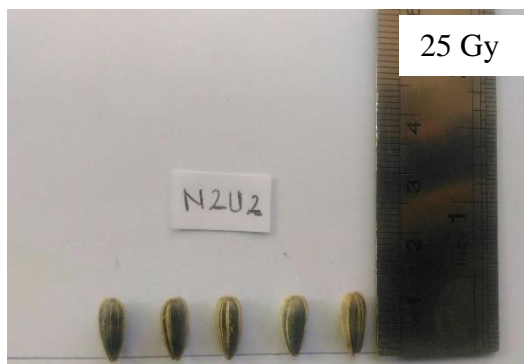
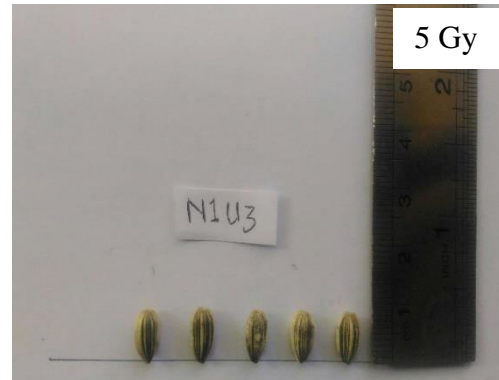


Pemanenan biji bunga matahari

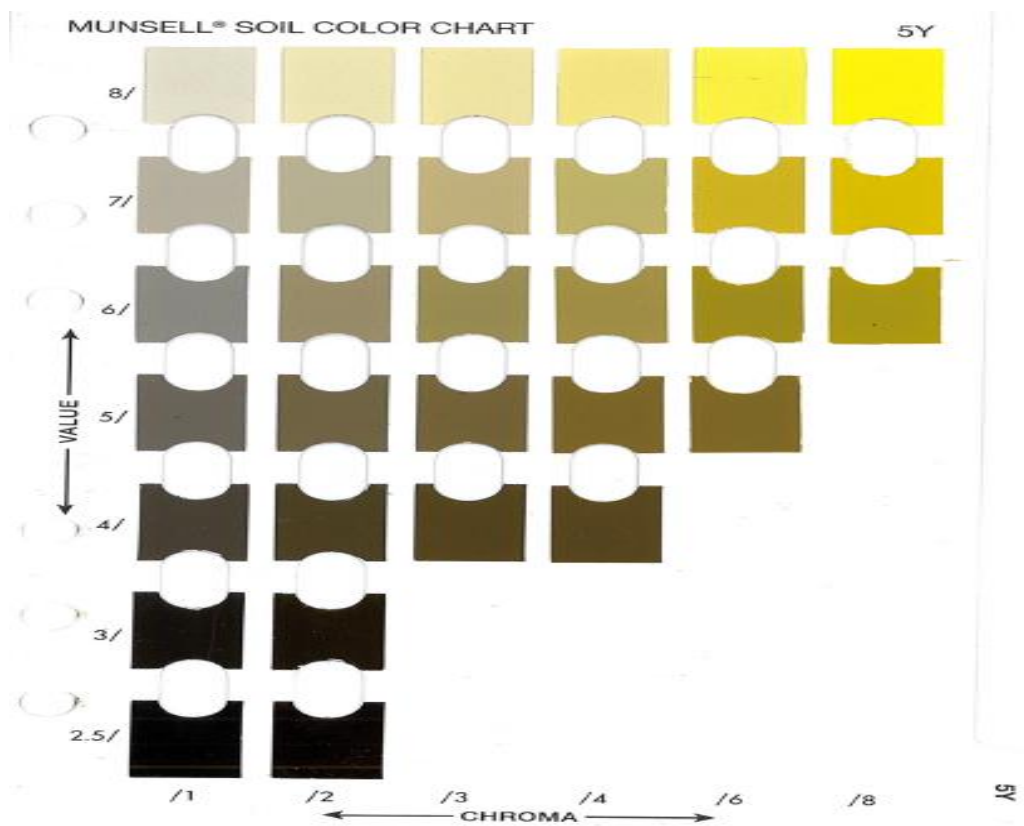
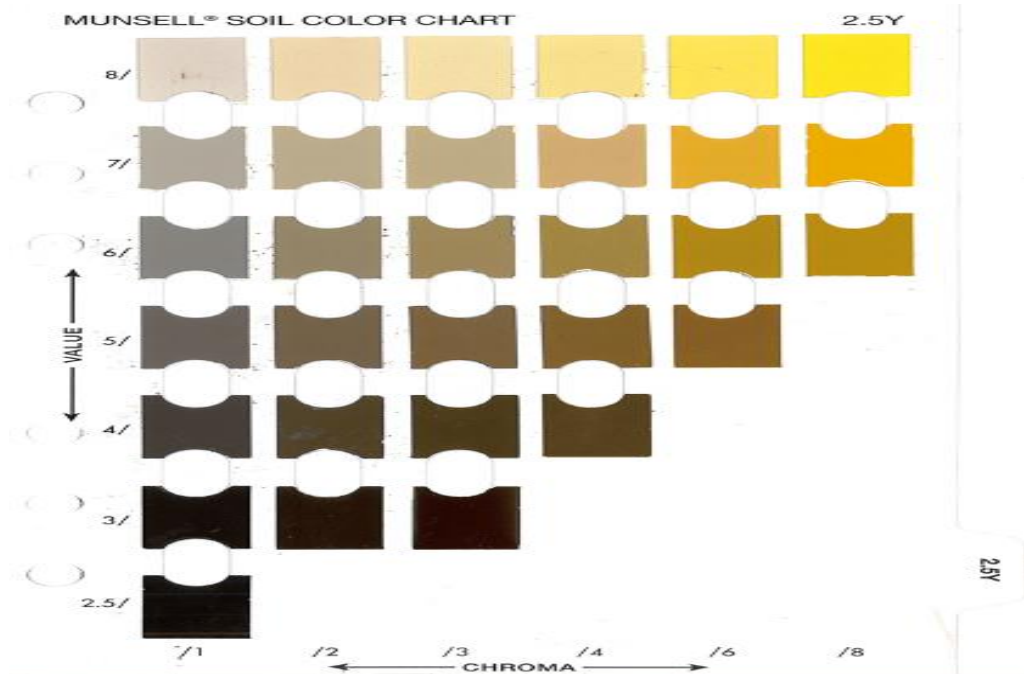


Perontokan biji bunga matahari

2. Biji Bunga Matahari



3. Munsell Colour Chart



4. Data Pengamatan Umur Berkecambah Benih Hari Setelah Semai (HSS)

Asli

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	3	3	3	3	3	
	3	3	4	3	4	
	3	3	4	3	3	
	3	3	3	4	3	
	3	3	3	5	3	
2	2	3	3	2	4	
	4	3	3	4	3	
	5	3	4	4	3	
	3	3	4	3	3	
	3	3	3	3	4	
3	3	3	3	3	5	
	3	3	3	3	3	
	3	3	3	3	3	
	3	3	3	3	3	
	3	3	3	5	3	
4	3	3	3	3	3	
	3	2	3	3	3	
	3	3	3	3	4	
	3	3	3	3	3	
	3	4	3	3	3	
5	3	3	4	3	3	
	3	3	5	3	3	
	3	3	3	3	3	
	3	3	5	3	3	
	3	5	3	3	3	
Rata-rata	3,08	3,08	3,36	3,24	3,24	
Total	77	77	84	81	81	400

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	
	1,11	1,11	1,15	1,11	1,15	
	1,11	1,11	1,15	1,11	1,11	
	1,11	1,11	1,11	1,15	1,11	
	1,11	1,11	1,11	1,18	1,11	
2	1,08	1,11	1,11	1,08	1,15	
	1,15	1,11	1,11	1,15	1,11	
	1,18	1,11	1,15	1,15	1,11	
	1,11	1,11	1,15	1,11	1,11	
	1,11	1,11	1,11	1,11	1,15	
3	1,11	1,11	1,11	1,11	1,18	
	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	
	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	
	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	
	1,11	1,11	1,11	1,18	1,11	
4	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	
	1,11	1,08	1,11	1,11	1,11	
	1,11	1,11	1,11	1,11	1,15	
	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	
	1,11	1,15	1,11	1,11	1,11	
5	1,11	1,11	1,15	1,11	1,11	
	1,11	1,11	1,18	1,11	1,11	
	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	
	1,11	1,11	1,18	1,11	1,11	
	1,11	1,18	1,11	1,11	1,11	
Rata-rata	1,12	1,12	1,13	1,12	1,12	
Total	27,91	27,91	28,13	28,03	28,04	140,02

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,0003}}{1,12} \times 100\% = 1,6$$

Derajat Bebas

Sub sample = 5

Db total = (r x t x s) - 1 = 124

Db perlakuan = (t-1) = (5-1) = 4

Db galat = db total - db perlakuan - subsample = 116

Faktor Koreksi (FK) = $\frac{G^2}{rts} = \frac{140,024^2}{(125)} = 156,854$

Jumlah Kuadrat

JK Total = $\sum xi^2 - FK = \{(1,11)^2 + (1,11)^2 + \dots + (1,11)^2\} - 156,854 = 0,04$

JK Perlakuan = $\sum \frac{Ti^2}{rt} - FK = \frac{27,91^2 + 27,91^2 + \dots + 28,04^2}{25} - 156,854 = 0,0015$

JK Galat = JK T - JK P = 0,04 - 0,0015 = 0,038

Kuadrat Tengah

KT Perlakuan = $\frac{JK P}{t-1} = \frac{0,0015}{5-1} = 0,00037$

KT Galat = $\frac{JK G}{db galat} = \frac{0,038}{116} = 0,00033$

F Hitung = $\frac{KT P}{KT G} = \frac{0,00037}{0,00033} = 1,119$

Daftar Analisis Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,015	0,00037	1,12 tn	2,45
Galat	116	0,038	0,00033		
Subsampil	4				
Total	124	0,04			

Keterangan : tanda (tn) menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikan 5%.

5. Data Pengamatan Tinggi Tanaman

Asli

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	151,00	0,00	0,00	105,00	94,50	
	118,20	0,00	0,00	0,00	0,00	
	156,00	147,00	117,00	0,00	106,00	
	12,00	137,50	73,50	164,50	0,00	
	133,00	0,00	0,00	111,00	0,00	
2	156,00	140,00	156,00	0,00	0,00	
	109,50	127,50	132,00	127,20	129,00	
	99,00	0,00	117,00	121,00	119,50	
	120,00	92,50	119,00	126,00	110,00	
	119,00	98,00	132,00	125,00	90,00	
3	116,50	142,00	105,00	140,00	0,00	
	75,50	127,00	91,00	94,00	0,00	
	122,00	134,20	74,00	80,00	89,00	
	164,00	141,00	154,00	130,50	0,00	
	119,50	114,00	138,50	113,50	86,00	
4	114,50	121,00	133,50	0,00	112,00	
	137,00	90,00	70,00	112,50	137,00	
	137,00	149,50	149,00	94,00	101,00	
	117,00	0,00	135,00	104,50	122,00	
	155,50	117,00	0,00	63,00	0,00	
5	125,00	140,50	119,00	0,00	82,50	
	117,00	194,00	114,30	105,50	128,00	
	70,50	155,50	118,00	135,00	60,00	
	112,00	181,50	158,00	117,00	100,30	
	110,20	141,50	0,00	48,00	137,00	
Rata-rata	118,68	107,65	96,23	88,69	72,15	
Total	2966,90	2691,2	2405,80	2217,20	1803,80	12084,90

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	2,21	1,00	1,00	2,06	2,02	
	2,11	1,00	1,00	1,00	1,00	
	2,22	2,20	2,10	1,00	2,06	
	2,24	2,17	1,92	2,24	1,00	
	2,16	1,00	1,00	2,08	1,00	
2	2,22	2,18	2,22	1,00	1,00	
	2,08	2,14	2,15	2,14	2,14	
	2,04	2,10	2,10	2,12	2,11	
	2,11	2,01	2,11	2,13	2,08	
	2,11	2,03	2,15	2,13	2,00	
3	2,10	2,18	2,06	2,18	1,00	
	1,93	2,14	2,00	2,02	1,00	
	2,12	2,16	1,92	1,95	2,00	
	2,24	2,18	2,21	2,15	1,00	
	2,11	2,09	2,17	2,09	1,98	
4	2,10	2,12	2,16	1,00	2,09	
	2,17	2,00	1,90	2,09	2,17	
	2,17	2,20	2,20	2,02	2,05	
	2,10	1,00	2,16	2,06	2,12	
	2,22	2,10	1,00	1,86	1,00	
5	2,13	2,18	2,11	1,00	1,97	
	2,10	2,31	2,09	2,06	2,14	
	1,91	2,22	2,11	2,16	1,85	
	2,09	2,28	2,23	2,10	2,04	
	2,08	2,18	1,00	1,76	2,17	
Rata-rata	2,12	1,92	1,88	1,86	1,72	
Total	53,06	48,07	47,10	46,41	42,98	237,61

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,186}}{1,90} \times 100\% = 22,74$$

Derajat Bebas

Sub sample = 5

Db total = (r x t x s) - 1 = 124

Db perlakuan = (t-1) = (5-1) = 4

Db galat = db total - db perlakuan - subsample = 116

Faktor Koreksi (FK) = $\frac{G^2}{rts} = \frac{238,71^2}{(125)} = 45,66$

Jumlah Kuadrat

JK Total = $\sum xi^2 - FK = \{(2,21)^2 + (1)^2 + \dots + (2,17)^2\} - 45,86 = 23,801$

JK Perlakuan = $\sum \frac{Ti^2}{rt} - FK = \frac{53,06^2 + 49,17^2 + \dots + 42,98^2}{25} - 45,86 = 2,119$

JK Galat = JK T - JK P = 23,022 - 2,206 = 21,68

Kuadrat Tengah

KT Perlakuan = $\frac{JK P}{t-1} = \frac{2,119}{5-1} = 0,529$

KT Galat = $\frac{JK G}{db galat} = \frac{20,815}{116} = 0,186$

F Hitung = $\frac{KT P}{KT G} = \frac{0,55}{0,179} = 2,83$

Daftar Analisis Ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	2,119	0,529	2,83*	2,45
Galat	116	21,68	0,186		
Subsampil	4				
Total	124	23,801			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\begin{aligned}
 \text{BNT Hitung} &= t_{\alpha} \times \frac{\sqrt{2 S^2}}{r} \\
 &= 1,98 \times \frac{\sqrt{(2)(0,186)}}{5} \\
 &= 0,241
 \end{aligned}$$

Uji BNT Tinggi Tanaman

Dosis	Rataan	2,12	1,92	1,88	1,86	1,72	Notasi
0	2,12	0					a
5	1,92	0,2	0				a
25	1,88	0,94*	0,04	0			b
45	1,86	0,26*	0,06	0,02	0		b
65	1,72	0,4*	0,2	0,16	0,14	0	b

6. Data Pengamatan Diameter Batang

Asli						
Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	2,21	1,00	1,00	2,06	2,02	
	2,11	1,00	1,00	1,00	1,00	
	2,22	2,20	2,10	1,00	2,06	
	2,24	2,17	1,92	2,24	1,00	
	2,16	1,00	1,00	2,08	1,00	
2	2,22	2,18	2,22	1,00	1,00	
	2,08	2,14	2,15	2,14	2,14	
	2,04	2,10	2,10	2,12	2,11	
	2,11	2,01	2,11	2,13	2,08	
	2,11	2,03	2,15	2,13	2,00	
3	2,10	2,18	2,06	2,18	1,00	
	1,93	2,14	2,00	2,02	1,00	
	2,12	2,16	1,92	1,95	2,00	
	2,24	2,18	2,21	2,15	1,00	
	2,11	2,09	2,17	2,09	1,98	
4	2,10	2,12	2,16	1,00	2,09	
	2,17	2,00	1,90	2,09	2,17	
	2,17	2,20	2,20	2,02	2,05	
	2,10	1,00	2,16	2,06	2,12	
	2,22	2,10	1,00	1,86	1,00	
5	2,13	2,18	2,11	1,00	1,97	
	2,10	2,31	2,09	2,06	2,14	
	1,91	2,22	2,11	2,16	1,85	
	2,09	2,28	2,23	2,10	2,04	
	2,08	2,18	1,00	1,76	2,17	
Rata-rata	2,12	1,97	1,88	1,86	1,72	
Total	53,06	49,17	47,10	46,41	42,98	238,71

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,06	1,00	1,00	1,05	1,06	
	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	
	1,05	1,05	1,06	1,00	1,06	
	1,07	1,06	1,05	1,06	1,00	
	1,06	1,00	1,00	1,06	1,00	
2	1,06	1,06	1,07	1,00	1,00	
	1,05	1,06	1,05	1,06	1,06	
	1,04	1,00	1,05	1,06	1,05	
	1,06	1,05	1,05	1,06	1,04	
	1,06	1,05	1,06	1,06	1,04	
3	1,06	1,06	1,06	1,06	1,00	
	1,04	1,05	1,03	1,04	1,00	
	1,06	1,06	1,03	1,02	1,06	
	1,07	1,06	1,06	1,06	1,00	
	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05	
4	1,06	1,07	1,06	1,00	1,05	
	1,06	1,06	1,04	1,05	1,06	
	1,07	1,05	1,05	1,03	1,06	
	1,05	1,00	1,06	1,06	1,06	
	1,07	1,06	1,05	1,03	1,00	
5	1,05	1,05	1,07	1,00	1,04	
	1,06	1,07	1,05	1,06	1,05	
	1,04	1,06	1,05	1,06	1,03	
	1,06	1,07	1,06	1,06	1,05	
	1,05	1,06	1,00	1,03	1,06	
Rata-rata	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04	
total	26,43	26,16	26,12	26,01	25,89	130,60

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,0005}}{1,04} \times 100\% = 2,14$$

Derajat Bebas

Sub sample = 5

Db total = (r x t x s) - 1 = 124

Db perlakuan = (t-1) = (5-1) = 4

Db galat = db total-db perlakuan-subsample= 116

Faktor Koreksi (FK) = $\frac{G^2}{rts} = \frac{130,60^2}{(125)} = 136,458$

Jumlah Kuadrat

JK Total = $\sum xi^2 - FK = \{(1,06)^2 + (1)^2 + + (1,06)^2\} - 136,458 = 0,065$

JK Perlakuan = $\sum \frac{Ti^2}{rt} - FK = \frac{26,43^2 + 26,16^2 + + 25,89^2}{25} - 136,458 = 0,006$

JK Galat = JK T - JK P = 0,065 - 0,006 = 0,058

Kuadrat Tengah

KT Perlakuan = $\frac{JK P}{t-1} = \frac{0,006}{5-1} = 0,001$

KT Galat = $\frac{JK G}{db galat} = \frac{0,058}{116} = 0,0005$

F Hitung = $\frac{KT P}{KT G} = \frac{0,001}{0,0005} = 3,24$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,006	0,001	3,244 *	2,45
Galat	116	0,058	0,0005		
Subsampil	4				
Total	124	0,065			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\begin{aligned}
 \text{BNT Hitung} &= t_{\alpha} \times \frac{\sqrt{2} s^2}{r} \\
 &= 1,98 \times \frac{\sqrt{(2)(0,0005)}}{5} \\
 &= 0,00028
 \end{aligned}$$

Uji BNT Diameter Batang

Dosis	Rataan	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04	Notasi
0	1,06	0					A
5	1,05	0,01*	0				B
25	1,04	0,02*	0,01*	0			C
45	1,04	0,02*	0,01*	0	0	0	C
65	1,04	0,02*	0,01*	0	0	0	C

