

**KARAKTER FISILOGI DAN MORFOLOGI M1 BAWANG MERAH
(*Allium ascalonicum* L.) HASIL INDUKSI MUTASI FISIK BEBERAPA
DOSIS IRADIASI SINAR GAMMA**

SKRIPSI

Oleh :

LIKA ALFARIATNA



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

KARAKTER FISILOGI DAN MORFOLOGI M1 BAWANG MERAH (*Allium
ascalonicum* L.) HASIL INDUKSI MUTASI FISIK BEBERAPA DOSIS
IRADIASI SINAR GAMMA

Oleh

LIKA ALFARIATNA
NIM : 23030113120006

Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sertanian pada Program Studi Agroekoteknologi
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lika Alfariatna
NIM : 23030113120006
Program Studi : S1 Agroekoteknologi
dengan ini menyatakan sebagai berikut :

1. Skripsi yang berjudul : **Karakter Fisiologi dan Morfologi M1 Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Hasil Induksi Mutasi Fisik beberapa Dosis Iradiasi Sinar Gamma**
2. Penelitian yang terkait merupakan karya penulis sendiri.
3. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
4. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari pembimbing yaitu : **Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc dan Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si.**

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, Oktober 2017

Penulis



Lika Alfariatna

Mengetahui

Pembimbing Utama

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc.

Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc

Pembimbing Anggota

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si.

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

Judul Skripsi : KARAKTER FISILOGI DAN MORFOLOGI
M1 BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum*
L.) HASIL INDUKSI MUTASI FISIK
BEBERAPA DOSIS IRADIASI SINAR
GAMMA

Nama Mahasiswa : LIKA ALFARIATNA

Nomor Induk Mahasiswa : 23030113120006

Program Studi/ Departemen : S1 AGROEKOTEKNOLOGI/ PERTANIAN
Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal... 26 OCT 2017

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc

Pembimbing Anggota

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

Ketua Panitia Ujian Akhir Program

Dr. Ir. Endang Dwi Purbajanti, M.S

Ketua Program Studi

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



Dekan

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

Ketua Departemen

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

RINGKASAN

LIKA ALFARIATNA. 23030113120006. 2017. Karakter Fisiologi dan Morfologi M1 Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Hasil Induksi Mutasi Fisik beberapa Dosis Iradiasi Sinar Gamma. (Pembimbing: **FLORENTINA KUSMIYATI** dan **SYAIFUL ANWAR**)

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dosis iradiasi sinar gamma yang dapat menghasilkan keanekaragaman genetik M1 pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) berdasarkan karakter fisiologi dan morfologi. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Penyinaran sinar gamma dilaksanakan di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Nuklir Nasional (PAIR BATAN), Pasar Jumat, Jakarta.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini percobaan monofaktor Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 6 perlakuan ($L_0 = 0$ Gy, $L_1 = 3$ Gy, $L_2 = 6$ Gy, $L_3 = 9$ Gy, $L_4 = 12$ Gy, $L_5 = 15$ Gy) dan 5 ulangan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 5 tanaman. Parameter yang diamati meliputi nilai LD_{50} , heritabilitas, karakter morfologi dan fisiologi. Karakter morfologi yang diamati yaitu: (1) tinggi tanaman, (2) jumlah daun tanaman, (3) jumlah anakan per rumpun, (4) jumlah umbi, (5) bobot basah umbi /pot. Karakter fisiologi yang diamati yaitu: (1) kandungan klorofil, dan (2) nilai aktivitas nitrat reduktase (ANR).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma dapat menurunkan karakter tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan per rumpun dan berat basah umbi. Nilai LD_{50} bawang merah yaitu, 7,64 Gy. Dosis 3 Gy dan 6 Gy secara nyata menurunkan tinggi tanaman pada 1 – 5 MST namun tidak berpengaruh nyata pada 6 MST. Dosis 3 Gy dan 6 Gy secara nyata menurunkan jumlah daun pada umur 1 dan 2 MST namun tidak berpengaruh nyata pada umur 3, 4, 5, 6 MST. Dosis iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan bawang merah. Dosis 3 Gy dan 6 Gy secara nyata meningkatkan kandungan klorofil a, klorofil b, klorofil total (a+b) dan ANR. Iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah umbi. Dosis 6 Gy secara nyata menurunkan berat basah umbi. Karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi > 50% meliputi karakter berat basah umbi, kandungan klorofil a, klorofil b, klorofil total (a+b) dan aktivitas nitrat reduktase (ANR). Penyinaran dosis 6 Gy pada nomor tanaman 52 dan 59 merupakan mutan bawang merah yang berpotensi untuk tahap seleksi lanjutan.

Simpulan dari hasil penelitian adalah nilai LD_{50} bawang merah yaitu, 7,64 Gy. Keragaman yang terbentuk pada dosis 6 Gy yaitu tanaman nomor 52 dan 59 berdasarkan penciri karakter ANR Bawang Merah.

KATA PENGANTAR

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran utama yang sangat potensial dan terus mengalami peningkatan permintaan dan konsumsi. Bawang merah lebih banyak diperbanyak secara vegetatif karena keterbatasan bunga sehingga dapat mengakibatkan keragaman genetik yang sempit. Pembentukan keragaman yang dapat dilakukan yaitu dengan mutasi fisik iradiasi sinar gamma.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya. Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah menuntun kita pada jalan yang benar. Penulis bersyukur atas terselesaikan dan tersusunnya skripsi yang berjudul “Karakter Fisiologi dan Morfologi M1 Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Hasil Induksi Mutasi Fisik Beberapa Dosis Iradiasi Sinar Gamma”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada Program Studi Agroekoteknologi, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan skripsi:

1. Prof. Dr. Ir. Mukh Arifin, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian 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. Dr. Ir. Florentina Kusmiyati, M.Sc. sebagai dosen pembimbing utama dan Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si. sebagai pembimbing anggota yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Dr. Ir. Widyati Slamet, M.P. selaku dosen wali serta seluruh jajaran dosen (Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar M.Si., Prof. Dr. Ir. Dwi Retno Lukiwati., Prof. Dr. Ir. Sumarsono, M.S., Dr. Ir. Florentina Kusmiyati., Dr. Ir. Widyati Slamet., Ir. Karno, M.Appl.Sc. P.hD., Dr. Ir. Adriani Darmawati Sudarman, M.Sc., Ir. Didik Wisnu Widjajanto, M.Sc.Res. P.hD., Dr. Ir. Endang Purbajanti, M.S., Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si., Ir. Budi Adi Kristanto, M.S., Ir. Susilo Budiyanto, M.Si., Ir. Sutarno, M.S., Dr. Ir. Yafizham, M.S., Bagus Herwibawa, S.P., M.P.) di program studi Agroekoteknologi yang telah memberikan arahan, ilmu, motivasi, dan membentuk penulis selama masa studi.
4. Pak Ahmad Baroha, S.Pt. yang telah memfasilitasi dan memberikan banyak bantuan di laboratorium serta atas segala ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
5. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Nuklir Nasional (PAIR BATAN) yang telah memfasilitasi alat untuk keperluan penelitian penulis.
6. Pak Kantiyono, Mak Linah, dek Hafis, om Edi, mbak Ima serta seluruh keluarga yang selalu dan senantiasa memberi perhatian, kasih sayang, mendidik, mendoakan, menasehati, memotivasi, menyemangati dan

memberikan dukungan moril dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.

7. Keluarga kelas A Agroekoteknologi dan teman-teman Agroekoteknologi 2013 atas kebersamaan, semangat dan pengalamannya dalam melalui masa-masa perkuliahan.
8. Intan dan Fira (Mete Squad) sebagai teman terdekat penulis yang telah banyak memberikan semangat, penghiburan, pengalaman, tempat berbagi keluh kesah serta kebersamaan yang tidak dapat dilupakan. So lucky to have you dear.
9. Teman seataap (Yuni, Tuter, Petik, Ria, Syifa, Berti, Yanti, Siti, Selfi, Ajeng) yang telah memberikan pengalaman, hiburan, dukungan dan kebersamaan.
10. Tim KKN Purworejo Squad – Kudus (Iwan, Bimo, Risma, Kiki, Sukma, Arum, Fira, dan Tiffany) atas perjalanan hidup dan pengalaman selama 35 hari yang sangat berkesan dan tidak dapat dilupakan.
11. Neli, Heni, Cindy dan Widya (Balitsa Squad) selaku rekan PKL yang telah memberikan kerjasama, bantuan, kemudahan dan pengalaman dalam melaksanakan PKL selama 2 bulan.
12. Tim asisten Teknologi Benih (Nisa, Rita, Dhedyta, Khanafi, dan Tri).
13. Tim asisten Pemuliaan Tanaman (Nurul, Astrina, Vq)
14. Adik angkatan Agroekoteknologi 14, 15, 16, 17 atas segala perhatian dan kebersamaan yang penulis pelajari selama masa studi.

15. Rekan-rekan penelitian yang telah bersedia membantu dan bekerjasama dalam menyelesaikan penelitian ini dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pengembangan di bidang pertanian.

Semarang, Oktober 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. Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.)	4
2.2. Induksi Mutasi.....	6
2.3. Iradiasi Sinar Gamma.....	9
2.4. Klorofil Daun	12
2.5. Aktivitas Nitrat Reduktase (ANR)	13
2.6. Heritabilitas	14
BAB III. MATERI DAN METODE	16
3.1. Materi	16
3.1. Metode.....	16
3.3. Analisis Data	20
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Presentase Tumbuh dan LD ₅₀ (<i>Lethal doses</i> 50)	23
4.2. Morfologi Bawang Merah.....	27
4.3. Fisiologi Bawang Merah	32
4.4. Produksi Umbi Bawang Merah.....	36
4.5. Heritabilitas Bawang Merah.....	39
4.6. Keragaman Bawang Merah.....	40
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1. Simpulan.....	43
5.2. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	50
RIWAYAT HIDUP.....	90

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Analisis Ragam dan Nilai Harapan Bawang Merah	21
2. Rataan ANR, Klorofil a, Klorofil b, Klorofil Total (a+b) Bawang Merah	32
3. Jumlah Umbi, Berat Basah Umbi Bawang Merah	36
4. Nilai Dugaan Heritabilitas (HE) Bawang Merah	39

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Denah Pengacakan perlakuan pada petak percobaan.....	17
2. Presentase Tumbuh Bawang Merah.....	23
3. Kurva <i>Linear Fit</i> LD5 ₀	25
4. Tinggi Tanaman Bawang Merah Umur 1 - 6 MST.....	27
5. Jumlah Daun Bawang Merah Umur 1 - 6 MST	29
6. Jumlah Anakan Bawang Merah	31
7. Regresi Linear Karakter ANR, Kandungan Klorofil a, Klorofil b, Klorofil Total (a+b).....	35
8. Penampilan Umbi Bawang Merah Dosis 0 Gy, 3 Gy, 6 Gy	36
9. Regresi linear kakakter berat basah umbi	38
10. Dendogram Bawang Merah	42

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Presentase Tumbuh Bawang Merah.....	50
2. Data Tinggi Tanaman Bawang Merah 1 MST	51
3. Data Tinggi Tanaman Bawang Merah 2 MST	56
4. Data Tinggi Tanaman Bawang Merah 3 MST	59
5. Data Tinggi Tanaman Bawang Merah 4 MST	62
6. Data Tinggi Tanaman Bawang Merah 5 MST	65
7. Data Tinggi Tanaman Bawang Merah 6 MST	68
8. Data Jumlah Daun Bawang Merah 1 MST	72
9. Data Jumlah Daun Bawang Merah 2 MST	77
10. Data Jumlah Daun Bawang Merah 3 MST	82
11. Data Jumlah Daun Bawang Merah 4 MST	86
12. Data Jumlah Daun Bawang Merah 5 MST	90
13. Data Jumlah Daun Bawang Merah 6 MST	94
14. Data Jumlah Anakan Bawang Merah	98
15. Data Jumlah Umbi Bawang Merah	102
16. Data Berat Basah Bawang Merah	107
17. Data Aktivitas Nitrat Reduktase (ANR) Bawang Merah	112
18. Data Klorofil a Bawang Merah	117
19. Data Klorofil b Bawang Merah	122
20. Data Klorofil Total (a+b) Bawang Merah	127

21. Perhitungan Heritabilitas Bawang Merah	132
22. Perhitungan Pupuk	135
23. Dokumentasi Penelitian	136

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan tanaman hortikultura yang berbentuk umbi. Komoditas ini banyak dimanfaatkan di Indonesia sebagai rempah-rempah dapur, sebagai bahan baku obat dan kosmetik yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Bawang merah banyak dibudidayakan di Indonesia umumnya terkonsentrasi di Propinsi Jawa Tengah, Jawa Timur dan Jawa Barat. Badan Pusat Statistik (2015) mencatat produksi bawang merah pada tahun 2014 di Provinsi di Jawa Tengah mencapai 519,356 ton, Provinsi Jawa Timur mencapai 293,179 ton dan di Jawa Barat mencapai 130,082 ton. Budidaya bawang merah umumnya dibudidayakan di dataran rendah karena agroklimatologi yang sesuai sehingga dapat tumbuh dengan optimal.

Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran utama yang sangat potensial dan terus mengalami peningkatan permintaan dan konsumsi. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2015) mencatat konsumsi bawang merah pada tahun 2011 sebesar 2,36 kg/kapita/tahun dan terus meningkat hingga pada tahun 2014 konsumsinya mencapai 2,49 kg/kapita/tahun. Kendala yang dihadapi dalam pemenuhan kebutuhan bawang merah yaitu, produksi bawang merah dalam negeri masih rendah yaitu 10,22 ton/ha (Taufik, 2015) dibandingkan dengan negara lain seperti Thailand dan Filipina dengan rata-rata produksi 12 ton umbi kering/ha (Departemen Pertanian, 2005). Salah satu penyebabnya adalah kualitas bibit yang

rendah dan tidak bersertifikat (Thamrin dkk., 2003). Salah satu cara meningkatkan produksi bawang merah adalah dengan merakit tanaman bawang merah dengan meningkatkan keragaman genetik.

Perbanyakan vegetatif yang dilakukan secara terus-menerus dengan jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan keragaman genetik yang sempit (Sadhu, 1989). Perbaikan sifat genetik bawang merah umumnya tidak dilakukan dengan persilangan karena kemampuan berbunga yang terbatas khususnya pada penanaman di dataran rendah dan tangkai bunga yang dihasilkan setiap individu sangat terbatas. Penggunaan biji memiliki kelemahan yaitu melewati masa pembibitan sehingga memperpanjang waktu panen lebih lama yaitu 121 hari setelah tanam (Permadi, 1995). Keterbatasan berbunga bawang merah menyebabkan hibridisasi sulit dilakukan, sehingga pembentukan keragaman bawang merah dapat dilakukan dengan mutasi baik mutasi induksi maupun mutasi alami (Syukur dkk., 2015). Mutasi dapat dilakukan secara fisik atau kimia. Mutasi dapat mengubah ekspresi genetik pada materi genetik sehingga induksi mutasi fisik dengan iradiasi sinar gamma memungkinkan untuk membentuk sekaligus meningkatkan keanekaragaman genetik tanaman bawang merah.

1.1. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji dosis iradiasi sinar gamma terhadap keanekaragaman genetik M1 pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*). Manfaat penelitian ini adalah dapat menghasilkan sekaligus

memperluas keanekaragaman genetik tanaman bawang merah sebagai dasar seleksi dalam pemuliaan tanaman.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

Bawang merah merupakan tanaman *Spermatophyta* dan berumbi, berbiji tunggal dengan sistem perakaran serabut. Klasifikasi tanaman bawang merah (Gopalakrishna, 2007) :

Kindom : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Sub – divisio : *Angiospermae*
Ordo : *Liliales (Liliaflorae)*
Famili : *Liliaceae*
Genus : *Allium*
Species : *Allium ascalonicum* L.

Bawang merah dalam genus *Allium* mempunyai lebih dari 600 - 750 spesies dan terdapat 7 kelompok yang sering dibudidayakan, yaitu *Allium cepa* L., *Allium sativum* L., *Allium ampeloprasum* L., *Allium fistulosum* L., *Allium achoenoprasum* L., *Allium chinese* G Don, dan *Allium tuberosum* Rotter ex Sprengel. Beberapa *Allium* menjadi gulma invasif, namun sebagian besar dapat dikonsumsi dan beberapa spesies *Allium* dibudidayakan sebagai tanaman pangan penting (Block, 2010). Budidaya bawang merah di dataran rendah memiliki umur panen antara 60-80 hari setelah tanam (hst), sedangkan di dataran tinggi memiliki umur panen 90-110 hst. Umur panen bawang merah dipengaruhi oleh varietas

yang digunakan, apakah varietas umur dalam atau umur genjah. Bawang merah varietas brebes sesuai namanya merupakan varietas lokal asal Brebes dan dapat dipanen pada umur 60 hari setelah tanam. Produksi Bima Brebes mampu mencapai 10 ton/ha umbi kering dan 22% susut bobot umbi dari umbi panen basah. Varietas lokal asal Brebes ini resisten terhadap penyakit busuk umbi (*Botrytis alli*) dan peka terhadap busuk daun (*Phytophthora porri*) sehingga cocok ditanam di dataran rendah (Putrasamedja dan Suwandi, 1996), namun berdasarkan penelitian Ambarwati dan Yudoyono (2003) bawang merah varietas Bima Brebes beradaptasi jelek pada semua lingkungan uji yaitu dua lokasi tanam pasir pantai dan sawah pada musim hujan dan kemarau.

Karakteristik varietas Bima Brebes yaitu tinggi tanaman 25 – 44 cm, jumlah anakan 7 – 12 umbi per rumpun. Daun berbentuk silindris, berlubang, berwarna hijau dan jumlah daun berkisar 14 – 50 helai. Bentuk bunga menyerupai payung, berwarna putih, buah per tangkai berkisar 60 – 100. Bawang merah varietas ini berasal dari daerah lokal Brebes dan agak sukar berbunga. Umbi berbentuk silindris, lonjong, bercincin kecil pada leher cakram yang merupakan batang pokok tidak sempurna dan berwarna merah muda (Putrasamedja dan Suwandi, 1996). Pemupukan terdiri dari pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik yang dianjurkan untuk budidaya bawang merah adalah pupuk kandang ayam dengan dosis 6 ton/ha. Dosis pupuk anorganik yang dianjurkan adalah sebagai berikut : N sebanyak 200 kg/ha, KCl 200 kg/ha, SP-36 250 kg/ha. Dosis pupuk organik yang digunakan yaitu pupuk kandang ayam 6 t/ha. Pupuk P dan pupuk kandang ayam diaplikasikan 2-3 hari sebelum tanam dengan cara diaduk

secara merata dengan tanah. Pemupukan susulan I berupa pupuk N dan K dilakukan pada umur 10 – 15 hari setelah tanam dan susulan ke II pada umur 30 sesudah tanam, masing-masing $\frac{1}{2}$ dosis (Sumarni dan Hidayat, 2015).

2.2. Induksi Mutasi

Mutasi merupakan perubahan pada materi genetik dan menyebabkan perubahan ekspresi. Perubahan dalam struktur gen baik yang terjadi secara buatan maupun spontan dengan menggunakan agensia fisik atau kimia (Jusuf, 2001). Mutasi gen dapat memunculkan fenotipe mutan yang berbeda dengan fenotipe tetua. Mutasi dapat terjadi secara alamiah di alam, namun peluang kejadiannya sangat kecil sekitar 10^{-6} (Duncan dkk., 2005). Mutasi yang terjadi secara alami di alam bersifat dapat diwariskan sehingga dapat membentuk dasar keragaman dan menjadi bahan baku dalam proses evolusi dan seleksi (Nasir, 2001).

Mutasi yang dilakukan secara induksi terdapat proses lanjutan berupa perbanyakan dari hasil mutasi, seleksi mutasi yang solid dan stabil, serta pengujian lapang dan pelepasan varietas (Syukur dkk., 2015). Upaya untuk meningkatkan keragaman dengan cara induksi mutasi menyebabkan perubahan ekspresi dalam bahan genetik (RNA atau DNA), baik di tingkat urutan gen (mutasi titik) serta di tingkat kromosom. Mutasi dapat digunakan untuk meningkatkan keragaman genetik sehingga memungkinkan bagi pemulia tanaman membuat seleksi sesuai dengan genotip yang diinginkan (Griffiths dkk., 2005).

Mutasi induksi dapat dilakukan dengan menggunakan mutagen bersifat kimia, fisik dan biologis. Bahan kimia yang dapat dijadikan untuk merangsang

terjadinya mutasi antara lain EMS (*ethylene methane sulfonate*), NMU (*nitrosomethyl urea*), NTG (*nitrosoguanidine*), EES (*etiletan sulfonat*), dan HA (*hidroksilamin*). Mutagen fisik yang dapat digunakan untuk merangsang mutasi antara lain sinar X, sinar ultraviolet, sinar neutron maupun sinar gamma. Sedangkan bahan biologis yang merupakan mutagen mutakhir digunakan yaitu elemen loncat (Jusuf, 2001).

Beberapa hal yang penting dalam kegiatan mutasi pada tanaman vegetatif adalah bagian tanaman yang akan dimutasi karena dapat menentukan keberhasilan dan posisi sel yang dimutasi. Perlakuan induksi mutasi biasanya menggunakan sinar gamma pada dosis 20 – 80 Gy untuk kondisi *in vivo* dan 8 – 35 Gy pada kondisi *in vitro*, sedangkan untuk biji maka dosisnya lebih tinggi (Syukur dkk., 2015). Dosis iradiasi yang digunakan tergantung pada sensitivitas dari spesies dan bagian tanaman. Sensitifitas bergantung pada volume inti (DNA yang lebih besar lebih sensitif), jumlah kromosom (kromosom lebih sedikit dengan volume inti tertentu, lebih sensitif dari tanaman dengan kromosom yang lebih banyak), dan tingkat ploidi (lebih tinggi, kurang sensitif) (Broertjes dan Harten, 1988). Tanaman bawang budidaya kebanyakan bersifat diploid dengan jumlah kromosom dasar delapan ($x=8$), sehingga $2n = 16$ (Suminah dkk., 2002). Jumlah kromosom yang sedikit diharapkan dapat menginduksi keragaman genetik pada tanaman bawang merah.

Dosis iradiasi yang efektif pada benih umumnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan bagian tanaman lainnya. Semakin banyak molekul air dan kadar oksigen dalam materi yang diradiasi, maka akan semakin banyak radikal

bebas yang terbentuk sehingga tanaman menjadi lebih sensitif (Herison dkk., 2008). Mutan yang diperoleh umumnya berada pada atau sedikit dibawah LD₅₀ (*Lethal Dose* 50). LD₅₀ merupakan dosis yang menyebabkan 50% kematian dari populasi tanaman. Nilai LD₅₀ digunakan sebagai parameter untuk mengetahui respon tanaman terhadap paparan radiasi atau untuk mengukur tingkat sensitivitas suatu jaringan terhadap radiasi (Banerji dan Datta, 1992). Iradiasi yang dilakukan pada kisaran dosis yang menyebabkan 50% kematian dengan pertimbangan bahwa kerusakan fisiologis berimbang dengan perubahan genetik yang diperoleh (Sudrajat dan Zanzibar, 2009). Peningkatan jumlah kematian tanaman disebabkan oleh sinar gamma pada perkecambahan mungkin mempengaruhi aktifitas RNA atau sintesis protein yang berperan dalam tahap awal perkecambahan setelah bibit diiradiasi (Pellegrini dkk., 2000). Kisaran dosis LD₅₀ berguna untuk memprediksi konsentrasi atau dosis yang sesuai untuk menginduksi mutasi atau dosis yang sesuai untuk membentuk keragaman (Abdulah dkk., 2009).

Keragaman dapat terjadi pada tingkat spesies yang disebabkan oleh faktor genetik dan lingkungan (Hartati dan Darsana, 2015). Nilai keragaman yang dihasilkan cukup rendah (< 50%) disebabkan oleh genotipe berasal dari spesies yang sama dan dibudidayakan secara vegetatif (Sari, 2016). Salah satu cara untuk mengetahui hubungan kekerabatan dan jarak genetik masing-masing genotipe koleksi adalah dengan melakukan karakterisasi morfologi (Widowati, 2016). Karakter kuantitatif merupakan karakter yang tidak dapat dibedakan secara sederhana. Karakter kuantitatif harus diukur dengan alat ukur tertentu yang

hasilnya bersifat kuantitatif. Hal ini dikarenakan karakter kuantitatif dikendalikan oleh banyak gen (Syahrudin, 2012).

2.3. Iradiasi Sinar Gamma

Hasil penelitian Sinambela dkk. (2015) menunjukkan bahwa bawang merah varietas lokal Samosir dengan dosis 3 Gy meningkatkan rata-rata bobot dan diameter per umbi, dosis 1 Gy sampel 4 dan 23 serta dosis 2 Gy sampel 25 berpotensi memiliki karakter agronomi yang baik. Dosis iradiasi 12 Gy tanaman mampu bertahan hidup sampai 7 MST dan 3 MST untuk dosis 14 Gy. Penelitian Batubara dkk. (2015) menghasilkan bawang merah varietas lokal Samosir pada dosis 1 Gy sampel 18 memperoleh bobot segar umbi terbesar 54,9 g dibandingkan dosis 1 Gy lainnya yang rata-rata memiliki bobot 20 g, sedangkan penelitian Sutarto dkk. (2004) pada bawang putih varietas lumbu hijau dosis iradiasi 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 Gy diperoleh hasil bahwa penyinaran dosis 6 Gy merupakan dosis yang menguntungkan untuk memperoleh mutan bawang putih yang dapat beradaptasi di dataran rendah. Penelitian Pellegrini dkk., (2000) menunjukkan bahwa perlakuan iradiasi sinar gamma menunjukkan dapat mempengaruhi perubahan Persentase perkecambahan *Atropa belladonna* L.

Perlakuan radiasi mempengaruhi kandungan klorofil bawang putih. Dosis iradiasi 6 Gy merupakan dosis yang meningkatkan kandungan klorofil, sedangkan dosis 8 – 10 Gy mengakibatkan pembentukan klorofil terhambat sehingga menurunkan kandungan klorofil. Kandungan klorofil dosis 6 Gy yaitu 8,31 mg/l, sedangkan dosis 8 Gy 7,94 mg/l dan 10 Gy 7,24 mg/l (Sutarto dkk., 2004).

Penelitian Lestari dkk. (2011) dengan metode penyinaran iradiasi sinar gamma pada tanaman lidah buaya 4 dosis yaitu 0 krad, 5 krad, 7,5 krad dan 10 krad menurunkan ukuran panjang stomata, jumlah, indeks, kerapatan stomata yang terjadi secara acak dibandingkan perlakuan kontrol. Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa radiasi pengion pengaruhnya berbeda-beda terhadap anatomi, morfologi, dan biokimia tanaman berdasarkan dosis yang digunakan. Iradiasi sinar gamma pada dosis rendah relatif memiliki efek positif pada pertumbuhan tanaman dan toleransi terhadap stres abiotik (Zhang dkk., 2016).

Semakin besar terhambatnya pertumbuhan tanaman disebabkan semakin tinggi dosis mutagen yang digunakan. Gangguan fisiologis merupakan akibat mutagen sehingga pertumbuhan tanaman terhambat (Sari dkk., 2012). Semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan pada bawang merah, semakin tajam penurunan panjang tanaman (Batubara dkk., 2015). Penyebab menurunnya jumlah daun, panjang daun, lebar daun, tinggi tanaman dan jumlah cabang yaitu terjadi kerusakan seluler pada meristem tanaman yang merupakan lokasi sintesis auksin (Widiastuti dkk., 2010).

Mutasi banyak terjadi pada bagian meristem seperti tunas karena bagian tersebut adalah bagian yang sedang aktif membelah (Aisyah, 2006). Sinar gamma termasuk radiasi pengion dan berinteraksi pada atom atau molekul untuk menghasilkan radikal bebas dalam sel. Radikal ini dapat merusak atau memodifikasi komponen penting dari sel tanaman dan telah dilaporkan mempengaruhi morfologi, anatomi, fisiologi tanaman yang terjadi secara berbeda

pada tingkat iradiasi. Hal inilah yang menyebabkan perubahan struktur tumbuhan dan metabolisme tanaman (Rahimi dan Bahrani, 2011).

Diplontic selection ke arah *recovery* atau perbaikan fungsi dari sistem enzim yang terganggu merupakan kondisi yang terjadi apabila sel-sel mutan kalah bersaing dengan sel-sel normal di sekitarnya sehingga pada perkembangan selanjutnya jaringan tanaman kembali tumbuh secara normal. Sebaliknya apabila sel-sel normal kalah bersaing dengan sel-sel mutan, maka tanaman akan tumbuh menjadi mutan sampai pada generasi berikutnya (Aisyah, 2006). Pertumbuhan tanaman terganggu dikarenakan oleh adanya kerusakan selular pada meristem yang menghasilkan organ tanaman. Kerusakan pada meristem mengakibatkan menurunnya *Indole Acetic Acid* (IAA) karena menghambat kerja enzim *indole acetadehyde dehidrogenase* (Handayati dkk., 2001). Penghambatan sintesis auksin dan penyimpangan kromosom berkaitan dengan penurunan karakter vegetatif tanaman (Girija dan Dhavanel, 2009).

Penurunan karakter vegetatif tanaman merupakan pengaruh dari iradiasi yang bersifat acak dan tidak dapat diramalkan. Pengaruh iradiasi yang bersifat acak tersebut yakni dapat bersifat positif dengan sifat karakter yang baik sesuai karakter yang diinginkan dan bersifat negatif karena muncul karakter yang tidak diharapkan. Sifat-sifat tersebut kemudian menghasilkan berbagai keragaman fenotipik (Kadir dkk., 2007). Efek dari iradiasi sinar gamma tidak tetap tetapi interaktif dan tergantung pada faktor lingkungan (Kim dkk., 2005).

2.4. Klorofil Daun

Iradiasi sinar gamma menginduksi berbagai karakter fisiologi dan laju biosintesis pada tanaman. Iradiasi pada tanaman dengan dosis tinggi mengganggu keseimbangan hormon, pertukaran gas pada daun, pertukaran air dan aktivitas enzimatis (Hameed dkk., 2008). Efek yang ditimbulkan termasuk akumulasi senyawa fenol, laju fotosintesis, modulasi dari susunan antioksidan, perubahan struktur sel tanaman dan metabolisme seperti pembesaran membran tilakoid (Wi dkk., 2007).

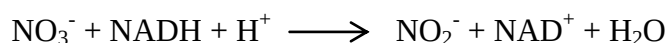
Khloroplas merupakan plastida yang mengandung pigmen hijau yang disebut klorofil (Lakitan, 2000). Klorofil adalah sebagian besar pigmen yang ditemukan dalam membran tilakoid kloroplas. Klorofil terdiri dari dua macam yaitu klorofil a dan klorofil b. Warna klorofil a hijau kebiruan, sedangkan warna klorofil b hijau kekuningan. Struktur klorofil terdiri dari empat cincin pirol yang menghasilkan warna hijau dan ekor fitol ($C_{20}H_{39}$) yang hidrofobik (Salisbury dan Ross, 1995). Protein kloroplas yang terdapat dalam plastida dikode oleh genom inti lebih dari 90% sehingga kloroplas membutuhkan koordinasi ekspresi dari gen-gen inti dan kloroplas (Sugimoto dkk., 2004).

Klorofil hampir tidak sensitif pada iradiasi dosis rendah, namun responsif pada iradiasi dosis tinggi. Karotenoid lebih sensitif dan lebih responsif terhadap iradiasi sinar gamma dibandingkan dengan klorofil. Radiasi menyebabkan perubahan kandungan karotenoid sehingga bersifat reversibel dan sementara (Kim dkk., 2005). Iradiasi sinar gamma yang mengganggu sintesa klorofil dapat mengakibatkan defisiensi warna daun, pada tanaman terganggunya sintesa klorofil

menghasilkan mutan albino (Aisyah dkk., 2009). Rendahnya kandungan klorofil pada tanaman akibat iradiasi sinar gamma menyebabkan reduksi pada klorofil. Reduksi yang terjadi lebih ke arah merusak biosintesis klorofil (Kiong dkk., 2008). Mutasi yang menyebabkan kerusakan klorofil banyak digunakan untuk memperhitungkan efektivitas perlakuan mutagenik (Nasir, 2001). Mutasi klorofil tidak memiliki nilai ekonomi dan terkadang bersifat letal, namun studi tentang klorofil digunakan untuk mengidentifikasi batas dosis mutagen, meningkatkan variabilitas genetik dan jumlah mutan berguna pada generasi bersegregasi (Bhat dkk., 2007).

2.5. Aktivitas Nitrat Reduktase (ANR)

Reduksi nitrat terjadi dalam dua reaksi yang berbeda yang dikatalisis oleh enzim yang berlainan. Salah satu reaksinya yaitu nitrat direduksi menjadi nitrit dikatalisis oleh nitrat reduktase (NR), enzim yang mengikat dua elektron dari NADH, atau pada beberapa spesies dari NADPH. Hasilnya berupa nitrit (NO_3^-), NAD^+ (atau NADP^+), dan H_2O . Reaksi ini terjadi dalam sitosol di luar setiap organela. NR terdiri dari dua subunit rantai polipeptida yang kembar dan disandi oleh gen inti sel. Aktivitas NR sering mempengaruhi laju sintesis protein dalam tumbuhan yang menyerap NO_3^- sebagai sumber nitrogen utama (Salisbury dan Ross, 1995) :



Aktivitas NR dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah laju sintesis dan laju perombakan oleh enzim penghancur-protein. Aktivitas NR

dimungkinkan disintesis dan dirombak terus menerus sehingga proses ini mengendalikan aktivitas dengan mengatur berapa banyak NR yang dimiliki sebuah sel. Aktivitas NR juga dipengaruhi oleh penghambat dan penggiat di dalam sel. Tingkat sitosol jelas meningkatkan aktivitas NR sebagian besar karena sintesis enzim yang lebih cepat. Hal ini adalah kasus induksi enzim oleh bahan kimia tertentu (Salisbury dan Ross, 1995). Semakin besar aktivitas enzim pada tanaman, makin cepat laju reaksi. Makin cepat laju reaksi, makin banyak produk yang terbentuk. Adanya hubungan yang berbanding lurus tersebut dapat mendukung tanaman untuk meningkatkan produktivitasnya. Jika terjadi kenaikan pada aktivitas nitrat reduktase, maka produk yang dihasilkan juga akan naik seiring kenaikan laju reaksinya (Komariah dkk., 2007). Aktivitas metabolisme adalah jalur biokimiawi yang dikontrol oleh enzim sebagai ekspresi gen. Ekspresi gen dapat mempengaruhi adaptasi fisiologis tanaman sehingga pertumbuhan tanaman berbeda-beda. Mutasi dapat menimbulkan kelainan pengaturan, ekspresi, dan penyimpangan gen penyandi protein yang berpengaruh pada fungsi vital (Yuwono, 2002). Aktivitas nitrat reduktase tidak terdeteksi pada tanaman mutan *arabidopsis* yang diinduksi oleh mutagen kimia 2,5 mM $\text{NH}_4\text{-succinate}$, 2,5 mM NH_4NO_3 , dan 5 mM KNO_3 dan tidak dapat menggunakan nitrat sebagai satu-satunya sumber nitrogen (Wang dkk., 2017).

2.6. Heritabilitas

Heritabilitas merupakan perbandingan antara besaran ragam genotipe dengan besaran total ragam fenotipe dari suatu karakter. Nilai heritabilitas

dikatakan rendah apabila kurang dari 20%, cukup tinggi pada 20 – 50%, tinggi pada lebih dari 50%. Akan tetapi, nilai tersebut sangat bergantung pada populasi yang dimiliki oleh pemulia dan tujuan yang ingin dicapai. Karakter yang memiliki heritabilitas yang rendah sebaiknya dilakukan seleksi pada generasi selanjutnya agar gen-gen aditifnya sudah terfiksasi (Syukur dkk., 2015). Nilai heritabilitas merupakan komponen genetik yang menunjukkan seberapa besar suatu sifat diturunkan kepada turunannya. Nilai rendah hingga medium menunjukkan bahwa tingginya pengaruh faktor lingkungan jika dibandingkan dengan faktor genetiknya. Nilai heritabilitas sangat bermanfaat dalam proses seleksi. Seleksi akan efektif apabila suatu populasi memiliki nilai heritabilitas yang tinggi (Nura, 2015). Keberhasilan seleksi sangat ditentukan oleh adanya keragaman yang dikendalikan oleh faktor genetik (Roy, 2000).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2017. Penyinaran sinar gamma dilaksanakan di Laboratorium Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Nuklir Nasional (PAIR BATAN), Pasar Jumat, Jakarta. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

3.1 Materi Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu umbi bawang merah varietas Bima Brebes. Media tanam yang digunakan terdiri dari campuran tanah dan pupuk organik. Pupuk organik yang digunakan adalah pupuk dalam bentuk pupuk kandang ayam dengan dosis 6 ton/ha. Dosis pupuk anorganik yang digunakan adalah N 200 kg /ha, 250 kg SP-36/ha, 200 kg KCl kg/ha (Sumarni dan Hidayat, 2015). Alat yang digunakan yaitu pot, pisau, alat tulis, kuvet, gembor, tabung plastik hitam, timbangan analitik dan gamma chamber 4000A.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan meliputi empat tahap, yaitu rancangan percobaan, prosedur penelitian, pengumpulan dan analisis data.

Rancangan Percobaan. Penelitian disusun dengan percobaan monofaktor Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 6 perlakuan ($L_0 = 0$ Gy, $L_1 = 3$ Gy,

L2 = 6 Gy, L3 = 9 Gy, L4 = 12 Gy, L5 = 15 Gy) dan 5 ulangan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 5 tanaman. Varietas bawang merah yang digunakan yaitu varietas Bima Brebes.

L1U2	L3U3	L2U1	L0U1	LIU4	L3U2
L5U1	L4U1	L2U2	L0U2	L1U5	L4U2
L0U4	L3U4	L1U1	L3U5	L3U1	L0U3
LIU3	L2U3	L0U5	L2U4	L4U5	L5U2
L5U4	L5U3	L4U4	L4U3	L5U5	L2U5

Ilustrasi 1. Denah Pengacakan perlakuan pada petak percobaan.

Prosedur Penelitian. Penelitian dilaksanakan melalui 2 tahap yaitu persiapan dan pelaksanaan. Prosedur yang dilakukan pada tahap persiapan yaitu menyiapkan alat dan bahan yang digunakan. Media tanam terdiri dari campuran tanah dan pupuk kandang ayam sebagai pupuk dasar yaitu dosis 30 ton/ha. Pot yang digunakan sebanyak 150 unit dengan volume 5 kg. Persiapan bahan tanam, umbi dipilih yang memenuhi syarat bebas hama dan penyakit, pangkal batang berisi penuh dan keras, umbi bernas, berat umbi antara 4 – 6 g.

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan terdiri dari dua kegiatan yaitu penyinaran dengan sinar gamma, penanaman, perawatan. Bahan tanam yang sudah siap, dibawa ke BATAN untuk diradiasi. Iradiasi yang dilakukan adalah iradiasi tunggal menggunakan Gamma Chamber 4000 A dengan dosis paparan 0 Gy, 3 Gy, 6 Gy, 9 Gy, 12 Gy dan 15 Gy. Bahan tanam yang telah diradiasi segera dipindahkan ke dalam pot dengan media campuran tanah dan pupuk kandang sebagai pupuk dasar. Penyiraman dilakukan setiap hari pagi atau sore hari.

Pemupukan terdiri dari pupuk organik dan pupuk anorganik. Dosis pupuk anorganik yang dianjurkan adalah sebagai berikut : Urea 200 kg/ha, KCl 200 kg/ha, SP-36 250 kg/ha. Dosis pupuk organik yang digunakan yaitu pupuk kandang ayam 6 t/ha. Pupuk P dan pupuk kandang ayam diaplikasikan 2 – 3 hari sebelum tanam dengan cara diaduk secara merata dengan tanah. Pemupukan susulan I berupa pupuk N dan K dilakukan pada umur 10 – 15 hari setelah tanam dan susulan ke II pada umur 30 sesudah tanam, masing-masing $\frac{1}{2}$ dosis (Sumarni dan Hidayat, 2015).

Pengumpulan Data. Parameter yang diamati meliputi nilai LD_{50} , heritabilitas, karakter morfologi dan fisiologi. Karakter morfologi yang diamati yaitu: (1) tinggi tanaman, (2) jumlah daun tanaman, (3) jumlah anakan per rumpun, (4) jumlah umbi, (5) pengamatan bobot umbi/pot. Karakter fisiologi yang diamati yaitu: (1) kandungan klorofil daun, dan (2) nilai aktivitas nitrat reduktase (ANR).

Pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan mengamati seluruh individu tanaman untuk mengetahui respon setiap individu terhadap perlakuan yang diberikan. Pengamatan nilai LD_{50} dilakukan dengan menghitung Persentase tanaman yang hidup sampai 2 MST. Data yang mewakili karakter morfologi bawang merah yaitu: (1) pengamatan tinggi tanaman, dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman dari atas permukaan tanah hingga ujung daun tertinggi tanaman, pengukuran dilakukan setiap minggu sampai sebelum masa pemanenan. (2) pengamatan jumlah daun tanaman dilakukan dengan menghitung seluruh jumlah daun bawang merah dalam satu rumpun, pengamatan dilakukan setiap minggu

sampai sebelum masa panen. (3) pengamatan jumlah anakan dilakukan dengan menghitung jumlah anakan yang muncul dalam satu rumpun, pengamatan dilakukan pada minggu ke enam. (4) pengamatan jumlah umbi dilakukan dengan menghitung semua umbi yang terbentuk dalam satu rumpun, pengamatan jumlah umbi dilakukan setelah umbi dipanen. (5) pengamatan berat umbi dilakukan dengan menimbang bobot umbi/rumpun. Panen dilakukan ketika tanaman berumur 8 MST dengan kriteria tanaman yang mulai rebah ke permukaan tanah.

Data pengamatan yang mewakili karakter fisiologi bawang merah yaitu: (1) pengamatan klorofil daun, dilakukan dengan mengambil sampel daun 1 g dengan syarat tidak terlalu muda atau terlalu tua. Sampel daun dihaluskan dan diekstraksi menggunakan 25 ml alkohol 80% hingga semua klorofil terlarut. Menyaring ekstrak dan supernatan ditampung pada labu ukur serta menambahkan alkohol sampai mencapai volume 100 ml. Memindahkan ekstrak ke dalam tabung reaksi. Memasukkan larutan ke dalam kuvet dan dianalisis menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 663 nm dan 645 nm (Sumenda dkk., 2011), rumus yang digunakan yaitu :

$$Ca \text{ (mg/g)} = [12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}] \times V/1000 \times 1/W \text{ (klorofil a)}$$

$$Cb \text{ (mg/g)} = [22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}] \times V/1000 \times 1/W \text{ (klorofil b)}$$

$$Ca+b \text{ (mg/g)} = [8,02 \times A_{663} + 20,20 \times A_{645}] \times V/1000 \times 1/W \text{ (total klorofil)}$$

Pengamatan (2) Aktivitas Enzim Nitrat Reduktase, Aktivitas nitrat reduktase dilakukan sesuai prosedur Hartiko (1987) yang telah dimodifikasi secara *in vivo*, yaitu mengambil sampel daun segar 300 mg dan diris-iris tipis ± 1 mm lalu dimasukkan ke dalam tabung plastik hitam yang telah berisi 5.00 ml penyangga

fosfat pH 7,5 dan diinkubasi selama 24 jam. Keesokan harinya larutan penyangga diganti dengan yang baru (4.90 ml), lalu ditambahkan ke dalamnya 0,1 ml larutan 5M NaNO₃ dan diinkubasi selama 3 jam. 0,1 ml sampel diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi larutan 0,2 ml Sulfanilamid 1% dalam 3N HCl, 0,2 ml N-naftil Etilen Diamin 0.002%, 9,50 ml aquades dan diinkubasi selama 15 menit. Selanjutnya larutan dihitung nilai absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm. Aktivitas Nitrat Reduktase (ANR) dihitung menggunakan rumus :

$$ANR = As/Ao \times 5,0/0,1 \times 1000/300 \times 1/3 \times 1/1000 \mu \text{ mol NO}_2/\text{gram/jam}$$

Keterangan :

As = absorban sampel

Ao = absorban standart

Volume buffer inkubasi = 5 ml

Sampel untuk analisis = 0,1 ml

Jumlah sampel daun = 300 mg

Waktu inkubasi = 3 jam

3.3. Analisis Data

Nilai LD₅₀ bawang merah yang diuji ditentukan dengan mengolah data laju kelangsungan hidup (*survival rate*) setiap perlakuan setelah diradiasi menggunakan program *Curve Expert 1.4*. Model linier yang menjelaskan tiap nilai pengamatan sesuai dengan percobaan monofaktor Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai berikut :

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

Keterangan :

Y_{ij} : pengamatan akibat pengaruh induksi sinar gamma ke-i serta ulangan ke-j

μ : rata-rata umum dari total perlakuan

τ_i : pengaruh perlakuan induksi sinar gamma ke-i (i= 1, 2, 3, 4, 5, 6)

ϵ_{ij} : pengaruh galat percobaan/pengaruh acak dari perlakuan dosis induksi sinar gamma ke-i ($i= 1, 2, 3, 4, 5, 6$) ulangan ke-j ($j= 1, 2, 3, 4, 5$)

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

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

Perlakuan dosis induksi sinar gamma tidak berpengaruh terhadap keanekaragaman M1 tanaman bawang merah.

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

Perlakuan dosis induksi sinar gamma berpengaruh terhadap keanekaragaman M1 tanaman bawang merah.

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis dan disajikan analisis ragam (uji F) pada taraf 5%. Apabila hasil pengujian diperoleh pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji perbandingan antar nilai tengah dengan menggunakan uji BNT pada taraf 5%. Nilai heritabilitas dihitung dari Anova dan hanya parameter yang memiliki signifikansi. Nilai heritabilitas diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Syukur dkk., 2015) :

Tabel 1. Analisis ragam dan nilai harapan untuk tanaman bawang merah

Sumber keragaman	Db	Kuadrat Tengah	Nilai harapan E (MS)
Ulangan	(r-1)		
Genotipe/Tanaman	(g-1)	M2	$\sigma_e^2 + r\sigma_g^2$
Galat	(n-1)-((r-1)+(g-1))	M1	σ_e^2

$$\sigma_e^2 = M1$$

$$\sigma_e^2 + r\sigma_g^2 = M2$$

$$M1 + r\sigma_g^2 = M2$$

$$r\sigma_g^2 = M2 - M1$$

$$\sigma_g^2 = \frac{M2 - M1}{r}$$

$$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$$

$$h^2_{(BS)} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \times 100\%$$

$$\sigma_p^2$$

Keterangan :

$h^2_{(BS)}$	=	Heritabilitas arti luas
σ_g^2	=	Ragam genotipe/tanaman
σ_e^2	=	Ragam lingkungan
σ_p^2	=	Ragam fenotipe
r	=	Ulangan

Nilai kuadrat tengah yang digunakan berasal dari hasil perhitungan dengan anova. Nilai ragam lingkungan diperoleh dari nilai kuadrat tengah galat percobaan, sedangkan nilai ragam tanaman diperoleh dari nilai kuadrat tengah perlakuan dikurangi dengan kuadrat tengah galat dan dibagi dengan kelompok percobaan. Pengelompokan nilai heritabilitas (%) (Syukur dkk., 2015) sebagai berikut :

$0 < x < 20$: rendah

$20 \leq x < 50$: sedang

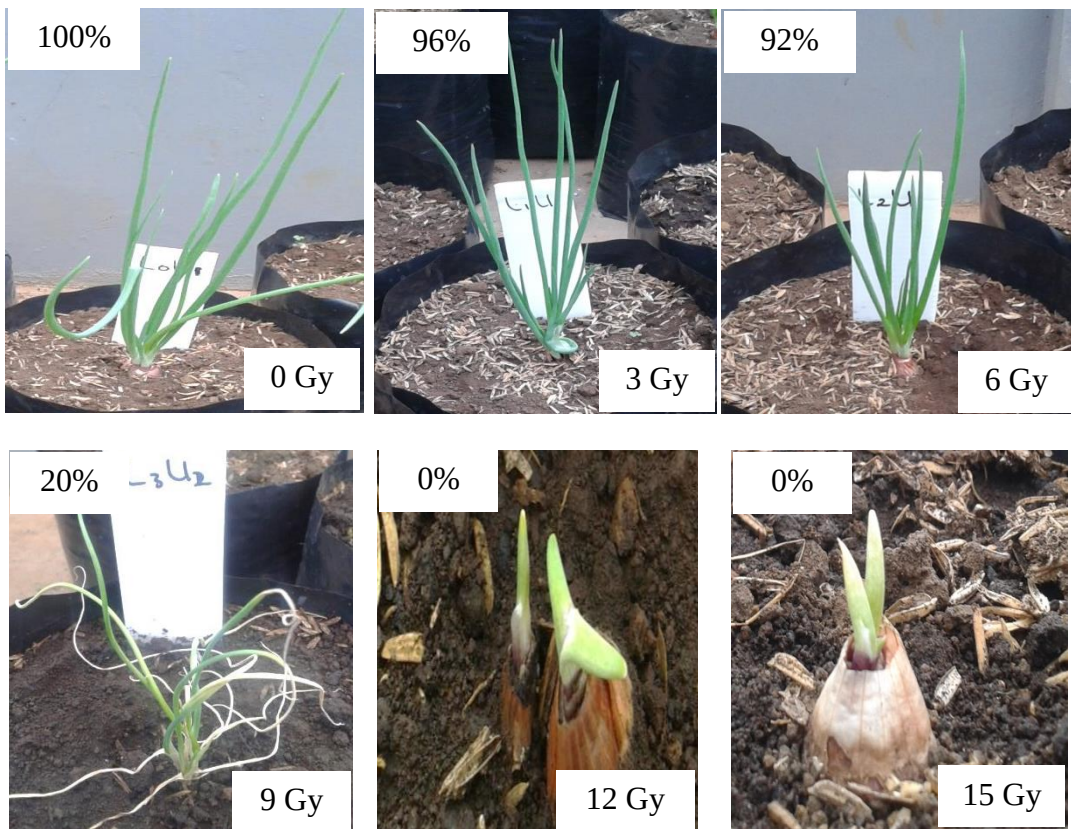
$x \geq 50$: tinggi

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Persentase Tumbuh dan LD₅₀ (*Lethal doses 50*) Bawang Merah

Persentase hidup bawang merah pada dosis 0 Gy sebesar 100%, dosis 3 Gy sebesar 96%, dosis 6 Gy sebesar 92%, dosis 9 Gy sebesar 20%, dosis 12 Gy sebesar 0% dan dosis 15 Gy sebesar 0% (Lampiran 1). Persentase tumbuh bawang merah 2 MST tersaji pada Ilustrasi 2.



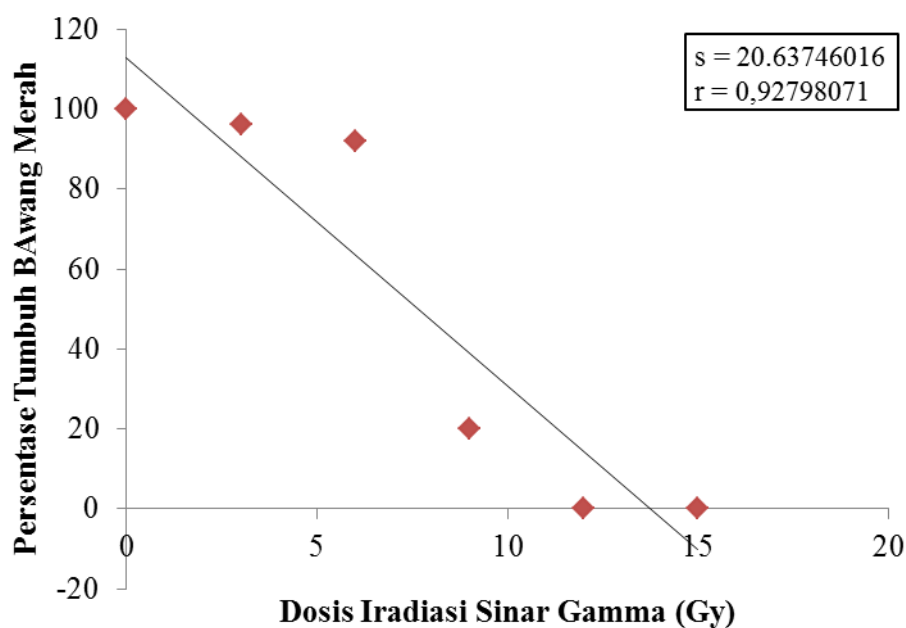
Ilustrasi 2. Penampilan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Akibat Pemberian Beberapa Dosis Sinar Gamma 2 MST.

Persentase tumbuh bawang merah pada enam dosis iradiasi sinar gamma menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis iradiasi persentase hidup tanaman semakin menurun. Hal ini diduga disebabkan oleh sinar gamma mengganggu aktifitas sintesis protein yang berperan dalam fase perkecambahan. Menurut Pellegrini dkk. (2000) penyinaran sinar gamma dosis tinggi 10, 30, 60, 90, 150 Gy menghambat perkecambahan umbi bawang putih, sedangkan pada dosis rendah tidak menghambat perkecambahan. Abdel-Hady dkk. (2008) menyatakan bahwa perlakuan iradiasi sinar gamma menunjukkan dapat mempengaruhi perubahan persentase perkecambahan. Peningkatan jumlah kematian tanaman disebabkan oleh sinar gamma pada perkecambahan mungkin mempengaruhi aktifitas RNA atau sintesis protein yang berperan dalam tahap awal perkecambahan setelah bibit diiradiasi.

Perlakuan dosis 12 Gy, dan 15 Gy hanya bertahan hidup sampai 2 MST sedangkan dosis 9 Gy hanya terdapat 5 tanaman yang bertahan hidup sampai masa panen namun tetap tidak mampu menghasilkan umbi. Gejala yang ditunjukkan tanaman ditandai dengan daun menguning dimulai dari ujung daun, layu, mengering kemudian tanaman mati. Hal ini dapat disebabkan karena iradiasi sinar gamma menyebabkan kerusakan pada fisiologi dan genetik tanaman dan menyebabkan perubahan yang terekspresi berupa perubahan penampilan fenotip tanaman. Hal ini sejalan dengan Ramidi dan Bahrani (2011) bahwa sinar gamma merupakan radiasi pengion dan berinteraksi pada atom atau molekul untuk menghasilkan radikal bebas dalam sel yang dapat merusak atau memodifikasi komponen penting dari sel tanaman dan mempengaruhi morfologi, anatomi,

fisiologi tanaman yang terjadi secara berbeda pada tingkat iradiasi. Hal inilah yang menyebabkan perubahan struktur tumbuhan dan metabolisme tanaman. Menurut Aisyah (2006) mutasi banyak terjadi pada bagian meristem seperti tunas karena bagian tersebut adalah bagian yang sedang aktif membelah. Sari dkk. (2012) menyatakan bahwa semakin besar terhambatnya pertumbuhan tanaman disebabkan semakin tinggi dosis mutagen yang digunakan. Gangguan fisiologis merupakan akibat mutagen sehingga pertumbuhan tanaman terhambat.

Persamaan hasil *curve-fit analysis* 1.4 menghasilkan persamaan matematika $y = 12,897 - 0,105x$ sehingga diperoleh estimasi LD₅₀ sebesar 7,64 Gy. Kurva *Linear Fit* LD₅₀ tersaji pada Ilustrasi 3.



Ilustrasi 3. Kurva *Linear Fit* LD₅₀.

Estimasi LD₅₀ pada bawang merah yang diperoleh yaitu sebesar 7,64 Gy. Hal ini menunjukkan bahwa secara genetik bawang merah varietas Bima Brebes

memiliki tingkat radiosensitivitas yang tinggi dibandingkan dengan bawang merah varietas lain. Ginting dkk. (2015) menyatakan bahwa bawang merah aksesori Simanindo Samosir mengalami kematian pada dosis 11 Gy, 12 Gy, 13 Gy, 14 Gy dan 15 Gy. Radiosensitivitas atau sensitivitas jaringan tanaman terhadap radiasi ditandai dengan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai pendapat Banerji dan Datta (1992) bahwa nilai LD_{50} digunakan sebagai parameter untuk mengetahui respon tanaman atau untuk mengukur tingkat sensitivitas suatu jaringan terhadap radiasi.

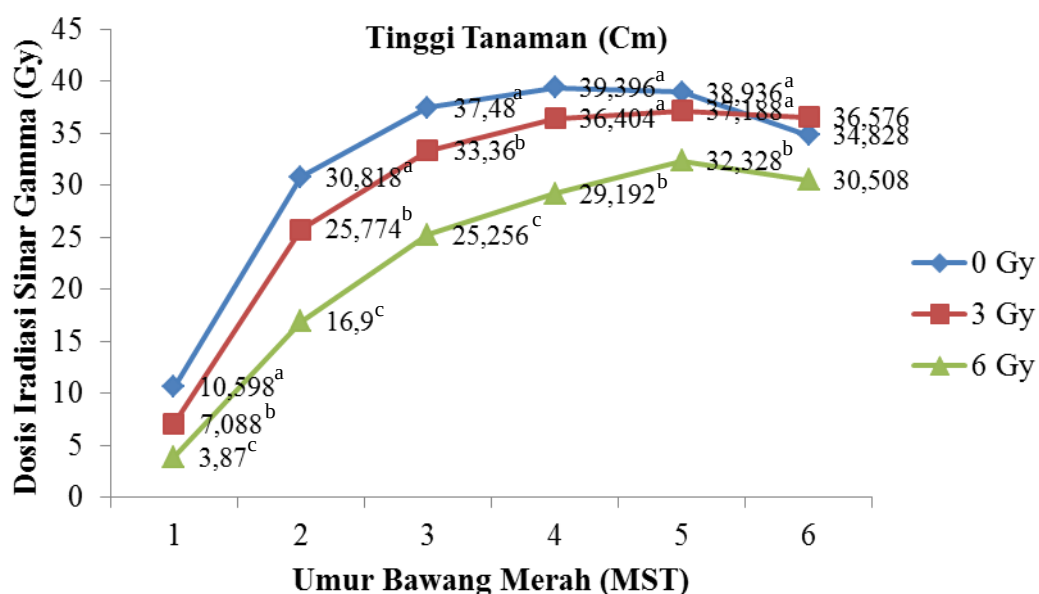
Radiosensitivitas yang tinggi mampu menyebabkan terbentuknya mutan letal, menurut Datta (2001) selain dengan LD_{50} , tingkat sensitivitas jaringan terhadap radiasi dapat diamati dari adanya hambatan pertumbuhan atau letalitas. Abdullah dkk. (2009) menyatakan bahwa kisaran dosis LD_{50} berguna untuk memprediksi dosis yang sesuai untuk menginduksi mutasi. Menurut Sudrajat dan Zanzibar (2009) iradiasi yang dilakukan pada kisaran dosis yang menyebabkan 50% kematian dengan pertimbangan bahwa kerusakan fisiologis berimbang dengan perubahan genetik yang diperoleh.

Tingkat sensitivitas tanaman terhadap induksi mutasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kandungan air pada umbi bawang merah yang tinggi. Radiosensitivitas dapat dijadikan sebagai salah satu kriteria dalam menentukan respon sel terhadap radiasi. Hal ini sesuai pendapat Herison dkk. (2008) bahwa semakin banyak molekul air dan kadar oksigen dalam materi, maka akan semakin banyak radikal bebas yang terbentuk sehingga tanaman menjadi lebih sensitif. Aisyah (2006) menyatakan bahwa kultivar tanaman, jenis bahan yang diiradiasi,

jenis radiasi, dan teknik radiasi merupakan faktor yang mempengaruhi radiosensitivitas. Berdasarkan persentase hidup tanaman bawang di atas, maka untuk evaluasi parameter selanjutnya (karakter morfologi, karakter fisiologi, produksi umbi dan nilai heritabilitas) menggunakan data dengan perlakuan 0, 3, dan 6 Gy saja.

4.2. Morfologi Bawang Merah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada 1 – 5 MST namun tidak memberikan pengaruh nyata pada 6 MST. Tinggi tanaman bawang merah minggu 1 – 6 MST tersaji dalam Ilustrasi 4.



Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji BNT pada umur yang sama.

Ilustrasi 4. Tinggi Tanaman Bawang Merah

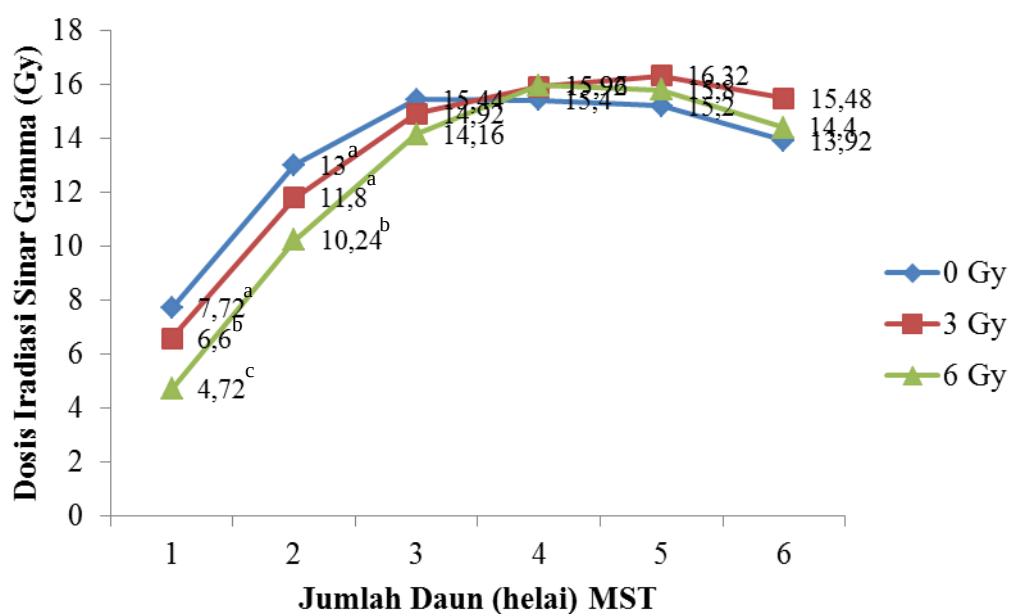
Perlakuan dosis iradiasi sinar gamma memberikan hasil berbeda nyata terhadap tinggi bawang merah umur 1 MST, 2 MST, dan 3 MST. Tinggi tanaman dosis 6 Gy lebih rendah dibandingkan dosis 0 Gy dan 3 Gy. Tinggi tanaman dosis 3 Gy tidak berbeda nyata dengan dosis 0 Gy namun berbeda nyata dengan dosis 6 Gy pada umur 4 MST dan 5 MST. Tinggi tanaman dosis 6 Gy lebih rendah dibandingkan dosis 0 Gy dan 3 Gy. Perlakuan dosis iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 6 MST.

Tinggi tanaman bawang merah semakin menurun seiring dengan semakin tinggi dosis iradiasi sinar gamma yang diberikan. Hal ini sesuai dengan penelitian Batubara dkk. (2015) bahwa semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan pada bawang merah, semakin tajam penurunan panjang tanaman. Sari dkk. (2012) menyatakan bahwa semakin besar terhambatnya pertumbuhan tanaman disebabkan semakin tinggi dosis mutagen yang digunakan. Gangguan fisiologis merupakan akibat mutagen sehingga pertumbuhan tanaman terhambat.

Perlakuan iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 6 MST dapat disebabkan oleh pertumbuhan tanaman yang terganggu terjadi kerusakan selular pada meristem. Hal ini dapat juga disebabkan karena tanaman mutan mengalami kondisi perbaikan fungsi dari sistem yang terganggu. Handayati dkk. (2001) menyatakan bahwa terganggunya pertumbuhan dikarenakan adanya kerusakan selular pada meristem yang menghasilkan organ tanaman. Kerusakan pada meristem mengakibatkan menurunnya *Indole Acetic Acid* (IAA) karena menghambat kerja enzim *indole acetadehyde dehidrogenase*. Menurut Aisyah (2006) dalam mutasi terdapat kondisi perbaikan fungsi dari

sistem enzim yang terganggu atau *diploantic selection* ke arah *recovery*. Kondisi ini terjadi apabila sel-sel mutan kalah berkompetisi dengan sel-sel normal sehingga pada perkembangan selanjutnya jaringan tanaman kembali tumbuh secara normal.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman pada umur 1 MST dan 2 MST namun tidak berpengaruh nyata pada umur 3 MST sampai 6 MST. Jumlah Daun bawang merah minggu 1 – 6 MST tersaji dalam Ilustrasi 5.



Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji BNT pada umur yang sama.

Ilustrasi 5. Jumlah Daun Bawang Merah

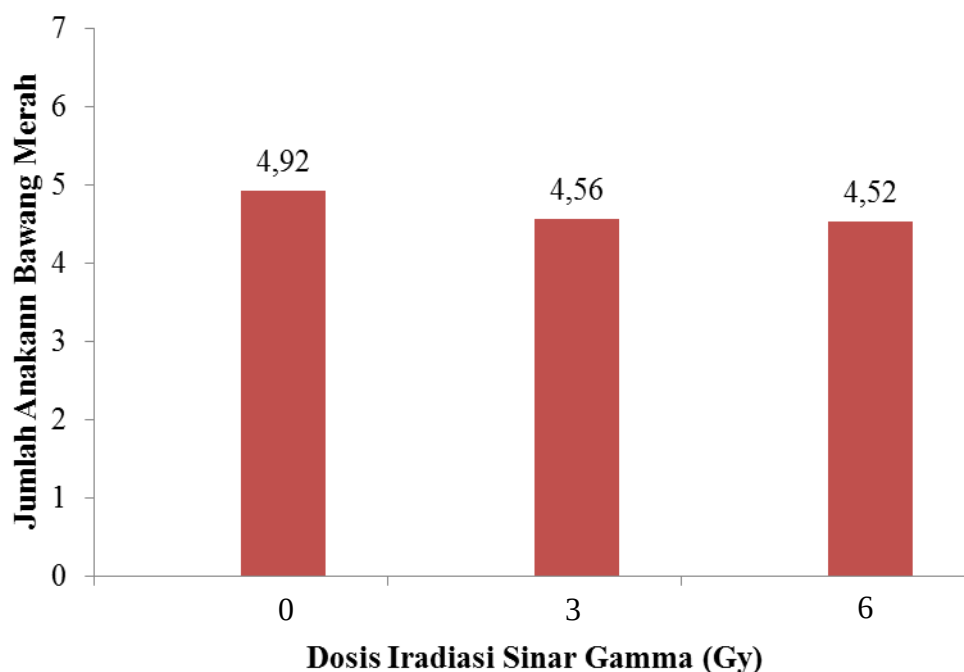
Perlakuan iradiasi sinar gamma memberikan hasil berbeda nyata terhadap jumlah daun bawang merah umur 1 MST. Jumlah daun dosis 6 Gy lebih kecil dibandingkan dosis 0 Gy dan 3 Gy. Jumlah daun dosis 3 Gy umur 2 MST tidak berbeda nyata dengan 0 Gy namun berbeda nyata dibandingkan dengan dosis 6

Gy. Jumlah daun dosis 6 Gy lebih kecil dibandingkan dengan dosis 0 Gy. Perlakuan iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun bawang merah umur 3 sampai 6 MST.

Jumlah daun bawang merah umur 1 MST dan 2 MST semakin menurun sebagai respon semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan. Jumlah daun yang menurun diduga disebabkan karena terjadi kerusakan seluler pada meristem. Widiastuti dkk. (2010) menyatakan bahwa penyebab menurunnya jumlah daun, panjang daun, lebar daun, tinggi tanaman dan jumlah cabang yaitu terjadi kerusakan seluler pada meristem tanaman yang merupakan lokasi sintesis auksin. Menurut Aisyah (2006) mutasi banyak terjadi pada bagian meristem seperti tunas karena bagian tersebut adalah bagian yang sedang aktif membelah.

Iradiasi sinar gamma pada bawang merah umur 3 MST sampai 6 MST tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun dapat disebabkan oleh pertumbuhan tanaman yang terganggu karena terjadi kerusakan seluler pada meristem, tetapi dalam batas waktu tertentu tanaman mengalami perbaikan sistem. Menurut Aisyah (2006) dalam mutasi terdapat kondisi perbaikan fungsi dari sistem enzim yang terganggu dan terjadi pada batas waktu tertentu sehingga pada perkembangan selanjutnya jaringan tanaman kembali tumbuh secara normal. Ramidi dan Bahrani (2011) menyebutkan bahwa sinar gamma adalah radiasi pengion dan berinteraksi pada atom atau molekul untuk menghasilkan radikal bebas dalam sel. Hal inilah yang menyebabkan perubahan struktur tumbuhan dan metabolisme tanaman karena radikal ini dapat merusak atau memodifikasi komponen penting dari sel tanaman.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis iradiasi sinar gamma tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah anakan bawang merah. Jumlah anakan tersaji dalam Ilustrasi 6.



Ilustrasi 6. Jumlah Anakan Bawang Merah

Perlakuan dosis iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan bawang merah. Hal ini dapat disebabkan oleh sensitivitas jaringan bawang merah sehingga tidak memberikan pengaruh nyata pada jumlah anakan. Menurut Herison dkk. (2008) faktor genetik mempengaruhi sensitivitas jaringan tanaman. Ketahanan sel meristem juga diduga menjadi penyebab tidak muncul perubahan pada jumlah anakan bawang merah seperti yang terjadi pada mutasi anyelir. Aisyah (2006) menyatakan bahwa sensitivitas jaringan genotipe anyelir ditunjukkan pada sifat ketahanan sel meristem pucuknya sehingga gangguan

terhadap pembentukan auksin juga berbeda. Akibatnya genotipe anyelir yang berlainan mengalami tingkat hambatan yang berbeda terhadap tinggi planlet.

4.3. Fisiologi Bawang Merah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap ANR, kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total (a+b). ANR, kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total (a+b) tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan ANR, Klorofil a, Klorofil b, Klorofil Total (a+b) Bawang Merah Akibat Pemberian Beberapa Dosis Iradiasi Sinar Gamma

Dosis Penyinaran	ANR	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil total (a+b)
	-(mol NO ₂ /gram/jam)-	-----	(mg/g)-----	
0 Gy	15,98 ^b	0,08 ^b	0,07 ^b	0,15 ^b
3 Gy	43,69 ^a	0,20 ^a	0,17 ^a	0,37 ^a
6 Gy	40,82 ^a	0,26 ^a	0,13 ^a	0,39 ^a

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji BNT.

Perlakuan iradiasi sinar gamma menunjukkan bahwa dosis 3 Gy dan dosis 6 Gy tidak berbeda nyata terhadap ANR bawang merah, namun berbeda nyata dengan dosis 0 Gy. ANR dosis 0 Gy lebih kecil dibandingkan dosis 3 Gy dan 6 Gy. Hal ini menunjukkan bahwa dosis iradiasi 3 Gy dan 6 Gy dapat meningkatkan ANR bawang merah. Peningkatan ANR dapat disebabkan karena iradiasi sinar gamma meningkatkan aktivitas metabolisme enzim penghancur protein pada bawang merah. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa laju sintesis dan laju perombakan oleh enzim penghancur protein merupakan faktor yang mempengaruhi aktivitas NR. Proses ini berlangsung terus menerus sehingga

mengendalikan aktivitas dengan mengatur banyak NR dalam sebuah sel. Menurut Yuwono (2002) aktivitas metabolisme adalah jalur biokimiawi yang dikontrol oleh enzim sebagai ekspresi gen. Ekspresi gen dapat mempengaruhi adaptasi fisiologis tanaman sehingga pertumbuhan tanaman berbeda-beda. Mutasi dapat menimbulkan kelainan pengaturan, ekspresi, dan penyimpangan gen penyandi protein yang berpengaruh pada fungsi vital.

Peningkatan aktivitas nitrat reduktase pada dosis 3 Gy dan 6 Gy diduga karena induksi sinar gamma masuk ke dalam rantai polipeptida yang disandi gen inti dalam sel. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa reaksi reduksi nitrat yang dikatalisis oleh nitrat reduktase terjadi dalam sitosol di luar setiap organela. NR terdiri dari dua subunit rantai polipeptida kembar dan disandi oleh gen inti di dalam sel. Wang dkk. (2017) menyatakan bahwa ANR pada tanaman mutan *Arabidopsis* tidak terdeteksi karena mutan tersebut tidak dapat menggunakan nitrat sebagai satu-satunya sumber nitrogen. Tanaman *Arabidopsis* diinduksi oleh mutagen kimia 2,5 mM $\text{NH}_4\text{-succinate}$, 2,5 mM NH_4NO_3 , dan 5 mM KNO_3 .

Perlakuan iradiasi sinar gamma dosis 3 Gy dan 6 Gy tidak berbeda nyata terhadap kandungan klorofil a bawang merah, namun berbeda nyata dengan dosis 0 Gy. Kandungan klorofil a dosis 3 Gy dan dosis 6 Gy lebih besar dibandingkan dosis 0 Gy. Iradiasi sinar gamma dosis 3 Gy dan 6 Gy tidak berbeda nyata terhadap kandungan klorofil b bawang merah, namun berbeda nyata dengan dosis 0 Gy. Kandungan klorofil b dosis 3 Gy dan dosis 6 Gy lebih tinggi dibandingkan dosis 0 Gy. Iradiasi sinar gamma dosis 3 Gy dan dosis 6 Gy tidak berbeda nyata terhadap kandungan klorofil total (a+b) bawang merah, namun berbeda nyata

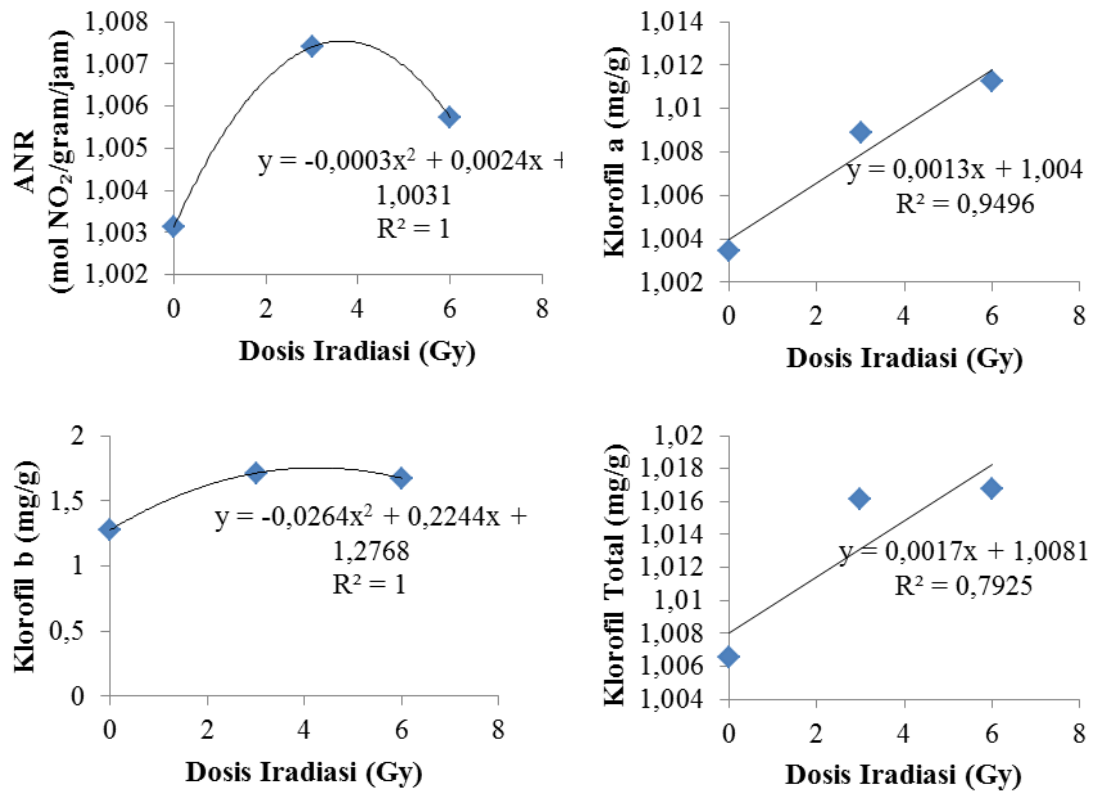
dengan dosis 0 Gy. Kandungan klorofil total (a+b) dosis 3 Gy dan 6 Gy lebih tinggi dibandingkan dosis 0 Gy.

Dosis 3 Gy dan 6 Gy meningkatkan kandungan klorofil a, klorofil b, klorofil total (a+b) bawang merah. Hal ini sejalan dengan penelitian pada materi radiasi bawang putih. Sutarto dkk. (2004) menyatakan bahwa perlakuan radiasi mempengaruhi kandungan klorofil bawang putih varietas Lumbu Hijau, dosis iradiasi 6 Gy merupakan dosis yang menstimulir kandungan klorofil bawang putih sebesar 8,31 mg/l, sedangkan dosis 8 Gy – 10 Gy mengakibatkan pembentukan klorofil bawang putih terhambat.

Peningkatan kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total bawang merah dapat disebabkan oleh perubahan aktivitas metabolisme tanaman sehingga terjadi pembesaran pada membran tilakoid sebagai efek iradiasi. Menurut Wi dkk. (2007) iradiasi gamma menyebabkan akumulasi senyawa fenol, laju fotosintesis, modulasi dari susunan antioksidan, perubahan struktur sel tanaman seperti pembesaran membran tilakoid. Mutasi yang terjadi pada klorofil juga dapat dimungkinkan oleh adanya mutasi yang terjadi di dalam genom inti. Sugimoto dkk. (2004) menyatakan bahwa genom inti mengkode lebih dari 90% seluruh protein kloroplas yang terdapat dalam plastida sehingga kloroplas membutuhkan koordinasi ekspresi dari gen-gen inti dan kloroplas.

Hasil regresi linier menunjukkan bahwa peningkatan dosis iradiasi sinar gamma berkorelasi terhadap peningkatan ANR dan kandungan klorofil b bawang merah dengan nilai korelasi sebesar $1 = 100\%$. Peningkatan dosis iradiasi sinar

gamma berkolerasi meningkatkan kandungan klorofil a sebesar $0,949 = 94,9\%$, dan klorofil total (a+b) sebesar $0,792 = 79,2\%$ (Ilustrasi 7).



Ilustrasi 7. Regresi linier karakter ANR, kandungan klorofil a, klorofil b, klorofil total (a+b).

4.4. Produksi Umbi

Penampilan umbi bawang merah hasil iradiasi sinar gamma tersaji pada Ilustrasi 8.



Ilustrasi 6. Penampilan umbi bawang merah dosis 0 Gy, 3 Gy dan 6 Gy.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah umbi, namun berpengaruh nyata terhadap berat basah bawang merah. Jumlah Umbi dan Berat Basah bawang merah tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Umbi dan Berat Basah Umbi Bawang Merah Akibat Beberapa Dosis Iradiasi Sinar Gamma

Dosis Iradiasi	Jumlah Umbi	Berat Basah
	-----Buah-----	-----g-----
0 Gy	5,48	16,49 ^a
3 Gy	5,20	14,49 ^a
6 Gy	4,32	9,52 ^b

Ket : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% melalui uji BNT.

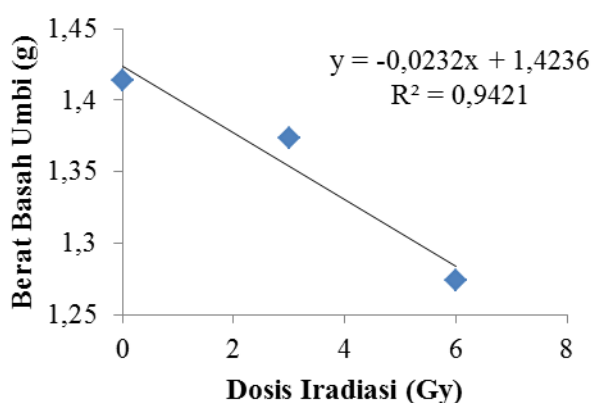
Perlakuan dosis iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah umbi bawang merah. Iradiasi sinar gamma tidak mempengaruhi jumlah umbi dapat disebabkan oleh sensitivitas jaringan bawang merah dan materi yang diiradiasi terdiri dari banyak jaringan sehingga umbi yang diiradiasi berkembang menjadi individu baru karena termutasi di beberapa titik. Hal ini sesuai penelitian Dianasari (2014) pada mutan ubi kayu bahwa batang ubi kayu yang diiradiasi akan berkembang namun dalam kondisi beberapa bagian batang termutasi pada banyak titik. Ketika penanaman dilanjutkan menggunakan stek batang mutan maka keragaan tanaman masih beragam karena beberapa titik yang termutasi dalam satu batang kemudian berkembang menjadi individu-individu baru. Menurut Herison dkk. (2008) faktor genetik mempengaruhi sensitivitas jaringan tanaman. Ketahanan sel meristem juga menjadi penyebab tidak muncul perubahan pada tanaman.

Iradiasi sinar gamma dosis 0 Gy dan 3 Gy tidak berbeda nyata terhadap berat basah umbi, namun berbeda nyata dengan dosis 6 Gy. Berat Basah umbi dosis 6 Gy lebih kecil dibandingkan dosis 0 Gy dan 3 Gy. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis iradiasi sinar gamma pada umbi bawang merah menurunkan berat basah umbi. Hal ini sejalan dengan penelitian Batubara dkk. (2015) bahwa perlakuan iradiasi sinar gamma pada bawang merah untuk parameter bobot segar umbi, bobot kering umbi, pertumbuhan dan hasil umbi tanaman kontrol lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang diiradiasi pada generasi pertama. Sinambela dkk. (2015) menyatakan bahwa bawang merah yang

diiradiasi pada dosis 6 Gy dan 8 Gy menurunkan bobot segar umbi 56,40% dan 70,85%.

Penurunan berat basah umbi diduga dikarenakan iradiasi sinar gamma pada dosis 6 Gy memberikan efek negatif berupa gangguan fisiologis pada fase pembentukan umbi sehingga menurunkan bobot umbi bawang merah. Hal ini sesuai pendapat Kadir dkk. (2007) bahwa iradiasi memberikan pengaruh acak yang dapat berupa munculnya sifat baik sesuai karakter yang diinginkan dan sifat negatif karena muncul karakter yang tidak diharapkan. Menurut Sari dkk. (2012) gangguan fisiologis merupakan akibat dari dosis mutagen yang digunakan sehingga pertumbuhan tanaman terhambat. Menurut Kim dkk. (2005) efek dari iradiasi sinar gamma tidak tetap tetapi interaktif dan tergantung pada faktor lingkungan.

Hasil regresi linier menunjukkan bahwa peningkatan dosis iradiasi sinar gamma pada umbi bawang merah berkorelasi terhadap penurunan berat basah umbi sebesar $0,942 = 94,2\%$ (Ilustrasi 9).



Ilustrasi 9. Regresi linier karakter berat basah umbi bawang merah.

4.5. Heritabilitas Bawang Merah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pada semua karakter yaitu berat basah umbi, klorofil a, klorofil b, klorofil total (a+b), dan ANR memiliki nilai heritabilitas yaitu lebih dari 50%. Hasil perhitungan heritabilitas bawang merah hasil iradiasi sinar gamma tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Dugaan Heritabilitas (HE) Bawang Merah

Karakter	RAGAM-G	RAGAM-E	RAGAM-F	HE(%)	Kriteria
Berat Basah	0,0228	0,014	0,0368	61,96	Tinggi
Klorofil a	0,00005072	0,0000464	0,00009712	52,22	Tinggi
Klorofil b	0,00001956	0,0000172	0,00003676	53,21	Tinggi
Klorofil Total	0,00014	0,0001	0,00024	58,33	Tinggi
ANR	0,2768	0,067	0,3438	80,51	Tinggi

Keterangan : $HE_{bs} \leq 20\%$ (rendah), $20\% \leq HE_{bs} \leq 50\%$ (sedang), $HE_{bs} > 50\%$ (tinggi), Ragam-G (Ragam genotipe), Ragam-E (Ragam lingkungan), Ragam-F (Ragam fenotipe).

Karakter berat basah umbi, klorofil a, klorofil b, klorofil total (a+b), dan ANR memiliki nilai dugaan heritabilitas yang tinggi yaitu $> 50\%$. Hal ini sesuai pendapat Syukur dkk. (2015) yang menyatakan bahwa nilai heritabilitas dikatakan rendah apabila kurang dari 20%, cukup tinggi pada 20 – 50%, tinggi pada lebih dari 50%. Pendugaan nilai heritabilitas digunakan untuk melihat peranan faktor genetik relatif terhadap faktor lingkungan dalam memberikan penampilan akhir atau fenotipe yang diamati. Menurut Nura (2015) nilai heritabilitas sangat bermanfaat dalam proses seleksi. Seleksi akan efektif apabila suatu populasi memiliki nilai heritabilitas yang tinggi. Menurut Roy (2000) keberhasilan seleksi sangat ditentukan oleh adanya keragaman yang dikendalikan oleh faktor genetik.

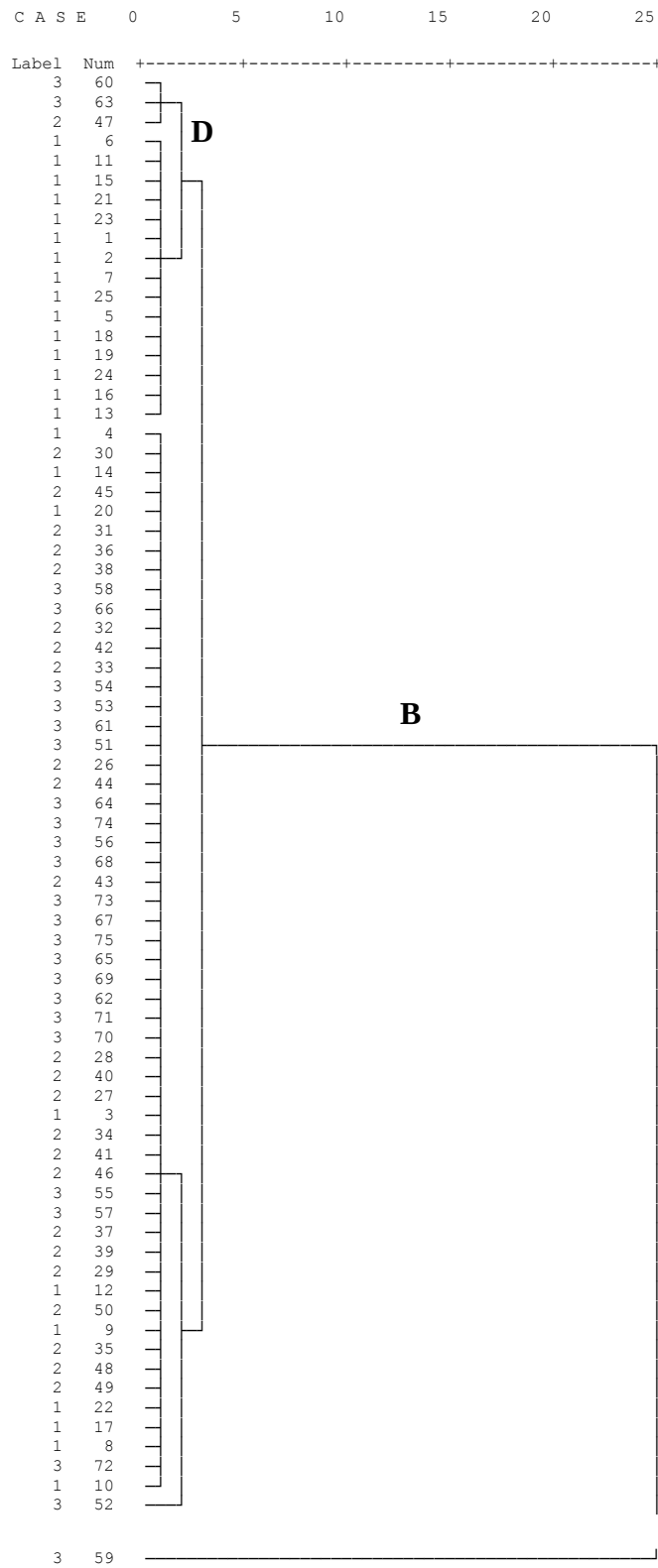
Karakter berat basah umbi, klorofil a, klorofil b, klorofil total (a+b), ANR memiliki nilai heritabilitas kriteria tinggi menunjukkan bahwa pengaruh genetik lebih dominan dibandingkan pengaruh lingkungan sehingga dapat dilakukan seleksi berdasarkan karakter tersebut. Hal ini sejalan dengan pendapat Nura dkk. (2015) bahwa nilai heritabilitas merupakan komponen genetik yang menunjukkan seberapa besar suatu sifat diturunkan kepada turunannya. Nilai rendah hingga medium menunjukkan tingginya pengaruh faktor lingkungan dibandingkan faktor genetik, sedangkan nilai tinggi menunjukkan bahwa tingginya pengaruh faktor genetik dibandingkan dengan faktor lingkungan. Syukur dkk. (2011) menyatakan bahwa karakter yang memiliki heritabilitas yang rendah sebaiknya dilakukan seleksi pada generasi selanjutnya agar gen-gen adaptifnya sudah terfiksasi.

4.6. Keragaman Bawang Merah

Hasil analisis kluster 75 tanaman asal bawang merah setelah diiradiasi sinar gamma terbagi ke dalam dua kelompok pada jarak taksonomi 25. Hasil dari dendrogram menunjukkan keragaman yang rendah pada karakter berat basah umbi, klorofil a, klorofil b, klorofil total (a+b) dan ANR. Dendrogram tersebut menunjukkan hanya terdapat 2 kelompok utama pada jarak takson 25 yang menunjukkan kedekatan antar nomor tanaman. Dua kelompok tersebut yaitu kelompok A dan kelompok B. Kelompok B kemudian membentuk dua sub kelompok besar yaitu kelompok C dan D. Kelompok A hanya terdiri dari satu tanaman yaitu tanaman nomor 59 yang merupakan tanaman yang tergolong ekstrim karena memisah dari tanaman lain. Kelompok B terdiri dari 74 nomor

tanaman, namun hanya terdapat empat nomor tanaman yang tergolong ekstrim yaitu 1 nomor tanaman pada kelompok C dan 3 nomor tanaman pada kelompok D. Tanaman kelompok C yaitu tanaman nomor 52, tanaman kelompok D yaitu tanaman nomor 47, 60 dan 63. Namun tanaman pada kelompok D merupakan tanaman yang mati, sehingga hanya terdapat dua nomor tanaman yang paling berpeluang untuk seleksi pada tahap selanjutnya yaitu tanaman nomor 59 dan 52. Tanaman nomor 59 dan 52 merupakan tanaman hasil dari penyinaran dosis 6 Gy (Ilustrasi 10).

Analisis kekerabatan yang dilakukan yaitu dengan melakukan karakterisasi karakter kuantitatif. Karakter tersebut yaitu berdasarkan berat basah umbi, nilai ANR, kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total (a+b). Hal ini sejalan dengan Syahrudin (2012) bahwa karakter kuantitatif merupakan karakter yang tidak dapat dibedakan secara sederhana namun harus diukur dengan alat ukur tertentu yang hasilnya bersifat kuantitatif karena karakter kuantitatif dikendalikan oleh banyak gen. Hartati dan Darsana (2015) menyatakan bahwa keragaman dapat terjadi pada tingkat spesies yang disebabkan oleh faktor genetik dan lingkungan. Menurut Sari (2016) nilai keragaman yang dihasilkan cukup rendah ($< 50\%$) disebabkan oleh genotipe berasal dari spesies yang sama dan dibudidayakan secara vegetatif. Menurut Widowati (2016) salah satu cara untuk mengetahui hubungan kekerabatan dan jarak genetik masing-masing genotipe koleksi adalah dengan melakukan karakterisasi morfologi.



Ilustrasi 10. Dendrogram 75 Klon Bawang Merah Varietas Bima Brebes Hasil Iradiasi Sinar Gamma.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Simpulan dari hasil penelitian adalah nilai LD₅₀ bawang merah yaitu, 7,64 Gy. Keragaman yang terbentuk yaitu pada dosis 6 Gy yaitu tanaman nomor 52 dan 59 berdasarkan penciri karakter ANR pada tanaman.

5.2. Saran

Disarankan dosis iradiasi sinar gamma yang dicobakan untuk bawang merah sebaiknya pada kisaran LD₅₀ (7,64 Gy).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Hady, M. S., E. M. Okasha, S. S. A. Soliman dan M. Talaat. 2008. Effect of gamma radiation and giberrellic acid on germination and alkaloid production in *Atropa belladonna*. *Aust. J. Basic Appl.* **2** (3) : 401-405.
- Abdullah, T. L., J. Endan, and B. M. Nazir. 2009. Changes in flower development chlorophyll mutation and alteration in plant morphology of *Curcuma alismatifolia* by gamma irradiation. *American Journal of Applied Sciences*. **6** (7) : 1436 – 1439.
- Aisyah, S. I., H. Aswidinoor, A. Saefuddin, B. Marwoto, dan S. Sastrosumarjo. 2009. Induksi mutasi pada stek pucuk anyelir (*Dianthus caryophyllus* L.) melalui iradiasi sinar gamma. *J. Agronomi Indonesia*. **37** (1) : 62 – 70.
- Aisyah, S. I. 2006. Induksi mutagen fisik pada anyelir (*Dianthus caryophyllus* L.) dan pegujian stabilitas mutannya yang diperbanyak secara vegetatif. Disertasi. Sekolah Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Ambarwati, E., dan P. Yudono. 2003. Keragaan Stabilitas Hasil Bawang Merah. *Ilmu Pertanian*. **10** (2) : 1 – 10.
- Banerji, B. K. and S. K. Datta. 1992. Gamma ray induced flower shape mutation in *Chrysanthemum* cv 'Java'. *J. Nuclear Agric. Biolo.* **21** (2) : 73 – 79.
- Bath, T. A., A. H. Khan, and S. Parveen. 2007. Spectrum and frequency of chlorophyll mutation induced by MMS, gamma rays and their combination in two varieties of *Vicia faba* L.. *Asian J. Plant Sci.* **6**: 558 – 561.
- Batubara, A. U., Mariati, F. Ezra, dan T. Sitepu. 2015. Karakter pertumbuhan bawang merah (*Allium ascalocum* L.) varietas lokal samosir pada beberapa dosis iradiasi sinar gamma. *J. Online Agroekoteknologi* **3** (1) : 246 – 434.
- Block, E. 2010. *Garlic and Other Alliums: The Lore and the Science*. Royal Society of Chemistry, United Kingdom.
- Borzouei, A., M. Kafi, H. Khazaei, B. Naseriyan, and A. Majdabadi. 2010. Effect of gamma radiation on germination and physiological aspect of wheta (*Triticum aestivum* L.) seedlings. *Pak. J. Bot.* **42** (2) : 2281 – 2290.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Sayuran di Indonesia*. Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, Jakarta.

- Broertjes, C., and A. M. V. Harten. 1988. *Applied Mutation Breeding for Vegetatively Propagated Crops*. Elsevier Science Publishing, Amsterdam-Netherland.
- Daniasari, M. 2014. Keragaan dan Keragaman Mutan Tanaman Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) Hasil Iradiasi Sinar Gamma serta Pendugaan Heritabilitas. [Skripsi]. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Datta, S. K. 2001. Mutation studies on garden chrysanthemum. *Sci. Horticulture*. **7** (1) : 159 – 199.
- Departemen Pertanian. 2005. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Bawang Merah*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Duncan, R. R., R. M. Waskom, and M. W. Nabors. 1995. In vitro screening and field evaluation of tissue culture-regenerated sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) moench) for soil stress tolerance. *Euphytica*. **85** : 371 – 380.
- Ginting, J., N. Rahmawati, dan Mariati. 2015. Perubahan karakter agronomi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) akses simanindo samosir akibat pemberian berbagai dosis iradiasi sinar gamma. *J. Online Agroekoteknologi*. **3** (1) : 340 – 339.
- Girija, M., and D. Dhanavel. 2009. Mutagenic effectiveness and efficiency of gamma rays ethyl methane sulphonate and their combined treatments in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Global. J. Mol. Scie*. **4** (2) : 68 – 75.
- Griffiths, A. J. F., S. R. Wessler, R. C. Lewontin, W. M. Gelbart, D. T. Suzuki and J. H. Miller. 2005. *Introduction to Genetic Analysis*. WH. Freeman and Company, New York.
- Gopalakrishnan, T. R. 2007. *Vegetables Crops*. New India Publishing, India.
- Hameed. A., T. M. Shah, and B. M. Atta. 2008. Gamma irradiation effects on seed germination and growth, protein content, peroxidase and protease activity, lipid peroxidation in desi and kabuli chickpea. *Pak. J. Bot.* **40** (3) : 1033 – 1041.
- Handayati, W., Darliah, I. Mariska, dan R. Purnamaningsih. 2001. Peningkatan keragaman genetik mawar mini melalui kultur in-vitro dan iradiasi sinar gamma. *Berita Biologi*. **5** (4) : 365 – 371.
- Hartati, S., dan L. Darsana. 2015. Karakterisasi anggrek alam secara morfologi dalam rangka pelestarian plasma nutfah. *J. Agron Indonesia*. **43** (2) : 133 – 139.

- Hartiko, H. 1987. Optimasi Metode Pengukuran Kegiatan Aktivitas Nitrat Reduktase *In Vivo* Daun Berbagai Spesies Tanaman Produksi. Laboratorium Biokimia, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Herison, C., Rustikawati, H. S. Surjono, dan S. I. Aisyah. 2008. Induksi mutasi melalui sinar gamma terhdap benih untuk meningkatkan keragaman populasi dasar jagung (*Zea mays* L.) Akta Agrosia. **11** (1) : 57 – 62.
- Ibrahim, R. 1999. In vitro mutagenesis in roses. [Thesis]. Applied Bioogical Sci. Cell and Gene Biotechnology Fac. Univ. Gent, Belgium. [Tidak Dipublikasikan].
- Jusuf, M. 2001. Genetika I Struktur dan Ekspresi Gen. Sagung Seto, Jakarta.
- Kadir, A., S. H. Sutjahjo, G. A. Wattimena, dan I. Mariska. 2007. Pengaruh sinar gamma pada pertumbuhan kalus dan keragaan planlet tanaman nilam. J. AgroBiogen. **3** (1) : 24 – 31.
- Kim, J. H., B. Y. Chung, K. J. Sung, and S. G. Wi. 2005. Effets of planta gamma-irradiaton on growth, photosynthesis and antioxidative capacity of red pepper (*Capsicum annum* L.) plants. J. Of Plant Biology. **48** (1) : 47 – 56.
- Kiong, A., A. L. Pick, S. H. G. Lai, and A. R. Harun. 2008. Physiological response of *Orthosiphon stamineus* plantlets to gamma irradiation. Am-Eurasian J. Sustain. Agric. **2** (2) : 135 – 149.
- Komariah, A., A. Baihaki, R. Setiamihardja, dan S. Djakasutami. 2007. Pola pewarisan aktivitas nitrat reduktase pada daun akar, serta kadar N total tanaman sebagai karakter penciri toleransi kedelai terhadap genangan. Zuriat. **18** : 46 – 55.
- Lakitan, B. 2000. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. PT RajaGrafindo Persada, Jakarta.
- Lestari, N. K. D., I. A. Astarini, dan I. G. M. O. Nurjaya. 2011. Perubahan anatomi stomata daun lili terumpet (*Lillium longiflorum*) setelah pemaparan radiasi sinar x. J. Metamorf. **1** (1) : 1 – 5.
- Nasir, M. 2001. Pegantar Pemuliaan Tanaman. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Nura. 2015. Peningkatan Keragaman Genetik Cabai Tahan Terhadap Penyakit Antraknosa Melalui Hibridisasi dan Iradiasi sinar Gamma. 2015. [Thesis] Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Nura, M. Syukur, N. Khumaida, dan Widodo. 2015. Radiosensitifitas dan heritabilitas ketahanan terhadap penyakit antraknosa pada tiga populasi cabai yang diinduksi iradiasi sinar gamma. *J. Agron. Indonesia*. **43** (3) : 201 – 206.
- Pellegrini, C. N., C. A. Croci, and G. A. Orioli. 2000. Morphological changes induced by different doses of gamma irradiation in garlic sprouts. *Radiation Physics and Chemistry*. **57** : 315 – 318.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2015. Outlook Bawang Merah. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Permadi, A. H. 1995. Pemuliaan Bawang Merah: Teknologi Produksi Bawang Merah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Jakarta.
- Putrasamedja, S., dan Suwandi. 1996. Bawang Merah Di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang-Bandung.
- Rahayu, E., dan N. Berlian. 2004. Bawang Merah. Penebar Swadaya, Depok.
- Rahimi, M. M., and A. Bahrani. 2011. Influence of gamma irradiation on some physiological characteristics and grain protein in wheat (*Triticum aestivum* L.) *World Applied Science Journal*. **15** (5) : 654 – 659.
- Roy, D. 2000. Plant Breeding, Analysis and Exploitation of Variation. Narosa Publishing House, New Delhi.
- Sadhu, M. K. 1989. Plant Propagation. New Age International, New York.
- Salisbury, F. B., and C. W. Ross. 1995. Plant Physiology. 4rd Ed. Wadsworth Publishing Company. California.
- Sari, N. K. Y., M. Pharmawati, dan I. K. Junitha. 2012. Pengaruh mutagen kimia sodium azida terhadap morfologi tanaman cabai besar (*Capsicum annuum* L.). *J. Metamorf*. **1** (1) : 25 – 28.
- Sari, V. 2016. Keragaman Genetik Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Berdasarkan Marka Morfologi dan ISSR. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sinambela, P. H., F. E. T. Sitepu, dan Mariati. 2015. Tanggapan pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas lokal samosir terhadap beberapa dosis iradiasi sinar gamma. *J. On. Agro*. **3** (1) : 221 – 228.
- Soeranto, H. 2003. Peran iptek nuklir dalam pemuliaan tanaman untuk mendukung industri pertanian. Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah

- Peelitan Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN Yogyakarta, 8 Juli 2003. Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN.
- Sudrajat, D. J., dan M. Zanibar. 2009. Prospek teknologi iradiasi sinar gamma dalam peningkatan mutu benih tanaman hutan. *Info Benih*. **13** : 158 – 163.
- Sugimoto, H., K. Kusumi, Y. Tozawa, J. Yazaki, N. Kishimoto, S. Kikuchi and K. Iba. 2004. The virescent-2 mutation inhibition translation of plastid transcripts for the plastic genetic system at an early stage of chloroplast differentiation. *Plant Cell Physiol*. **45** (8) : 185 – 210.
- Sumarni, N., dan A. Hidayat. 2005. *Budidaya Bawang Merah*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang.
- Sumenda, L., H. L. Rampe, dan F. R. Mantiri. 2011. Analisis kandungan klorofil daun mangga (*Mangifera indica* L.) pada tingkat perkembangan daun yang berbeda. *J. Bioslogos*. **1** (1) : 20 – 24.
- Suminah, Sutarto, dan A. D. Setyawan. 2002. Induksi poliploidii bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan pemberian kolkisin. *Biodiversitas*. **3** (1) : 174 – 180.
- Sutarto, I., N. K. Dewi, dan Arwin. 2004. Pengaruh iradiasi sinar gamma 60 co terhadap pertumbuhan tanaman bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas lumbu hijau di dataran rendah. *Risalah Seminar Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi*, Jakarta.
- Syahrudin, K. 2012. Analisis Keragaman Genetik Beberapa Genotipe Durian (*Durio zibenthinus* Murr.) Menggunkan Penanda Morfologi Dan Molekuler (ISSR). [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Syukur, M., S. Sujiprihatti, R. Yuniarti, dan D. A. Kusumah. 2011. Pendugaan ragam genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil beberapa genotipe cabai. *J. Agrivigor*. **10** : 148 – 156.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yuniarti. 2015. *Teknik Pemuaian Tanaman*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Taufik, Y. 2015. *Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014*. Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian.
- Thamrin, M., Ramlan, Armiaati, Ruchjaningsih, dan Wahdania. 2003. Pengkajian sistem usahatani bawang merah di Sulawesi Selatan. *J. Pengkajian dan Pengemb. Teknol. Pert*. **6** (2) : 141 - 153

- Wang, R., R. Tischner, R. A. Gutierrez, M. Hoffman, X. Xing, M. Chen, G. Coruzzi, and N. M. Crawford. 2017. Genomic analysis of the nitrate response using a nitrate reductase-Null Mutant of *Arabidopsis*. *Plant Physiology*. **136** : 2512 – 2522.
- Wi, S. G., B. Y. Chung, and J. S. Kim. 2007. Effects of gamma irradiation on morphological changes and biological responses in plants. *Micron*, **38** (2) : 553 – 564.
- Widiastuti, A., Sobir, dan M. R. Suhartono. 2010. Analisis keragaman manggis (*Garcinia mangostana*) diiradiasi dengan sinar gamma berdasarkan karakteristik morfologi dan anatomi. *Nusantara Bioscience*. **2** (1) : 23 – 33.
- Widowati, S. 2016. Analisis Keragaman Genetik Pada Gandum (*Triticum aestivum* L.) Hasil Introduksi Menggunakan Karakterisasi Morfologi dan Molekuler. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yuwono, T. 2005. Biologi Molekular. Penerbit Erlangga, Yogyakarta.
- Zhang, L., F. Zheng, W. Qi, T. Wang, L. Ma, Z. Qiu, and J. Li. 2016. Irradiation with low-dose gamma ray enhances tolerance to heat stress in *Arabidopsis seedlings*. *J. Ecotoxicology and Environmental Safety*. **128** : 181 – 188.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Persentase Hidup Bawang Merah

Data Tanaman Hidup Setiap Minggu

Dosis Iradiasi	Umur Bawang Merah (MST)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0 Gy	25	25	25	25	25	25	25	25
3 Gy	25	24	24	24	24	24	24	24
6 Gy	25	23	23	23	23	23	23	23
9 Gy	16	5	5	5	5	5	5	5
12 Gy	7	0	0	0	0	0	0	0
15 Gy	4	0	0	0	0	0	0	0

Persentase Hidup Bawang Merah (2 MST)

Dosis Iradiasi	Jumlah tanaman hidup	Jumlah tanaman mati
0 Gy	25	0
3 Gy	24	1
6 Gy	23	2
9 Gy	5	20
12 Gy	0	25
15 Gy	0	25

Persentase tanaman hidup

$$0 \text{ Gy} = 25/25 \times 100\% = 100\%$$

$$3 \text{ Gy} = 24/25 \times 100\% = 96\%$$

$$6 \text{ Gy} = 23/25 \times 100\% = 92\%$$

$$9 \text{ Gy} = 5/25 \times 100\% = 20\%$$

$$12 \text{ Gy} = 0/25 \times 100\% = 0\%$$

$$15 \text{ Gy} = 0/25 \times 100\% = 0\%$$

LD₅₀ Bawang Merah

$$a = 12,897; \quad b = (-0,105); \quad x = 50$$

$$Y = a + bx$$

$$= 12,897 - 0,105 (50)$$

$$= 12,897 - 5,25$$

$$= 7,647 \text{ Gy}$$

Lampiran 2. Data Tinggi Bawang Merah 1 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	16,25	4,50	1,50
	2	19,30	6,50	1,75
	3	12,80	12,00	4,00
	4	8,80	10,00	3,00
	5	9,10	5,50	1,50
U2	1	11,00	3,00	6,00
	2	7,25	7,50	3,00
	3	7,75	9,50	1,00
	4	13,50	6,00	5,00
	5	9,75	4,50	4,00
U3	1	9,50	3,00	2,00
	2	16,00	4,00	7,00
	3	10,80	14,50	3,00
	4	11,00	4,50	5,20
	5	9,80	11,00	3,50
U4	1	6,75	9,50	2,50
	2	8,10	5,50	1,50
	3	12,50	5,00	2,50
	4	12,00	8,00	2,50
	5	6,50	7,20	7,50
U5	1	6,00	7,80	7,00
	2	13,50	6,50	4,50
	3	10,00	7,50	7,50
	4	8,50	4,70	4,00
	5	8,50	9,50	5,80
Total		264,95	177,20	96,75
				538,90
Rata-Rata		10,60	7,09	3,87
Rataan Total				7,19
CV	$= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\%$ $= \frac{\sqrt{8,25}}{7,19} \times 100\%$ $= 39,97$			

Transformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,42	1,16	1,06
	2	1,47	1,22	1,07
	3	1,36	1,34	1,15
	4	1,27	1,30	1,11
	5	1,28	1,19	1,06
U2	1	1,32	1,11	1,20
	2	1,24	1,24	1,11
	3	1,25	1,29	1,04
	4	1,37	1,20	1,18
	5	1,30	1,16	1,15
U3	1	1,29	1,11	1,08
	2	1,41	1,15	1,23
	3	1,32	1,39	1,11
	4	1,32	1,16	1,18
	5	1,30	1,32	1,13
U4	1	1,22	1,29	1,10
	2	1,26	1,19	1,06
	3	1,35	1,18	1,10
	4	1,34	1,26	1,10
	5	1,22	1,24	1,24
U5	1	1,20	1,25	1,23
	2	1,37	1,22	1,16
	3	1,30	1,24	1,24
	4	1,27	1,17	1,15
	5	1,27	1,29	1,20
Total		32,72	30,67	28,44
				91,84
Rata-Rata		1,308	1,227	1,137
Rataan Total				1,22

$$\text{Db total} = n - 1 = 74$$

$$\text{Db perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$\text{Db subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} - \text{db subsampel} = 68$$

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{G^2}{\text{r.t.subsampel}} \\ &= \frac{(91,83)^2}{5 \times 3 \times 5} \\ &= 112,45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKX} &= \sum X_i^2 - \text{FK} \\ &= \{(1,42)^2 + (1,47)^2 + \dots + (1,20)^2\} - 112,45 \\ &= 0,688 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JKT} &= \frac{\sum T_i}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK} \\
 &= \frac{\{(32,72)^2 + (30,67)^2 + (28,44)^2\}}{25} - 112,45 \\
 &= 0,366 \\
 \text{JKG} &= \text{JKX} - \text{JKT} \\
 &= 0,688 - 0,366 \\
 &= 0,322 \\
 \text{KTP} &= \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}} \\
 &= \frac{0,366}{2} \\
 &= 0,183 \\
 \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}} \\
 &= \frac{0,322}{68} \\
 &= 0,004 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\
 &= \frac{0,183}{0,004} \\
 &= 38,63 \\
 \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,004}}{1,22} \times 100\% \\
 &= 5,62
 \end{aligned}$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,366	0,183	38,63*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,322	0,004		
Total	74	0,688			

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

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\
 &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 \cdot (0,004)}}{5} \\
 &= 0,029
 \end{aligned}$$

Uji BNT Tinggi Bawang Merah 1 MST

Dosis	Rataan	1,308	1,227	1,137	notasi
0gy	1,308	0tn			a
3gy	1,227	0,081*	0tn		b
6gy	1,137	0,171*	0,089*	0tn	c

Lampiran 3. Data Tinggi Bawang Merah 2 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	34,70	19,80	14,50
	2	36,00	24,20	20,00
	3	32,80	21,80	18,00
	4	30,50	26,00	19,50
	5	30,50	26,90	14,40
U2	1	27,50	24,50	20,10
	2	28,00	30,00	13,50
	3	28,00	33,50	17,50
	4	29,20	23,25	14,00
	5	35,00	31,00	0,00
U3	1	33,80	23,00	16,10
	2	32,00	24,80	19,30
	3	32,00	32,50	0,00
	4	29,80	26,30	19,20
	5	30,20	21,00	17,80
U4	1	27,70	33,00	16,30
	2	30,00	29,30	17,50
	3	33,00	28,50	21,50
	4	30,50	28,30	16,00
	5	30,00	25,20	19,50
U5	1	27,25	28,70	20,60
	2	33,50	0,00	23,80
	3	30,30	28,80	22,40
	4	27,20	26,30	20,10
	5	31,00	27,70	20,90
Total		770,45	644,35	422,50
				1837,30
Rata-Rata		30,81	25,77	16,90
Rataan Total				24,50

$$Db \text{ total} = n - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{r.t.subsampel}$$

$$= \frac{(1837,30)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 45009$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$= \{(34,70)^2 + (36,00)^2 + \dots + (20,90)^2\} - 45009$$

$$\begin{aligned}
 &= 4438,89 \\
 \text{JKT} &= \frac{\sum T_i^2}{r \times \text{subsampel}} - FK \\
 &= \frac{\{(770,45)^2 + (644,35)^2 + (422,50)^2\}}{25} - 45009 \\
 &= 4438,89 \\
 \text{JKG} &= \text{JKX} - \text{JKT} \\
 &= 4438,89 - 2482,5 \\
 &= 1956,39 \\
 \text{KTP} &= \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}} \\
 &= \frac{2482,5}{2} \\
 &= 1241,25 \\
 \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}} \\
 &= \frac{1956,39}{68} \\
 &= 28,77 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\
 &= \frac{1241,25}{28,77} \\
 &= 43,14 \\
 \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{28,77}}{24,50} \times 100\% \\
 &= 21,89
 \end{aligned}$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	2482,5	1241,25	43,14*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	1956,39	28,77		
Total	74	4438,89			

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

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\
 &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 \cdot (28,77)}}{5} \\
 &= 2,30
 \end{aligned}$$

Uji BNT Tinggi Bawang Merah 2 MST

Dosis	Rataan	30,81	25,77	16,90	notasi
0gy	30,81	0tn			a
3gy	25,77	5,04*	0tn		b
6gy	16,90	13,91*	8,87*	0tn	c

Lampiran 4. Data Tinggi Bawang Merah 3 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	38,50	24,50	23,50
	2	39,50	34,00	27,00
	3	40,00	29,50	29,50
	4	37,80	33,00	28,00
	5	39,70	33,00	23,20
U2	1	32,50	37,40	28,00
	2	35,80	39,20	26,30
	3	34,30	37,00	31,30
	4	38,00	44,40	19,40
	5	31,30	33,40	0,00
U3	1	39,00	31,80	26,60
	2	31,70	35,20	24,50
	3	39,50	38,30	0,00
	4	41,00	34,00	30,70
	5	38,00	29,00	27,10
U4	1	41,00	40,30	26,30
	2	41,50	37,00	29,20
	3	38,50	37,80	29,70
	4	31,50	34,50	25,50
	5	44,00	26,00	26,00
U5	1	35,70	35,70	32,50
	2	39,30	0,00	30,50
	3	36,50	35,50	31,00
	4	40,40	38,20	28,30
	5	32,00	35,30	27,30
Total		937,00	834,00	631,40
				2402,40
Rata-Rata		37,48	33,36	25,25
				32,03

$$Db \text{ total} = n - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{r.t.subsampel}$$

$$= \frac{(2402,40)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 76953,7$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$= \{(38,50)^2 + (39,50)^2 + \dots + (27,30)^2\} - 76953,7$$

$$\begin{aligned}
 &= 5438,88 \\
 \text{JKT} &= \frac{\sum Ti}{r \times \text{subsampel}} - FK \\
 &= \frac{\{(937)^2 + (834)^2 + (631,4)^2\}}{25} - 76953,7 \\
 &= 5438,88 \\
 \text{JKG} &= \text{JKX} - \text{JKT} \\
 &= 5438,88 - 1933,96 \\
 &= 3504,92 \\
 \text{KTP} &= \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}} \\
 &= \frac{1933,96}{2} \\
 &= 966,98 \\
 \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}} \\
 &= \frac{3504,92}{68} \\
 &= 51,54 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\
 &= \frac{966,98}{51,54} \\
 &= 18,76 \\
 \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{51,54}}{32,03} \times 100\% \\
 &= 22,41
 \end{aligned}$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	1933,96	966,98	18,76*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	3504,92	51,54		
Total	74	5438,88			

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

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\
 &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 \cdot (51,54)}}{5} \\
 &= 3,07
 \end{aligned}$$

Uji BNT Tinggi Bawang Merah 3 MST

Dosis	Rataan	37,48	33,36	25,25	notasi
0gy	37,48	0tn			a
3gy	33,36	4,12*	0tn		b
6gy	25,25	12,22*	8,10*	0tn	c

Lampiran 5. Data Tinggi Bawang Merah 4 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	39,70	25,50	26,60
	2	38,00	39,00	32,00
	3	31,00	30,00	33,60
	4	37,00	38,70	33,00
	5	42,50	38,80	28,50
U2	1	39,00	34,30	34,50
	2	36,00	38,00	29,00
	3	39,00	40,30	34,80
	4	39,50	35,50	21,00
	5	41,50	29,50	0,00
U3	1	38,50	39,60	29,70
	2	43,50	41,80	35,00
	3	40,50	39,50	0,00
	4	37,50	33,00	35,50
	5	42,00	47,00	32,70
U4	1	41,00	39,50	28,80
	2	47,70	39,80	34,00
	3	40,70	44,50	38,50
	4	41,00	41,00	30,50
	5	45,00	39,00	27,10
U5	1	39,00	37,50	36,00
	2	40,20	0,00	31,20
	3	41,00	38,50	34,50
	4	39,40	41,50	31,80
	5	24,70	38,30	31,50
Total		984,90	910,10	729,80
				2624,80
Rata-Rata		39,39	36,40	29,19
Rataan Total				35,00

$$Db \text{ total} = n - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{r.t.subsampel}$$

$$= \frac{(2624,80)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 91861$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$= \{(39,70)^2 + (38,00)^2 + \dots + (31,50)^2\} - 91861$$

$$\begin{aligned}
 &= 5904,62 \\
 \text{JKT} &= \frac{\sum Ti}{r \times \text{subsampel}} - FK \\
 &= \frac{\{(984,90)^2 + (910,10)^2 + (729,80)^2\}}{25} - 91861 \\
 &= 1375,72 \\
 \text{JKG} &= \text{JKX} - \text{JKT} \\
 &= 5904,62 - 1375,72 \\
 &= 4528,9 \\
 \text{KTP} &= \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}} \\
 &= \frac{1375,72}{2} \\
 &= 687,86 \\
 \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}} \\
 &= \frac{4528,9}{68} \\
 &= 66,60 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\
 &= \frac{687,86}{66,60} \\
 &= 10,33 \\
 \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{66,60}}{35,00} \times 100\% \\
 &= 23,31
 \end{aligned}$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	1375,72	687,86	10,33*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	4528,9	66,60		
Total	74	5904,62			

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

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\
 &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 \cdot (66,60)}}{5} \\
 &= 3,499
 \end{aligned}$$

Uji BNT Tinggi Bawang Merah 4 MST

Dosis	Rataan	39,39	36,40	29,19	notasi
0gy	39,39	0tn			a
3gy	36,40	2,99tn	0tn		a
6gy	29,19	10,20*	7,21*	0tn	b

Lampiran 6. Data Tinggi Bawang Merah 5 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	40,50	26,20	32,00
	2	40,80	34,50	36,50
	3	33,50	32,00	36,50
	4	36,50	36,50	37,20
	5	43,60	34,40	35,40
U2	1	36,00	43,70	36,50
	2	35,00	43,40	35,00
	3	34,00	39,00	37,20
	4	39,50	33,80	25,60
	5	37,80	47,20	0,00
U3	1	36,00	36,70	37,00
	2	43,50	40,50	38,00
	3	40,00	40,50	0,00
	4	37,00	37,60	37,60
	5	41,00	30,80	34,20
U4	1	41,80	42,50	30,50
	2	44,80	40,00	35,80
	3	41,50	45,90	34,30
	4	39,00	42,50	37,50
	5	43,10	43,00	37,60
U5	1	39,70	38,00	40,00
	2	40,50	0,00	31,00
	3	41,00	39,00	37,50
	4	39,00	42,50	32,30
	5	28,30	39,50	33,00
Total		973,40	929,70	808,20
				2711,30
Rata-Rata		38,96	37,29	32,33
Rataan Total				36,15

$$Db \text{ total} = n - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{r.t.subsampel}$$

$$= \frac{(2711,30)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 98015,3$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$= \{(40,50)^2 + (40,80)^2 + \dots + (33,00)^2\} - 98015,3$$

$$\begin{aligned}
 &= 5440,47 \\
 \text{JKT} &= \frac{\sum T_i}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK} \\
 &= \frac{\{(973,40)^2 + (929,70)^2 + (808,20)^2\}}{25} - 5440,47 \\
 &= 5586,17 \\
 \text{JKG} &= \text{JKX} - \text{JKT} \\
 &= 5440,47 - 5586,173 \\
 &= 4854,29 \\
 \text{KTP} &= \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}} \\
 &= \frac{5586,173}{2} \\
 &= 293,08 \\
 \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}} \\
 &= \frac{4854,29}{68} \\
 &= 71,38 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\
 &= \frac{293,08}{71,38} \\
 &= 4,10 \\
 \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{71,38}}{36,15} \times 100\% \\
 &= 23,37
 \end{aligned}$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	5586,173	293,08	4,10*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	4854,29	71,38		
Total	74	5440,47			

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

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\
 &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 \cdot (71,38)}}{5} \\
 &= 3,623
 \end{aligned}$$

Uji BNT Tinggi Bawang Merah 5 MST

Dosis	Rataan	38,96	37,29	32,33	notasi
0gy	38,96	0tn			a
3gy	37,19	1,75tn	0tn		a
6gy	32,33	6,61*	1,86*	0tn	b

Lampiran 7. Data Tinggi Bawang Merah 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	39,00	26,00	32,70
	2	30,00	29,00	34,00
	3	33,00	33,00	37,00
	4	36,00	36,50	37,00
	5	38,00	30,60	36,30
U2	1	24,00	44,00	35,50
	2	35,00	43,50	33,00
	3	34,00	34,50	33,00
	4	35,00	35,00	21,50
	5	34,00	44,50	0,00
U3	1	34,00	38,50	35,00
	2	36,00	42,00	38,00
	3	24,00	37,00	0,00
	4	32,00	35,00	35,50
	5	35,00	32,00	30,50
U4	1	42,20	44,00	30,50
	2	42,00	43,00	34,00
	3	39,00	46,00	34,00
	4	40,00	37,30	33,00
	5	40,50	42,00	32,00
U5	1	37,00	37,00	31,30
	2	37,50	0,00	30,00
	3	30,00	41,00	35,00
	4	30,50	43,00	29,50
	5	33,00	40,80	33,50
Total		870,70	915,20	761,80
				2547,70
Rata-Rata		34,82	36,60	30,47

$$\begin{aligned}
 \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{72,053}}{33,97} \times 100\% \\
 &= 24,99
 \end{aligned}$$

Transformasi data (Sqrt+2)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	6,40	5,29	5,89
	2	5,66	5,57	6,00
	3	5,92	5,92	6,24
	4	6,16	6,20	6,24
	5	6,32	5,71	6,18
U2	1	5,10	6,78	6,12
	2	6,08	6,75	5,91
	3	6,00	6,04	5,91
	4	6,08	6,08	4,84
	5	6,00	6,82	1,41
U3	1	6,00	6,36	6,08
	2	6,16	6,63	6,32
	3	5,10	6,24	1,41
	4	5,83	6,08	6,12
	5	6,08	5,83	5,70
U4	1	6,65	6,78	5,70
	2	6,63	6,71	6,00
	3	6,40	6,93	6,00
	4	6,48	6,27	5,91
	5	6,52	6,63	5,83
U5	1	6,24	6,24	5,77
	2	6,28	1,41	5,65
	3	5,66	6,56	6,08
	4	5,70	6,71	5,61
	5	5,92	6,54	5,95
Total		151,39	153,10	138,96
Rata-Rata		6,05	6,12	443,46
Rata-Rata				5,55

$$Db \text{ total} = n - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{r.t.subsampel}$$

$$= \frac{(443,46)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 2622,113$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$= \{(6,24)^2 + (5,47)^2 + \dots + (5,78)^2\} - 2622,113$$

$$= 75,586$$

$$\text{JKT} = \frac{\sum T_i}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK}$$

$$= \frac{\{(151,40)^2 + (153,10)^2 + (138,96)^2\}}{25} - 2622,113$$

$$= 4,766$$

$$\text{JKG} = \text{JKX} - \text{JKT}$$

$$= 75,586 - 4,766$$

$$= 70,819$$

$$\text{KTP} = \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}}$$

$$= \frac{4,766}{2}$$

$$= 2,383$$

$$\text{KTG} = \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}}$$

$$= \frac{70,819}{68}$$

$$= 1,041$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}}$$

$$= 2,288$$

$$\text{CV} = \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{1,041}}{5,912} \times 100\%$$

$$= 17,259$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	4,766	2,383	2,288ns	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	70,819	1,041		

Total 74 75,586

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

Lampiran 8. Jumlah Daun Bawang Merah 1 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	7,00	5,00	2,00
	2	8,00	7,00	4,00
	3	8,00	5,00	4,00
	4	8,00	9,00	5,00
	5	9,00	9,00	3,00
U2	1	6,00	5,00	6,00
	2	5,00	6,00	6,00
	3	8,00	7,00	2,00
	4	10,00	5,00	5,00
	5	9,00	6,00	4,00
U3	1	7,00	4,00	3,00
	2	7,00	6,00	3,00
	3	9,00	7,00	6,00
	4	5,00	7,00	7,00
	5	11,00	8,00	4,00
U4	1	8,00	7,00	3,00
	2	7,00	5,00	2,00
	3	10,00	6,00	5,00
	4	6,00	7,00	6,00
	5	7,00	7,00	7,00
U5	1	7,00	8,00	5,00
	2	12,00	6,00	6,00
	3	7,00	10,00	7,00
	4	6,00	5,00	4,00
	5	6,00	8,00	9,00
Total		193,00	165,00	118,00
				476,00
Rata-Rata		7,71	6,60	4,27
Rataan Total				6,35

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{3,06}}{6,34} \times 100\% \\
 &= 27,56
 \end{aligned}$$

Tranformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,23	1,18	1,08
	2	1,26	1,23	1,15
	3	1,26	1,18	1,15
	4	1,26	1,28	1,18
	5	1,28	1,28	1,11
U2	1	1,20	1,18	1,20
	2	1,18	1,20	1,20
	3	1,26	1,23	1,08
	4	1,30	1,18	1,18
	5	1,28	1,20	1,15
U3	1	1,23	1,15	1,11
	2	1,23	1,20	1,11
	3	1,28	1,23	1,20
	4	1,18	1,23	1,23
	5	1,32	1,26	1,15
U4	1	1,26	1,23	1,11
	2	1,23	1,18	1,08
	3	1,30	1,20	1,18
	4	1,20	1,23	1,20
	5	1,23	1,23	1,23
U5	1	1,23	1,26	1,18
	2	1,34	1,20	1,20
	3	1,23	1,30	1,23
	4	1,20	1,18	1,15
	5	1,20	1,26	1,28
Total		31,16	30,46	29,12
				90,74
Rata-Rata		1,25	1,22	1,16
Rataan Total				1,21

$$\text{Db total} = n - 1 = 74$$

$$\text{Db perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$\text{Db subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} - \text{db subsampel} = 68$$

$$\text{FK} = \frac{G^2}{\text{r.t.subsampel}}$$

$$= \frac{(90,74)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 109,786$$

$$\text{JKX} = \sum X_i^2 - \text{FK}$$

$$= \{(1,23)^2 + (1,26)^2 + \dots + (1,28)^2\} - 109,786$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,234 \\
 \text{JKT} &= \frac{\sum Ti}{r \times \text{subsampel}} - FK \\
 &= \frac{\{(31,16)^2 + (30,46)^2 + (29,12)^2\}}{25} - 109,786 \\
 &= 0,086 \\
 \text{JKG} &= \text{JKX} - \text{JKT} \\
 &= 0,234 - 0,086 \\
 &= 0,148 \\
 \text{KTP} &= \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}} \\
 &= \frac{0,086}{2} \\
 &= 0,043 \\
 \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}} \\
 &= \frac{0,148}{68} \\
 &= 0,002 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\
 &= \frac{0,043}{0,002} \\
 &= 19,828 \\
 \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,002}}{1,21} \times 100\% \\
 &= 3,85
 \end{aligned}$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,086	0,043	19,828*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,148	0,002		
Total	74	0,234			

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

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\
 &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 \cdot (0,002)}}{5} \\
 &= 0,019
 \end{aligned}$$

Uji BNT Jumlah Daun Bawang Merah 1 MST

Dosis	Rataan	1,246	1,218	1,165	notasi
0gy	1,246	0tn			a
3gy	1,218	0,028*	0tn		b
6gy	1,165	0,082*	0,054*	0tn	c

Lampiran 9. Jumlah Daun Bawang Merah 2 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	9,00	9,00	13,00
	2	13,00	13,00	10,00
	3	12,00	13,00	13,00
	4	14,00	19,00	10,00
	5	13,00	12,00	9,00
U2	1	12,00	11,00	10,00
	2	9,00	11,00	11,00
	3	13,00	10,00	16,00
	4	17,00	13,00	9,00
	5	16,00	13,00	0,00
U3	1	11,00	8,00	8,00
	2	11,00	13,00	7,00
	3	16,00	10,00	0,00
	4	11,00	16,00	12,00
	5	15,00	12,00	10,00
U4	1	17,00	10,00	10,00
	2	12,00	10,00	12,00
	3	16,00	13,00	10,00
	4	12,00	12,00	12,00
	5	14,00	14,00	12,00
U5	1	11,00	11,00	11,00
	2	20,00	0,00	15,00
	3	10,00	15,00	13,00
	4	10,00	13,00	7,00
	5	11,00	14,00	16,00
Total		325,00	295,00	256,00
				876,00
Rata-Rata		13,05	11,80	10,24
Rataan Total				11,68

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{12,18}}{11,68} \times 100\% \\
 &= 29,88
 \end{aligned}$$

Tranformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,28	1,28	1,36
	2	1,36	1,36	1,30
	3	1,34	1,36	1,36
	4	1,38	1,46	1,30
	5	1,36	1,34	1,28
U2	1	1,34	1,32	1,30
	2	1,28	1,32	1,32
	3	1,36	1,30	1,41
	4	1,43	1,36	1,28
	5	1,41	1,36	1,00
U3	1	1,32	1,26	1,26
	2	1,32	1,36	1,23
	3	1,41	1,30	1,00
	4	1,32	1,41	1,34
	5	1,40	1,34	1,30
U4	1	1,43	1,30	1,30
	2	1,34	1,30	1,34
	3	1,41	1,36	1,30
	4	1,34	1,34	1,34
	5	1,38	1,38	1,34
U5	1	1,32	1,32	1,32
	2	1,48	1,00	1,40
	3	1,30	1,40	1,36
	4	1,30	1,36	1,23
	5	1,32	1,38	1,41
Total		33,97	33,30	32,25
				99,68
Rata-Rata		1,36	1,33	1,30
Rataan Total				1,33

$$\text{Db total} = n - 1 = 74$$

$$\text{Db perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$\text{Db subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} - \text{db subsampel} = 68$$

$$\text{FK} = \frac{G^2}{\text{r.t.subsampel}}$$

$$= \frac{(99,68)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 132,470$$

$$\text{JKX} = \sum X_i^2 - \text{FK}$$

$$= \{(1,28)^2 + (1,36)^2 + \dots + (1,41)^2\} - 132,470$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,523 \\
 \text{JKT} &= \frac{\sum T_i}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK} \\
 &= \frac{\{(33,97)^2 + (33,30)^2 + (32,41)^2\}}{25} - 132,470 \\
 &= 0,049 \\
 \text{JKG} &= \text{JKX} - \text{JKT} \\
 &= 0,523 - 0,049 \\
 &= 0,474 \\
 \text{KTP} &= \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}} \\
 &= \frac{0,049}{2} \\
 &= 0,025 \\
 \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}} \\
 &= \frac{0,474}{68} \\
 &= 0,007 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\
 &= \frac{0,025}{0,007} \\
 &= 3,522 \\
 \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,007}}{1,33} \times 100\% \\
 &= 6,28
 \end{aligned}$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,049	0,025	3,522*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,474	0,007		
Total	74	0,523			

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

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\
 &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 \cdot (0,007)}}{5} \\
 &= 0,035
 \end{aligned}$$

Uji BNT Jumlah Daun Bawang Merah 2 MST

Dosis	Rataan	1,359	1,332	1,296	notasi
0gy	1,359	0tn			a
3gy	1,332	0,027*	0tn		a
6gy	1,296	0,062*	0,036*	0tn	b

Lampiran 10. Jumlah Daun Bawang Merah 3 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	11,00	12,00	17,00
	2	16,00	14,00	16,00
	3	15,00	15,00	16,00
	4	16,00	23,00	12,00
	5	18,00	13,00	14,00
U2	1	11,00	14,00	14,00
	2	10,00	14,00	16,00
	3	18,00	14,00	21,00
	4	17,00	16,00	14,00
	5	19,00	19,00	0,00
U3	1	16,00	13,00	13,00
	2	13,00	16,00	12,00
	3	20,00	14,00	0,00
	4	10,00	25,00	17,00
	5	15,00	15,00	14,00
U4	1	21,00	9,00	13,00
	2	17,00	14,00	17,00
	3	17,00	14,00	13,00
	4	13,00	14,00	18,00
	5	18,00	16,00	15,00
U5	1	12,00	16,00	12,00
	2	24,00	0,00	22,00
	3	11,00	19,00	15,00
	4	14,00	17,00	12,00
	5	14,00	17,00	21,00
Total		386,00	373,00	354,00
				1113,00
Rata-Rata		15,38	14,92	14,16
Rataan Total				14,84

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{21,10}}{14,84} \times 100\% \\
 &= 30,95
 \end{aligned}$$

Tranformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,32	1,34	1,43
	2	1,41	1,38	1,41
	3	1,40	1,40	1,41
	4	1,41	1,52	1,34
	5	1,45	1,36	1,38
U2	1	1,32	1,38	1,38
	2	1,30	1,38	1,41
	3	1,45	1,38	1,49
	4	1,43	1,41	1,38
	5	1,46	1,46	1,00
U3	1	1,41	1,36	1,36
	2	1,36	1,41	1,34
	3	1,48	1,38	1,00
	4	1,30	1,54	1,43
	5	1,40	1,40	1,38
U4	1	1,49	1,28	1,36
	2	1,43	1,38	1,43
	3	1,43	1,38	1,36
	4	1,36	1,38	1,45
	5	1,45	1,41	1,40
U5	1	1,34	1,41	1,34
	2	1,53	1,00	1,51
	3	1,32	1,46	1,40
	4	1,38	1,43	1,34
	5	1,38	1,43	1,49
Total		35,03	34,69	34,25
				103,03
Rata-Rata		1,40	1,39	1,37
Rataan Total				1,39

$$\text{Db total} = n - 1 = 74$$

$$\text{Db perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$\text{Db subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} - \text{db subsampel} = 68$$

$$\text{FK} = \frac{G^2}{\text{r.t.subsampel}}$$

$$= \frac{(103,97)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 144,135$$

$$\text{JKX} = \sum X_i^2 - \text{FK}$$

$$= \{(1,32)^2 + (1,41)^2 + \dots + (1,49)^2\} - 144,135$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,679 \\
 \text{JKT} &= \frac{\sum Ti}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK} \\
 &= \frac{\{(35,03)^2 + (34,69)^2 + (34,25)^2\}}{25} - 144,135 \\
 &= 0,012 \\
 \text{JKG} &= \text{JKX} - \text{JKT} \\
 &= 0,679 - 0,012 \\
 &= 0,666 \\
 \text{KTP} &= \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}} \\
 &= \frac{0,012}{2} \\
 &= 0,006 \\
 \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}} \\
 &= \frac{0,666}{68} \\
 &= 0,010 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\
 &= \frac{0,006}{0,010} \\
 &= 0,638 \\
 \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,010}}{1,39} \times 100\% \\
 &= 7,14
 \end{aligned}$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,012	0,006	0,638ns	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,666	0,010		
Total	74	0,679			

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

Lampiran 11. Jumlah Daun Bawang Merah 4 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	12,00	16,00	21,00
	2	18,00	15,00	15,00
	3	13,00	12,00	18,00
	4	16,00	24,00	14,00
	5	16,00	16,00	15,00
U2	1	16,00	13,00	15,00
	2	12,00	19,00	16,00
	3	9,00	13,00	28,00
	4	22,00	23,00	14,00
	5	20,00	15,00	0,00
U3	1	22,00	17,00	14,00
	2	12,00	17,00	14,00
	3	12,00	14,00	0,00
	4	19,00	19,00	18,00
	5	12,00	23,00	17,00
U4	1	15,00	12,00	19,00
	2	23,00	14,00	16,00
	3	16,00	14,00	16,00
	4	17,00	11,00	20,00
	5	13,00	18,00	18,00
U5	1	13,00	18,00	12,00
	2	25,00	0,00	24,00
	3	12,00	19,00	17,00
	4	12,00	20,00	14,00
	5	8,00	16,00	24,00
Total		385,00	398,00	399,00
				1182,00
Rata-Rata		15,62	15,92	15,96
Rataan Total				15,76

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{28,27}}{15,76} \times 100\% \\
 &= 33,74
 \end{aligned}$$

Tranformasi data (Log+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,34	1,41	1,49
	2	1,45	1,40	1,40
	3	1,36	1,34	1,45
	4	1,41	1,53	1,38
	5	1,41	1,41	1,40
U2	1	1,41	1,36	1,40
	2	1,34	1,46	1,41
	3	1,28	1,36	1,58
	4	1,51	1,52	1,38
	5	1,48	1,40	1,00
U3	1	1,51	1,43	1,38
	2	1,34	1,43	1,38
	3	1,34	1,38	1,00
	4	1,46	1,46	1,45
	5	1,34	1,52	1,43
U4	1	1,40	1,34	1,46
	2	1,52	1,38	1,41
	3	1,41	1,38	1,41
	4	1,43	1,32	1,48
	5	1,36	1,45	1,45
U5	1	1,36	1,45	1,34
	2	1,54	1,00	1,53
	3	1,34	1,46	1,43
	4	1,34	1,48	1,38
	5	1,26	1,41	1,53
Total		34,96	35,10	34,96
				105,03
Rata-Rata		1,40	1,39	1,37
Rataan Total				1,40

$$Db \text{ total} = n - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{r.t.subsampel}$$

$$= \frac{(105,03)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 147,075$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$= \{(1,34)^2 + (1,45)^2 + \dots + (1,53)^2\} - 147,075$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,801 \\
 \text{JKT} &= \frac{\sum Ti}{r \times \text{subsampel}} - FK \\
 &= \frac{\{(34,96)^2 + (35,10)^2 + (34,96)^2\}}{25} - 147,075 \\
 &= 0,001 \\
 \text{JKG} &= \text{JKX} - \text{JKT} \\
 &= 0,801 - 0,001 \\
 &= 0,800 \\
 \text{KTP} &= \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}} \\
 &= \frac{0,001}{2} \\
 &= 0,0003 \\
 \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}} \\
 &= \frac{0,800}{68} \\
 &= 0,012 \\
 \text{F Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\
 &= \frac{0,0003}{0,012} \\
 &= 0,022 \\
 \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,12}}{1,40} \times 100\% \\
 &= 7,74
 \end{aligned}$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,001	0,0003	0,022ns	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,800	0,012		
Total	74	0,801			

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

Lampiran 12. Jumlah Daun Bawang Merah 5 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	12,00	16,00	26,00
	2	20,00	14,00	17,00
	3	13,00	12,00	18,00
	4	15,00	28,00	12,00
	5	14,00	12,00	14,00
U2	1	10,00	19,00	14,00
	2	10,00	21,00	13,00
	3	24,00	13,00	30,00
	4	18,00	17,00	11,00
	5	23,00	26,00	0,00
U3	1	11,00	14,00	14,00
	2	11,00	22,00	12,00
	3	18,00	12,00	0,00
	4	10,00	26,00	20,00
	5	15,00	13,00	19,00
U4	1	22,00	12,00	19,00
	2	14,00	15,00	15,00
	3	18,00	13,00	19,00
	4	14,00	12,00	19,00
	5	20,00	16,00	16,00
U5	1	11,00	17,00	12,00
	2	26,00	0,00	24,00
	3	10,00	20,00	15,00
	4	12,00	21,00	13,00
	5	9,00	17,00	23,00
Total		380,00	408,00	395,00
				1183,00
Rata-Rata		15,38	16,32	15,80
Rataan Total				15,77

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{36,90}}{15,77} \times 100\% \\
 &= 38,51
 \end{aligned}$$

Tranformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,34	1,41	1,56
	2	1,48	1,38	1,43
	3	1,36	1,34	1,45
	4	1,40	1,58	1,34
	5	1,38	1,34	1,38
U2	1	1,30	1,46	1,38
	2	1,30	1,49	1,36
	3	1,53	1,36	1,60
	4	1,45	1,43	1,32
	5	1,52	1,56	1,00
U3	1	1,32	1,38	1,38
	2	1,32	1,51	1,34
	3	1,45	1,34	1,00
	4	1,30	1,56	1,48
	5	1,40	1,36	1,46
U4	1	1,51	1,34	1,46
	2	1,38	1,40	1,40
	3	1,45	1,36	1,46
	4	1,38	1,34	1,46
	5	1,48	1,41	1,41
U5	1	1,32	1,43	1,34
	2	1,56	1,00	1,53
	3	1,30	1,48	1,40
	4	1,34	1,49	1,36
	5	1,28	1,43	1,52
Total		34,84	35,20	34,84
				104,88
Rata-Rata		1,40	1,41	1,39
Rataan Total				1,40

$$Db \text{ total} = n - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{r.t.subsampel}$$

$$= \frac{(104,88)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 146,657$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$\begin{aligned}
&= \{(1,34)^2 + (1,48)^2 + \dots + (1,52)^2\} - 146,657 \\
&= 0,932 \\
\text{JKT} &= \frac{\sum Ti}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK} \\
&= \frac{\{(34,84)^2 + (35,20)^2 + (34,84)^2\}}{25} - 146,657 \\
&= 0,003 \\
\text{JKG} &= \text{JKX} - \text{JKT} \\
&= 0,932 - 0,003 \\
&= 0,929 \\
\text{KTP} &= \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}} \\
&= \frac{0,003}{2} \\
&= 0,002 \\
\text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}} \\
&= \frac{0,929}{68} \\
&= 0,014 \\
\text{F Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\
&= \frac{0,002}{0,014} \\
&= 0,127 \\
\text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
&= \frac{\sqrt{0,014}}{1,40} \times 100\% \\
&= 8,35
\end{aligned}$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,003	0,002	0,127	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,929	0,014		
Total	74	0,932			

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

Lampiran 13. Data Jumlah Daun Bawang Merah 6 Minggu Setelah Tanam (MST)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	10	14	27
	2	17	11	18
	3	12	10	16
	4	14	23	15
	5	12	11	11
U2	1	11	19	13
	2	11	25	13
	3	26	13	29
	4	17	17	7
	5	22	24	0
U3	1	13	14	11
	2	10	18	8
	3	17	10	0
	4	10	22	21
	5	13	12	20
U4	1	18	12	17
	2	12	15	14
	3	15	16	15
	4	12	11	18
	5	19	16	14
U5	1	9	15	8
	2	27	0	21
	3	9	20	13
	4	10	21	11
	5	12	18	20
Total		358	387	360
				1105
Rata-Rata		14,32	15,48	14,4

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{46,52}}{14,73} \times 100\% \\
 &= 41,02
 \end{aligned}$$

Tranformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,301	1,380	1,568
	2	1,431	1,322	1,447
	3	1,342	1,301	1,414
	4	1,380	1,518	1,397
	5	1,342	1,322	1,322
U2	1	1,322	1,462	1,361
	2	1,322	1,544	1,361
	3	1,556	1,361	1,591
	4	1,431	1,431	1,230
	5	1,505	1,531	1,000
U3	1	1,361	1,380	1,322
	2	1,301	1,447	1,255
	3	1,431	1,301	1,000
	4	1,301	1,505	1,491
	5	1,361	1,342	1,477
U4	1	1,447	1,342	1,431
	2	1,342	1,397	1,380
	3	1,397	1,414	1,397
	4	1,342	1,322	1,447
	5	1,462	1,414	1,380
U5	1	1,278	1,397	1,255
	2	1,568	1,000	1,491
	3	1,278	1,477	1,361
	4	1,301	1,491	1,322
	5	1,342	1,447	1,477
Total		34,453	34,857	34,186
				103,496
Rata-Rata		1,378	1,394	1,367

$$Db \text{ total} = (r \times t \times \text{sub sampel}) - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{r.t.subsampel}$$

$$= \frac{(103,495)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 142,820$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$= \{(1,30)^2 + (1,43)^2 + \dots + (1,57)^2\} - 142,820$$

$$= 0,950$$

$$\text{JKT} = \frac{\sum T_i}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK}$$

$$= \frac{\{(34,453)^2 + (34,857)^2 + (34,186)^2\}}{25} - 142,820$$

$$= 0,009$$

$$\text{JKG} = \text{JKX} - \text{JKT}$$

$$= 0,950 - 0,009$$

$$= 0,941$$

$$\text{KTP} = \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}}$$

$$= \frac{0,009}{2}$$

$$= 0,0045$$

$$\text{KTG} = \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}}$$

$$= \frac{0,941}{68}$$

$$= 0,0138$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KTP}_1}{\text{KTG}}$$

$$= 0,330$$

$$\text{CV} = \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,014}}{1,379} \times 100\%$$

$$= 8,52$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,009	0,0045	0,330ns	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,941	0,0138		

Total	74	0,950
-------	----	-------

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

Lampiran 14. Data Jumlah Anakan Bawang Merah

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	4	4	7
	2	5	5	5
	3	5	4	5
	4	5	6	4
	5	6	5	4
U2	1	4	5	5
	2	4	4	4
	3	7	4	6
	4	6	5	3
	5	6	6	0
U3	1	4	4	5
	2	4	6	3
	3	6	3	0
	4	4	6	6
	5	6	5	5
U4	1	6	3	4
	2	4	4	5
	3	6	4	5
	4	4	4	6
	5	5	5	5
U5	1	4	5	5
	2	7	0	5
	3	4	7	6
	4	3	5	4
	5	4	5	6
Total		123	114	113
				350
Rata-Rata		4,92	4,56	4,52

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{140,24}}{4,66} \times 100\% \\
 &= 30,77
 \end{aligned}$$

Transformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,146	1,146	1,230
	2	1,176	1,176	1,176
	3	1,176	1,146	1,176
	4	1,176	1,204	1,146
	5	1,204	1,176	1,146
U2	1	1,146	1,176	1,176
	2	1,146	1,146	1,146
	3	1,230	1,146	1,204
	4	1,204	1,176	1,113
	5	1,204	1,204	1,000
U3	1	1,146	1,146	1,176
	2	1,146	1,204	1,113
	3	1,204	1,113	1,000
	4	1,146	1,204	1,204
	5	1,204	1,176	1,176
U4	1	1,204	1,113	1,146
	2	1,146	1,146	1,176
	3	1,204	1,146	1,176
	4	1,146	1,146	1,204
	5	1,176	1,176	1,176
U5	1	1,146	1,176	1,176
	2	1,230	1,000	1,176
	3	1,146	1,230	1,204
	4	1,113	1,176	1,146
	5	1,146	1,176	1,204
Total		29,315	29,028	28,970
				87,314
Rata-Rata		1,172	1,161	1,158

$$\text{Db total} = n - 1 = 74$$

$$\text{Db perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$\text{Db subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} - \text{db subsampel} = 68$$

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{G^2}{\text{r.t.subsampel}} \\ &= \frac{(87,314)^2}{5 \times 3 \times 5} \\ &= 101,651 \end{aligned}$$

$$\text{JKX} = \sum X_i^2 - \text{FK}$$

$$= \{(1,146)^2 + (1,176)^2 + \dots + (1,204)^2\} - 101,651$$

$$= 0,147$$

$$\text{JKT} = \frac{\sum Ti^2}{r \times \text{sub sampel}} - \text{FK}$$

$$= \frac{\{(29,315)^2 + (29,028)^2 + (28,970)^2\}}{25} - 101,651$$

$$= 0,0027$$

$$\text{JKG} = \text{JKX} - \text{JKT}$$

$$= 0,147 - 0,002$$

$$= 0,144$$

$$\text{KTP} = \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}}$$

$$= \frac{0,002}{2}$$

$$= 0,0013$$

$$\text{KTG} = \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}}$$

$$= \frac{0,144}{68}$$

$$= 0,0021$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}}$$

$$= 0,640$$

$$\text{CV} = \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,0021}}{1,164} \times 100\%$$

$$= 3,96$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,002	0,001	0,640ns	3,13
Subsampel	4				
Galat	68	0,144	0,002		

Total	74	0,147
-------	----	-------

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

Lampiran 15. Data Jumlah Umbi Bawang Merah

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	4	5	7
	2	6	5	0
	3	4	4	5
	4	5	7	4
	5	7	5	3
U2	1	4	5	4
	2	4	6	4
	3	7	5	8
	4	6	5	0
	5	7	8	0
U3	1	4	5	5
	2	4	6	3
	3	7	4	0
	4	4	9	5
	5	6	5	6
U4	1	8	3	6
	2	5	5	4
	3	7	5	4
	4	5	4	7
	5	5	5	4
U5	1	5	5	4
	2	8	0	8
	3	5	7	5
	4	4	6	4
	5	6	6	8
Total		137	130	108
				375
Rata-Rata		5,48	5,2	4,32

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{3,73}}{5} \times 100\% \\
 &= 38,63
 \end{aligned}$$

Transformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
-----cm-----				
U1	1	1,146	1,176	1,230
	2	1,204	1,176	1,000
	3	1,146	1,146	1,176
	4	1,176	1,230	1,146
	5	1,230	1,176	1,113
U2	1	1,146	1,176	1,146
	2	1,146	1,204	1,146
	3	1,230	1,176	1,255
	4	1,204	1,176	1,000
	5	1,230	1,255	1,000
U3	1	1,146	1,176	1,176
	2	1,146	1,204	1,113
	3	1,230	1,146	1,000
	4	1,146	1,278	1,176
	5	1,204	1,176	1,204
U4	1	1,255	1,113	1,204
	2	1,176	1,176	1,146
	3	1,230	1,176	1,146
	4	1,176	1,146	1,230
	5	1,176	1,176	1,146
U5	1	1,176	1,176	1,146
	2	1,255	1,000	1,255
	3	1,176	1,230	1,176
	4	1,146	1,204	1,146
	5	1,204	1,204	1,255
Total		29,704	29,476	28,736
				87,917
Rata-Rata		1,188	1,179	1,149

$$Db \text{ total} = n - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{r.t.subsampel}$$

$$= \frac{(87,917)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 103,060$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$= \{(1,146)^2 + (1,204)^2 + \dots + (1,255)^2\} - 103,060$$

$$= 0,265$$

$$\text{JKT} = \frac{\sum T_i}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK}$$

$$= \frac{\{(29,704)^2 + (29,476)^2 + (28,736)^2\}}{25} - 103,060$$

$$= 0,020$$

$$\text{JKG} = \text{JKX} - \text{JKT}$$

$$= 0,265 - 0,020$$

$$= 0,244$$

$$\text{KTP} = \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}}$$

$$= \frac{0,265}{2}$$

$$= 0,010$$

$$\text{KTG} = \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}}$$

$$= \frac{0,244}{68}$$

$$= 0,003$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}}$$

$$= 2,850$$

$$\text{CV} = \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,003}}{1,164} \times 100\%$$

$$= 5,11$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,020	0,010	2,850tn	3,13
Subsampel	4				
Galat	68	0,244	0,003		

Total 74 0,265

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

Lampiran 16. Data Berat Basah Bawang Merah

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	11,70	6,48	10,03
	2	11,56	8,02	0,00
	3	10,95	10,98	8,30
	4	13,98	18,83	10,74
	5	23,94	14,03	6,44
U2	1	7,14	13,31	10,24
	2	9,95	14,99	7,99
	3	19,20	11,18	13,48
	4	25,46	10,70	0,00
	5	25,05	25,77	0,00
U3	1	8,50	15,54	9,46
	2	20,24	20,43	12,08
	3	19,10	15,07	0,00
	4	17,33	20,65	10,83
	5	13,62	10,80	13,06
U4	1	17,37	8,34	12,08
	2	21,61	13,94	11,47
	3	22,62	15,28	9,58
	4	17,33	9,39	13,40
	5	13,62	16,93	10,11
U5	1	13,72	10,17	13,56
	2	27,10	0,00	16,41
	3	13,50	24,56	15,31
	4	17,30	23,86	11,60
	5	10,43	23,06	11,87
Total		412,32	362,31	238,04
				1012,67
Rata-Rata		16,49	14,49	9,52

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{33,15}}{13,50} \times 100\% \\
 &= 42,64
 \end{aligned}$$

Transformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,336	1,216	1,301
	2	1,333	1,255	1,000
	3	1,321	1,321	1,262
	4	1,379	1,459	1,316
	5	1,530	1,380	1,215
U2	1	1,234	1,367	1,306
	2	1,299	1,397	1,255
	3	1,465	1,325	1,370
	4	1,549	1,315	1,000
	5	1,544	1,553	1,000
U3	1	1,267	1,407	1,289
	2	1,480	1,483	1,343
	3	1,463	1,399	1,000
	4	1,436	1,486	1,318
	5	1,373	1,318	1,362
U4	1	1,437	1,263	1,343
	2	1,499	1,379	1,331
	3	1,513	1,402	1,291
	4	1,436	1,287	1,369
	5	1,373	1,430	1,303
U5	1	1,375	1,304	1,372
	2	1,569	1,000	1,421
	3	1,371	1,538	1,403
	4	1,436	1,529	1,334
	5	1,310	1,519	1,339
Total		35,339	34,345	31,855
				101,540
Rata-Rata		1,413	1,373	1,274

$$\text{Db total} = n - 1 = 74$$

$$\text{Db perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$\text{Db subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} - \text{db subsampel} = 68$$

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{G^2}{\text{r.t.subsampel}} \\
 &= \frac{(101,540)^2}{5 \times 3 \times 5} \\
 &= 137,472
 \end{aligned}$$

$$\text{JKX} = \sum X_i^2 - \text{FK}$$

$$= \{(1,336)^2 + (1,333)^2 + \dots + (1,339)^2\} - 137,472$$

$$= 1,230$$

$$\text{JKT} = \frac{\sum T_i}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK}$$

$$= \frac{\{(35,339)^2 + (34,345)^2 + (31,855)^2\}}{25} - 137,472$$

$$= 0,257$$

$$\text{JKG} = \text{JKX} - \text{JKT}$$

$$= 1,230 - 0,257$$

$$= 0,973$$

$$\text{KTP} = \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}}$$

$$= \frac{0,257}{2}$$

$$= 0,128$$

$$\text{KTG} = \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}}$$

$$= \frac{0,973}{68}$$

$$= 0,014$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}}$$

$$= 9,004$$

$$\text{CV} = \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,014}}{1,353} \times 100\%$$

$$= 8,83$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,257	0,128	9,004*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,973	0,014		

Total	74	1,230
-------	----	-------

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

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\
 &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 \cdot (0,014)}}{r} \\
 &= 0,0513
 \end{aligned}$$

Uji BNT Berat Basah Umbi

Dosis	Rataan	1,41359	1,37382	1,27421	notasi
0gy	1,41359	0tn			a
3gy	1,37382	0,03977tn	0tn		a
6gy	1,27421	0,13938*	0,0996*	0tn	b

Lampiran 17. Data ANR Bawang Merah

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	0,00	49,70	43,32
	2	0,00	44,79	46,51
	3	48,15	47,07	45,17
	4	45,60	50,29	46,83
	5	0,00	45,17	41,19
U2	1	0,00	45,35	40,55
	2	0,00	44,15	25,23
	3	42,36	48,35	45,78
	4	43,77	47,83	50,82
	5	27,11	44,04	0,00
U3	1	0,00	48,95	46,89
	2	47,85	48,72	50,19
	3	0,00	45,75	0,00
	4	42,06	48,75	41,04
	5	0,00	50,06	46,23
U4	1	0,00	34,24	49,65
	2	23,47	37,89	47,85
	3	0,00	48,76	45,43
	4	0,00	57,31	49,00
	5	44,74	46,27	56,59
U5	1	0,00	33,87	44,10
	2	34,62	0,00	26,95
	3	0,00	39,43	45,67
	4	0,00	36,34	39,67
	5	0,00	49,17	45,85
Total				
Rata-Rata		15,98	43,69	40,82

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{259,34}}{33,49} \times 100\% \\
 &= 48,07
 \end{aligned}$$

Transformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,00	1,77	1,72
	2	1,00	1,73	1,75
	3	1,76	1,75	1,74
	4	1,74	1,78	1,75
	5	1,00	1,74	1,70
U2	1	1,00	1,74	1,70
	2	1,00	1,73	1,54
	3	1,71	1,76	1,74
	4	1,73	1,76	1,78
	5	1,56	1,73	1,00
U3	1	1,00	1,77	1,75
	2	1,76	1,76	1,77
	3	1,00	1,74	1,00
	4	1,71	1,76	1,70
	5	1,00	1,77	1,74
U4	1	1,00	1,64	1,77
	2	1,52	1,68	1,76
	3	1,00	1,76	1,74
	4	1,00	1,82	1,77
	5	1,73	1,75	1,82
U5	1	1,00	1,64	1,73
	2	1,64	1,00	1,56
	3	1,00	1,69	1,74
	4	1,00	1,66	1,69
	5	1,00	1,77	1,74
Total		31,91	42,81	41,82
				116,55
Rata-Rata		1,27	1,71	1,67

$$Db \text{ total} = n - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{r.t.subsampel}$$

$$= \frac{(116,555)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 181,134$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$= \{(1,000)^2 + (1,000)^2 + \dots + (1,747)^2\} - 181,134$$

$$= 7,484$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \frac{\sum T_i}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK} \\ &= \frac{\{(31,919)^2 + (42,811)^2 + (41,823)^2\} - 181,134}{25} \\ &= 2,902 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKX} - \text{JKT} \\ &= 7,484 - 2,902 \\ &= 4,581 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KTP} &= \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}} \\ &= \frac{2,902}{2} \\ &= 1,451 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}} \\ &= \frac{4,581}{68} \\ &= 0,067 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\ &= 21,538 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{0,067}}{1,55} \times 100\% \\ &= 16,70 \end{aligned}$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	2,902	1,4510	21,538*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	4,581	0,0673		
Total	74	7,484			

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

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\
 &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 .(0,0673)}}{r} \\
 &= 0,1113
 \end{aligned}$$

Uji BNT ANR

Dosis	Rataan	1,71246	1,67294	1,27680	Notasi
3gy	1,71246	0tn			a
6gy	1,67294	0,03952tn	0tn		a
0gy	1,27680	0,43566*	0,39614*	0tn	b

Lampiran 18. Data Klorofil a Bawang Merah

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	0,00	0,27	0,30
	2	0,00	0,11	0,28
	3	0,18	0,12	0,27
	4	0,14	0,20	0,27
	5	0,00	0,12	0,10
U2	1	0,00	0,27	0,15
	2	0,00	0,30	0,26
	3	0,36	0,27	0,33
	4	0,16	0,22	1,38
	5	0,26	0,20	0,00
U3	1	0,00	0,22	0,31
	2	0,20	0,18	0,19
	3	0,00	0,22	0,00
	4	0,14	0,22	0,19
	5	0,00	0,12	0,24
U4	1	0,00	0,26	0,31
	2	0,12	0,27	0,22
	3	0,00	0,25	0,21
	4	0,00	0,23	0,24
	5	0,25	0,20	0,18
U5	1	0,00	0,17	0,18
	2	0,15	0,00	0,24
	3	0,00	0,21	0,28
	4	0,00	0,24	0,18
	5	0,00	0,21	0,21
Total		2,01	5,18	6,62
				13,83
Rata-Rata		0,08	0,20	0,26

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,027}}{0,18} \times 100\% \\
 &= 89,97
 \end{aligned}$$

Transformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,00	1,01	1,01
	2	1,00	1,00	1,01
	3	1,00	1,00	1,01
	4	1,00	1,00	1,01
	5	1,00	1,00	1,00
U2	1	1,00	1,01	1,00
	2	1,00	1,01	1,01
	3	1,01	1,01	1,01
	4	1,00	1,00	1,05
	5	1,01	1,00	1,00
U3	1	1,00	1,00	1,01
	2	1,00	1,00	1,00
	3	1,00	1,00	1,00
	4	1,00	1,00	1,00
	5	1,00	1,00	1,01
U4	1	1,00	1,01	1,01
	2	1,00	1,01	1,00
	3	1,00	1,01	1,00
	4	1,00	1,01	1,01
	5	1,01	1,00	1,00
U5	1	1,00	1,00	1,00
	2	1,00	1,00	1,01
	3	1,00	1,00	1,01
	4	1,00	1,01	1,00
	5	1,00	1,00	1,00
Total		25,17	25,22	25,28
				75,67
Rata-Rata		1,00	1,00	1,01

$$\text{Db total} = n - 1 = 74$$

$$\text{Db perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$\text{Db subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$\text{Db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} - \text{db subsampel} = 68$$

$$\text{FK} = \frac{G^2}{\text{r.t.subsampel}}$$

$$= \frac{(75,590)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 76,185$$

$$\text{JKX} = \sum X_i^2 - \text{FK}$$

$$= \{(1,000)^2 + (1,000)^2 + \dots + (1,009)^2\} - 76,185$$

$$= 0,0039$$

$$\text{JKT} = \frac{\sum T_i}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK}$$

$$= \frac{\{(25,173)^2 + (25,222)^2 + (25,281)^2\}}{25} - 76,185$$

$$= 0,0007$$

$$\text{JKG} = \text{JKX} - \text{JKT}$$

$$= 0,0039 - 0,0007$$

$$= 0,0032$$

$$\text{KTP} = \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}}$$

$$= \frac{0,0007}{2}$$

$$= 0,0003$$

$$\text{KTG} = \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}}$$

$$= \frac{0,0031}{68}$$

$$= 0,0000464$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}}$$

$$= 8,602$$

$$\text{CV} = \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,0000464}}{1,007} \times 100\%$$

$$= 0,67$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,0007	0,0003	8,602*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,0032	0,0000464		

Total	74	0,0039
-------	----	--------

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

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\
 &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 \cdot (0,0000464)}}{5} \\
 &= 0,0029
 \end{aligned}$$

Uji BNT Klorofil a

Dosis	Rataan	1,01125	1,00891	1,00346	Notasi
6gy	1,01125	0tn			a
3gy	1,00891	0,00234tn	0tn		a
0gy	1,00346	0,00779*	0,00545*	0tn	b

Lampiran 19. Klorofil b Bawang Merah

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	0,00	0,12	0,16
	2	0,00	0,13	0,10
	3	0,25	0,17	0,12
	4	0,18	0,20	0,13
	5	0,00	0,20	0,07
U2	1	0,00	0,19	0,09
	2	0,00	0,14	0,11
	3	0,08	0,13	0,16
	4	0,20	0,19	0,69
	5	0,09	0,20	0,00
U3	1	0,00	0,18	0,11
	2	0,23	0,18	0,11
	3	0,00	0,16	0,00
	4	0,19	0,17	0,11
	5	0,00	0,16	0,13
U4	1	0,00	0,21	0,15
	2	0,19	0,16	0,12
	3	0,00	0,10	0,10
	4	0,00	0,16	0,11
	5	0,20	0,23	0,08
U5	1	0,00	0,17	0,15
	2	0,18	0,00	0,11
	3	0,00	0,22	0,11
	4	0,00	0,21	0,09
	5	0,00	0,22	0,14
Total		1,82	4,29	3,34
				9,46
Rata-Rata		0,07	0,17	0,13

$$\begin{aligned}
 \text{CV} &= \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,009}}{9,467} \times 100\% \\
 &= 77,59
 \end{aligned}$$

Transformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,00	1,00	1,00
	2	1,00	1,00	1,00
	3	1,01	1,00	1,00
	4	1,00	1,00	1,00
	5	1,00	1,00	1,00
U2	1	1,00	1,00	1,00
	2	1,00	1,00	1,00
	3	1,00	1,00	1,00
	4	1,00	1,00	1,02
	5	1,00	1,00	1,00
U3	1	1,00	1,00	1,00
	2	1,01	1,00	1,00
	3	1,00	1,00	1,00
	4	1,00	1,00	1,00
	5	1,00	1,00	1,00
U4	1	1,00	1,00	1,00
	2	1,00	1,00	1,00
	3	1,00	1,00	1,00
	4	1,00	1,00	1,00
	5	1,00	1,01	1,00
U5	1	1,00	1,00	1,00
	2	1,00	1,00	1,00
	3	1,00	1,00	1,00
	4	1,00	1,00	1,00
	5	1,00	1,00	1,00
Total		25,07	25,18	25,14
Rata-Rata		1,00	1,00	1,00

$$Db \text{ total} = n - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{\text{r.t.subsampel}}$$

$$= \frac{(75,405)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 75,816$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$= \{(1,000)^2 + (1,000)^2 + \dots + (1,006)^2\} - 75,816$$

$$= 0,0014$$

$$\text{JKT} = \frac{\sum T_i}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK}$$

$$= \frac{\{(25,078)^2 + (25,184)^2 + (25,143)^2\}}{25} - 75,816$$

$$= 0,0002$$

$$\text{JKG} = \text{JKX} - \text{JKT}$$

$$= 0,0014 - 0,0002$$

$$= 0,0012$$

$$\text{KTP} = \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}}$$

$$= \frac{0,0002}{2}$$

$$= 0,000115$$

$$\text{KTG} = \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}}$$

$$= \frac{0,0012}{68}$$

$$= 0,0000172$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}}$$

$$= 6,675$$

$$\text{CV} = \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,0000172}}{1,005} \times 100\%$$

$$= 0,41$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,0002	0,000115	6,675*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,0012	0,0000172		

Total	74	0,0014
-------	----	--------

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

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\ &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 \cdot (0,0000172)}}{r} \\ &= 0,0017 \end{aligned}$$

Uji BNT Klorofil b

Dosis	Rataan	1,0074	1,00574	1,00314	Notasi
3gy	1,0074	0tn			a
6gy	1,00574	0,00166tn	0tn		a
0gy	1,00314	0,00425*	0,0026*	0tn	b

Lampiran 20. Data Klorofil Total (a+b) Bawang Merah

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	0,00	0,40	0,46
	2	0,00	0,25	0,39
	3	0,43	0,30	0,40
	4	0,33	0,40	0,40
	5	0,00	0,33	0,18
U2	1	0,00	0,46	0,25
	2	0,00	0,44	0,37
	3	0,45	0,41	0,49
	4	0,37	0,42	2,07
	5	0,35	0,40	0,00
U3	1	0,00	0,40	0,42
	2	0,44	0,36	0,31
	3	0,00	0,39	0,00
	4	0,34	0,39	0,30
	5	0,00	0,28	0,37
U4	1	0,00	0,46	0,47
	2	0,32	0,44	0,35
	3	0,00	0,35	0,31
	4	0,00	0,40	0,35
	5	0,45	0,43	0,27
U5	1	0,00	0,35	0,34
	2	0,33	0,00	0,35
	3	0,00	0,43	0,39
	4	0,00	0,45	0,28
	5	0,00	0,44	0,36
Total		3,84	9,48	9,96
				23,29
Rata-Rata		0,15	0,37	0,39

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KTG}}{\text{Rataan total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,065}}{0,310} \times 100\% \\
 &= 82,116
 \end{aligned}$$

Transformasi data (Log10+10)

Ulangan	Tanaman	Dosis Penyinaran		
		0 Gy	3 Gy	6 Gy
		-----cm-----		
U1	1	1,00	1,01	1,01
	2	1,00	1,01	1,01
	3	1,01	1,01	1,01
	4	1,01	1,01	1,01
	5	1,00	1,01	1,00
U2	1	1,00	1,01	1,01
	2	1,00	1,01	1,01
	3	1,01	1,01	1,02
	4	1,01	1,01	1,08
	5	1,01	1,01	1,00
U3	1	1,00	1,01	1,01
	2	1,01	1,01	1,01
	3	1,00	1,01	1,00
	4	1,01	1,01	1,01
	5	1,00	1,01	1,01
U4	1	1,00	1,01	1,01
	2	1,01	1,01	1,01
	3	1,00	1,01	1,01
	4	1,00	1,01	1,01
	5	1,01	1,01	1,01
U5	1	1,00	1,01	1,01
	2	1,01	1,00	1,01
	3	1,00	1,01	1,01
	4	1,00	1,01	1,01
	5	1,00	1,01	1,01
Total		25,16	25,40	25,41
				75,98
Rata-Rata		1,00	1,01	1,01

$$Db \text{ total} = n - 1 = 74$$

$$Db \text{ perlakuan} = t - 1 = 2$$

$$Db \text{ subsampel} = ss - 1 = 4$$

$$Db \text{ galat} = db \text{ total} - db \text{ perlakuan} - db \text{ subsampel} = 68$$

$$FK = \frac{G^2}{r.t.subsampel}$$

$$= \frac{(75,986)^2}{5 \times 3 \times 5}$$

$$= 76,985$$

$$JKX = \sum Xi^2 - FK$$

$$= \{(1,000)^2 + (1,000)^2 + \dots + (1,015)^2\} - 76,985$$

$$= 0,0087$$

$$\text{JKT} = \frac{\sum T_i}{r \times \text{subsampel}} - \text{FK}$$

$$= \frac{\{(25,163)^2 + (25,404)^2 + (25,418)^2\}}{25} - 76,985$$

$$= 0,0016$$

$$\text{JKG} = \text{JKX} - \text{JKT}$$

$$= 0,0087 - 0,0016$$

$$= 0,0071$$

$$\text{KTP} = \frac{\text{JKT}}{\text{db perlakuan}}$$

$$= \frac{0,0016}{2}$$

$$= 0,0008$$

$$\text{KTG} = \frac{\text{JKG}}{\text{db galat}}$$

$$= \frac{0,0071}{68}$$

$$= 0,0001$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}}$$

$$= 7,821$$

$$\text{CV} = \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{Rataan total}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,0001}}{1,013} \times 100\%$$

$$= 1,01$$

Daftar analisis ragam (ANOVA)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,0016	0,0008	7,821*	3,13
Subsampil Galat	68	0,0071	0,0001		

Total	74	0,0087
-------	----	--------

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

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{\alpha} \frac{\sqrt{2 (S^2)}}{r} \\
 &= 0,6781 \frac{\sqrt{2 \cdot (0,000105)}}{r} \\
 &= 0,0043
 \end{aligned}$$

Uji BNT Klorofil Total

Dosis	Rataan	1,01674	1,01616	1,00655	Notasi
6gy	1,01674	0tn			a
3gy	1,01616	0,00058tn	0tn		a
0gy	1,00655	0,01019*	0,00962*	0tn	b

Lampiran 21. Heritabilitas Bawang Merah

1. Berat Basah Umbi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,257	0,128	9,004*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,973	0,014		
Total	74	1,230			

Ragam-E = $KT(\text{Galat}) \text{ ANOVA} = 0,014$

Ragam-G = $[(KT(\text{Perlakuan}) - KT(\text{Galat})) / \text{ulangan}]$
 $= (0,128 - 0,014) / 5$
 $= 0,0228$

Ragam-F = $\text{Ragam-G} + \text{Ragam-E}$
 $= 0,0368$

HE = $\frac{\text{Ragam-G}}{\text{Ragam-F}} \times 100\%$
 $= [(0,0228) / (0,0368)] \times 100\%$
 $= 61,96\% \text{ (TINGGI)}$

2. Aktivitas Nitrat Reduktase

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	2,902	1,451	21,538*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	4,581	0,067		
Total	74	7,484			

Ragam-E = $KT(\text{Galat}) \text{ ANOVA} = 0,067$

Ragam-G = $[(KT(\text{Perlakuan}) - KT(\text{Galat})) / \text{ulangan}]$
 $= (1,451 - 0,067) / 5$
 $= 0,2768$

Ragam-F = $\text{Ragam-G} + \text{Ragam-E}$
 $= 0,0368$

HE = $\frac{\text{Ragam-G}}{\text{Ragam-F}} \times 100\%$
 $= [(0,2768) / (0,0368)] \times 100\%$
 $= 80,51\% \text{ (TINGGI)}$

3. KLO-a

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,0007	0,0003	8,602*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,0032	0,0000464		
Total	74	0,0039			

$$\begin{aligned}
 \text{Ragam-E} &= \text{KT(Galat) ANOVA} = 0,0000464 \\
 \text{Ragam-G} &= [(\text{KT(Perlakuan)} - \text{KT(Galat)}) / \text{ulangan}] \\
 &= (0,0003 - 0,0000464) / 5 \\
 &= 0,00005072 \\
 \text{Ragam-F} &= \text{Ragam-G} + \text{Ragam-E} \\
 &= 0,00009712 \\
 \text{HE} &= \frac{\text{Ragam-G}}{\text{Ragam-F}} \times 100\% \\
 &= [(0,0000464) / (0,00009712)] \times 100\% \\
 &= 52,22\% \text{ (TINGGI)}
 \end{aligned}$$

4. Klorofil-b

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,0002	0,000115	6,675*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,0012	0,0000172		
Total	74	0,0014			

$$\begin{aligned}
 \text{Ragam-E} &= \text{KT(Galat) ANOVA} = 0,0000172 \\
 \text{Ragam-G} &= [(\text{KT(Perlakuan)} - \text{KT(Galat)}) / \text{ulangan}] \\
 &= (0,000115 - 0,0000172) / 5 \\
 &= 0,00001956 \\
 \text{Ragam-F} &= \text{Ragam-G} + \text{Ragam-E} \\
 &= 0,00003676 \\
 \text{HE} &= \frac{\text{Ragam-G}}{\text{Ragam-F}} \times 100\% \\
 &= [(0,0000172) / (0,00003676)] \times 100\% \\
 &= 53,21\% \text{ (TINGGI)}
 \end{aligned}$$

5. KLO-ab

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	2	0,0016	0,0008	7,821*	3,13
Subsampil	4				
Galat	68	0,0071	0,0001		
Total	74	0,0087			

$$\begin{aligned}
 \text{Ragam-E} &= \text{KT(Galat) ANOVA} = 0,0001 \\
 \text{Ragam-G} &= [(\text{KT(Perlakuan)} - \text{KT(Galat)}) / \text{ulangan}] \\
 &= (0,0008 - 0,0001) / 5 \\
 &= 0,00014 \\
 \text{Ragam-F} &= \text{Ragam-G} + \text{Ragam-E} \\
 &= 0,00024 \\
 \text{HE} &= \frac{\text{Ragam-G}}{\text{Ragam-F}} \times 100\% \\
 &= [(0,0001) / (0,00024)] \times 100\% \\
 &= 58,33\% \text{ (TINGGI)}
 \end{aligned}$$

Heretabilitas (HE) Bawang Merah

Karakter	RAGAM-G	RAGAM-E	RAGAM-F	HE(%)	Kriteria
Berat Basah	0,0228	0,014	0,0368	61,96	Tinggi
Klorofil a	0,00005072	0,0000464	0,00009712	52,22	Tinggi
Klorofil b	0,00001956	0,0000172	0,00003676	53,21	Tinggi
Klorofil Total	0,00014	0,0001	0,00024	58,33	Tinggi
ANR	0,2768	0,067	0,3438	80,51	Tinggi

Kriteria nilai Heretabilitas (HE)

< 20%	= rendah
20 – 50%	= cukup tingi
> 50%	= tinggi

Lampiran 22. Perhitungan Dosis Pemupukan Bawang Merah

Dosis Pemupukan yang dianjurkan:

Pupuk organik

$$\begin{aligned}
 \text{Pupuk kandang ayam} &= 6 \text{ ton/ha} \\
 &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Volume tanah 1 ha}} \times \text{Dosis pupuk} \times 1000 \text{ g} \\
 &= \frac{5}{2.000.000} \times 6000 \text{ kg/ha} \times 1000 \text{ g} \\
 &= 150 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Pupuk anorganik

$$\begin{aligned}
 \text{N (Urea)} &= 200 \text{ kg/ha} \\
 &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Volume tanah 1 ha}} \times \text{Dosis pupuk} \times 1000 \text{ g} \\
 &= \frac{5}{2.000.000} \times 200 \text{ kg/ha} \times 1000 \text{ g} \\
 &= 0,5 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{P (SP-36)} &= 250 \text{ kg/ha} \\
 &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Volume tanah 1 ha}} \times \text{Dosis pupuk} \times 1000 \text{ g} \\
 &= \frac{5}{2.000.000} \times 250 \text{ kg/ha} \times 1000 \text{ g} \\
 &= 0,625 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{K (KCl)} &= 200 \text{ kg/ha} \\
 &= \frac{\text{Volume tanah}}{\text{Volume tanah 1 ha}} \times \text{Dosis pupuk} \times 1000 \text{ g} \\
 &= \frac{5}{2.000.000} \times 200 \text{ kg/ha} \times 1000 \text{ g} \\
 &= 0,5 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Lampiran 13. Dokumentasi Kegiatan



Pembuatan Media Tanam



Penataan petak perlakuan



Penyiapan Bibit Bawang Merah



Penimbangan Pupuk



Iradiasi bahan tanam (umbi) bawang merah



Pengukuran tinggi tanaman



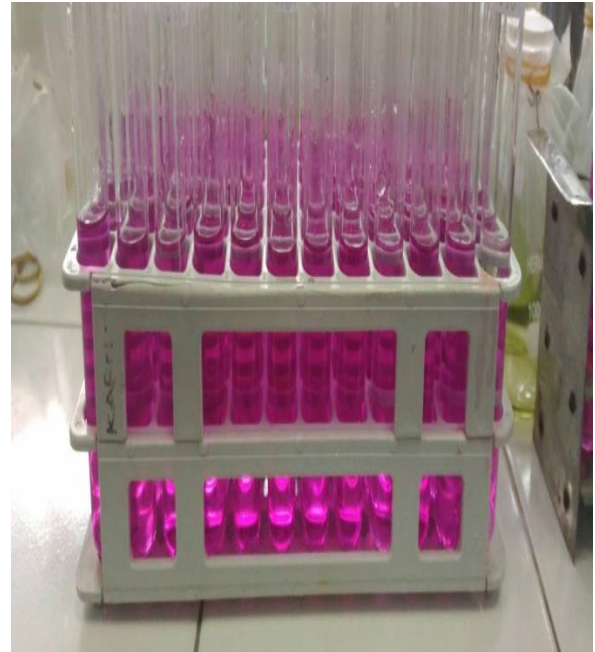
Sampel analisis kandungan klorofil



Sampel analisis ANR



Inkubasi sampel analisis ANR



Sampel running spektrofotometer



Running spektrofotometer kandungan klorofil dan ANR bawang merah

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Lika Alfariatna, lahir di Batang pada tanggal 3 Juli 1996. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Kantiyono dengan Ibu Linah. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Surjo 3 lulus pada tahun 2007, SMPN 1 Bawang lulus pada tahun 2010, dan SMAN 1 Bawang 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. Penulis berhasil mempertahankan Laporan Praktek Kerja Lapang yang berjudul **“Perakitan Varietas Unggul Kentang (*Solanalum tuberosum*) Di Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Bandung, Jawa Barat”** pada tanggal 10 Januari 2017. Penulis aktif menjadi asisten praktikum mata kuliah Teknologi Benih dan Pemuliaan Tanaman. Sampai saat ini penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S1 Agroekoteknologi Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang.