

**VIABILITAS BENIH KEDELAI (*Glycine max* L.) VARIETAS DEGA-1
MUTANT-1 (M1) HASIL IRADIASI SINAR GAMMA**

SKRIPSI

Oleh:
AHIDA SALSABILA
NIM.200602110107



PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025

**VIABILITAS BENIH KEDELAI (*Glycine max* L.) VARIETAS DEGA-1
MUTANT-1 (M1) HASIL IRADIASI SINAR GAMMA**

SKRIPSI

**Oleh:
AHIDA SALSABILA
NIM. 200602110107**

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

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

VIABILITAS BENIH KEDELAI (*Glycine max* L.) VARIETAS DEGA-1
MUTANT-1 (M1) HASIL IRADIASI SINAR GAMMA

SKRIPSI

Oleh :
AHIDA SALSABILA
NIM. 200602110107

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal _____ 2025

Pembimbing I

Pembimbing II



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



Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I.
NIPT. 201402011409

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



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

**VIABILITAS BENIH KEDELAI (*Glycine max* L.) VARIETAS DEGA-1
MUTANT-1 (M1) HASIL IRADIASI SINAR GAMMA**

SKRIPSI

Oleh :
AHIDA SALSABILA
NIM. 200602110107

Telah dipertahankan
Di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai Salah satu
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Tanggal: 20 Juni 2025

Ketua Penguji	: Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd. NIP. 19630114 199903 1 001	(.....)
Anggota Penguji 1	: Azizatur Rahmah, M.Sc. NIP. 19860930 20160801 2 065	(.....)
Anggota Penguji 2	: Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. NIP. 19741018 200312 2 002	(.....)
Anggota Penguji 3	: Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I. NIP. 20142011409	(.....)

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan kepada semua pihak yang telah mendukung penulis dalam menyusun skripsi, khususnya:

1. Kedua orang tua penulis Bapak Edy Sugrianto dan Ibu Siti Uripah yang senantiasa mendo'akan, memberi dukungan baik moral maupun materi, motivasi, dan menjadi penyemangat penulis dalam melaksanakan penelitian.
2. Kedua kakak penulis Sayyida Zulafaul Laiyina dan Ahmad Sahal Arofi yang senantiasa mendo'akan, memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
3. Keluarga besar Bani Ilyas Bulik Umi Faridah, Pakdhe Imam Asfaly, Bulik Binti Rohmatul Laily, Om Hari Purwoko, Mbak Nur Siti Akhdiani, Mas Suliswanto, Nida Istaufa, Najwa Istaufa, A. Dziky Dzakaria, Dinda Rasna, Husein Khalid, Sabil Hawari yang senantiasa mendo'akan, memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
4. Teman-teman penulis Ferrenanda Wafiq Azizah, Salwa Billa Mirza, Isna Azizatul, Apriliana Vivianti, Aken Aulia, dan seluruh Anggota 6 IPA juga Gr24 yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
5. Teman-teman penulis Himmatul Hurria, Elma Naviana, Umi Nur, Leony Regina, Mulinda Idayanti yang telah menemani, meluangkan waktu, serta mencurahkan tenaga dan pikirannya selama proses penelitian dan penulisan skripsi.
6. Teman-teman penulis Halima Novita, Wiwit Widya, Rahayuningsih, seluruh Anggota BIOGENC 2020 khususnya teman-teman Biologi B 2020 yang telah kebersamai penulis selama perkuliahan.
7. Terakhir, untuk diri sendiri Ahida Salsabila terima kasih telah mampu menyelesaikan perjalanan panjang dalam menuntut ilmu.

Malang, 04 Juni 2025

Ahida Salsabila

MOTTO

“Setinggi apapun harapan, tidak akan meruntuhkan tembok takdir”

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahida Salsabila

NIM : 200602110107

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Dega-I Mutant-I (M1) Hasil Iradiasi Sinar Gamma

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

Malang, 25 Juni 2025

buat pernyataan



Ahida Salsabila

NIM. 200602110107

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine Max* L.) Varietas Dega-1 Mutant-1 (M1) Hasil Iradiasi Sinar Gamma

Ahida Salsabila, Evika Sandi Savitri, M. Mukhlis Fahrudin

Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang.

ABSTRAK

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan satu diantara komoditas pangan utama di Indonesia, yang menempati urutan ketiga setelah padi dan jagung. Kedelai memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, kandungan gizi yang tinggi, nilai ekonomis yang tinggi dan peluang besar untuk pasar dalam negeri, namun tingkat produksi rendah. Satu diantara upaya untuk meningkatkan produktivitas kedelai yaitu dengan pemuliaan tanaman baik secara konvensional maupun teknik mutasi. Pemilihan varietas dalam pemuliaan tanaman merupakan hal penting, maka pada penelitian ini menggunakan kedelai unggul varietas Dega-1 yang telah diberi perlakuan sinar gamma dengan dosis 0 Gy (kontrol), 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui viabilitas dan kualitas perkecambahan kedelai. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 3 ulangan. Benih kedelai dikecambahkan menggunakan metode UKDdp. Variabel pengamatan pada penelitian ini yaitu viabilitas (daya perkecambahan, panjang hipokotil, panjang radikula) dan kualitas perkecambahan (kecambah normal dan abnormal). Pengamatan dilakukan pada hari ke-7. Analisis data yang digunakan yaitu ANAVA dan menggunakan SPSS 27.0 kemudian diuji lanjut dengan uji jarak duncan (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan R0 (kontrol) menunjukkan viabilitas terbaik. Kualitas perkecambahan perlakuan R0 (kontrol) juga menunjukkan rata-rata kecambah normal terbaik. Penurunan viabilitas mulai terlihat pada perlakuan R1 (50 Gy) dan R2 (100 Gy), namun persentase daya berkecambahnya masih memenuhi standar viabilitas Benih Sebar (BR) medium SNI (65%).

Kata kunci: *Glycine max* L. varietas Dega-1, kualitas perkecambahan, viabilitas

Viability of Soybean (*Glycine Max* L.) Seeds Dega-1 Variety Mutant-1 (M1) Resulting from Gamma Rays Irradiation

Ahida Salsabila, Evika Sandi Savitri, M. Mukhlis Fahrudin

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, State Islamic
University of Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max* L.) is one of the main food commodities in Indonesia, ranking third after rice and corn. Soybeans have numerous health benefits, high nutritional value, significant economic potential, and great opportunities in the domestic market, however its production level remains relatively low. One of the efforts to improve soybean productivity is through plant breeding, both by conventional methods and mutation techniques. The selection of varieties in plant breeding plays an important role; therefore, this study utilized the superior soybean variety Dega-1, which was treated with gamma irradiation at doses of 0 Gy (control), 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, and 250 Gy. The aim of this study was to evaluate the viability and germination quality of soybean seeds. This research was an experimental study using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of six treatments and three replications. Soybean seeds were germinated using the Rolled Paper Towel Method (UKDdp). The observed variables included viability (germination percentage, hypocotyl length, root length) and germination quality (normal and abnormal seedlings). Observations were carried out on the 7th day. Data were analyzed using ANOVA with SPSS 27.0 software, followed by Duncan's Multiple Range Test. The results showed that the R0 (control) treatment exhibited the best viability. The germination quality in the R0 (control) treatment also demonstrated the highest percentage of normal seedlings on average. A decrease in viability was observed starting at the R1 (50 Gy) and R2 (100 Gy) treatments, however the germination percentage still met the viability standar for medium certified seeds (benih sebar/BR) based on the Indonesian National Standard (SNI) of 65%.

Keywords: *Glycine max* L. Dega-1 variety, germination quality, viability

ملخص البحث

حيوية بذور فول الصويا (*Glycine max* L.) للصف ديغا-1 الطافر-1 (M1) الناتجة عن تشيع

بأشعة غاما

المشرفة الـول: سويونو، المشرف الثاني: محمد مخلص فخر الدين

الكلمات المفتاحية: فول الصويا (*Glycine max* L.) للصف ديكا-١، وجودة الإنبات، الحيوية

تُعدّ فول الصويا (*Glycine max* L.) واحدةً من أهمّ المحاصيل الغذائية في إندونيسيا، حيث تحتل المرتبة الثالثة بعد الأرز والذرة. وتمتاز فول الصويا بفوائد صحية عديدة، وقيمة غذائية مرتفعة، وقيمة اقتصادية كبيرة، وفرص واسعة في السوق المحلية. ومع ذلك، فإنّ مستوى إنتاجها لا يزال منخفضاً. ومن بين الجهود المبذولة لزيادة إنتاجية فول الصويا هو تحسين النباتات سواءً بالطرق التقليدية أو باستخدام تقنيات الطفرات. وتُعدّ عملية اختيار الأصناف في تحسين النباتات أمراً بالغ الأهمية؛ لذلك، استُخدِمَ في هذا البحث صنف فول الصويا المحسّن "ديغا-1" الذي عُرضَ لأشعة غاما بجرعات: 0 غراي (كنظام شاهد)، و50 غراي، و100 غراي، و150 غراي، و200 غراي، و250 غراي. ويهدف هذا البحث إلى معرفة حيوية وجودة إنبات بذور فول الصويا. وقد أُجري هذا البحث باستخدام تصميم عشوائي كامل (RAL) يتكون من 6 معاملات و3 مكررات. أُنبِت بذور فول الصويا باستخدام طريقة لف الورق (UKDdp) أما المتغيرات المدروسة فهي: الحيوية (نسبة الإنبات، طول السويقة تحت الفلقة، طول الجذر) وجودة الإنبات (البادرات السليمة والشاذة). وقد أُجريت الملاحظات في اليوم السابع. وأُجري تحليل البيانات باستخدام اختبار ANOVA وبرنامج SPSS الإصدار 27.0، ثم تلاه اختبار دنكن. وأظهرت نتائج البحث أن المعاملة R0 (الشاهد) أظهرت أفضل حيوية. كما أظهرت جودة الإنبات في المعاملة R0 (الشاهد) أعلى متوسط من البادرات السليمة. بدأ انخفاض الحيوية يظهر في المعاملتين R1 (٥٠ جاي) و R2 (١٠٠ جاي)، ومع ذلك لا يزال معدل الإنبات يفي بمعيار حيوية بذور الزراعة (BR) المتوسطة حسب المعيار الوطني الإندونيسي (SNI) بنسبة ٦٥٪..

KATA PENGANTAR

Assalamua'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrohmaanirrohiim, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Dega-1 Mutant-1 (M1) Hasil Iradiasi Sinar Gamma”. Tidak lupa shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita, Rasulullah SAW, yang sudah membawa umat manusia ke jalan yang lurus dan terang benderang. Selanjutnya, tanpa mengurangi rasa hormat dengan ketulusan serta kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, sekaligus Dosen Pembimbing Biologi yang telah memberikan banyak waktu, bimbingan serta arahan kepada penulis hingga dapat terselesaikannya skripsi ini dengan baik.
4. Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I selaku Dosen Pembimbing Integrasi Sains dan Islam, yang telah memberikan waktu, arahan, dan nasihatnya untuk membimbing penulisan tentang sains dan perspektif agama islam.
5. Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd dan Azizatur Rahmah, M,Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Maharani Retna Duhita, M.Sc, Ph.D dan Mujahidin Ahmad, M.Sc selaku dosen wali yang telah memberikan banyak saran serta motivasi selama perkuliahan dan perwalian.
7. Zulfa Chasanah, S.Kom selaku Staff Administrasi Program Studi Biologi yang telah membantu menyelesaikan seluruh proses administrasi dengan sabar dan teliti.

8. Segenap Bapak/Ibu Dosen dan Civitas Akademika Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

9. Segenap Bapak/ Ibu Laboran serta seluruh pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi baik berupa materil maupun moril, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka.

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Malang, 08 November 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vii
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
ملخص البحث	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii

BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	7
1.4 Hipotesis.....	7
1.5 Manfaat	8
1.6 Batasan Masalah.....	8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Kedelai (<i>Glycine max</i> L.)	9
2.1.1 Tinjauan Kedelai dalam Perspektif Al-Qur'an	9
2.1.2 Botani Kedelai	11
2.1.3 Syarat Tumbuh Kedelai	14
2.1.4 Kandungan dan Manfaat Kedelai	15
2.1.5 Kedelai Varietas Dega-1	16
2.2 Konsep Dasar Perkecambahan.....	16
2.3 Viabilitas dan Kualitas Perkecambahan.....	18
2.4 Motode UKDdp.....	19
2.5 Iradiasi Sinar Gamma dalam Pemuliaan Tanaman	20
2.6 Pengaruh Iradiasi terhadap Perkecambahan.....	23

BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Rancangan Penelitian	24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.3 Variabel Penelitian	24

3.4	Alat dan Bahan.....	25
3.4.1	Alat.....	25
3.4.2	Bahan	25
3.5	Prosedur Penelitian.....	25
3.5.1	Persiapan Biji.....	25
3.5.2	Iradiasi Sinar Gamma Co-60 pada Kedelai	25
3.5.3	Perendaman Biji.....	26
3.5.4	Perkecambahan dengan Metode Uji Kertas Digulung dalam Plastik (UKDdp).....	26
3.5.5	Perawatan.....	27
3.6	Variabel Pengamatan	27
3.6.1	Daya Perkecambahan.....	27
3.6.2	Panjang Hipokotil	27
3.6.3	Panjang Akar.....	27
3.6.4	Kualitas Pekecambahan (kecambah normal dan abnormal).....	27
3.7	Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Perbedaan Viabilitas Kedelai (<i>Glycine max</i> L.) pada Beberapa Dosis Iradiasi Sinar Gamma	29
4.2	Perbedaan Kualitas Kecambah pada Perkecambahan Kedelai (<i>Glycine max</i> L.) pada Beberapa Dosis Iradiasi Sinar Gamma.....	33
4.3	Kajian Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam.....	37
BAB V PENUTUP.....		40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....		41
LAMPIRAN.....		46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 4. 1 Viabilitas Kedelai (<i>Glycine max</i> L.)	29
Tabel 4. 2 Kualitas Kecambah Kedelai (<i>Glycine max</i> L.)	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2. 1 Morfologi tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> L.).....	12
Gambar 2. 2 Proses perkecambahan	17
Gambar 2. 3 Perkecambahan epigeal	18
Gambar 2. 4 Mekanisme Induksi Mutasi radiasi gamma.....	21
Gambar 4. 1 Perkecambahan kedelai (<i>Glycine max</i> L.).	31
Gambar 4. 2 Panjang hipokotil dan panjang akar kedelai (<i>Glycine max</i> L.).	33
Gambar 4. 3 Kecambah normal dan abnormal.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1 Data Pengamatan dan Hasil SPSS	46
Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian	54

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah SWT telah menciptakan tumbuhan yang bermanfaat bagi keberlangsungan hidup manusia, satu diantaranya adalah kedelai. Tanaman yang tergolong dalam biji-bijian ini umumnya dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan makanan dan minuman yang berprotein tinggi seperti yang terletak pada biji kedelai. Selaras dengan firman Allah SWT dalam al-Qur'an surat Qaf ayat 9:

وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبَرَّكَاً فَأَنْبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ

Artinya: “Dan Kami menurunkan dari langit air yang banyak manfaatnya lalu Kami tumbuhkan dengannya kebun-kebun dan biji-biji yang dituai.” (QS. Qaf [50]: 9).

Ayat tersebut merupakan satu diantara bukti-bukti kekuasaan Allah SWT. Shihab (2005) dalam tafsir Al-Misbah menyatakan bahwa Allah mengirimkan air dari langit sedikit demi sedikit sesuai dengan kebutuhan bagi makhluk di bumi. Air sangat dibutuhkan dalam proses awal pertumbuhan tanaman, *lalu kami tumbuhkan dengannya* yakni dengan air yang tercurah itu aneka tumbuhan, bunga-bunga juga buah-buahan yang tumbuh di *kebun-kebun dan biji-biji tanaman yang dipanen*. Biji yang dipanen akan menjadi bakal tanaman baru.

Selain menjadi bakal tanaman baru, biji yang dipanen juga dapat dijadikan sebagai bahan pangan. Biji yang termasuk dalam bahan pangan tersebut adalah kedelai. Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan satu diantara komoditas pangan utama di Indonesia, yang menempati urutan ketiga setelah padi dan jagung. Kedelai juga memiliki julukan *Gold from the soil* atau *World's Miracle* karena perannya

sebagai bahan pangan yang bergizi terutama kadungan proteinnya yang tinggi (Aziez *et al.*, 2021).

Kandungan gizi kedelai yaitu berupa protein 40%, minyak 20%, karbohidrat 35%, dan abu 5%. Selain memiliki kandungan gizi yang tinggi, kedelai juga memiliki sumber lemak, vitamin dan kandungan fitokimia yang beragam. Sumber lemak yang ada pada kedelai yaitu berupa lipid 20% (Kim *et al.*, 2021). Vitamin yang terkandung dalam kedelai diantaranya yaitu Vitamin A, E, K, beberapa jenis vitamin B, dan mineral K, Fe, Zn, dan P (Analia dkk., 2022). Protein dan lipid termasuk kandungan fitokimia yang terdapat pada biji kedelai. Kandungan fitokimia lainnya yaitu lutein, tokoferol, dan fitosterol yang memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan (Hwang *et al.*, 2020).

Berdasarkan kandungan nutrisi dan fitokimia yang beranekaragam, kedelai dapat memberikan berbagai manfaat baik untuk kesehatan tubuh, khususnya untuk jantung dan keseimbangan berat badan (Mohsen *et al.*, 2023). Tanaman ini juga bermanfaat sebagai antioksidan, anti kanker, dan dapat menurunkan kolesterol (Hwang *et al.*, 2020). Manfaat yang banyak didapatkan dari kedelai menjadi daya tarik masyarakat untuk membudidayakan dan memasarkan kedelai secara lebih luas. Selain itu, kedelai memiliki peluang besar untuk pasar dalam negeri.

Hal tersebut menyebabkan peningkatan minat pada komoditas ini. Namun, peningkatan minat tidak sebanding dengan tingkat produksi, karena tingkat produksi lebih rendah dibandingkan minat (Aziez *et al.*, 2021). Kementerian Pertanian memperkirakan penurunan produksi kedelai sejak 2020-2024. Tahun 2021 proyeksi kedelai dalam negeri mencapai 613,3 ribu ton, turun 3,01% dari tahun 2020 yang mencapai 632,3 ribu ton. Tahun 2022, 2023, 2024 diperkirakan

kembali turun 3,05%, 3,09%, dan 3,12% (Hermanto, 2022). Kondisi iklim, ketinggian, kesuburan tanah, luas tanah dan hama penyakit merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi turunnya produksi. Umumnya kondisi iklim berpengaruh pada fenologi tanaman, fisiologis tanaman, suplai unsur hara tanah, dan hasil produksi (Zhao *et al.*, 2020). Setiap varietas kedelai memiliki kelebihan masing-masing, beberapa varietas memiliki kelebihan mudah beradaptasi dengan lingkungan dan tahan hama penyakit.

Pemilihan varietas yang tepat merupakan langkah yang sangat penting dilakukan dalam melakukan pemuliaan kedelai, karena varietas sangat berpengaruh terhadap produksi kedelai. Faktor genetik merupakan penentu tingginya hasil produksi. Semakin beragam genetiknya maka semakin besar pula peluang keberhasilan program pemuliaan suatu tanaman. Tingginya keragaman genetik ini meningkatkan respon seleksi (Novridha Andini dkk., 2021). Gen berperan dalam mengatur fisiologis tanaman yang mempengaruhi luas keragaman, seperti penataan asupan unsur hara dari tanah ke seluruh bagian tanaman. Kelengkapan dan kuantitas unsur hara akan berpengaruh pada kinerja gen, sehingga hasil kinerja gen berupa asam amino atau enzim akan berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Meydina dkk., 2017).

Proses dalam menciptakan genotipe baru, dengan sifat morfoagronomi yang lebih unggul, dibutuhkan pemilihan variates yang dianggap berpotensi tinggi untuk dapat dikembangkan lebih unggul. Satu diantara beberapa kedelai varietas unggul berpotensi untuk dikembangkan yaitu kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1, yang digunakan dalam penelitian ini. Kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1 merupakan kedelai hasil persilangan tunggal antara Grobogan x Malabar yang

dirilis pada tahun 2016, dengan potensi hasil 3,82 ton/ha. Keunggulan kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega 1 yaitu memiliki umur panen yang relatif cepat sekitar 71 hari (kedelai genjah), tahan rebah, polong kuat dan tidak mudah pecah, serta ukuran biji besar dengan bobot 22, 98 g/100 biji. Selain itu, kedelai ini juga tahan terhadap penyakit karat daun (Tenmau dkk., 2021).

Pemuliaan tanaman kedelai bisa dilakukan secara konvensional (persilangan) maupun teknik mutasi. Hibridisasi atau persilangan pada kedelai cukup sulit dilakukan karena karakteristik bunganya yang kecil dan rapuh. Sedangkan pemuliaan kedelai dengan teknik mutasi telah berhasil dilakukan (Mohsen *et al.*, 2023). Induksi mutasi adalah metode pemuliaan tanaman yang memungkinkan terjadinya perbaikan satu atau lebih karakteristik tanaman tanpa menghilangkan keunggulan yang ada pada tanaman tersebut (Asadi *et al.*, 2020). Induksi mutasi menggunakan perlakuan mutagenik pada materi reproduktif untuk menghasilkan mutasi (Nisa dkk., 2018). Mutagen dibagi menjadi dua yaitu mutagen fisika dan mutagen kimia. Mutagen fisika berupa iradiasi sinar gamma merupakan metode yang sering diterapkan (Zuyasna dkk., 2023).

Pemuliaan mutasi dengan teknik iradiasi sinar gamma sudah cukup signifikan di Indonesia terutama di Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Saat ini, BATAN telah melepas 10 varietas unggul hasil mutasi (Harsanti & Yulidar, 2019). Teknik mutasi dengan induksi sinar gamma terbukti lebih efektif dan membutuhkan waktu yang singkat, dan pada umumnya digunakan untuk perbaikan sifat tanaman. Induksi sinar gamma menyebabkan peningkatan toleransi stres pada tanaman dan juga meningkatkan ketahanan pangan. Sehingga iradiasi sinar gamma

dinilai sangat efisien bila digunakan untuk pemuliaan mutasi (Puspitasari *et al.*, 2024).

Kedelai yang digunakan pada penelitian ini merupakan kedelai yang telah diberi perlakuan radiasi sinar gamma cobalt-60. Sinar gamma cobalt-60 memiliki daya tembus yang sangat kuat untuk menembus ke dalam jaringan tanaman (Harsanti & Yulidar, 2019). Keberhasilan mutasi tergantung pada dosis sinar gamma yang diberikan. Terdapat dua dosis yang biasa diberikan yaitu dosis mikro dan dosis makro. Sinar gamma tidak terlalu banyak menyebabkan perubahan pada sifat kuantitatif dan kromosom jika diberikan pada dosis mikro, sedangkan pada dosis makro pemberian sinar gamma berpengaruh lebih besar (Isnaini dkk., 2020).

Namun, pada fase perkecambahan, iradiasi sinar gamma dengan dosis makro dapat menyebabkan kematian (letal). Menurut penelitian Dewi dkk., (2023) perkecambahan pada kedelai hitam dengan pemberian sinar gamma 0 Gy (kontrol) menunjukkan presentase tertinggi. Namun, perbedaan varietas dapat memberikan respon yang berbeda terhadap perkecambahan tanaman hasil radiasi sinar gamma. Varietas memiliki pengaruh nyata terhadap iradiasi sinar gamma. Pemberian sinar gamma pada tanaman sorgum varietas jagung rote pada dosis 600 Gy tidak menunjukkan perkecambahan, sedangkan pada sorgum varietas KS dengan dosis 800 Gy masih menunjukkan perkecambahan bahkan sampai tumbuh daun (Astuti dkk., 2022).

Nobre *et al.*, (2022) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan dosis 50-150 Gy meningkatkan variasi genetik dan juga menunjukkan sifat morfoagronomi positif (tinggi tanaman, berat biji, kadar protein dan minyak) tanpa merusak viabilitas benih. Sedangkan, dosis 250 menunjukkan penurunan viabilitas.

Beyaz *et al.*, (2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa dosis (≤ 150 Gy) dapat merangsang perkecambahan pada *Lathyrus chrysantus* Boiss. Sinar gamma dengan dosis yang sangat rendah (3-320 Gy) dapat meningkatkan viabilitas dan keragaman genetik utamanya pada dosis 50-200 Gy (Kusmiyati *et al.*, 2018). Sehingga penggunaan dosis 0 Gy (kontrol), 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy merupakan dosis optimal untuk digunakan pada penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji perkecambahan pada Kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 dengan dosis 0 Gy, 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy dengan metode UKDdp untuk mengetahui viabilitas dan kualitas perkecambahannya. Jawak & Juharni (2022) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa UKDdp merupakan metode terbaik untuk perkecambahan.

Selain itu, uji perkecambahan juga dilakukan untuk menganalisis pengaruh dosis iradiasi, mengukur tingkat perkecambahan dan pertumbuhan awal, mengidentifikasi potensi pemuliaan tanaman sebagai dasar penelitian selanjutnya, dan mendukung pemilihan varietas unggul. Mutasi menyebabkan perubahan genetik baik yang mengarah kepada perubahan positif (perbaikan sifat tanaman) maupun negatif (letal pada fase perkecambahan) (Isnaini dkk., 2020).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah viabilitas (daya perkecambahan, panjang hipokotil, dan panjang radikula) kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1 mutant-1 (M1) pada beberapa dosis iradiasi sinar gamma?

2. Apakah terdapat perbedaan kualitas perkecambahan (kecambah normal dan abnormal) pada perkecambahan kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1 mutant-1 (M1) hasil iradiasi sinar gamma?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui viabilitas (daya perkecambahan, panjang hipokotil , dan Panjang radikula) kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1 mutant-1 (M1) pada beberapa dosis iradiasi sinar gamma.
2. Mengetahui perbedaan kualitas perkecambahan (kecambah normal dan abnormal) pada perkecambahan kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1 mutant-1 (M1) hasil iradiasi sinar gamma.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Terdapat perbedaan viabilitas (daya perkecambahan, panjang hipokotil, dan panjang radikula) kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1 mutant-1 (M1) pada beberapa dosis iradiasi sinar gamma.
2. Terdapat perbedaan kualitas perkecambahan (kecambah normal dan abnormal) pada perkecambahan kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1 mutant-1 (M1) hasil iradiasi sinar gamma.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada peneliti selanjutnya mengenai viabilitas (daya perkecambahan, panjang hipokotil, dan panjang radikula) kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1 mutant-1 (M1) pada beberapa dosis iradiasi sinar gamma.
2. Memberikan informasi kepada peneliti selanjutnya mengenai perbedaan kualitas perkecambahan (kecambah normal dan abnormal) pada perkecambahan kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1 mutant-1 (M1) hasil iradiasi sinar gamma.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Biji Kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1 mutant-1 (M1) hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis 0 Gy, 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy
2. Parameter utama: viabilitas (persentase daya berkecambah (%), panjang hipokotil (cm), panjang radikula (cm)).

Parameter pendukung: kualitas perkecambahan (benih normal dan abnormal).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kedelai (*Glycine max* L.)

2.1.1 Tinjauan Tanaman Kedelai dalam Perspektif Al-Qur'an

Kandungan gizi yang tinggi pada Kedelai (*Glycine max* L.) sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia jika diolah sebagai bahan pangan. Hal ini sebagaimana firman Allah dalam Al-Qur'an yang menyebutkan bahwa Allah menciptakan beragam tumbuhan yang berguna untuk kelangsungan hidup semua makhluknya. Kebermanfaatan ini telah termaktub dalam surah Al-Baqarah ayat 29:

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَّا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٩﴾

Artinya: “Dialah (Allah) yang menciptakan segala yang ada di bumi untukmu, kemudian Dia menuju ke (penciptaan) langit, lalu Dia menyempurnakannya menjadi tujuh langit. Dia Maha Mengetahui segala sesuatu.” (QS. Al-Baqarah [2]:29)

Menurut Shihab (2005) dalam tafsir Al-Misbah Allah bukan hanya menciptakan manusia di dunia, tetapi juga menyiapkan segala sesuatu yang dibutuhkan manusia di dunia. *Dia-lah (Allah), yang menciptakan segala yang ada di bumi untuk kamu* menunjukkan bahwa pada dasarnya segala apa yang terbentang di bumi ini dapat digunakan manusia, kecuali jika ada dalil lain yang melarangnya. Hal ini selaras juga dengan adanya penelitian mengenai iradiasi sinar gamma pada kedelai. Selama bermanfaat dan tidak memberikan mudhorat maka boleh saja dilakukan. Sebagaimana yang tertera dalam kaidah fiqhiyyah:

لَأَصْلُ فِي الْمَنَافِعِ الْإِبَاحَةُ

Artinya: “Hukum asal sesuatu yang bermanfaat adalah boleh/mubah”

Kaidah fiqhiyah tersebut juga berkaitan dengan satu diantara prinsip pertumbuhan yaitu pertumbuhan yang *Thayyib*. Maksud dari pertumbuhan *Thayyib* adalah pertumbuhan yang halal, baik dan membawa keberkahan. Kebaikan yang diperoleh bukan hanya sekedar dari segi kuantitas tapi juga dari segi kualitas dan manfaat.

Iradiasi sinar gamma bermanfaat untuk meningkatkan sifat baik pada kedelai seperti peningkatan produktifitas, ketahanan terhadap penyakit, maupun ukuran biji yang lebih besar. Berdasarkan beberapa manfaat yang dihasilkan dari perlakuan iradiasi sinar gamma pada kedelai maka hal ini diperbolehkan. Allah SWT berfirman dalam surah An-Nahl ayat 11:

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

Artinya: “*Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untukmu tumbuh-tumbuhan, zaitun, kurma, anggur, dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir.*” (QS. An-Nahl [16]:11)

Maksud *syajar* (pohon) adalah tumbuhan secara mutlak, baik tumbuhan berbatang keras (pohon) maupun tumbuhan yang tidak memiliki batang (rumput). Kalimat (إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً) menunjukkan bahwa sesungguhnya pada semua yang disebutkan berupa penurunan air hujan dan penumbuhan tumbuhan, terdapat bukti-bukti petunjuk kuasa Allah SWT yang luar biasa dan agung bagi mereka yang bersedia mengambil hikmah dan meresapi bukti-bukti tersebut. Sebab hanya Allah SWT Sang Maha Pencipta dan Maha Esa, yang patut dipuja dan disembah, tiada pencipta selain Dia (Az-Zuhaili, 2018). Mempelajari proses pertumbuhan dan mengembangkan keberagaman tumbuhan melalui metode ilmiah iradiasi sinar

gamma merupakan satu diantara usaha dalam memikirkan, mempelajari, dan merenungkan bukti kuasa Allah SWT.

Proses mempelajari prinsip pertumbuhan juga harus selalu menerapkan prinsip pertumbuhan. Selain pertumbuhan yang halal dan baik (*thayyib*), dalam islam juga diajarkan prinsip pertumbuhan yang lainnya. Prinsip pertumbuhan lainnya yang sesuai dengan ajaran islam yaitu bertahap sesuai sunnatullah (*tadarruj*), islam mengajarkan pertumbuhan itu harus bertahap dan sistematis, sesuai dengan hukum alam (*sunnatullah*), tidak instan maupun terburu-buru. Kemudian pertumbuhan yang seimbang (*tawazun*) dan juga pertumbuhan yang dijalankan dengan penuh pertanggung jawaban (*amanah*).

2.1.2 Botani Kedelai

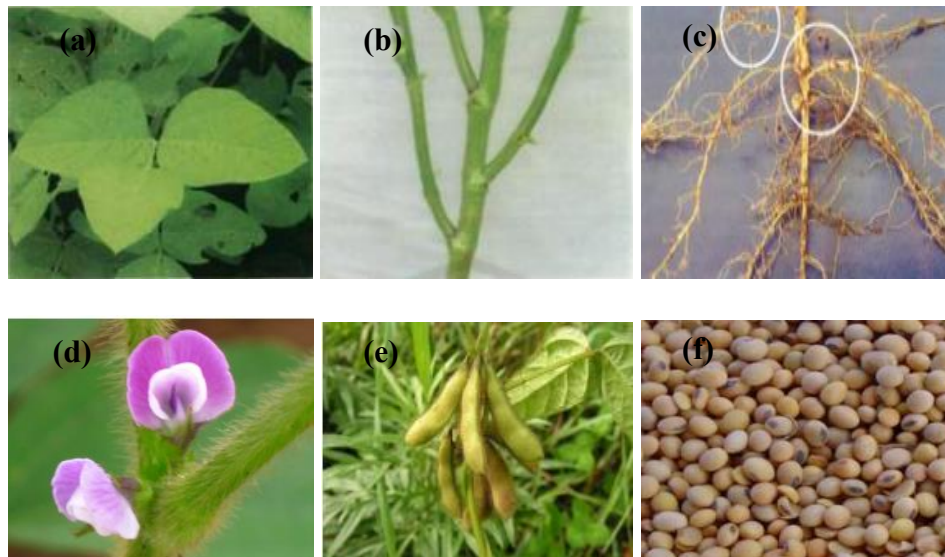
Kedelai sudah dibudidayakan sejak tahun 2.500 SM di China. Kemudian pada abad ke-16 kedelai mulai menyebar ke Indonesia terutama Pulau Jawa (Lagiman dkk., 2011). Setelah tersebar ke Pulau Jawa, kedelai mulai berkembang ke beberapa daerah di Indonesia seperti Bali, Nusa Tenggara, dan Pulau-pulau lainnya (Arifin dkk., 2015). Kedelai merupakan famili dari leguminosae, yang memiliki peran penting di dunia karena kandungam dan manfaatnya. Nama *Glycine* pertama disematkan oleh Linnaeus pada tahun 1737. Nama “*Glycine*” diambil dari bahasa kata “*Glykys*” yang dalam bahasa Yunani berarti manis (Singh *et al.*, 2020).

Klasifikasi dari tanaman kedelai (*Glycine max* L.) menurut Suknia & Rahmani (2020) adalah sebagai berikut:

Kingdom:	Plantae
Divisi:	Spermatophyta
Kelas:	Dicotyledoneae

Ordo: Rosales
 Famili: Leguminosae
 Genus: Glycine
 Spesies: *Glycine max* (L.) Merr

Bagian - bagian dari tanaman kedelai dideskripsikan sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Morfologi tanaman Kedelai (*Glycine max* L.), a.) daun kedelai, b.) batang kedelai, c.) akar dan bintil akar kedelai (Irwan, 2006), d.) bunga kedelai, e.) biji kedelai (Hanafiah, 2010), f.) polong kedelai (Irwan, 2006)

Tanaman kedelai mempunyai bentuk daun yang beragam, ada yang berbentuk bulat telur (oval) ada yang lancip (lanceolate), dengan permukaan daun berbulu halus (Gambar 2.1a). Daun kedelai memiliki sepasang stipula yang terdapat pada setiap pangkal tangkai daun (Lagiman dkk., 2011). Tanaman kedelai mengeluarkan daun pada node (buku) pertama. Sementara itu, semua buku di atasnya akan membentuk daun majemuk yang terdiri dari tiga helai anak daun (Pitojo, 2003).

Kedelai memiliki batang perdu, permukaannya terdapat bulu-bulu halus. Batang kedelai berbentuk bulat dan berwarna hijau (Gambar 2.1b). Panjangnya

berkisar antara 30-100 cm. Jumlah cabang yang terbentuk pada kedelai umumnya 3-6 batang utama, tergantung pada varietas dan kepadatan populasi. Percabangan ini biasanya muncul ketika tinggi tanaman mencapai 20 cm (Lagiman dkk., 2011). Batang kedelai memiliki tipe pertumbuhan, yaitu tipe *determinate* dan *indeterminate*. Ciri-ciri tipe *determinate* yaitu pucuk batang ditumbuhi polong. Sedangkan, tipe *indeterminate* bagian pucuk batang masih tumbuh daun (Adisarwanto, 2014).

Sistem perakaran kedelai merupakan akar tunggang dengan banyak cabang yang dilengkapi bintil akar (Gambar 2.1c), bintil akar berfungsi menambat nitrogen yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Bintil mulai akar terbentuk sekitar 15-20 hari setelah tanam. Pertumbuhan akar kedelai yang ditanam pada tanah yang subur dapat mencapai kedalaman $\pm 150-200$ cm (Cahyadi, 2007). Akar primer pada kedelai tumbuh ke arah bawah, sedangkan akar yang berkembang menyamping atau horizontal tumbuh tidak jauh dari permukaan tanah. Akar tanaman berfungsi mengangkut air dan nutrisi, sekaligus menopang tubuh tanaman (Pitojo, 2003).

Bunga tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan bunga sempurna yang memiliki dua alat reproduksi berupa putik (alat kelamin betina) dan benang sari (alat kelamin jantan). Bunga akan mulai terbentuk ketika kedelai berumur 30-50 hari setelah tanam. Bunga mulai tumbuh dari node (buku) bawah ke atas kemudian membentuk polong. Bunga ini memiliki anak tangkai sepanjang 3 cm, dengan anak tangkai yang sangat pendek, kelopaknya berukuran sekitar 5-7 mm (panjang dan lebarnya sama), berujung runcing dan berambut (Pitojo, 2003).

Buah Kedelai (*Glycine max* L.) biasa disebut dengan polong, polong yang sudah masak akan berwarna kuning kecoklatan atau abu-abu, sedangkan polong

yang belum masak berwarna hijau (Gambar 2.1e). Proses pemasakan polong berawal dari hijau berubah menjadi kuning atau kecoklatan pada saat dipanen (Adisarwanto, 2014). Polong kedelai terbentuk dari satu daun buah dengan sekat-sekat semu. Buah ini akan pecah ketika matang. Sekat-sekat semu inilah yang membagi polong menjadi beberapa bilik yang berisi satu biji tiap bilik (Tjitrosoepomo, 2005).

Biji Kedelai (*Glycine max* L.) terdapat di dalam polong, berwujud bulat, bundar sedikit pipih atau bulat lonjong, dengan ukuran sekitar 6-30 gram untuk setaip 100 biji. Biji kedelai yang ditemukan di Indonesia umumnya berbentuk lonjong atau oval. Warnanya pun beragam ada yang berwarna hijau, kuning, hitam, dan coklat. Biji kedelai terbungkus oleh kulit yang sangat tipis. Kedelai merupakan biji berkeping dua. Biji kedelai diukur berdasarkan bobot per 100 biji, biji kedelai dikelompokkan menjadi 3 macam, biji kecil, sedang, dan besar. Biji kecil berkisar antara 6-10 gr atau < 10 gram/100 biji, biji sedang antara 10-12 gram/100 biji, dan biji besar berkisar antara 13-18 gram/100 biji (Adisarwanto, 2014).

2.1.3 Syarat Tumbuh Kedelai

Kedelai tumbuh optimal dengan curah hujan antara 100-200 mm/bulan. Kemudian pH tanah yang optimal yaitu 6-6,5 dengan kelembaban 60-70% dan 30% naungan. Kedelai merupakan tanaman C3 dimana tanaman ini memerlukan intensitas cahaya yang tinggi (Humoen dkk., 2020). Perubahan durasi penyinaran matahari memengaruhi pertumbuhan kedelai, karena kedelai tergolong tanaman yang berhari pendek. Artinya, apabila kedelai terpapar sinar matahari melewati batas kritis (15 jam), maka tidak akan berbunga (Irwan, 2006).

Kedelai (*Glycine max* L.) dapat tumbuh pada suhu berkisar 21-34 °C. Namun suhu terbaik untuk pertumbuhan kedelai yaitu 23-27 °C. Selama pertumbuhannya Kedelai (*Glycine max* L.) membutuhkan air berkisar antara 350-450 mm. Kebutuhan air sangat krusial bagi pertumbuhan tanaman, juga mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur. Fase pembungaan dan pengisian polong memerlukan pasokan air yang tinggi (Irwan, 2006).

2.1.4 Kandungan dan Manfaat Kedelai

Menurut Amoanimaa-Dede *et al.*, (2022) kedelai memiliki kandungan gizi berupa protein, vitamin, karbohidrat, lemak, α -tokoferol, dan mineral. Kedelai memiliki kandungan gizi yang tinggi dan juga memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Kandungan gizi pada kedelai berupa protein 40%, minyak 20%, karbohidrat larut (sukrosa, *stachyose*, rafinosa, dll) dan karbohidrat tidak larut (serat makanan) 35%, dan abu 5%. Lemak yang terkandung dalam kedelai yaitu berupa antioksidan alami tokoferol. Kedelai juga kaya akan kandungan mineral berupa K, P, Ca, Mg, dan Fe. Selain itu, terdapat juga isoflavon yang bermanfaat bagi kesehatan (Krisnawati, 2017).

Kandungan kedelai berupa senyawa fenolik dan asam lemak tak jenuh berpotensi sebagai pencegah kanker. Keduanya bekerja dengan menghambat pembentukan pemicu kanker yaitu nitrosamin. Selain sebagai pencegah kanker kedelai juga dapat bermanfaat menstabilkan berat badan. Letichin dalam kedelai dapat memecah lemak di tubuh, sehingga efektif menekan resiko hipertensi dan diare (Adriantama dkk., 2021).

2.1.5 Kedelai Varietas Dega-1

Kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega 1 termasuk kedelai unggul hasil persilangan antara varietas Grobogan dan Malabar yang dilepas tahun 2016. Karakteristik yang dimiliki yaitu berupa bentuk biji lonjong, warna kulit cerah. Tinggi tanaman kedelai varietas Dega 1 sekitar 53 cm dengan jumlah polong pertanaman kurang lebih 29 polong. Keunggulan yang dimiliki oleh varietas Dega 1 yaitu potensi hasil yang tinggi, rata-rata hasil panen yang tinggi, umur genjah, ukuran biji besar, dan memiliki kemampuan adaptasi yang baik. Rata-rata hasil varietas Dega 1 mencapai 2,78 ton/ha, dengan potensi hasil 3,82 ton/ha (BPSI TAKA, 2024). Bobot bijinya yaitu 22,98 gram per 100 biji, umur panen sekitar 71 hari. Varietas ini memiliki polong yang tidak mudah pecah, tahan rebah, agak tahan terhadap penyakit karat daun (Tenmau dkk., 2021). Kandungan protein varietas Dega 1 sebesar 37,78% dan kandungan lemak 17,29% (BPSI TAKA, 2024).

2.2 Konsep Dasar Perkecambahan

Perkecambahan merupakan tahapan awal fisiologis tumbuhan dan merupakan tahapan krusial dalam siklus hidup tumbuhan (Romano & Stevanato, 2020). Proses perkecambahan secara singkat diawali dengan penyerapan air oleh biji (imbibisi), sehingga terjadi pemanjangan sumbu embrionik dan penembusan radikula ke dalam tanah (Talská *et al.*, 2020). Proses imbibisi menyebabkan pembengkakan pada biji dan menjadikan kulit biji melunak. Pecahnya biji akan memungkinkan munculnya radikula (akar) dan plumula (tunas). Kemudian biji akan mulai aktif secara fisiologis dan memulai respirasi (Tuan *et al.*, 2019).

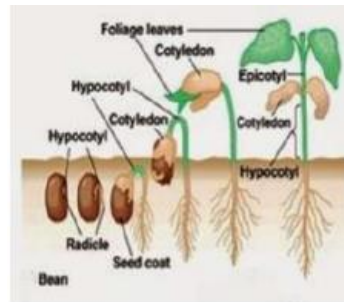
Proses pertumbuhan dan perkembangan diawali pada ujung akar, lalu diikuti perkembangan pada ujung tunas. Komponen kecambah yang terbentuk yaitu

plumula dan radikula. Radikula umumnya menembus kulit biji untuk membentuk sistem perakaran yang tumbuh ke bawah. Sedangkan plumula akan tumbuh ke atas membentuk sistem tajuk tanaman (gambar 2.2) (Setiawan dkk., 2021). Perkecambahan biji secara umum dibagi menjadi dua: perkecambahan fisiologis dan perkecambahan morfologis. Perkecambahan secara fisiologis dimulai dengan penyerapan air, dilanjutkan dengan pencernaan, pengangkutan zat makanan, asimilasi, pernapasan, dan pertumbuhan. Proses perkecambahan secara morfologis dapat diamati secara langsung menggunakan mata seperti munculnya akar, dan plumula dari biji. Proses ini terjadi segera setelah proses pengangkutan makan dan pernapasan (Kamil, 1982).



Gambar 2. 2 Proses perkecambahan
(Setiawan dkk., 2021)

Perkecambahan benih dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti air, suhu, cahaya dan media serta oksigen dan kelembapan (Faisal dkk., 2022). Menurut Kamil (1982) ada empat syarat perkecambahan yaitu sebagai berikut: air, suhu, oksigen, cahaya. Kadar air yang dibutuhkan kedelai untuk dapat berkecambah yaitu sekitar 50-55%. Faktor-faktor yang memengaruhi perkecambahan dibagi menjadi dua: faktor internal meliputi tingkat kematangan benih, ukuran, dormansi, dan hormon. Faktor eksternal meliputi air, suhu, oksigen, dan cahaya (Setiawan dkk., 2021).



Gambar 2. 3Perkecambahan epigeal
(Setiawan dkk., 2021)

Kedelai memiliki tipe perkecambahan epigeal. Perkecambahan epigeal sendiri merupakan perkecambahan yang menghasilkan kecambah dengan kotiledon yang terangkat ke atas permukaan tanah (gambar 2.3) (Setiawan dkk., 2021).

2.3 Viabilitas dan Kualitas Perkecambahan

Viabilitas suatu benih dapat dilihat dengan melakukan uji daya kecambah. Uji daya kecambah berguna untuk mengetahui mutu suatu benih. Daya berkecambah benih menunjukkan potensi benih tumbuh normal menjadi tanaman yang berproduksi optimal di lingkungan yang ideal. Kualitas benih dapat dilihat dari daya berkecambahnya. Penilaian perkecambahan dapat dilakukan secara langsung (per biji) maupun berkelompok (Nurhafidah dkk., 2021). Yulyatin & Haryati (2016), menyatakan bahwa uji daya kecambah bertujuan untuk menentukan potensi perkecambahan tertinggi dalam suatu kelompok benih. Berguna untuk membandingkan kualitas benih dari berbagai kelompok, dan juga untuk memperkirakan mutu benih yang akan digunakan sebagai bibit. Pengujian daya kecambah dapat dilakukan dengan berbagai cara dan metode.

Kualitas kecambah dapat dilihat dari persentase kecambah normal dan abnormal suatu benih. Kecambah normal dan abnormal pada kedelai dapat dilihat dari akar, hipokotil, kotiledon, dan epikotil. Kecambah disebut normal jika

memiliki sistem perakaran yang kuat (baik akar primer maupun sekunder), hipokotil yang tumbuh dengan baik tanpa adanya pecahan dalam, satu diantara dua kotiledon atau keduanya tumbuh baik dan kuat, tumbuhnya satu daun utama dan satu tunas pucuk yang lengkap. Kemudian, kecambah abnormal ditandai dengan tidak adanya akar primer maupun akar sekunder yang tumbuh dengan baik, hipokotil pecah dalam yang terbuka memanjang masuk kedalam jaringan pengangkut, hipokotil tidak sempurna (keriput, bengkak atau pendek), kedua kotiledonnya hilang, kecambahnya lemah, tidak ada daun primer dan tunas ujung, dan epikotilnya membusuk serta menyebar luas (Kamil, 1982).

2.4 Metode UKDdp

Menurut Jawak & Juharni (2022), benih dapat dikecambahkan dengan lima metode yang berbeda: top of paper (TP), between paper (BW), pleated paper (PP), top of sand (TS), dan sand (S). Beberapa metode pengujian yang dapat digunakan dalam uji perkecambahan yaitu: metode Uji di Atas Kertas (UKD), metode Uji Kertas Digulung dengan Plastik (UKDdp), metode Uji Kertas Digulung dengan Plastik ($\frac{1}{2}$ UKDdp), metode Uji Kertas Dilipat (Kipas), metode Pasir (Sand). Metode UKDdp menggunakan 5 lembar kertas 1 lembar dibawah tanaman dan 2 lembar di atas tanaman, sedangkan $\frac{1}{2}$ UKDdp menggunakan 3 lembar kertas (Jawak & Juharni, 2022).

Pengujian kecambah wajib dilakukan pada media standar yang steril dalam ruangan lembab bersuhu terkontrol (Yulyatin & Haryati, 2016). Lingkungan luar sebagai indikator viabilitas benih merupakan substrat pengujian. Substrat ini dapat berupa substrat alami meliputi tanah, pasir, pasir kwarsa, pasir kali, bata merah dan substrat buatan/kertas seperti towel, kimpak, blue blotter, kertas merang. Substrat

yang digunakan harus tidak mudah robek, steril, tidak beracun, mampu menyerap air, dan memiliki warna yang memudahkan pengujian (Nurhafidah dkk., 2021).

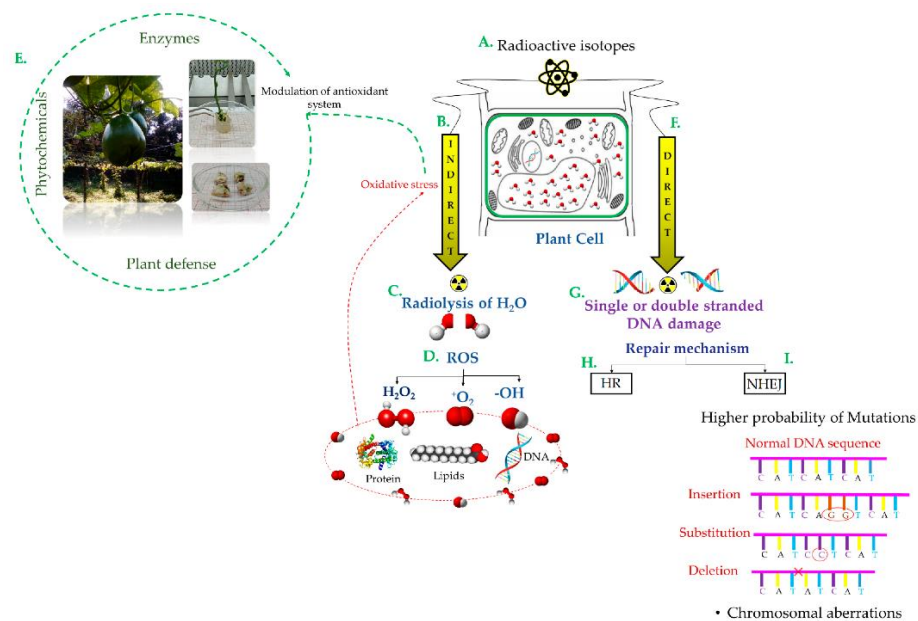
Satu diantara substrat yang sering digunakan sebagai media perkecambahan adalah kertas merang. Kertas merang memiliki warna dan sifat yang mirip dengan kertas towel di USA, warnanya kuning kecoklatan dan memiliki daya serap tinggi seperti kertas saring. Namun, kertas merang kini mahal dan sulit ditemukan di pasaran. Perkecambahan benih besar dapat menggunakan kertas stensil dan untuk benih berukuran kecil dapat menggunakan kertas buram sebagai pengganti kertas merang pada metode UKDdp (Jawak & Juharni, 2022). Kertas merang dan kertas stensil terbukti memiliki sifat fisik dengan daya serap yang tinggi dan mampu mempertahankan air, sehingga menjadi media terbaik untuk perkecambahan (Siregar dkk., 2023).

2.5 Iradiasi Sinar Gamma dalam Pemuliaan Tanaman

Iradiasi merupakan metode modifikasi fisik polisakarida alami melalui proses ionisasi. Teknik ini sangat efektif dalam mengatasi berbagai masalah pertanian, termasuk penanganan pasca panen seperti menekan perkecambahan dan kontaminasi, pemberantasan hama dan penyakit, mengurangi penyakit bawaan makanan, serta mengembangkan varietas tanaman unggul yang resisten terhadap penyakit (Zanzibar & Dede, 2018). Induksi mutasi dengan iradiasi menghasilkan mutan trbanyak (sekitar 75%) jauh dibandingkan metode lain seperti penggunaan mutagen kimia. Radiasi sinar gamma menyebabkan ionisasi dan menghasilkan radikal bebas dalam sel tanaman. Radikal bebas ini berpotensi merusak atau memodifikasi bagian penting di dalam sel, sehingga dapat berpengaruh terhadap morfologi, biokimia, serta fisiologi tanaman secara berbeda sesuai dosis

penyinaran, termasuk perubahan struktur sel dan metabolisme seperti pelebaran membran tilakoid dan penumpukan senyawa fenolik (Wi *et al.*, 2007). Radiasi pengion terdiri dari sinar alpha, sinar beta, sinar gamma, sinar ultraviolet dan lain sebagainya (Fauziah dkk., 2024).

Iradiasi sinar gamma termasuk mutagen fisika yang biasa digunakan (Nisa dkk., 2018). Sinar ini memiliki panjang gelombang terpendek dan energi terbesar dalam spektrum elektromagnetik. Keamanannya lebih terjamin dibanding mutasi kimia, sebab tidak meninggalkan residu (Kurniajati dkk., 2020). Sinar gamma dapat dipancarkan oleh Co-60, ¹³⁷Cs dan sumber lainnya (Makhziah *et al.*, 2017).



Gambar 2. 4 Mekanisme Induksi Mutasi radiasi gamma: A. Radioaktif isotop (karbon-14 (¹⁴C), kobalt-60 (Co-60), cesium-137 (cs-137), dan plutonium-239 (Pu-239). B. Rdiasi secara tidak langsung. C. Radiolisis air (H₂O). D. Spesies Oksigen Reaktif (ROS). E. Peningkatan konsentrasi ROS dan stres oksidatif. F. Radiasi secara langsung. G. Patah tunggal atau ganda pada molekul DNA. H. Rekombinasi Homolog (HR) (mekanisme perbaikan). I. Penggabungan Ujung Non-Homolog (NHEJ) (mekanisme perbaikan) ((Riviello-Flores *et al.*, 2022).

Sinar Gamma menginduksi tanaman dengan dua metode yaitu secara tidak langsung (*indirect*) dan secara langsung (*direct*). Induksi sinar gamma secara tidak langsung melalui radiolisis air yang menghasilkan spesies oksigen reaktif (ROS) seperti hydrogen peroksida (H_2O_2), anion superoksida (O_2^-), radikal hidrolisis (OH), dan oksigen singlet ($O=O$) yang menyebabkan peroksidasi lipid sehingga dapat mengubah struktur DNA dan protein. Peningkatan konsentrasi spesies oksigen reaktif (ROS), stress oksidatif dapat merangsang respons pertahanan tanaman, yang diatur oleh enzim peroksidase, ascorbat peroksidase. Superoksida dismutase, dan glutathione reductase. Lesi primer akibat radiasi sinar gamma dapat menghambat atau menunda pembelahan sel dan mempengaruhi aktivitas mitosis, laju pertumbuhan atau karakteristik pertumbuhan, pembengkakan membran tilakoid, fotosintesis, pengaturan sistem anti oksidan, dan akumulasi senyawa fenolik (Riviello-Flores *et al.*, 2022) (Gambar 2.4).

Induksi sinar gamma secara langsung yaitu dengan memancarkan elektron pada struktur ikatan kimia DNA, yang menyebabkan kerusakan pada DNA (Azzam *et al.*, 2012). Terdapat dua mekanisme perbaikan alami pada kerusakan ini: Rekombinasi Homolog (HR), mekanisme perbaikan tanpa kesalahan dan Penggabungan Ujung Non-Homolog (NHEJ), mekanisme dengan probabilitas lebih tinggi untuk menghasilkan mutasi pada situs perbaikan, termasuk penghapusan, penyisipan, dan substitusi (Riviello-Flores *et al.*, 2022) (Gambar 2.4).

Sinar gamma Co-60 memiliki daya tembus yang sangat kuat (Harsanti & Yulidar, 2019). Pemanfaatan sinar gamma Co-60 untuk induksi mutasi pada tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) menyebabkan perubahan dan keragaman pada warna bunga, bentuk daun, jumlah daun, terdapat tinggi tanaman yang lebih

pendek, ukuran biji yang lebih besar, dan mutan gen *Ga*. Penyinaran sinar gamma juga meningkatkan jumlah beberapa asam amino esensial dalam biji kedelai (Makhziah *et al.*, 2017).

2.6 Pengaruh Iradiasi terhadap Perkecambahan

Radiasi sinar gamma dengan dosis rendah dapat merangsang aktivitas enzim, pertumbuhan embrio muda, dan meningkatkan pembelahan sel serta dapat menguntungkan pertumbuhan vegetatif. Puspita Sari dkk., (2023) dalam penelitiannya membuktikan bahwa dosis tinggi sinar gamma berpotensi menurunkan presentase perkecambahan secara progresif. Efek peningkatan radiasi gamma pada perkecambahan dapat dikaitkan dengan asam ribonukleat (RNA) atau aktivitas sintesis protein, yang terjadi selama tahap awal sintesis protein. Nuraeni dkk., (2023) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa perlakuan sinar gamma pada benih dapat menyebabkan perubahan pada perkecambahan, mempercepat pertumbuhan radikula, plumuladan tinggi benih serta meningkatkan laju perkecambahan. Sinar gamma memiliki energi yang sanggup menembus lapisan biji kedelai yang dapat berdampak secara langsung atau tidak langsung pada DNA (Fauziah dkk., 2024).

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa peningkatan dosis radiasi akan menurunkan daya perkecambahan benih. Penurunan terjadi sebab dosis radiasi dapat menyebabkan kerusakan sel. Iradiasi sinar gamma mengakibatkan perubahan pada struktur dan fungsi morfologi tanaman, tergantung intensitas dan durasi iradiasi gamma (Andini dkk., 2020).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu biji kedelai hasil iradiasi sinar gamma dengan 6 perlakuan (0 Gy/control (R1), 50 Gy (R2), 100 Gy (R3), 150 Gy (R4), 200 Gy (R5), dan 250 Gy (R6)) serta ulangan sebanyak 3 kali (18 unit). Setiap unit terdiri dari 50 biji sehingga terdapat 900 benih Kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega-1.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei - Juni 2025. Uji perkecambahan biji kedelai hasil iradiasi sinar gamma dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Program Studi Biologi, Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang diteliti pada penelitian ini terdiri dari variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol:

1. Variabel bebas/independent

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dosis sinar gamma (0 Gy, 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy).

2. Variabel terikat/dependent

Variabel terikat dari penelitian ini adalah pengamatan perkecambahan biji Kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega-1 yang terdiri dari daya perkecambahan, panjang hipokotil, panjang radikula dan kualitas perkecambahan (kecambah normal dan abnormal).

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi substrat perkecambahan/media (kertas merang), tray, pinset, hand sprayer, tisu, plastik, penggaris, label, alat tulis, kamera.

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji Kedelai (*Glycine max* L.) yang tidak diradiasi sinar gamma (0 Gy) dan yang telah diberi perlakuan iradiasi sinar gamma 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan Biji

Biji Kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega-1 diperoleh dari Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Kacang (BPSI Aneka Kacang) Malang, Jawa Timur. Biji kemudian disortir dan dilakukan iradiasi sinar gamma.

3.5.2 Iradiasi Sinar Gamma Co-60 pada Kedelai

Induksi mutasi pada penelitian ini menggunakan sinar gamma Co-60 Gammacell. Perlakuan ini dilakukan di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Jakarta. Tujuan dari perlakuan ini yaitu untuk menginduksi mutasi pada benih kedelai (*Glycine max* L.) varietas dega-1, dengan beberapa dosis radiasi yang meliputi 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy masing-masing 150 benih. Pelakuan ini diawali dengan pemilihan benih kedelai yang sehat dan seragam, lalu disimpan dalam kondisi kering dan bersih. Benih diletakkan pada wadah bening yang dapat terjangkau oleh sinar gamma secara menyeluruh. Kemudian, diletakkan dalam ruang radiasi sinar gamma Co-60 dengan jarak yang sama agar dosis radiasi

merata sesuai dengan dosis yang telah ditentukan pada tiap perlakuan. Iradiasi sinar gamma berlangsung selama waktu tertentu sesuai dosis yang telah ditentukan, semakin besar dosis maka semakin lama iradiasi.

3.5.3 Perendaman Biji

Biji Kedelai (*Glycine max* L.) varietas Dega-1 Mutant 1 (M1) disiapkan dan dipisahkan sesuai dosis perlakuan yaitu 0 Gy (kontrol), 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy. Selanjutnya, biji kedelai dicuci untuk mencegah terjadinya kontaminasi pada saat penanganan pasca panen. Kemudian dilakukan perendaman biji kedelai untuk mempercepat proses imbibisi (Firsta & Saputro, 2018).

3.5.4 Perkecambahan dengan Metode Uji Kertas Digulung dalam Plastik (UKDdp)

Perkecambahan dilakukan dengan metode Uji Kertas Digulung dalam Plastik (UKDdp). Persiapan media diawali dengan preparasi media berupa kertas merang 5 lembar (3 lembar sebagai alas dan 2 lembar lainnya sebagai penutup) dan dibasahi dengan air agar tetap lembab pada saat perkecambahan. Kertas merang dan kertas stensil memiliki sifat fisik dengan daya serap yang tinggi dan mampu mempertahankan air, sehingga menjadi media terbaik untuk perkecambahan (Siregar dkk., 2023). Kemudian, media ditekan/dipress secara manual. Media kertas dihamparkan dengan posisi berada diatas plastik. Sample biji kedelai disusun diatas media sebanyak 50 butir pada tiap perlakuan. Selanjutnya, media digulung dan diberi label.

3.5.5 Perawatan

Perawatan kecambah dilakukan dengan penyemprotan menggunakan hand sprayer. Penyemprotan dilakukan 1 kali sehari, setiap pagi selama 6 hari. Setiap unit perlakuan mendapat perlakuan yang sama.

3.6 Variabel Pengamatan

3.6.1 Daya Perkecambahan

Pengamatan daya perkecambahan dilakukan pada saat 7 HST dengan menghitung total biji yang berkecambah normal, kemudian dicatat. Persentase daya kecambah dapat dihitung dengan rumus berikut (Nurhafidah dkk., 2021):

$$\text{Daya Berkecambah (\%)} = \frac{\Sigma \text{Biji berkecambah normal}}{\text{Total benih yang diuji}} \times 100\%$$

3.6.2 Panjang Hipokotil

Panjang hipokotil diukur pada saat 7 HST mulai dari bagian pangkal radikula sampai pangkal bagian bawah kotiledon. Hasil pengukuran dinyatakan dengan satuan (cm).

3.6.3 Panjang Radikula

Panjang radikula diukur pada saat 7 HST mulai dari bagian pangkal radikula hingga pada bagian ujung radikula. Hasil pengukuran dinyatakan dengan satuan (cm).

3.6.4 Kualitas Pekecambahan (kecambah normal dan abnormal)

Pengamatan kualitas kecambah dilakukan pada saat 7 HST dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah normal dan abnormal. Menurut Kamil (1982) Kecambah normal: sistem perakaran yang kuat (baik akar primer maupun

sekunder), hipokotil tumbuh baik tanpa pecahan dalam, satu diantara dua kotiledon atau keduanya tumbuh baik dan kuat, tumbuhnya satu daun utama dan satu tunas pucuk yang lengkap. Kecambah abnormal: tidak ada akar primer maupun akar sekunder yang tumbuh dengan baik, hipokotil pecah dalam yang terbuka memanjang masuk kedalam jaringan pengangkut, hipokotil tidak sempurna (keriput, bengkak atau pendek), kedua kotiledonnya hilang, kecambahnya lemah, tidak ada daun primer dan tunas ujung, dan epikotilnya membusuk dan menyebar luas. Persentase kecambah normal dan abnormal dapat dihitung dengan rumus berikut (Syaranamual et al., 2024):

$$\text{Kecambah Normal (\%)} = \frac{\Sigma \text{Biji berkecambah normal}}{\text{Total benih yang diuji}} \times 100\%$$

$$\text{Kecambah Abnormal (\%)} = \frac{\Sigma \text{Biji berkecambah abnormal}}{\text{Total benih yang diuji}} \times 100\%$$

3.7 Analisis Data

Data yang dianalisis yaitu data kuantitatif berupa daya berkecambah, panjang hipokotil, panjang radikula, kualitas perkecambahan (kecambah normal dan abnormal). Setelah semua data terkumpul kemudian data dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA). Data yang terdistribusi normal dan homogen dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT), sedangkan data yang tidak terdistribusi normal dilakukan uji Kruskal-Wallis dilanjutkan uji Man-Whitney.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perbedaan Viabilitas Kedelai (*Glycine max* L.) pada Beberapa Dosis Iradiasi Sinar Gamma

Hasil iradiasi sinar gamma menunjukkan pengaruh nyata terhadap viabilitas kedelai dengan persentase daya kecambah, panjang hipokotil, dan panjang akar. Persentase daya kecambah dosis 0 Gray (81.33%) berbeda nyata dengan persentase daya kecambah dosis 200 Gray (56.67) dan dosis 250 Gray (54.67%). Kedelai tanpa perlakuan sinar gamma dosis 0 Gray (kontrol) menghasilkan persentase tertinggi dibandingkan dengan 50 Gray (74.67%), 100 Gray (70.00%), dan 150 Gray (64.67%) (Tabel 4.1).

Tabel 4. 1 Viabilitas Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Dega-1 Mutant-1 (M1) Hasil Iradiasi Sinar Gamma

Dosis Iradiasi Sinar Gamma (Gy)	Variabel Penelitian		
	Persentase Daya Berkecambah (%)	Panjang Hipokotil (cm)	Panjang Akar (cm)
0 (R0)	81.33 ^a	11.87 ^d	11.49 ^d
50 (R1)	74.67 ^b	9.76 ^c	9.10 ^c
100 (R2)	70.00 ^{bc}	8.51 ^{bc}	7.86 ^{bc}
150 (R3)	64.67 ^{cd}	7.56 ^{ab}	6.82 ^{ab}
200 (R4)	56.67 ^d	6.20 ^a	6.02 ^a
250 (R5)	54.67 ^d	5.81 ^a	5.44 ^a

Keterangan: angka pada kolom yang sama diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda pada uji Mann-Whitney (persentase daya berkecambah) dan uji DMRT (panjang hipokotil dan akar) taraf 5%. Persentase daya berkecambah di atas 65% masih memenuhi standar viabilitas Benih Sebar (BR) medium.

Panjang hipokotil benih kedelai (*Glycine max* L.) tanpa perlakuan atau dosis 0 Gray (11.87 cm) berbeda nyata dengan panjang hipokotil dosis 200 Gray (6.20) dan dosis 250 Gray (5.81 cm). Kedelai tanpa perlakuan sinar gamma atau dosis 0 Gray (11.87 cm) menunjukkan hasil tertinggi dibandingkan dengan dosis 50 Gray (9.76 cm), 100 Gray (8.51 cm), dan 150 Gray (7,56 cm). Panjang akar benih kedelai (*Glycine max* L.) tanpa perlakuan sinar gamma atau dosis 0 Gray (11.49 cm) berbeda nyata dengan panjang akar benih kedelai (*Glycine max* L.) dosis 200 Gray (6.02) dan dosis 250 Gray (5.44 cm). Benih kedelai tanpa perlakuan iradiasi atau dosis 0 Gray (11.49 cm) juga menunjukkan hasil tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu dosis 50 Gray (9.10 cm), 100 Gray (7.86 cm), dan 150 Gray (6.82 cm) (Tabel 4.1).

Hasil perkecambahan secara keseluruhan menunjukkan bahwa benih kedelai tanpa perlakuan iradiasi sinar gamma atau dosis 0 Gray menunjukkan viabilitas kecambah terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Penurunan viabilitas kecambah kedelai sudah mulai terlihat pada perlakuan sinar gamma dosis 50 Gray. Pemaparan sinar gamma dengan dosis 250 Gray menunjukkan hasil terendah viabilitas kecambah. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Dewi *et al.*, (2023) semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan semakin rendah persentase daya berkecambah. Turunnya viabilitas benih kedelai hasil perlakuan sinar gamma diduga karena semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan semakin dapat merusak sel yang ada dalam benih untuk berkecambah.

Perlakuan iradiasi sinar gamma dapat mengakibatkan perubahan struktur dan fungsi morfologi pada tanaman (Andini *et al.*, 2020). Iradiasi sinar gamma dengan dosis tinggi juga menyebabkan terjadinya gangguan pada sintesis pada DNA (Firsta

& Saputro, 2018). Sehingga, dapat mempengaruhi daya perkecambahan. Sinar gamma dapat menginduksi penghambatan pertumbuhan melalui gangguan siklus sel selama pembelahan sel somatik dan menyebabkan kerusakan pada seluruh genom (Kadhimi *et al.*, 2016). Kerusakan tanaman akibat paparan radiasi pegan yang bereaksi dengan molekul air dan melepaskan energi ionisasi untuk membentuk radikal bebas (Esnault *et al.*, 2010; Qosim *et al.*, 2024). Radikal bebas dapat merusak atau mengubah komponen penting sel tanaman, sekaligus mempengaruhi proses fisiologis dan biokimia yang krusial bagi kelangsungan hidup tanaman. Iradiasi sinar gamma dengan dosis tinggi pada benih bisa mengganggu sintesis protein, keseimbangan hormon, pertukaran gas pada daun, aktivitas enzim, serta menyebabkan perubahan morfologis, struktural, dan fungsional tergantung pada kekuatan dan lamanya paparan dosis sinar gamma (Li *et al.*, 2021).



Gambar 4. 1 Perkecambahan kedelai (*Glycine max L.*) hasil iradiasi sinar gamma pada hari ke-7: a. Dosis 0 Gy (kontrol), b. Dosis 50 Gy, c. Dosis 100 Gy d. Dosis 150 Gy, e. Dosis 200 Gy, dan f. Dosis 250 Gy.

Penurunan panjang hipokotil dan panjang akar seiring peningkatan dosis sinar gamma, karena sinar gamma pada dosis tinggi (>250) dapat menghambat pembelahan dan pemanjangan sel pada radikula dan plumula sehingga

pertumbuhan awal kecambah terhambat. Penurunan panjang akar pada perlakuan iradiasi sinar gamma dosis 250 Gray dapat terjadi akibat adanya perubahan ROS di akar setelah dilakukannya iradiasi (Atteh & Adeyeye, 2022). Penurunan pertumbuhan kecambah akibat perlakuan mutagen diduga disebabkan oleh penurunan aktivitas mitosis pada jaringan meristem. Perlakuan mutagen dapat menyebabkan kerusakan pada proses pembelahan sel dan pemanjangan sel. Hal ini terjadi karena iradiasi menyebabkan kerusakan DNA dalam sel tanaman yang berdampak pada berbagai jenis kerusakan dalam proses pembelahan sel, pertumbuhan tanaman, dan perkembangan tanaman (Qosim *et al.*, 2024).



Gambar 4. 2 Panjang hipokotil dan panjang akar kedelai (*Glycine max* L.) hasil iradiasi sinar gamma hari ke-7: a. Dosis 0 Gy (kontrol), b. Dosis 50 Gy, c. Dosis 100 Gy d. Dosis 150 Gy, e. Dosis 200 Gy, dan f. Dosis 250 Gy.

Penurunan viabilitas kecambah kemungkinan disebabkan oleh pengaruh mutagen terhadap jaringan meristem benih serta terjadinya kelainan kromosom dan gangguan dalam replikasi DNA serta regulator pertumbuhan. Pemaparan sinar gamma pada dosis tertentu benih masih dapat berkecambah namun tidak dapat bertahan hidup akibat kerusakan DNA yang tidak mampu diperbaiki. Dosis sinar Gamma yang tinggi dapat merusak keutuhan dan permeabilitas membran sel, sehingga menghambat penyerapan air dan nutrisi yang pada akhirnya mengganggu pertumbuhan tanaman dan aktivitas fisiologisnya (Qosim *et al.*, 2024). Penurunan perkecambahan setelah perlakuan iradiasi sinar gamma juga terjadi pada tanaman jagung (Yadav *et al.*, 2019) dan gandum (Kiani *et al.*, 2022).

Nilai minimal persentase berkecambah berdasarkan ketentuan SNI 6234:2024 yaitu 65% untuk Benih Sebar (BR) medium. Persentase daya berkecambah pada benih kedelai perlakuan 50 Gy (74.67%) dan perlakuan 100 Gy (70.00%) masih memenuhi standar viabilitas benih kedelai. Sehingga, perlakuan pada dosis ini masih direkomendasikan untuk pemuliaan tanaman kedelai.

4.2 Perbedaan Kualitas Kecambah pada Perkecambahan Kedelai (*Glycine max* L.) pada Beberapa Dosis Iradiasi Sinar Gamma

Hasil penelitian menunjukkan kecambah normal dengan adanya bakal daun pertama berwarna hijau muda. Kedua kotiledon utuh (tidak keriput maupun rusak). Hipokotil memanjang lurus ataupun sedikit melengkung wajar, berwarna hijau muda kekuningan pucat karena belum terkena cahaya secara langsung (tapi tidak ada bercak hitam, busuk atau patah). Kecambah hasil penelitian juga menunjukkan

adanya akar primer dan juga sekunder, berwarna krem kecoklatan, kuat dan tidak membusuk (Gambar 4.3a).

Menurut ISTA, kecambah normal bisa berkembang menjadi tanaman yang sempurna jika ditanam di tanah yang subur, serta kondisi suhu kelembaban dan cahaya yang ideal. Kecambah yang sempurna memiliki sistem perakaran yang baik, meliputi akar primer dan akar sekunder. Perkembangan poros tunas yang lurus biasanya terdapat perpanjangan hipokotil (perkecambahan epigeal). Tumbuhan dikotil dengan perkecambahan epigeal, kedua kotiledonnya berwarna hijau dan menyerupai daun (Ettel *et al.*, 2010).

Kecambah abnormal pada penelitian ini ditunjukkan dengan tidak adanya bakal daun pertama. Sebagian besar area kotiledon berwarna coklat gelap sampai kehitaman, permukaannya busuk dan keriput, terlihat kotiledon yang mengecil dan tidak membuka sempurna. Hipokotil pendek ada juga yang memanjang tidak wajar, bentuknya melengkung berlebihan, warna kekuningan hingga kecoklatan pada bagian bawah dan ada indikasi kerusakan. Akar primer tidak tumbuh, ada juga yang tumbuh pendek dengan ujung kecoklatan yang menandakan adanya kerusakan sel, tidak terdapat akar sekunder (Gambar 4.3b).

Menurut ISTA, kecambah abnormal tidak bisa berkembang menjadi tanaman yang sempurna meskipun ditanam di tanah yang subur dengan kondisi kelembaban, suhu dan cahaya yang ideal. Kecambah abnormal yaitu kecambah yang rusak satu atau lebih struktur utamanya hilang atau rusak parah (tidak terdapat akar primer dan akar sekunder, hipokotil, kotiledon dan akar menunjukkan indikasi kerusakan). Strukturnya berubah bentuk atau tidak seimbang (Pertumbuhan lemah

atau masalah fisiologis). Kecambah busuk akibat infeksi pada struktur utamanya dan menghambat pertumbuhan menjadi kecambah normal (Ettel *et al.*, 2010).



Gambar 4. 3 Kecambah normal dan abnormal pada perkecambahan benih kedelai: a. Kecambah normal dan b. Kecambah abnormal

Persentase kecambah normal benih kedelai tanpa perlakuan atau dosis 0 Gy (kontrol) (81.33) berbeda nyata dengan persentase kecambah normal dosis 200 Gray (56.67) dan dosis 250 Gray (54.67). Benih kedelai tanpa perlakuan iradiasi atau dosis 0 gray (81.33) menunjukkan persentase kecambah normal tertinggi dibandingkan dengan persentase kecambah normal dosis 50 Gray (74.67), 100 Gray (70.00), dan 150 Gray (64.67) (Tabel 4.2).

Persentase kecambah abnormal benih kedelai tanpa perlakuan atau dosis 0 Gray (18.64) berbeda nyata dengan persentase kecambah abnormal dosis 200 Gray (43.33) dan dosis 250 Gray (45.33). Benih kedelai dengan perlakuan iradiasi sinar gamma dosis 250 Gray menunjukkan persentase tertinggi dibandingkan dengan persentase kecambah abnormal dosis 0 Gray (18.67), 50 Gray (25.33), 100 Gray (30.67), 150 Gray (35.33), dan 200 Gray (43.33). Namun, tidak berbeda nyata

dengan perlakuan iradiasi sinar gamma dosis 150 Gray (35.33) dan 200 Gray (45.33) (Tabel 4.2).

Tabel 4. 2 Kualitas Kecambah Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Dega-1 Mutant-1 Hasil Iradiasi Sinar Gamma

Dosis Iradiasi Sinar Gamma (Gy)	Variabel Penelitian	
	Persentase Kecambah Normal (%)	Persentase Kecambah Abnormal (%)
0 (R0)	81.33 ^a	18.67 ^a
50 (R1)	74.67 ^b	25.33 ^b
100 (R2)	70.00 ^{bc}	30.67 ^{bc}
150 (R3)	64.67 ^{cd}	35.33 ^{cd}
200 (R4)	56.67 ^d	43.33 ^d
250 (R5)	54.67 ^d	45.33 ^d

Keterangan: angka pada kolom yang sama diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda pada uji Mann-Whitney taraf 5%.

Penurunan persentase kecambah normal dan peningkatan persentase kecambah abnormal sudah terlihat pada perlakuan sinar gamma dosis 50 Gray. Menurut Kadhim *et al* (2016) sinar gamma memicu kerusakan DNA, gangguan pembelahan sel, dan pembentukan radikal bebas yang berdampak pada terganggunya proses perkecambahan, sehingga meningkatkan jumlah kecambah abnormal. Selain itu, peningkatan jumlah kecambah abnormal atau bahkan kecambah letal pada dosis 250 Gray atau lebih dapat disebabkan berbagai faktor termasuk peningkatan permeabilitas membran, penurunan aktifitas α -amilase, gangguan pada jaringan meristematik benih, dan pada benih berminyak penurunan aktivitas lipase (Atteh & Adeyeye, 2022). Hal ini sejalan dengan penelitian Warman *et al* (2015) yang

menunjukkan peningkatan kecambah abnormal pada dosis iradiasi (>200 Gy) (Qosim et al., 2024).

4.3 Kajian Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Allah SWT menciptakan kedelai sebagai bahan pangan dengan kandungan gizi yang tinggi agar dapat diambil manfaatnya oleh makhluk hidup. Penciptaan kedelai juga termasuk kuasa Allah yang dapat dinikmati dan diambil manfaatnya untuk berbagai kepentingan. Atas kuasa dan ketetapan Allah kedelai dapat dimanfaatkan menjadi berbagai olahan makanan dan minuman yang bermanfaat untuk kesehatan manusia. Kebermanfaatan kedelai (*Glycine max* L.) sebagai bahan pangan selaras dengan firman Allah dalam Al-Qur'an, yang menyatakan bahwa Allah menciptakan berbagai macam tumbuhan yang baik dan bermanfaat bagi keberlangsungan hidup makhluknya. Kebermanfaatan ini telah termaktub dalam surah Asy Syu'ara ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyak kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai tumbuh-tumbuhan yang baik?” (QS. Asy Syu'ara [26]: 7)

Terkumpulnya kata “كَمْ” dan kata “كُلِّ” berarti menunjukkan sesuatu yang menyeluruh dan banyak sekali. Allah telah menciptakan dan menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan di bumi dengan banyak manfaat. Hal ini merupakan bukti keagungan kuasa Allah dan dahsyatnya kekuasaan-Nya, juga sebagai bukti bahwa Allah ada dan Esa lagi Maha kuasa terhadap segala sesuatu untuk memberikan petunjuk kepada kaum dan yang lainnya. Kedelai termasuk satu diantara tumbuh-tumbuhan yang diciptakan oleh Allah dengan segala manfaatnya baik sebagai bahan pangan maupun manfaat bagi kesehatan (Az-Zuhaili, 2018).

Kandungan gizi yang tinggi dan banyaknya manfaat pada kedelai menyebabkan kebutuhan dan minat pada kedelai menjadi tinggi. Sehingga pemuliaan kedelai untuk mendapatkan sifat yang lebih baik dan unggul merupakan suatu hal yang terpuji sehingga dapat memanfaatkan ciptaan Allah SWT dengan baik. Pemuliaan kedelai melalui iradiasi sinar gamma dianggap sebagai acara yang efektif dan aman. Sinar ini memiliki panjang gelombang terpendek dan energi terbesar dalam spektrum elektromagnetik. Keamanannya lebih terjamin dibanding mutasi kimia, sebab tidak meninggalkan residu (Kurniajati dkk., 2020). Tidak adanya residu dari perlakuan sinar gamma dijamin tidak akan merusak lingkungan. Sebagai perlakuan yang terpuji, bermanfaat dan tidak menimbulkan kerusakan, sesuai dengan dalam surah At-Taubah ayat 105:

وَقُلْ أَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَىٰ عِلْمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ

Artinya: “Dan katakanlah, “Bekerjalah kamu, maka Allah akan melihat pekerjaanmu, begitu juga Rasul-Nya dan orang-orang mukmin, dan kamu akan dikembalikan kepada (Allah) Yang Mengetahui Yang Ghaib dan nyata, lalu diberitakan-Nya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan.” (QS. At-Taubah: [9]: 105)

Menurut Shihab (2005) ayat tersebut menjelaskan tentang seruan Allah SWT kepada Rasulullah SAW dan umatnya agar bekerja dengan melakukan amal saleh untuk diri sendiri dan masyarakat lain maka Allah akan melihat dan menilai dari setiap perlakuan baik yang dikerjakan. Banyak kerugian dalam hal waktu yang tidak diisi dengan kebajikan oleh manusia, maka dari itu melakukan amal saleh secara terus menerus merupakan amal saleh. Sesuai dengan kegiatan pemuliaan kedelai dengan sinar gamma Co-60 yang bertujuan agar tanaman yang dihasilkan lebih unggul dan memberi banyak manfaat bagi manusia.

Penelitian perkecambahan dengan perlakuan sinar gamma memiliki beberapa hikmah yang dapat dipelajari. Hikmah yang dituai dari penelitian ini menunjukkan korelasi antara sains dan al-Qur'an. Beberapa hikmah dari penelitian ini yaitu: 1. Menyadari manfaat dari rezeki dan nikmat yang telah Allah SWT berikan dengan upaya ilmiah berupa peningkatan ketahanan pangan dan produktivitas kedelai. 2. Menunjukkan keagungan dan kebesaran Allah SWT melalui citaanya dengan pengembangan potensi genetik tanaman. 3. Menunjukkan pemuliaan tanaman tetap dapat dilakukan dengan tidak merusak dan menjaga kelestarian alam karena induksi mutasi dengan sinar gamma tidak menghasilkan residu. 4. Penelitian yang dilakukan dengan dasar keilmuan, menunjukkan pentingnya ilmiah dan ijtihad dalam islam.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Viabilitas perkecambahan kedelai (*Glycine max* L.) pada beberapa dosis iradiasi sinar gamma menunjukkan perbedaan yang signifikan. Persentase daya berkecambah pada dosis 50 Gy (74.67%) dan dosis 100 Gy (70.00%), masih memenuhi standar viabilitas Benih Sebar (BR) medium SNI (65%).
2. Kualitas kecambah kedelai (*Glycine max* L.) pada beberapa dosis iradiasi sinar gamma juga menunjukkan perbedaan yang signifikan. Persentase kecambah normal pada dosis 50 Gy dan 100 Gy masih memiliki nilai diatas 65%, sehingga masih memiliki kualitas kecambah yang baik.

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan pada penelitian ini yaitu dosis terbaik untuk viabilitas Kedelai (*Glycine max* L.) yang dapat dipakai adalah dosis 0-100 Gy dengan nilai persentase daya berkecambah di atas nilai minimal SNI (65%). Penelitian berikutnya disarankan untuk memakai dosis iradiasi di bawah 100 Gy untuk mendapatkan hasil viabilitas dengan nilai yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. (2014). *Kedelai Tropika Produktivitas 3 ton/ha*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Adriantama, S., Suriyanti, S., & Nontji, M. (2021). Isolasi Dan Identifikasi Morfologi Serta Uji Pelarutan Fosfat Terhadap Bakteri Rhizosfer Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *AgrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Pertanian*, 2(1): 24–32.
- Amoanimaa-Dede, H., Su, C., Yeboah, A., Zhou, H., Zheng, D., & Zhu, H. (2022). Growth regulators promote soybean productivity: A review. *PeerJ*, 10(1): 1–53.
- Analia, S. A., A.Haitami, & Seprido. (2022). KARAKTER AGRONOMI ENAM VARIETAS KEDELAI (*Glycine max*. L) DI TANAH ULTISOL KABUPATEN KUANTAN SINGINGI. 11(3): 397–407.
- Andini, S. N., Nurman, A. H., & Ari, W. (2020). Viabilitas dan Vigor Benih Kedelai Hitam (*Glycine max* (L.) Merrill) Hasil Iradiasi Sinar Gamma. *Jurnal Planta Simbiosa*, 2(2): 11–20.
- Arifin, Z., Cakti, I. G., & Cahyo, S. (2015). Dasar Implementasi Dalam Teknik Budidaya Kedelai Dengan Pendekatan Metode Praktis. In *International Research and Development for Human Beings*, (1).
- Asadi, Dewi, N., Nugroho, K., Terryana, R. T., Mastur, & Lestari, P. (2020). Evaluation of ssr and important agronomical characters of promising mutant lines of soybean. *Biodiversitas*, 21(1), 299–310.
- Astuti, D., Pantouw, C. F., & Hastilestari, B. R. (2022). Kisaran Dosis Optimal Iradiasi Sinar Gamma dalam Pemuliaan Sorgum Sebagai Pangan Potensial. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat (SINAPMAS) 2022, 2018*. 12–17.
- Atteh, A., & Adeyeye, A. (2022). Effect of Low Gamma Irradiation on the Germination and Morphological Characteristics of Broad Beans (*Vicia faba* L.), Mung Beans (*Vigna radiata* L.), and Peas (*Pisum sativum* L.) Seedlings. *Natural Resources*, 13(5), 105–125.
- Aziez, A. F., Dewi, T. S. K., Supriyadi, T., & Saputra, A. F. (2021). Growth analysis soybean grobogan variety under drought stress. *Jurnal Ilmiah Agrineca*, 21(1), 25–33.
- Az Zuhaili, W. (2018). *Tafsir al-Munir*. Jakarta: Gema Insani
- Azzam, E. I., Jay-Gerin, J. P., & Pain, D. (2012). Ionizing radiation-induced metabolic oxidative stress and prolonged cell injury. *Cancer Letters*, 327(1–2), 48–60.
- Beyaz, R., Telci, C., Yildiz, C., & Darcin, E. S. (2016). The effect of gamma radiation on seed germination and seedling growth of *Lathyrus chrysanthus* Boiss . under in vitro conditions. *Journal of Environmental Radioactivity*, 162–163, 129–133.
- BPSI TAKA. (2024). *Deskripsi Varietas Unggul Kedelai 1918-2022*. Malang
- Cahyadi, W. (2007). *Kedelai: Khasiat dan Teknologi*. Jakarta: Bumi Aksara
- Dewi, T. Y., Andini, S. N., Chrisna, O., Pradana, P., & Dewi, R. (2023). Mutu Fisiologis Benih Kedelai Hitam Hasil Iradiasi Sinar Gamma Selama Periode Simpan. *Jurnal Tanaman Pangan Dan Hortikultura*, 5(1), 1–5.
- Esnault, M. A., Legue, F., & Chenal, C. (2010). Ionizing radiation: Advances in

- plant response. *Environmental and Experimental Botany*, 68(3), 231–237.
- Ettel, N., McLaren, G., & Sutcliffe, V. (2010). *ISTA Handbook on Seedling Evaluation on 4th Edition*. Edisi Keempat. ISTA.
- Faisal, F., Ismadi, I., & Rafli, M. (2022). Upaya Peningkatan Performa Perkecambahan Benih Dalam Pengujian Di Laboratorium Melalui Perancangan Alat Pengecambah Benih Yang Ideal. *Jurnal Agrium*, 19(1), 9.
- Fauziah, N. Z., Nanda Wulandari, M., Gea Alivia Putri, M., Sudarti, & Mahmudi, K. (2024). Analisis Penggunaan Radiasi Pengion untuk Pemanfaatan Pertumbuhan Buah dan Sayur di Indonesia. *Jurnal Agro Indragiri*, 9(2), 85–95.
- Firsta, E. R., & Saputro, T. B. (2018). Respon Morfologi Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Anjasmoro Hasil Iradiasi Sinar Gamma pada Cekaman Genangan. *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 7(2), 80–87.
- Hanafiah, D. S. T. S. Y. D. W. (2010). Mutasi Induksi Irradiasi Sinar Gamma pada Varietas Kedelai Agromulyo (*Glycine Max*). *Nusantara Bioscience*, 121–125.
- Harsanti, L., & Yulidar. (2019). Pertumbuhan Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Pada Generasi M2 Dengan Teknik Mutasi. *Jurnal Sains Dan Teknologi Nuklir Indonesia*, 20(1), 1–8.
- Hermanto. (2022). Respon Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap Perlakuan Pengolahan Tanah dan Jarak Tanam di Lahan Sawah Irigasi Teknis. *Jurnal Planta Simbiosis*. 4(1): 50-63.
- Humoen, M. I., Melati, M., & Aziz, S. A. (2020). Respon Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L.) Terhadap Pemberian Cekaman Naungan Dan Kekeringan. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Lingkungan*, 1(10), 32–38.
- Hwang, T. Y., Park, B. D., Sung, J., & Kim, H. S. (2020). Variability of phytochemicals by breeding year, usage and seed size of korean soybean (*Glycine max* (L.) merrill) varieties. *Agriculture (Switzerland)*, 10(4), 1–11.
- Irwan, A. W. (2006). *Budidaya tanaman kedelai (Glycine max (L.) Merrill)*. Bandung. Universitas Padjajaran.
- Isnaini, Rasyad, A., & Fianda, D. O. (2020). KERAGAAN KEDELAI (*Glycine max* (L.) merrill) GENERASI M1 VARIETAS ANJASMORO HASIL RADIASI SINAR GAMMA. *Jurnal Agroteknologi*, 11(1), 39.
- Jawak, G., & Juharni. (2022). Pengujian daya berkecambah dengan metode pengujian dan suhu yang berbeda`. *CIWAL : Jurnal Pertanian*, 1(2), 38–49.
- Kadhimi, A. A., Zain, C. R. C. M., Alhasnawi, A. N., Isahak, A., Ashraf, M. F., Mohamad, A., Doni, F., & Yusoff, W. M. W. (2016). Impact of gamma rays exposure and growth regulators on *Oryza sativa* L. c.v MR269 callus induction. *AIP Conference Proceedings*, 1784, 4–9.
- Kamil, J. (1982). *Teknologi Benih*. Padang: Angkasa Raya
- Kiani, D., Borzouei, A., Ramezanpour, S., Soltanloo, H., & Saadati, S. (2022). Application of gamma irradiation on morphological, biochemical, and molecular aspects of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different seed moisture contents. *Scientific Reports*, 12(1), 1–10.
- Kim, I. S., Yang, W. S., & Kim, C. H. (2021). Beneficial effects of soybean-derived bioactive peptides. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(16), 1–23.
- Krisnawati, A. (2017). Soybean as source of functional food. *Iptek Tanaman Pangan*, 12(1), 57–65.

- Kurniajati, W. ., Sobir, S. ., & Aisyah. (2020). Penentuan Dosis Iradiasi Sinar Gamma dalam Meningkatkan Keragaman untuk Perbaikan Karakter Kuantitatif Bawang Merah (*Allium cepa* var . *aggregatum*) Determination of Gamma Irradiation Dose to Increase Variability for Improvement of Quantitative Traits in . *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 16(2), 83–90.
- Kusmiyati, F., Sutarno, Agam, M. G., & Herwibawa, B. (2018). Mutagenic effects of gamma rays on soybean (*Glycine max* L .) germination and seedlings. *International Symposium on Food and Agro-Biodiversity (ISFA)*, 102(1), 1–10.
- Lagiman, Ami, S., & Budi, W. (2011). *Budidaya Tanaman Kedelai Di Lahan Pasir Pantai*. LPPM UPN Veteran. Hal. 410–419.
- Li, Y. R., Liu, L., Wang, D., Chen, L., & Chen, H. (2021). Biological effects of electron beam to target turning X-ray (EBTTX) on two freesia (*Freesia hybrida*) cultivars. 9. 1–21.
- Makhziah, Sukendah, ., & Koentjoro, Y. (2017). Effect of Gamma Cobalt-60 Radiation to Morphology and Agronomic of Three Maize Cultivar (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(1), 41–45.
- Meydina, A., Barmawi, M., & Sa'diyah, N. (2017). Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Karakter Agronomi Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) Generasi F5 Hasil Persilangan WILIS X B3570. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 15(3), 200–207.
- Mohsen, G., Soliman, S. S., Mahgoub, E. I., Ismail, T. A., Mansour, E., Alwutayd, K. M., Safhi, F. A., El-Moneim, D. A., Alshamrani, R., Atallah, O. O., Shehata, W. F., & Hassanin, A. A. (2023). Gamma-rays induced mutations increase soybean oil and protein contents. 11. 1–23.
- Nisa, M. N. K., Lestari, E. G., & Ashari, S. (2018). Regenerasi kedelai (*Glycine max* L . Merr) hasil iradiasi sinar gamma. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(12), 2991–2998.
- Nobre, D. A. C., Bonfa, C., Silva, A., Arthur, V., & Sedyama, C. (2022). SOYBEAN GENERATIONS UNDER GAMMA RAYS AND EFFECTS ON SEED QUALITY. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 38(3), 287–296.
- Novridha Andini, S., Kartahadimaja, J., & Ferwita Sari, M. (2021). Seleksi Mutan Generasi Dua (M2) Kedelai Hitam Terhadap Produksi Tinggi. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(1), 32–39.
- Nuraeni, N., Hernawati, H., Rani, S. R. A., L, M. S., & Putri, A. A. (2023). Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L.) Hasil Radiasi Sinar Gamma Cesium-137. *Journal Online of Physics*, 8(3), 51–57.
- Nurhafidah, Rahmat, A., Karre, A., & Juraeje, H. H. (2021). Uji daya kecambah berbagai jenis varietas jagung (*Zea mays*) dengan menggunakan metode yang berbeda. *Agroplanta*, 10(8), 30–39.
- Pitojo. (2003). *Benih Kedelai*. Yogyakarta: Knisius
- Puspita Sari, H., Suliansyah, I., Dwipa, I., & Hervani, D. (2023). Orientasi Dosis Iradiasi Efektif Pada Perbaikan Genetik Padi (*Oryza sativa* L.) Lokal Padang Pariaman Melalui Mutasi Induksi. *Produksi Tanaman*, 011(06), 408–421.
- Puspitasari, W., Arwin, A., & Tarmizi, T. (2024). Interaction Genotype and Environment of Grain Yield Soybean Mutant Lines Derived By Gamma-Ray

- Irradiation and Stability Analysis Under Dry Land. *AIP Conference Proceeding*, 1–7.
- Qosim, W. A., Anas, A., Amien, S., Rachmadi, M., Ramdani, S., & Islami, R. Z. (2024). The effect of various doses of gamma ray irradiation on growth and chlorophyll changes of three adlay genotypes. *Kultivasi*, 23(2), 209–216.
- Riviello-Flores, M. de la L., Cadena-Iñiguez, J., Ruiz-Posadas, L. D. M., Arévalo-Galarza, M. de L., Castillo-Juárez, I., Hernández, M. S., & Castillo-Martínez, C. R. (2022). Use of Gamma Radiation for the Genetic Improvement of Underutilized Plant Varieties. *Plants*, 11(9), 1–19.
- Romano, A., & Stevanato, P. (2020). Germination Data Analysis by Time-to-Event Approaches. *Plants*, 9(617), 2–5.
- Setiawan, R. ., Indarwati., R., Fajarfika., M., Asril., R., Jumawati., Purwaningsih., E., Joeniarti., E. P., Ramdan, & Arsi. (2021). Teknologi Produksi Benih. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Shihab, M. Quraish. (2005). *Tafsir Al Misbah: pesan, kesan, dan keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati
- Singh, G., Dukariya, G., & Kumar, A. (2020). Distribution, Importance and Diseases of Soybean and Common Bean: A Review. *Biotechnology Journal International*, 6(24), 86–98.
- Suknia, S. L., & Rahmani, T. P. D. (2020). Proses Pembuatan Tempe Home Industry Berbahan Dasar Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) di Candiwesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 3(1), 59–76.
- Syaranamual, S., Muyan, Y., Sarungallo, A. S., & Person, K. (2024). Seeds Viability and Vigor Test of Several Food Crops: an Approach Towards Sustainable Yield. *Jurnal AGRI PEAT*, 25(1), 2620–6935.
- Talská, R., Jitka, M., Petr, S., & Karel, H. (2020). A comparison of seed germination coefficients using functional regression. *Applications in Plant Sciences*, 8(8): 1–11.
- Tenmau, C. A., Arsa, I. G. B. A., & Oematan, S. S. (2021). Pengaruh Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Varietas Dena-1 dan Dega-1. *J. Agrisa*, 10(1): 36–50.
- Tjitrosoepomo, G. (2005). *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Tuan, P. A., Sun, M., Nguyen, T., Park, S., & Ayele, B. T. (2019). *Molecular mechanisms of seed germination*. Sprouted Grains.
- Wi, S. G., Chung, B. Y., Kim, J. S., Kim, J. H., Baek, M. H., Lee, J. W., & Kim, Y. S. (2007). Effects of gamma irradiation on morphological changes and biological responses in plants. *Micron*, 38(6): 553–564.
- Yadav, A., Singh, B., & Singh, S. D. (2019). Impact of gamma irradiation on growth, yield and physiological attributes of maize. *Indian Journal of Experimental Biology*, 57(2): 116–122.
- Zanzibar, & Dede, J. S. (2018). Prospek Dan Aplikasi Teknologi Iradiasi Sinar Gamma Untuk. *Confrence Paper*, 1–19.
- Zhao, S., Xu, X., Wei, D., Lin, X., Qiu, S., Ciampitti, I., & He, P. (2020). Soybean yield, nutrient uptake and stoichiometry under different climate regions of northeast China. *Scientific Reports*, 10(1): 1–9.
- Zuyasna, Z., Munanda, E., Hayati, E., & Marliah, A. (2023). Karakteristik

Fenotipik Galur Mutan M6 Kedelai Kipas Merah Hasil Iradiasi Sinar Gamma.
Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan, 7(2): 71.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengamatan dan Hasil SPSS

Hasil SPSS Daya Berkecambah/Kecambah Normal

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Persentase Daya Berkecambah	R0	.292	3	.	.923	3	.463
	R1	.385	3	.	.750	3	.000
	R2	.385	3	.	.750	3	.000
	R3	.292	3	.	.923	3	.463
	R4	.385	3	.	.750	3	.000
	R5	.385	3	.	.750	3	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Residual for PDB	.214	18	.029	.878	18	.024

a. Lilliefors Significance Correction

Ranks				Test Statistics ^{a,b}	
Persentase Daya Berkecambah	Perlakuan	N	Mean Rank	Persentase Daya Berkecambah	
	R0	3	17.00	Kruskal-Wallis H	15.107
	R1	3	13.67		
	R2	3	10.83		
	R3	3	7.50	df	5
	R4	3	5.00		
	R5	3	3.00		
	Total	18		Asymp. Sig.	.010

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Perlakuan

$R0 \neq R1$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

 $R0 \neq R2$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

 $R0 \neq R3$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.964
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

 $R0 \neq R4$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

 $R0 \neq R5$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

 $R1 = R2$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	1.000
Wilcoxon W	7.000
Z	-1.650
Asymp. Sig. (2-tailed)	.099
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.200 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

 $R1 \neq R3$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

 $R1 \neq R4$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.023
Asymp. Sig. (2-tailed)	.043
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

 $R1 \neq R5$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.023
Asymp. Sig. (2-tailed)	.043
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

 $R2 = R3$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	1.500
Wilcoxon W	7.500
Z	-1.348
Asymp. Sig. (2-tailed)	.178
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.200 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

 $R2 \neq R4$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.023
Asymp. Sig. (2-tailed)	.043
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

 $R2 \neq R5$

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.023
Asymp. Sig. (2-tailed)	.043
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

R3 = R4

R3 = R5

R4 = R5

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	8.000
Z	-1.107
Asymp. Sig. (2-tailed)	.268
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.400 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	1.000
Wilcoxon W	7.000
Z	-1.623
Asymp. Sig. (2-tailed)	.105
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.200 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	Persentase Daya Berkecambah
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	8.000
Z	-1.124
Asymp. Sig. (2-tailed)	.261
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.400 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

Parameter	Persentase Daya berkecambah (%)					
	R0	R1	R2	R3	R4	R5
Daya Berkecambah	81.33a	74.67b	70.00bc	64.67cd	56.67d	54.67d

Hasil SPSS Panjang Hipokotil

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Panjang Hipokotil	R0	.246	3	.	.970	3	.667
	R1	.331	3	.	.864	3	.280
	R2	.366	3	.	.796	3	.105
	R3	.304	3	.	.907	3	.407
	R4	.350	3	.	.829	3	.187
	R5	.357	3	.	.814	3	.148

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Panjang Hipokotil	Based on Mean	2.675	5	12	.075
	Based on Median	.291	5	12	.909
	Based on Median and with adjusted df	.291	5	6.277	.902
	Based on trimmed mean	2.276	5	12	.113

ANOVA

Panjang Hipokotil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	78.258	5	15.652	15.286	<.001
Within Groups	12.287	12	1.024		
Total	90.545	17			

Panjang Hipokotil

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
R5	3	5.8067			
R4	3	6.2033			
R3	3	7.5633	7.5633		
R2	3		8.5133	8.5133	
R1	3			9.7633	
R0	3				11.8700
Sig.		.065	.273	.156	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Hasil SPSS Panjang Akar

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Panjang Akar	R0	.262	3	.	.956	3	.598
	R1	.247	3	.	.969	3	.664
	R2	.250	3	.	.967	3	.652
	R3	.185	3	.	.998	3	.924
	R4	.202	3	.	.994	3	.852
	R5	.373	3	.	.780	3	.067

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Panjang Akar	Based on Mean	1.940	5	12	.161
	Based on Median	1.108	5	12	.406
	Based on Median and with adjusted df	1.108	5	6.779	.436
	Based on trimmed mean	1.882	5	12	.171

ANOVA

Panjang Akar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	74.954	5	14.991	18.114	<.001
Within Groups	9.931	12	.828		
Total	84.885	17			

Panjang Akar

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
R5	3	5.4433			
R4	3	6.0200			
R3	3	6.8233	6.8233		
R2	3		7.8567	7.8567	
R1	3			9.1000	
R0	3				11.4900
Sig.		.102	.189	.120	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Hasil SPSS Kecambah Abnormal

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Persentase Kecambah Abnormal	R0	.292	3	.	.923	3	.463
	R1	.385	3	.	.750	3	.000
	R2	.385	3	.	.750	3	.000
	R3	.292	3	.	.923	3	.463
	R4	.385	3	.	.750	3	.000
	R5	.385	3	.	.750	3	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Residual for PKA	.212	18	.032	.876	18	.022

a. Lilliefors Significance Correction

Ranks			
	Perlakuan	N	Mean Rank
Persentase Kecambah Abnormal	R0	3	2.00
	R1	3	5.33
	R2	3	8.33
	R3	3	11.33
	R4	3	14.00
	R5	3	16.00
	Total	18	

Test Statistics^{a,b}

Persentase Kecambah Abnormal	
Kruskal-Wallis H	14.979
df	5
Asymp. Sig.	.010

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Perlakuan

R0 ≠ R1

R0 ≠ R2

R0 ≠ R3

Test Statistics^a

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.964
Asymp. Sig. (2-tailed)	.050
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

 $R0 \neq R4$ $R0 \neq R5$ $R1 = R2$ **Test Statistics^a**

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	1.000
Wilcoxon W	7.000
Z	-1.650
Asymp. Sig. (2-tailed)	.099
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.200 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

 $R1 \neq R3$ $R1 \neq R4$ $R1 \neq R5$ **Test Statistics^a**

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-1.993
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.023
Asymp. Sig. (2-tailed)	.043
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.023
Asymp. Sig. (2-tailed)	.043
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

 $R2 = R3$ $R2 \neq R4$ $R2 \neq R5$ **Test Statistics^a**

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	8.000
Z	-1.107
Asymp. Sig. (2-tailed)	.268
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.400 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.023
Asymp. Sig. (2-tailed)	.043
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

Test Statistics^a

	Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.023
Asymp. Sig. (2-tailed)	.043
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 ^b

a. Grouping Variable: Perlakuan
b. Not corrected for ties.

 $R3 = R4$ $R3 = R5$ $R4 = R5$

Test Statistics ^a		Test Statistics ^a		Test Statistics ^a	
	Persentase Kecambah Abnormal		Persentase Kecambah Abnormal		Persentase Kecambah Abnormal
Mann-Whitney U	2.000	Mann-Whitney U	1.000	Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	8.000	Wilcoxon W	7.000	Wilcoxon W	8.000
Z	-1.107	Z	-1.623	Z	-1.124
Asymp. Sig. (2-tailed)	.268	Asymp. Sig. (2-tailed)	.105	Asymp. Sig. (2-tailed)	.261
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.400 ^b	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.200 ^b	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.400 ^b
a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan		a. Grouping Variable: Perlakuan	
b. Not corrected for ties.		b. Not corrected for ties.		b. Not corrected for ties.	

Parameter	Persentase Daya berkecambah (%)					
	R0	R1	R2	R3	R4	R5
Kecambah abnormal	18.67a	25.33b	30.67bc	35.33cd	43.33d	45.33d

Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian

	
Biji-biji yang sudah disortir	Perendaman Biji
	
Penataan biji pada substrat kertas merang	Perkecambahan metode UKDdp
	
Penyiraman menggunakan sprayer	Pengamatan daya perkecambahan dan kualitas kecambah (normal dan abnormal)

	
Pengukuran panjang hipokotil dan panjang akar	



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341) 551354, Fax. (0341) 572533
Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

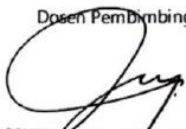
IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200602110107
Nama : AHIDA SALSABILA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : Dr. EVIKA SANDI SAVITRI, M.P.
Dosen Pembimbing 2 : Dr. M. MUKHLIS FAHRUDDIN, M.S.I
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : VIABILITAS BENIH KEDELAI (*Glycine max* L.) VARIETAS DEGA-1 MUTANT-1 (M1) HASIL IRADIASI SINAR GAMMA

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	22 Desember 2023	Dr. EVIKA SANDI SAVITRI, M.P	Konsultasi judul	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	12 Februari 2024	Dr. EVIKA SANDI SAVITRI, M.P	Konsultasi BAB I	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
3	03 Agustus 2024	Dr. EVIKA SANDI SAVITRI, M.P	Konsultasi revisi BAB I dan konsultasi BAB II	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
4	29 Oktober 2024	Dr. EVIKA SANDI SAVITRI, M.P	Konsultasi revisi BAB II dan konsultasi BAB III	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
5	01 November 2024	Dr. EVIKA SANDI SAVITRI, M.P	Konsultasi revisi BAB III dan ACC naskah	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
6	13 Desember 2024	Dr. M. MUKHLIS FAHRUDDIN, M.S.I	Konsultasi integrasi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
7	20 Februari 2025	Dr. EVIKA SANDI SAVITRI, M.P	Konsultasi revisi BAB III	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
8	05 Juni 2025	Dr. M. MUKHLIS FAHRUDDIN, M.S.I	Bimbingan integrasi bab IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
9	05 Juni 2025	Dr. EVIKA SANDI SAVITRI, M.P	Bimbingan BAB IV dan ACC Naskah	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertas

Dosen Pembimbing 2

Dr. M. MUKHLIS FAHRUDDIN, M.S.I
NIP. 20142011409



Malang, 05 Juni 2025
Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. EVIKA SANDI SAVITRI, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Ahida Salsabila
NIM : 200602110107
Judul : Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Dega-1 Mutant-1 (M1)
Hasil Iradiasi Sinar Gamma

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rahmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	218	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

NIP. 19741018 200312 2 002