7. Data Pengamatan Inisiasi Bunga

Asli

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	23,00	0,00	0,00	17,00	20,00	
	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	23,00	20,00	20,00	0,00	23,00	
	26,00	23,00	16,00	26,00	0,00	
	23,00	0,00	0,00	20,00	0,00	
2	24,00	26,00	21,00	0,00	0,00	
	20,00	23,00	26,00	20,00	24,00	
	21,00	0,00	19,00	17,00	24,00	
	19,00	20,00	20,00	21,00	20,00	
	20,00	18,00	19,00	19,00	20,00	
3	20,00	24,00	20,00	26,00	0,00	
	17,00	19,00	17,00	23,00	0,00	
	26,00	20,00	17,00	23,00	21,00	
	24,00	20,00	26,00	20,00	24,00	
	20,00	19,00	26,00	19,00	24,00	
4	23,00	24,00	26,00	0,00	19,00	
	24,00	27,00	16,00	19,00	28,00	
	26,00	21,00	22,00	34,00	17,00	
	24,00	0,00	24,00	20,00	21,00	
	20,00	17,00	0,00	15,00	0,00	
5	23,00	23,00	23,00	0,00	16,00	
	24,00	24,00	19,00	15,00	21,00	
	34,00	20,00	19,00	19,00	17,00	
	23,00	26,00	26,00	19,00	20,00	
	24,00	20,00	0,00	22,00	22,00	
Rata-rata	22,80	17,36	16,88	16,56	15,24	
Total	570,00	434,00	422,00	414,00	381,00	2221,00

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,52	1,00	1,00	1,43	1,48	
	1,46	1,00	1,00	1,00	1,00	
	1,52	1,48	1,48	1,00	1,52	
	1,56	1,52	1,41	1,56	1,00	
	1,52	1,00	1,00	1,48	1,00	
2	1,53	1,56	1,49	1,00	1,00	
	1,48	1,52	1,56	1,48	1,53	
	1,49	1,00	1,46	1,43	1,53	
	1,46	1,48	1,48	1,49	1,48	
	1,48	1,45	1,46	1,46	1,48	
3	1,48	1,53	1,48	1,56	1,00	
	1,43	1,46	1,43	1,52	1,00	
	1,56	1,48	1,43	1,52	1,49	
	1,53	1,48	1,56	1,48	1,53	
	1,48	1,46	1,56	1,46	1,53	
4	1,52	1,53	1,56	1,00	1,46	
	1,53	1,57	1,41	1,46	1,58	
	1,56	1,49	1,51	1,64	1,43	
	1,53	1,00	1,53	1,48	1,49	
	1,48	1,43	1,00	1,40	1,00	
5	1,52	1,52	1,52	1,00	1,41	
	1,53	1,53	1,46	1,40	1,49	
	1,64	1,48	1,46	1,46	1,43	
	1,52	1,56	1,56	1,46	1,48	
	1,53	1,48	1,00	1,51	1,51	
Rata-rata	1,51	1,40	1,39	1,39	1,35	
total	37,85	34,99	34,80	34,67	33,85	176,16

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,03}}{1,41} \times 100\% = 13,69$$

Derajat Bebas

$$\text{Sub sample} = 5$$

$$\text{Db total} = (r \times t \times s) - 1 = 124$$

$$\text{Db perlakuan} = (t-1) = (5-1) = 4$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} - \text{subsample} = 116$$

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{rts} = \frac{176,16^2}{(125)} = 248,24$$

Jumlah Kuadrat

$$\text{Jk Total} = \sum x_i^2 - \text{FK} = \{(152)^2 + (1)^2 + \dots + (1,51)^2\} - 248,24 = 4,69$$

$$\text{JK Perlakuan} = \sum \frac{T_i^2}{rt} - \text{FK} = \frac{37,85^2 + 34,99^2 + \dots + 33,85^2}{25} - 248,24 = 0,37$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK T} - \text{JK P} = 4,69 - 0,37 = 4,32$$

Kuadrat Tengah

$$\text{KT Perlakuan} = \frac{\text{JK P}}{t-1} = \frac{0,37}{5-1} = 0,092$$

$$\text{KT Galat} = \frac{\text{JK G}}{\text{db galat}} = \frac{4,32}{116} = 0,03$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT P}}{\text{KT G}} = \frac{0,092}{0,03} = 2,49$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,37	0,092	2,49 *	2,45
Galat	116	4,32	0,03		
Subsampil	4				
Total	124	4,69			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\begin{aligned} \text{BNT Hitung} &= t_{\alpha} \times \frac{\sqrt{2 S^2}}{r} \\ &= 1,98 \times \frac{\sqrt{(2)(0,037)}}{5} \\ &= 0,0207 \end{aligned}$$

Uji BNT Inisiasi Bunga

Dosis	Rataan	1,51	1,40	1,39	1,39	1,35	Notasi
0	1,51	0					a
5	1,40	0,11*	0				b
25	1,39	0,12*	0,01	0			b
45	1,39	0,12*	0,01	0	0		b
65	1,35	0,16*	0,05*	0,04*	0,04*	0	c

8. Data Pengamatan Umur Mekar Sempurna

Asli

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	54,00	0,00	0,00	50,00	50,00	
	49,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	54,00	59,00	53,00	0,00	55,00	
	59,00	60,00	47,00	59,00	0,00	
	54,00	0,00	0,00	54,00	0,00	
2	60,00	56,00	61,00	0,00	0,00	
	51,00	54,00	59,00	51,00	59,00	
	51,00	0,00	50,00	48,00	58,00	
	50,00	51,00	54,00	53,00	53,00	
	51,00	50,00	50,00	51,00	54,00	
3	53,00	58,00	50,00	60,00	0,00	
	45,00	50,00	50,00	53,00	0,00	
	58,00	51,00	48,00	53,00	52,00	
	55,00	52,00	54,00	53,00	0,00	
	53,00	49,00	58,00	49,00	55,00	
4	55,00	54,00	58,00	0,00	50,00	
	55,00	61,00	44,00	50,00	59,00	
	65,00	55,00	54,00	65,00	49,00	
	52,00	0,00	54,00	52,00	51,00	
	55,00	48,00	0,00	42,00	0,00	
5	52,00	54,00	54,00	0,00	46,00	
	53,00	61,00	50,00	46,00	51,00	
	49,00	54,00	51,00	50,00	48,00	
	54,00	61,00	60,00	51,00	51,00	
	51,00	52,00	0,00	52,00	53,00	
Rata-rata	53,52	43,60	42,36	41,68	35,76	
Total	1338,00	1090,00	1059,00	1042,00	894,00	5423,00

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,81	1,00	1,00	1,78	1,78	
	1,77	1,00	1,00	1,00	1,00	
	1,81	1,84	1,80	1,00	1,81	
	1,84	1,85	1,76	1,84	1,00	
	1,81	1,00	1,00	1,81	1,00	
2	1,85	1,82	1,85	1,00	1,00	
	1,79	1,81	1,84	1,79	1,84	
	1,79	1,00	1,78	1,76	1,83	
	1,78	1,79	1,81	1,80	1,80	
	1,79	1,78	1,78	1,79	1,81	
3	1,80	1,83	1,78	1,85	1,00	
	1,74	1,78	1,78	1,80	1,00	
	1,83	1,79	1,76	1,80	1,79	
	1,81	1,79	1,81	1,80	1,00	
	1,80	1,77	1,83	1,77	1,81	
4	1,81	1,81	1,83	1,00	1,78	
	1,81	1,85	1,73	1,78	1,84	
	1,88	1,81	1,81	1,88	1,77	
	1,79	1,00	1,81	1,79	1,79	
	1,81	1,76	1,00	1,72	1,00	
5	1,79	1,81	1,81	1,00	1,75	
	1,80	1,85	1,78	1,75	1,79	
	1,77	1,81	1,79	1,78	1,76	
	1,81	1,85	1,85	1,79	1,79	
	1,79	1,79	1,00	1,79	1,80	
Rata-rata	1,80	1,65	1,64	1,63	1,54	
Total	45,05	41,17	40,96	40,84	38,53	206,55

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,09}}{1,65} \times 100\% = 18,80$$

Derajat Bebas

$$\text{Sub sample} = 5$$

$$\text{Db total} = (r \times t \times s) - 1 = 124$$

$$\text{Db perlakuan} = (t-1) = (5-1) = 4$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} - \text{subsample} = 116$$

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{rt} = \frac{206,55^2}{(125)} = 341,29$$

Jumlah Kuadrat

$$\text{Jk Total} = \sum x_i^2 - \text{FK} = \{(1,81)^2 + (1)^2 + \dots + (1,8)^2\} - 341,29 = 12,08$$

$$\text{JK Perlakuan} = \sum \frac{T_i^2}{rt} - \text{FK} = \frac{45,05^2 + 41,17^2 + \dots + 38,53^2}{25} - 341,29 = ,0,88$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK T} - \text{JK P} = 12,08 - 0,88 = 11,19$$

Kuadrat Tengah

$$\text{KT Perlakuan} = \frac{\text{JK P}}{t-1} = \frac{0,88}{5-1} = 0,22$$

$$\text{KT Galat} = \frac{\text{JK G}}{\text{db galat}} = \frac{11,1}{116} = 0,09$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT P}}{\text{KT G}} = \frac{0,22}{0,09} = 2,29$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,88	0,22	2,29 ^{tn}	2,45
Galat	116	11,19	0,09		
Subsampil	4				
Total	124	12,08			

Keterangan : tanda (tn) menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikan 5%.

9. Data Pengamatan Diameter Bunga Pita

Asli

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	16,00	0,00	0,00	14,50	11,80	
	15,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
	17,50	16,00	17,50	0,00	16,00	
	19,50	16,00	10,00	16,00	0,00	
	17,60	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	17,50	15,50	14,70	0,00	0,00	
	11,60	17,00	15,00	14,10	13,00	
	12,00	0,00	11,20	13,80	13,50	
	15,50	14,00	12,20	16,20	12,50	
	13,50	16,00	13,00	15,30	12,50	
3	18,50	19,00	10,80	14,00	0,00	
	12,10	13,70	11,30	13,00	0,00	
	14,50	12,00	8,50	10,70	15,00	
	17,50	19,50	18,00	16,40	0,00	
	19,10	14,60	14,50	14,90	17,30	
4	14,00	16,60	17,50	0,00	13,40	
	14,70	12,50	12,00	13,30	14,50	
	14,00	12,00	16,00	11,70	14,00	
	13,50	0,00	14,00	18,50	15,30	
	13,00	11,50	0,00	12,00	0,00	
5	16,50	15,00	13,40	0,00	13,50	
	19,20	16,00	15,40	11,10	12,00	
	11,50	17,00	13,70	14,50	7,00	
	14,30	15,50	17,00	14,50	13,20	
	12,70	17,00	0,00	10,50	17,50	
Rata-rata	15,25	12,26	11,03	10,60	9,28	
Total	381,30	306,40	275,70	265,00	232,00	1460,40

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,41	1,00	1,00	1,39	1,34	
	1,41	1,00	1,00	1,00	1,00	
	1,44	1,41	1,44	1,00	1,41	
	1,47	1,41	1,30	1,41	1,00	
	1,44	1,00	1,00	1,00	1,00	
2	1,44	1,41	1,39	1,00	1,00	
	1,33	1,43	1,40	1,38	1,36	
	1,34	1,00	1,33	1,38	1,37	
	1,41	1,38	1,35	1,42	1,35	
	1,37	1,41	1,36	1,40	1,35	
3	1,45	1,46	1,32	1,38	1,00	
	1,34	1,37	1,33	1,36	1,00	
	1,39	1,34	1,27	1,32	1,40	
	1,44	1,47	1,45	1,42	1,00	
	1,46	1,39	1,39	1,40	1,44	
4	1,38	1,42	1,44	1,00	1,37	
	1,39	1,35	1,34	1,37	1,39	
	1,38	1,34	1,41	1,34	1,38	
	1,37	1,00	1,38	1,45	1,40	
	1,36	1,33	1,00	1,34	1,00	
5	1,42	1,40	1,37	1,00	1,37	
	1,47	1,41	1,40	1,32	1,34	
	1,33	1,43	1,37	1,39	1,23	
	1,39	1,41	1,43	1,39	1,37	
	1,36	1,43	1,00	1,31	1,44	
Rata-rata	1,40	1,32	1,30	1,29	1,25	
Total	35,01	33,04	32,47	32,18	31,32	164,01

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,02}}{1,31} \times 100\% = 11,81$$

Derajat Bebas

Sub sample = 5

Db total = (r x t x s) - 1 = 124

Db perlakuan = (t-1) = (5-1) = 4

Db galat = db total-db perlakuan-subsample= 116

Faktor Koreksi (FK) = $\frac{G^2}{rt} = \frac{164,01^2}{(125)} = 215,18$

Jumlah Kuadrat

JK Total = $\sum xi^2 - FK = \{(1,41)^2 + (1)^2 + + (1,44)^2\} - 215,18 = 3,09$

JK Perlakuan = $\sum \frac{Ti^2}{rt} - FK = \frac{35,01^2 + 33,04^2 + + 31,32^2}{25} - 215,18 = 0,30$

JK Galat = JK T - JK P = 3,09 - 0,30 = 2,78

Kuadrat Tengah

KT Perlakuan = $\frac{JK P}{t-1} = \frac{0,30}{5-1} = 0,07$

KT Galat = $\frac{JK G}{db galat} = \frac{2,78}{116} = 0,02$

F Hitung = $\frac{KT P}{KT G} = \frac{0,07}{0,02} = 3,17$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,30	0,07	3,17*	2,45
Galat	116	2,78	0,02		
Subsampil	4				
Total	124	3,09			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\begin{aligned} \text{BNT Hitung} &= t_{\alpha} \times \frac{\sqrt{2} s^2}{r} \\ &= 1,98 \times \frac{\sqrt{(2)(0,024)}}{5} \\ &= 0,013 \end{aligned}$$

Uji BNT Diameter Bunga Pita

Dosis	Rataan	1,40	1,32	1,30	1,29	1,25	Notasi
0	1,40	0					a
5	1,32	0,08*	0				b
25	1,30	0,10*	0,02*	0			c
45	1,29	0,11*	0,03*	0,01*	0		d
65	1,25	0,15*	0,07*	0,05*	0,04*	0	e

10. Data Pengamatan Diameter Bunga Tabung

Asli

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	6,80	0,00	0,00	6,00	4,70	
	5,80	0,00	0,00	0,00	0,00	
	7,00	7,00	8,50	0,00	7,00	
	9,00	7,50	4,60	7,50	0,00	
	8,00	0,00	0,00	8,00	0,00	
2	8,00	8,00	5,50	0,00	0,00	
	5,00	8,00	5,50	5,80	6,00	
	4,80	0,00	3,80	5,90	7,00	
	7,00	5,00	5,30	8,30	5,50	
	5,60	7,00	5,00	7,00	4,30	
3	9,50	9,00	4,50	6,50	0,00	
	4,50	6,00	4,40	4,50	0,00	
	7,70	5,40	3,30	3,30	6,10	
	9,00	8,00	7,50	8,00	0,00	
	8,00	6,50	6,50	5,20	8,00	
4	7,20	8,00	9,00	0,00	5,20	
	6,60	6,00	5,50	5,70	7,70	
	6,20	5,00	6,70	4,00	6,00	
	4,30	0,00	7,00	8,00	6,30	
	5,80	5,00	0,00	4,50	0,00	
5	7,50	6,30	6,10	0,00	5,00	
	8,50	7,20	6,30	4,50	5,20	
	4,30	8,00	5,50	6,00	3,90	
	6,50	7,50	8,00	7,60	5,80	
	5,70	8,50	0,00	3,20	8,30	
Rata-rata	6,73	5,56	4,74	4,78	4,08	
Total	168,30	138,90	118,50	119,50	102,00	647,20

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,23	1,00	1,00	1,20	1,17	
	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	
	1,23	1,23	1,27	1,00	1,23	
	1,28	1,24	1,16	1,24	1,00	
	1,26	1,00	1,00	1,26	1,00	
2	1,26	1,26	1,19	1,00	1,00	
	1,18	1,26	1,19	1,20	1,20	
	1,17	1,00	1,14	1,20	1,23	
	1,23	1,18	1,18	1,26	1,19	
	1,19	1,23	1,18	1,23	1,16	
3	1,29	1,28	1,16	1,22	1,00	
	1,16	1,20	1,16	1,16	1,00	
	1,25	1,19	1,12	1,12	1,21	
	1,28	1,26	1,24	1,26	1,00	
	1,26	1,22	1,22	1,18	1,26	
4	1,24	1,26	1,28	1,00	1,18	
	1,22	1,20	1,19	1,20	1,25	
	1,21	1,18	1,22	1,15	1,20	
	1,16	1,00	1,23	1,26	1,21	
	1,20	1,18	1,00	1,16	1,00	
5	1,24	1,21	1,21	1,00	1,18	
	1,27	1,24	1,21	1,16	1,18	
	1,16	1,26	1,19	1,20	1,14	
	1,22	1,24	1,26	1,25	1,20	
	1,20	1,27	1,00	1,12	1,26	
rata-rata	1,22	1,18	1,16	1,16	1,14	
Total	30,55	29,56	29,00	29,03	28,45	146,58

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,007}}{1,17} \times 100\% = 7,51$$

Derajat Bebas

$$\text{Sub sample} = 5$$

$$\text{Db total} = (r \times t \times s) - 1 = 124$$

$$\text{Db perlakuan} = (t-1) = (5-1) = 4$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} - \text{subsample} = 116$$

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{rt} = \frac{146,58^2}{(125)} = 171,88$$

Jumlah Kuadrat

$$\text{Jk Total} = \sum x_i^2 - \text{FK} = \{(1,23)^2 + (1)^2 + \dots + (1,26)^2\} - 171,88 = 1,001$$

$$\text{JK Perlakuan} = \sum \frac{T_i^2}{rt} - \text{FK} = \frac{30,55^2 + 29,56^2 + \dots + 28,45^2}{25} - 171,88 = 0,1001$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK T} - \text{JK P} = 1,001 - 0,1001 = 0,901$$

Kuadrat Tengah

$$\text{KT Perlakuan} = \frac{\text{JK P}}{t-1} = \frac{0,1001}{5-1} = 0,025$$

$$\text{KT Galat} = \frac{\text{JK G}}{\text{db galat}} = \frac{0,901}{116} = 0,007$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT P}}{\text{KT G}} = \frac{0,025}{0,007} = 3,22$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,1001	0,025	3,22*	2,45
Galat	116	0,901	0,007		
Subsampil	4				
Total	124	1,001			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\begin{aligned} \text{BNT Hitung} &= t_a \times \frac{\sqrt{2 S^2}}{r} \\ &= 1,98 \times \frac{\sqrt{(2)(0,0077)}}{5} \\ &= 0,0043 \end{aligned}$$

Uji BNT Diameter Bunga Tabung

Dosis	Rataan	1,22	1,18	1,16	1,16	1,14	Notasi
0	1,22	0					a
5	1,18	0,04*	0				b
25	1,16	0,06*	0,02*	0			c
45	1,16	0,06*	0,02*	0	0		c
65	1,14	0,08*	0,04*	0,02*	0,02*	0	d

11. Data Pengamatan Jumlah Bunga Pita

Asli

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	33	0	0	120	21	
	23	0	0	0	0	
	29	26	32	0	31	
	34	35	22	30	0	
	33	0	0	0	0	
2	37	34	31	0	0	
	31	34	30	34	27	
	21	0	21	29	24	
	23	21	34	32	29	
	18	23	29	34	21	
3	33	34	33	34	0	
	27	30	19	14	0	
	34	27	20	15	21	
	34	31	27	33	0	
	26	30	34	26	31	
4	28	30	29	0	30	
	33	37	19	27	33	
	34	30	30	21	21	
	20	0	31	32	32	
	33	32	0	20	0	
5	24	28	32	0	22	
	35	34	30	14	22	
	21	29	23	29	20	
	27	35	34	34	33	
	24	30	0	14	32	
Rata-rata	28,6	24,4	22,4	23,68	18	
Total	715	610	560	592	450	2927

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,63	1,00	1,00	2,11	1,49	
	1,52	1,00	1,00	1,00	1,00	
	1,59	1,56	1,62	1,00	1,61	
	1,64	1,65	1,51	1,60	1,00	
	1,63	1,00	1,00	1,00	1,00	
2	1,67	1,64	1,61	1,00	1,00	
	1,61	1,64	1,60	1,64	1,57	
	1,49	1,00	1,49	1,59	1,53	
	1,52	1,49	1,64	1,62	1,59	
	1,45	1,52	1,59	1,64	1,49	
3	1,63	1,64	1,63	1,64	1,00	
	1,57	1,60	1,46	1,38	1,00	
	1,64	1,57	1,48	1,40	1,49	
	1,64	1,61	1,57	1,63	1,00	
	1,56	1,60	1,64	1,56	1,61	
4	1,58	1,60	1,59	1,00	1,60	
	1,63	1,67	1,46	1,57	1,63	
	1,64	1,60	1,60	1,49	1,49	
	1,48	1,00	1,61	1,62	1,62	
	1,63	1,62	1,00	1,48	1,00	
5	1,53	1,58	1,62	1,00	1,51	
	1,65	1,64	1,60	1,38	1,51	
	1,49	1,59	1,52	1,59	1,48	
	1,57	1,65	1,64	1,64	1,63	
	1,53	1,60	1,00	1,38	1,62	
Rata-rata	1,58	1,48	1,46	1,44	1,38	
total	39,55	37,10	36,51	35,98	34,48	183,63

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,05}}{1,46} \times 100\% = 16,44$$

Derajat Bebas

Sub sample = 5

Db total = (r x t x s) - 1 = 124

Db perlakuan = (t-1) = (5-1) = 4

Db galat = db total-db perlakuan-subsample= 116

Faktor Koreksi (FK) = $\frac{G^2}{rts} = \frac{183,63^2}{(125)} = 269,76$

Jumlah Kuadrat

JK Total = $\sum xi^2 - FK = \{(1,63)^2 + (1)^2 + + (1,62)^2\} - 269,76 = 7,31$

JK Perlakuan = $\sum \frac{Ti^2}{rt} - FK = \frac{39,55^2 + 37,10^2 + + 34,48^2}{25} - 269,76 = 0,54$

JK Galat = JK T - JK P = 7,31 - 0,54 = 6,76

Kuadrat Tengah

KT Perlakuan = $\frac{JK P}{t-1} = \frac{0,54}{5-1} = 0,13$

KT Galat = $\frac{JK G}{db galat} = \frac{6,76}{116} = 0,05$

F Hitung = $\frac{KT P}{KT G} = \frac{0,13}{0,05} = 2,35$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,54	0,13	2,35 ^{tn}	2,45
Galat	116	6,76	0,05		
Subsampil	4				
Total	124	7,31			

Keterangan : tanda (tn) menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikan 5%.

12. Data Pengamatan Klorofil a

Asli

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	0,7191	0,0000	0,0000	0,7503	0,7757	
	0,8186	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
	0,6016	0,0654	1,0829	0,0000	1,0662	
	0,1144	0,1075	1,0886	0,2085	0,0000	
	0,6754	0,0000	0,0000	0,6102	0,0000	
2	0,0595	0,5619	0,0966	0,0000	0,0000	
	0,7998	0,4878	0,1010	0,9497	0,1474	
	0,8555	0,0000	0,9618	0,9047	0,2836	
	0,6910	0,7718	0,7040	0,8512	0,8622	
	0,7348	1,0500	0,9954	0,5751	0,7477	
3	0,8052	0,1077	0,8487	0,1912	0,0000	
	0,4743	1,0465	0,7631	0,8052	0,0000	
	0,1710	0,9417	0,7913	0,8833	1,0862	
	0,8801	0,5330	0,7883	0,7874	0,0000	
	0,0000	0,8752	0,1230	0,2583	0,8719	
4	0,8552	0,6924	0,3471	0,0000	0,7026	
	0,8802	0,1727	0,9708	0,9561	0,1240	
	0,1232	0,6937	0,9718	0,3994	0,9364	
	0,8013	0,0000	0,7755	0,6113	0,3428	
	0,7852	1,1206	0,0000	0,6767	0,0000	
5	0,9842	0,4866	1,0127	0,0000	0,6746	
	1,0355	0,1242	0,8833	1,0504	0,8157	
	0,9362	0,6801	0,8162	0,9088	0,5660	
	0,6730	0,1520	0,3220	0,8760	0,7194	
	1,1370	0,8468	0,0000	1,0943	0,8862	
Rata-rata	0,6645	0,4607	0,5778	0,5739	0,4643	
Total	16,6117	11,5177	14,4440	14,3480	11,6085	68,5300

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,03	1,00	1,00	1,03	1,03	
	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	
	1,03	1,00	1,04	1,00	1,04	
	1,00	1,00	1,04	1,01	1,00	
	1,03	1,00	1,00	1,03	1,00	
2	1,00	1,02	1,00	1,00	1,00	
	1,03	1,02	1,00	1,04	1,01	
	1,04	1,00	1,04	1,04	1,01	
	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04	
	1,03	1,04	1,04	1,02	1,03	
3	1,03	1,00	1,04	1,01	1,00	
	1,02	1,04	1,03	1,03	1,00	
	1,01	1,04	1,03	1,04	1,04	
	1,04	1,02	1,03	1,03	1,00	
	1,00	1,04	1,01	1,01	1,04	
4	1,04	1,03	1,01	1,00	1,03	
	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	
	1,01	1,03	1,04	1,02	1,04	
	1,03	1,00	1,03	1,03	1,01	
	1,03	1,05	1,00	1,03	1,00	
5	1,04	1,02	1,04	1,00	1,03	
	1,04	1,01	1,04	1,04	1,03	
	1,04	1,03	1,03	1,04	1,02	
	1,03	1,01	1,01	1,04	1,03	
	1,05	1,04	1,00	1,05	1,04	
Rata-rata	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	
Total	25,69	25,48	25,60	25,60	25,48	127,86

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,0002}}{1,02} \times 100\% = 1,58$$

Derajat Bebas

Sub sample = 5

Db total = (r x t x s) - 1 = 124

Db perlakuan = (t-1) = (5-1) = 4

Db galat = db total-db perlakuan-subsample= 116

Faktor Koreksi (FK) = $\frac{G^2}{rts} = \frac{127,86^2}{(125)} = 130,78$

Jumlah Kuadrat

JK Total = $\sum xi^2 - FK = \{(1,03)^2 + (1)^2 + \dots + (1,04^2)\} - 130,78 = 0,03$

JK Perlakuan = $\sum \frac{Ti^2}{rt} - FK = \frac{25,69^2 + 25,48^2 + \dots + 25,48^2}{25} - 130,78 = 0,001$

JK Galat = JK T - JK P = 0,03 - 0,001 = 0,03

Kuadrat Tengah

KT Perlakuan = $\frac{JK P}{t-1} = \frac{0,001}{5-1} = 0,00032$

KT Galat = $\frac{JK G}{db galat} = \frac{0,03}{116} = 0,0002$

F Hitung = $\frac{KT P}{KT G} = \frac{0,00032}{0,0002} = 1,22$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,54	0,13	1,22 ^{tn}	2,45
Galat	116	0,03	0,05		
Subsampil	4				
Total	124	0,031			

Keterangan : tanda (t) menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikan 5%.

13. Data Pengamatan Klorofil b

Asli

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	0,38	0,00	0,00	0,33	0,37	
	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,35	0,66	0,64	0,00	0,54	
	0,51	0,60	0,45	0,77	0,00	
	0,39	0,00	0,00	0,30	0,00	
2	0,16	0,32	0,51	0,00	0,00	
	0,47	0,24	0,36	0,37	0,68	
	0,45	0,00	0,39	0,43	0,68	
	0,30	0,35	0,36	0,39	0,40	
	0,34	0,45	0,44	0,44	0,33	
3	0,43	0,60	0,43	0,91	0,00	
	0,24	0,45	0,37	0,37	0,00	
	0,94	0,41	0,33	0,41	0,56	
	0,52	0,31	0,42	0,38	0,00	
	0,00	0,37	0,59	0,42	0,49	
4	0,43	0,33	1,00	0,00	0,41	
	0,44	0,75	0,43	0,47	0,51	
	0,67	0,32	0,53	0,69	0,47	
	0,38	0,00	0,41	0,34	0,56	
	0,48	0,45	0,00	0,31	0,00	
5	0,47	0,34	0,54	0,00	0,42	
	0,58	0,60	0,44	0,51	0,40	
	0,39	0,39	0,45	0,43	0,37	
	0,33	2,48	0,42	0,42	0,40	
	0,47	1,57	0,00	0,59	0,48	
Rata-rata	0,42	0,48	0,38	0,37	0,32	
Total	10,48	12,00	9,51	9,27	8,09	49,35

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,02	1,00	1,00	1,01	1,02	
	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	
	1,01	1,03	1,03	1,00	1,02	
	1,02	1,03	1,02	1,03	1,00	
	1,02	1,00	1,00	1,01	1,00	
2	1,01	1,01	1,02	1,00	1,00	
	1,02	1,01	1,02	1,02	1,03	
	1,02	1,00	1,02	1,02	1,03	
	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	
	1,01	1,02	1,02	1,02	1,01	
3	1,02	1,03	1,02	1,04	1,00	
	1,01	1,02	1,02	1,02	1,00	
	1,04	1,02	1,01	1,02	1,02	
	1,02	1,01	1,02	1,02	1,00	
	1,00	1,02	1,02	1,02	1,02	
4	1,02	1,01	1,04	1,00	1,02	
	1,02	1,03	1,02	1,02	1,02	
	1,03	1,01	1,02	1,03	1,02	
	1,02	1,00	1,02	1,01	1,02	
	1,02	1,02	1,00	1,01	1,00	
5	1,02	1,01	1,02	1,00	1,02	
	1,02	1,03	1,02	1,02	1,02	
	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	
	1,01	1,10	1,02	1,02	1,02	
	1,02	1,06	1,00	1,02	1,02	
Rata-rata	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	
Total	25,44	25,50	25,40	25,39	25,34	127,08

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,00016}}{1,02} \times 100\% = 1,24$$

Derajat Bebas

Sub sample = 5

Db total = (r x t x s) - 1 = 124

Db perlakuan = (t-1) = (5-1) = 4

Db galat = db total-db perlakuan-subsample= 116

Faktor Koreksi (FK) = $\frac{G^2}{rts} = \frac{127,08^2}{(125)} = 129,19$

Jumlah Kuadrat

JK Total = $\sum xi^2 - FK = \{(1,02)^2 + (1)^2 + + (1,02)^2\} - 129,19 = 0,019$

JK Perlakuan = $\sum \frac{Ti^2}{rt} - FK = \frac{25,44^2 + 25,50^2 + + 25,34^2}{25} - 130,78 = 0,00053$

JK Galat = JK T - JK P = 0,019 - 0,00053 = 0,018

Kuadrat Tengah

KT Perlakuan = $\frac{JK P}{t-1} = \frac{0,00053}{5-1} = 0,00013$

KT Galat = $\frac{JK G}{db galat} = \frac{0,018}{116} = 0,00016$

F Hitung = $\frac{KT P}{KT G} = \frac{0,00013}{0,00016} = 0,83$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,00053	0,00013	0,83 ^{tn}	2,45
Galat	116	0,018	0,000016		
Subsampil	4				
Total	124	0,019			

Keterangan : tanda (tn) menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikan 5%.

14. Data Pengamatan Klorofil ab

Asli

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,10	0,00	0,00	1,08	1,15	
	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,95	0,73	1,72	0,00	1,61	
	0,62	0,71	1,54	0,98	0,00	
	1,07	0,00	0,00	0,91	0,00	
2	0,22	0,88	0,61	0,00	0,00	
	1,27	0,73	0,46	1,32	0,83	
	1,30	0,00	1,36	1,33	0,96	
	0,99	1,12	1,07	1,24	1,27	
	1,08	1,50	1,44	1,01	1,07	
3	1,24	0,71	1,28	1,10	0,00	
	0,72	1,50	1,13	1,17	0,00	
	1,11	1,35	1,13	1,30	1,64	
	1,40	0,84	1,20	1,16	0,00	
	0,00	1,25	0,71	1,46	1,36	
4	1,28	1,02	1,34	0,00	1,11	
	1,32	0,93	1,40	1,43	0,63	
	0,79	1,02	1,50	1,08	1,41	
	1,18	0,00	1,18	0,95	0,90	
	1,27	1,57	0,00	0,98	0,00	
5	1,45	0,82	1,55	0,00	1,10	
	1,61	0,73	1,32	1,56	1,22	
	1,33	1,07	1,27	1,34	0,94	
	1,00	0,77	0,74	1,30	1,12	
	1,61	1,24	0,00	1,69	1,37	
Rata-rata	1,08	0,82	0,96	0,98	0,79	
Total	28,17	21,30	24,90	25,36	20,48	120,21

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,05	1,00	1,00	1,04	1,05	
	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	
	1,04	1,03	1,07	1,00	1,06	
	1,03	1,03	1,06	1,04	1,00	
	1,04	1,00	1,00	1,04	1,00	
2	1,01	1,04	1,03	1,00	1,00	
	1,05	1,03	1,02	1,05	1,03	
	1,05	1,00	1,06	1,05	1,04	
	1,04	1,05	1,04	1,05	1,05	
	1,04	1,06	1,06	1,04	1,04	
3	1,05	1,03	1,05	1,05	1,00	
	1,03	1,06	1,05	1,05	1,00	
	1,05	1,06	1,05	1,05	1,07	
	1,06	1,04	1,05	1,05	1,00	
	1,00	1,05	1,03	1,06	1,06	
4	1,05	1,04	1,05	1,00	1,05	
	1,05	1,04	1,06	1,06	1,03	
	1,03	1,04	1,06	1,04	1,06	
	1,05	1,00	1,05	1,04	1,04	
	1,05	1,06	1,00	1,04	1,00	
5	1,06	1,03	1,06	1,00	1,05	
	1,06	1,03	1,05	1,06	1,05	
	1,05	1,04	1,05	1,05	1,04	
	1,04	1,03	1,03	1,05	1,05	
	1,06	1,05	1,00	1,07	1,06	
Rata-rata	1,04	1,03	1,04	1,04	1,03	
Total	26,11	25,84	25,98	26,00	25,81	129,74

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,00045}}{1,04} \times 100\% = 2,06$$

Derajat Bebas

Sub sample = 5

Db total = (r x t x s) - 1 = 124

Db perlakuan = (t-1) = (5-1) = 4

Db galat = db total-db perlakuan-subsample= 116

Faktor Koreksi (FK) = $\frac{G^2}{rts} = \frac{129,74^2}{(125)} = 134,65$

Jumlah Kuadrat

JK Total = $\sum xi^2 - FK = \{(1,05)^2 + (1)^2 + \dots + (1,06)^2\} - 134,65 = 0,05$

JK Perlakuan = $\sum \frac{Ti^2}{rt} - FK = \frac{26,11^2 + 25,84^2 + \dots + 25,81^2}{25} - 134,65 = 0,0024$

JK Galat = JK T - JK P = 0,05 - 0,0024 = 0,053

Kuadrat Tengah

KT Perlakuan = $\frac{JK P}{t-1} = \frac{0,0024}{5-1} = 0,0006$

KT Galat = $\frac{JK G}{db galat} = \frac{0,053}{116} = 0,00045$

F Hitung = $\frac{KT P}{KT G} = \frac{0,0006}{0,00045} = 1,31$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,0024	0,0006	1,31 ^{tn}	2,45
Galat	116	0,053	0,00045		
Subsampil	4				
Total	124	0,055			

Keterangan : tanda (tn) menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikan 5%.

15. Data Pengamatan Total Berat Biji

Asli

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	13,84	0,00	0,00	3,59	11,55	
	6,90	0,00	0,00	0,00	0,00	
	14,85	6,19	11,12	0,00	12,21	
	22,21	5,64	0,73	4,34	0,00	
	12,37	0,00	0,00	8,45	0,00	
2	2,66	10,62	13,48	0,00	0,00	
	6,20	4,73	3,63	11,15	5,83	
	4,81	0,00	4,07	8,62	6,60	
	6,13	4,58	11,06	29,46	6,29	
	6,21	6,64	11,98	18,60	0,45	
3	18,65	14,03	3,17	15,29	0,00	
	0,98	15,83	0,47	1,22	0,00	
	1,98	7,57	0,28	1,10	5,66	
	21,77	10,98	10,58	4,37	0,00	
	14,09	9,70	4,30	3,92	8,37	
4	5,92	17,13	9,24	0,00	7,17	
	7,11	2,03	2,81	4,03	24,77	
	22,07	6,82	6,36	2,91	3,34	
	2,54	0,00	18,59	9,87	10,51	
	11,29	7,72	0,00	1,28	0,00	
5	7,58	8,92	2,64	0,00	0,47	
	10,59	23,79	6,95	10,18	3,44	
	3,59	14,08	6,41	14,55	0,00	
	0,00	17,51	8,45	20,41	0,44	
	10,79	15,36	0,00	3,95	0,29	
Rata-rata	9,40	8,39	5,45	7,09	4,30	
Total	235,12	209,87	136,34	177,28	107,39	866,00

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,38	1,00	1,00	1,13	1,33	
	1,23	1,00	1,00	1,00	1,00	
	1,40	1,21	1,32	1,00	1,35	
	1,51	1,19	1,03	1,16	1,00	
	1,35	1,00	1,00	1,27	1,00	
2	1,10	1,31	1,37	1,00	1,00	
	1,21	1,17	1,13	1,33	1,20	
	1,17	1,00	1,15	1,27	1,22	
	1,21	1,16	1,32	1,60	1,21	
	1,21	1,22	1,34	1,46	1,02	
3	1,46	1,38	1,12	1,40	1,00	
	1,04	1,41	1,02	1,05	1,00	
	1,08	1,24	1,01	1,05	1,19	
	1,50	1,32	1,31	1,16	1,00	
	1,38	1,29	1,16	1,14	1,26	
4	1,20	1,43	1,28	1,00	1,23	
	1,23	1,08	1,11	1,15	1,54	
	1,51	1,23	1,21	1,11	1,13	
	1,10	1,00	1,46	1,30	1,31	
	1,33	1,25	1,00	1,05	1,00	
5	1,24	1,28	1,10	1,00	1,02	
	1,31	1,53	1,23	1,31	1,13	
	1,13	1,38	1,22	1,39	1,00	
	1,00	1,44	1,27	1,48	1,02	
	1,32	1,40	1,00	1,14	1,01	
Rata-rata	1,26	1,24	1,17	1,20	1,13	
Total	31,60	30,94	29,17	29,93	28,18	149,82

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,024}}{1,20} \times 100\% = 13,10$$

Derajat Bebas

$$\text{Sub sample} = 5$$

$$\text{Db total} = (r \times t \times s) - 1 = 124$$

$$\text{Db perlakuan} = (t-1) = (5-1) = 4$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} - \text{subsample} = 116$$

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{rts} = \frac{149,82^2}{(125)} = 179,57$$

Jumlah Kuadrat

$$\text{JK Total} = \sum x_i^2 - \text{FK} = \{(1,38)^2 + (1)^2 + \dots + (1,01)^2\} - 179,57 = 3,15$$

$$\text{JK Perlakuan} = \sum \frac{T_i^2}{rt} - \text{FK} = \frac{31,60^2 + 30,94^2 + \dots + 28,18^2}{25} - 179,57 = 0,29$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK T} - \text{JK P} = 3,15 - 0,29 = 2,86$$

Kuadrat Tengah

$$\text{KT Perlakuan} = \frac{\text{JK P}}{t-1} = \frac{0,29}{5-1} = 0,074$$

$$\text{KT Galat} = \frac{\text{JK G}}{\text{db galat}} = \frac{2,86}{116} = 0,024$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT P}}{\text{KT G}} = \frac{0,074}{0,024} = 3,01$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,29	0,074	3,01*	2,45
Galat	116	2,86	0,024		
Subsampil	4				
Total	124	3,15			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\begin{aligned} \text{BNT Hitung} &= t_{\alpha} \times \frac{\sqrt{2} s^2}{r} \\ &= 1,98 \times \frac{\sqrt{(2)(0,0246)}}{5} \\ &= 0,0137 \end{aligned}$$

Uji BNT Berat Total Biji

Dosis	Rataan	1,26	1,24	1,20	1,17	1,13	Notasi
0	1,26	0					a
5	1,24	0,02*	0				b
25	1,20	0,06*	0,04*	0			c
45	1,17	0,09*	0,07*	0,03*	0		d
65	1,13	0,13*	0,11*	0,07*	0,04*	0	e

16. Data Pengamatan Total Jumlah Biji

Asli						
Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	488	0	0	201	463	
	319	0	0	0	0	
	526	158	609	0	519	
	683	422	76	310	0	
	498	0	0	313	0	
2	73	312	280	0	0	
	213	246	143	690	301	
	172	0	221	568	295	
	579	158	427	759	241	
	345	507	253	615	43	
3	463	690	85	405	0	
	118	392	41	104	0	
	62	811	13	477	371	
	725	371	368	353	0	
	314	315	360	641	519	
4	333	662	240	0	242	
	245	72	207	301	443	
	256	548	405	82	360	
	151	0	460	587	204	
	251	480	0	72	0	
5	306	655	587	0	347	
	657	170	323	321	41	
	198	410	334	698	0	
	194	549	164	700	21	
	460	122	0	60	45	
Rata-rata	345,16	322	223,84	330,28	178,2	
Total	8629	8050	5596	8257	4455	34987

Transformasi [Log(X+10)]

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	2,70	1	1	2,32	2,67	
	2,52	1	1	1	1	
	2,73	2,23	2,79	1	2,72	
	2,84	2,64	1,93	2,51	1	
	2,71	1	1	2,51	1	
2	1,92	2,51	2,46	1	1	
	2,35	2,41	2,18	2,85	2,49	
	2,26	1	2,36	2,76	2,48	
	2,77	2,23	2,64	2,89	2,40	
	2,55	2,71	2,42	2,80	1,72	
3	2,67	2,85	1,98	2,62	1	
	2,11	2,60	1,71	2,06	1	
	1,86	2,91	1,36	2,69	2,58	
	2,87	2,58	2,58	2,56	1	
	2,51	2,51	2,57	2,81	2,72	
4	2,54	2,83	2,40	1	2,40	
	2,41	1,91	2,34	2,49	2,66	
	2,42	2,75	2,62	1,96	2,57	
	2,21	1	2,67	2,78	2,33	
	2,42	2,69	1	1,91	1	
5	2,50	2,82	2,78	1	2,55	
	2,82	2,26	2,52	2,52	1,71	
	2,32	2,62	2,54	2,85	1	
	2,31	2,75	2,24	2,85	1,49	
	2,67	2,12	1	1,85	1,74	
Rata-rata	2,48	2,23	2,08	2,22	1,85	
Total	61,97	55,91	52,09	55,58	46,25	271,81

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,404}}{2,17} \times 100\% = 29,24$$

Derajat Bebas

Sub sample = 5

Db total = (r x t x s) - 1 = 124

Db perlakuan = (t-1) = (5-1) = 4

Db galat = db total-db perlakuan-subsample= 116

Faktor Koreksi (FK) = $\frac{G^2}{rts} = \frac{271,81^2}{(125)} = 591,025$

Jumlah Kuadrat

JK Total = $\sum xi^2 - FK = \{(2,7)^2 + (1)^2 + \dots + (1,74)^2\} - 591,025 = 52,21$

JK Perlakuan = $\sum \frac{Ti^2}{rt} - FK = \frac{61,97^2 + 55,91^2 + \dots + 46,25^2}{25} - 591,025 = 5,307$

JK Galat = JK T - JK P = 52,21 - 5,307 = 46,91

Kuadrat Tengah

KT Perlakuan = $\frac{JK P}{t-1} = \frac{5,307}{5-1} = 1,32$

KT Galat = $\frac{JK G}{db galat} = \frac{46,91}{116} = 0,404$

F Hitung = $\frac{KT P}{KT G} = \frac{1,32}{0,404} = 3,28$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	5,307	1,32	3,28*	2,45
Galat	116	46,91	0,404		
Subsampil	4				
Total	124	52,21			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\begin{aligned} \text{BNT Hitung} &= t_{\alpha} \times \frac{\sqrt{2 S^2}}{r} \\ &= 1,98 \times \frac{\sqrt{(2)(0,404)}}{5} \\ &= 0,22 \end{aligned}$$

Uji BNT Total Jumlah Biji

Dosis	Rataan	2,48	2,23	2,22	2,08	1,85	Notasi
0	2,48	0					a
5	2,23	0,25*	0				b
25	2,22	0,26*	0,01	0			b
45	2,08	0,40*	0,15	0,14	0		b
65	1,85	0,63*	0,38*	0,23*	0,23*	0	c

17. Data Pengamatan Bobot 100 Biji

$$\text{Bobot 100 biji} = \frac{\text{Total Berat Biji}}{\text{Total Jumlah Biji}} \times 100$$

Ulangan	Perlakuan					Total
	0	5	25	45	65	
1	1,11	0,00	0,00	1,07	1,10	
	1,09	0,00	0,00	0,00	0,00	
	1,11	1,14	1,07	0,00	1,09	
	1,12	1,05	1,04	1,06	0,00	
	1,10	0,00	0,00	1,10	0,00	
2	1,13	1,13	1,17	0,00	0,00	
	1,11	1,08	1,10	1,07	1,08	
	1,11	0,00	1,07	1,06	1,09	
	1,04	1,11	1,10	1,14	1,10	
	1,07	1,05	1,17	1,11	1,04	
3	1,15	1,08	1,14	1,14	0,00	
	1,03	1,15	1,05	1,05	0,00	
	1,12	1,04	1,09	1,01	1,06	
	1,11	1,11	1,11	1,05	0,00	
	1,16	1,12	1,05	1,03	1,06	
4	1,07	1,10	1,14	0,00	1,11	
	1,11	1,11	1,06	1,05	1,19	
	1,27	1,05	1,06	1,13	1,04	
	1,07	0,00	1,15	1,07	1,18	
	1,16	1,06	0,00	1,07	0,00	
5	1,10	1,06	1,02	0,00	1,01	
	1,06	1,38	1,08	1,12	1,26	
	1,07	1,13	1,08	1,08	0,00	
	1,06	1,12	1,18	1,11	1,08	
	1,09	1,35	0,00	1,22	1,03	
Rata-rata	1,11	0,90	0,88	0,87	0,70	
Total	27,63	22,42	21,92	21,75	17,53	89,73

$$CV = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,03}}{0,85} \times 100\% = 10,58\%$$

Derajat Bebas

Sub sample = 5

Db total = (r x t x s) - 1 = 124

Db perlakuan = (t-1) = (5-1) = 4

Db galat = db total - db perlakuan - subsample = 116

Faktor Koreksi (FK) = $\frac{G^2}{rts} = \frac{89,3^2}{(125)} = 99,02$

Jumlah Kuadrat

JK Total = $\sum xi^2 - FK = \{(1,11)^2 + (0,00)^2 + \dots + (1,03)^2\} - 64,40 = 23,91$

JK Perlakuan = $\sum \frac{Ti^2}{rt} - FK = \frac{27,63^2 + 0,90^2 + \dots + 17,53^2}{25} - 64,40 = 2,06$

JK Galat = JK T - JK P = 58,52 - 16,59 = 1,56

Kuadrat Tengah

KT Perlakuan = $\frac{JK P}{t-1} = \frac{16,59}{5-1} = 0,51$

KT Galat = $\frac{JK G}{db galat} = \frac{3,52}{116} = 0,09$

F Hitung = $\frac{KT P}{KT G} = \frac{4,14}{0,03} = 5,18$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	2,06	0,51	5,18*	2,45
Galat	116	11,56	0,09		
Subsampil	4				
Total	124	23,91			

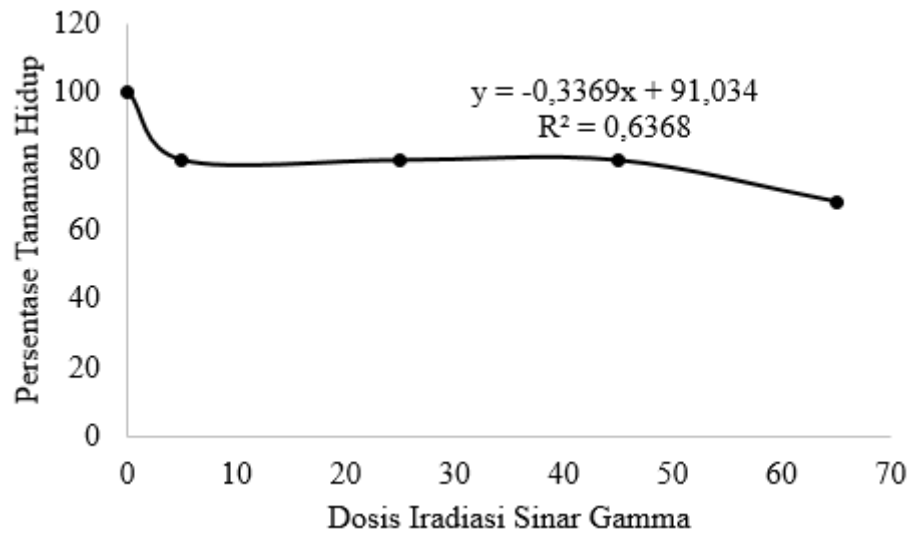
Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\begin{aligned}
 \text{BNT Hitung} &= t_a \times \frac{\sqrt{2 S^2}}{r} \\
 &= 1,98 \times \frac{\sqrt{(2)(0,03)}}{5} \\
 &= 0,016
 \end{aligned}$$

Uji BNT Persentase 100 Biji

Perlakuan	Rataan	1,11	0,90	0,88	0,87	0,70	Notasi
0	1,11	0					A
5	0,90	0,2*	0				B
25	0,88	0,22*	0,02*	0			c
45	0,87	0,23*	0,03*	0,01	0		D
65	0,70	0,4*	0,2*	0,18*	0,17*	0	E

18. Perhitungan *Lethal Dose 50* (LD₅₀)



Regresi linear :

$$a = 91,034$$

$$b = -0,3369$$

Persamaan regresi : $y = a + bx$

$$91,034 - 0,3369x$$

Menghitung LD₅₀ : $y = a + bx$

$$50 = 91,034 - 0,3369x$$

$$= 74,19 \text{ Gy}$$

19. Heritabilitas

Tinggi Tanaman

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	2,119	0,529	2,83*	2,45
Galat	116	21,68	0,186		
Subsampil	4				
Total	124	23,801			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\text{Ragam - E} = \text{KT Galat ANOVA} = 0,186$$

$$\text{Ragam - G} = [\text{KT (Perlakuan)} - \text{KT (Galat)}] / \text{Ulangan}$$

$$= [0,529 - 0,186] / 5 = 0,068$$

$$\text{Ragam - F} = \text{Ragam G} + \text{Ragam E} = 0,254$$

$$H_e = \frac{\text{Ragam E}}{\text{Ragam F}} = \frac{0,186}{0,254} \times 100\% = 73,2\%$$

Diameter Batang

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,006	0,00163	3,244 *	2,45
Galat	116	0,058	0,0005		
Subsampil	4				
Total	124	0,065			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\text{Ragam - E} = \text{KT Galat ANOVA} = 0,0005$$

$$\text{Ragam - G} = [\text{KT (Perlakuan)} - \text{KT (Galat)}] / \text{Ulangan}$$

$$= [0,00163 - 0,0005] / 5 = 0,00113$$

$$\text{Ragam - F} = \text{Ragam G} + \text{Ragam E} = 0,00213$$

$$H_e = \frac{\text{Ragam E}}{\text{Ragam F}} = \frac{0,0005}{0,00213} \times 100\% = 23,47\%$$

Diameter Bunga Pita

Sumber	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel
Keragaman					5%
Perlakuan	4	0,30	0,07	3,17*	2,45
Galat	116	2,78	0,02		
Subsampil	4				
Total	124	3,09			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\text{Ragam - E} = \text{KT Galat ANOVA} = 0,02$$

$$\text{Ragam - G} = [\text{KT (Perlakuan)} - \text{KT (Galat)}] / \text{Ulangan}$$

$$= [0,07 - 0,02] / 5 = 0,01$$

$$\text{Ragam - F} = \text{Ragam G} + \text{Ragam E} = 0,03$$

$$\text{He} = \frac{\text{Ragam E}}{\text{Ragam F}} = \frac{0,02}{0,03} \times 100\% = 66,6\%$$

Diameter Bunga Tabung

Sumber	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel
Keragaman					5%
Perlakuan	4	0,1001	0,025	3,22*	2,45
Galat	116	0,901	0,007		
Subsampil	4				
Total	124	1,001			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\text{Ragam - E} = \text{KT Galat ANOVA} = 0,007$$

$$\text{Ragam - G} = [\text{KT (Perlakuan)} - \text{KT (Galat)}] / \text{Ulangan}$$

$$= [0,025 - 0,007] / 5 = 0,0036$$

$$\text{Ragam - F} = \text{Ragam G} + \text{Ragam E} = 0,0106$$

$$\text{He} = \frac{\text{Ragam E}}{\text{Ragam F}} = \frac{0,007}{0,0106} \times 100\% = 66,03\%$$

Umur Inisiasi Bunga

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,37	0,092	2,49 *	2,45
Galat	116	4,32	0,03		
Subsampil	4				
Total	124	4,69			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\text{Ragam - E} = \text{KT Galat ANOVA} = 0,092$$

$$\text{Ragam - G} = [\text{KT (Perlakuan)} - \text{KT (Galat)}] / \text{Ulangan}$$

$$= [0,092 - 0,03] / 5 = 0,0124$$

$$\text{Ragam - F} = \text{Ragam G} + \text{Ragam E} = 0,1044$$

$$\text{He} = \frac{\text{Ragam E}}{\text{Ragam F}} = \frac{0,092}{0,1044} \times 100\% = 88,1\%$$

Total Berat Biji

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	0,29	0,074	3,01*	2,45
Galat	116	2,86	0,024		
Subsampil	4				
Total	124	3,15			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\text{Ragam - E} = \text{KT Galat ANOVA} = 0,024$$

$$\text{Ragam - G} = [\text{KT (Perlakuan)} - \text{KT (Galat)}] / \text{Ulangan}$$

$$= [0,074 - 0,024] / 5 = 0,01$$

$$\text{Ragam - F} = \text{Ragam G} + \text{Ragam E} = 0,034$$

$$\text{He} = \frac{\text{Ragam E}}{\text{Ragam F}} = \frac{0,024}{0,034} \times 100\% = 70,5\%$$

Total Jumlah Biji

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	5,307	1,32	3,28*	2,45
Galat	116	46,91	0,404		
Subsampil	4				
Total	124	52,21			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\text{Ragam - E} = \text{KT Galat ANOVA} = 0,404$$

$$\text{Ragam - G} = [\text{KT (Perlakuan)} - \text{KT (Galat)}] / \text{Ulangan}$$

$$= [1,32 - 0,404] / 5 = 0,18$$

$$\text{Ragam - F} = \text{Ragam G} + \text{Ragam E} = 0,584$$

$$\text{He} = \frac{\text{Ragam E}}{\text{Ragam F}} = \frac{0,404}{0,584} \times 100\% = 69,1\%$$

Bobot 100 Biji

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	4	2,06	0,51	5,18*	2,45
Galat	116	11,56	0,09		
Subsampil	4				
Total	124	23,91			

Keterangan : tanda (*) menunjukkan beda nyata pada taraf signifikan 5%.

$$\text{Ragam - E} = \text{KT Galat ANOVA} = 0,09$$

$$\text{Ragam - G} = [\text{KT (Perlakuan)} - \text{KT (Galat)}] / \text{Ulangan}$$

$$= [0,51 - 0,09] / 5 = 0,084$$

$$\text{Ragam - F} = \text{Ragam G} + \text{Ragam E} = 0,174$$

$$\text{He} = \frac{\text{Ragam E}}{\text{Ragam F}} = \frac{0,09}{0,174} \times 100\% = 5,17\%$$

20. Warna Bunga Pita

Ulangan	Perlakuan				
	0	5	25	45	65
1	a	-	-	a	c
	a	-	-	-	-
	a	b	a	-	c
	a	b	a	b	-
	a	-	-	a	-
2	a	d	a	-	-
	a	b	b	d	d
	a	-	d	d	d
	a		d	a	a
	a	a	d	d	a
3	a	c	d	a	-
	a	c	b	d	-
	a	d	e	d	a
	a	a	a	d	-
	a	d	b	d	a
4	a	d	b	-	a
	a	d	a	b	d
	a	d	b	a	a
	a	-	a	c	a
	a	a	-	d	
5	a	a	b	-	d
	a	a	d	b	d
	a	a	a	a	-
	a	a	b	d	d
	a	a	-	a	a

Keterangan : 2,5 y 8/8 : a 5 y 8/8 : d
 2,5 y 8/6 : b 5 y 8/6 : e
 2,5 y 7/8 : c -: tanaman mati

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Intan Novela Setya Monikasari, lahir di Karanganyar, Jawa Tengah pada tanggal 19 Juni 1995. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Sukatmo dengan Ibu Anik Setyowati. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD N 01 Jati lulus pada tahun 2007, SMP Negeri 1 Jaten lulus pada tahun 2010,

dan SMA Negeri 2 Karanganyar lulus pada tahun 2013.

Tahun 2013 pula penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Diponegoro Semarang pada Program Studi S1 Agroekoteknologi, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Selama masa perkuliahan penulis juga mengikuti kegiatan organisasi Lembaga Pers Mahasiswa Nuansa dan Keluarga Muslim (KM) An Nahl Fakultas Peternakan dan Pertanian. Penulis berhasil mempertahankan Laporan Praktek Kerja Lapang yang berjudul “Teknik Perbanyakan Gerbera (*Gerbera jamesoni*) secara *In Vitro* di Balai Penelitian Tanaman Hias, Cianjur Jawa Barat” pada tanggal 19 Desember 2016. Sampai saat ini penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S1 Agroekoteknologi Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang.