

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan komoditas penting ketiga setelah padi dan jagung. Kedelai biasanya digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan tempe, tahu dan kecap karena kedelai memiliki sumber protein yang tinggi (Ramadhani *et al.*, 2018). Di Indonesia terdapat dua jenis kedelai yaitu kedelai kuning dan kedelai hitam. Sebagai bahan utama pada kecap, kedelai hitam memiliki keunggulan tersendiri dibanding kedelai kuning. Kedelai hitam mengandung asam amino yakni leusin dan lisin sebagai komponen pembentuk citarasa pada kecap (Muller, 2012). Kedelai hitam juga memiliki kandungan total Isoflavon, flavonoid, dan antosianin yang lebih tinggi dibandingkan kedelai kuning (Adie dkk., 2009). Isoflavon terdapat pada kotiledon benih kedelai, sedangkan kandungan Antosianin hanya terdapat pada kulit kedelai hitam. Bersamaan dengan vitamin B-karoten dan vitamin E, kandungan Isoflavon dan Antosianin berkontribusi terhadap nilai aktivitas antioksidan (Nurrahman, 2015). Mengingat kedelai hitam kaya akan manfaat, seperti untuk bahan baku makanan sehat dan berkualitas baik maka diperlukannya peningkatan produksi kedelai hitam, sehingga diperlukan pula pengadaan benih kedelai hitam dalam jumlah banyak dan berkualitas tinggi.

Dari tahun 1918–2016 deskripsi varietas unggul kedelai terdapat sebelas varietas kedelai hitam yakni Otau, No 27, Merapi, Cikuray, Mallika, Detam 1, Detam 2, Detam 3 Prida, Detam 4 Prida, Mutiara 2 dan Mutiara 3. Jumlah varietas kedelai hitam yang dilepas oleh pemerintah masih terbilang sedikit jika dibandingkan dengan varietas kedelai kuning, maka dari itu perlunya pengembangan varietas baru dari kedelai hitam. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keragaman tanaman kedelai hitam dapat dilakukan dengan pemberian induksi mutasi sinar gamma (Andini dkk, 2020). Penggunaan sinar gamma pada tanaman memberikan pengaruh yang baik, dengan perlakuan

dosis radiasi yang tepat akan diperoleh sifat-sifat pada tanaman yang diinginkan, tetapi kenyataan yang ditimbulkan tidak semuanya memenuhi harapan (BATAN, 2006). dosis yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kematian pada tanaman, dosis yang terlalu rendah dapat menyebabkan perubahan fenotipe tanaman (Ghosyepa dkk, 2018).

Mutu benih dapat mengalami kemunduran seiring berjalannya waktu dan tidak dapat dikembalikan (Jyoti dan Malik, 2014). Kemunduran benih ialah penurunan daya kecambah dan vigor pada saat penyimpanan benih. Kemunduran benih selama proses penyimpanan disebabkan oleh tingginya kandungan protein, lemak dan kelembapan ruang simpan yang tinggi. Benih kedelai hitam masuk kedalam benih orthodox yang cepat mengalami deteriorasi. Hukum Harrington menyatakan bahwa setiap penurunan suhu ruang simpan sebesar 5°C atau penurunan 1% kadar air benih, maka umur simpan benih akan bertambah dua kali lipat. Hukum ini akan berlaku jika kelembaban relatif ruang penyimpanan 15–70% dengan suhu $0 - 30^{\circ}\text{C}$, serta kadar air benih 4–14% (Kuswanto, 2003). Menurut periode simpan, tidak ada kisaran pasti dalam periode penyimpanan, hal ini disebabkan karena periode penyimpanan sangat tergantung dari jenis tanaman dan tipe benih itu sendiri. Untuk penyimpanan jangka panjang memiliki waktu simpan yang sangat lama yaitu 3–10 tahun. Penyimpanan jangka menengah ini memiliki kisaran waktu simpan hanya beberapa tahun yaitu 8–35 bulan. Penyimpanan jangka pendek ini memiliki kisaran waktu paling singkat yaitu kurang dari satu tahun 1–9 bulan.

Penyimpanan merupakan masalah yang sering dihadapi dalam penyediaan benih bermutu. Di daerah tropis lembab seperti di Indonesia penyimpanan kacang-kacangan seperti kedelai dihadapkan pada masalah daya simpan yang rendah (Sadjad, 1980) dalam (Aurellia, 2004) menerangkan bahwa dalam waktu tiga bulan pada suhu kamar 30°C , benih kacang-kacangan tidak dapat mempertahankan viabilitasnya pada kadar air 14%. Penyebab benih kedelai cepat mengalami kemunduran di dalam penyimpanan ialah lemak dan proteinnya relatif tinggi (Aurelli, 2004).

Sebelum ditanam kelapangan benih kedelai mengalami periode penyimpanan, selama masa penyimpanan tersebut jika kondisi suhu, kelembaban dan wadah penyimpanan tidak tepat maka viabilitas dan vigor benih akan berpengaruh yang akan menyebabkan turunnya daya kecambah pada benih. Pengujian benih setelah penyimpanan juga perlu dilakukan untuk menjaga materi genetik benih dan dapat digunakan dalam penelitian berikutnya.

Adapun identifikasi masalah dalam penelitian ini ialah, benih kedelai yang akan ditanam mengalami periode penyimpanan. Kemunduran benih kedelai disebabkan kandungan lemak dan proteinnya relatif tinggi sehingga perlu ditangani sebelum simpan, karena kadar air benih akan meningkat jika suhu dan kelembaban ruang simpan cukup tinggi (Tatipata, dkk 2004) yang dapat menyebabkan turunnya daya kecambah pada benih, maka dari itu diperlukannya uji viabilitas benih pada kedelai hitam Detam 3 generasi kedua ini.

1.2 Tujuan

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui viabilitas benih kedelai Detam 3 Prida generasi ke dua (M_2) hasil iradiasi sinar gamma pada penyimpanan jangka menengah.

1.3 Kerangka Pikiran

Kedelai merupakan salah satu tanaman palawija yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena nilai gizinya yang relatif tinggi. Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan komoditas penting ketiga setelah padi dan jagung. Kedelai biasanya digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan tempe, tahu dan kecap. Kedelai hitam mengandung asam amino yakni leusin dan lisin sebagai komponen pembentuk citarasa pada kecap (Krisnawati, 2007). Kedelai hitam juga memiliki kandungan total Isaflavon, flavonoid, dan antosianin yang lebih tinggi dibandingkan kedelai kuning, (Adie dkk, 2009). Hasil kecap dari kedelai hitam memiliki kualitas yang lebih tinggi dibanding dengan hasil kecap kedelai kuning, serta jumlah varietas kedelai hitam yang ada di Indonesia juga belum banyak dibandingkan varietas kedelai kuning maka mengingat pentingnya manfaat kedelai hitam di Indonesia, perlu adanya peningkatan mutu dan kualitas benih

kedelai hitam serta perlunya pengembangan varietas baru untuk kedelai hitam. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keanekaragaman karakter genetik kedelai hitam ialah melalui pemberian induksi mutasi iradiasi gamma. Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian sebelum-sebelumnya, penggunaan sinar gamma dalam pemuliaan tanaman kedelai mampu meningkatkan produktivitas.

Umur benih kedelai yang akan digunakan dalam penelitian ini ialah 33 bulan (November 2019 – Agustus 2022), menurut periode simpan maka benih tersebut masuk kedalam penyimpanan jangka menengah. Benih kedelai dapat mengalami kemunduran di dalam penyimpanan, yang disebabkan kandungan lemak serta proteinnya relatif tinggi, dimana kemunduran benih tersebut tidak dapat kembali seperti semula (*irreversible*). Untuk melihat apakah ada perubahan dari iradiasi yang dilakukan kepada benih kedelai hitam selama periode simpan maka perlu dilakukannya pengujian fisiologis seperti pengujian daya kecambah, kecepatan tumbuh, tinggi kecambah, panjang akar, keserempakan tumbuh serta indeks vigor.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan (Yulita, 2021), dosis iradiasi yang digunakan yaitu 0 Gy, 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy, semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan maka persentase daya berkecambah semakin rendah. Hal ini sejalan juga dengan penelitian yang telah dilakukan Andini dkk. (2020) yang menyatakan semakin tinggi dosis iridiasi yang diberikan maka semakin rendah persentasi berkecambah, karena radiasi gamma yang terlalu tinggi dapat memberikan efek negatif pada tanaman yaitu merusak sel-sel yang ada pada benih yang mengakibatkan benih susah untuk berkecambah. Untuk indikator kecepatan tumbuh semakin rendah dosis iradiasi yang diberikan maka benih yang tumbuh semakin meningkat.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan deskripsi, permasalahan, dan tujuan dari penelitian ini maka diduga terdapat perbedaan viabilitas benih kedelai Detam 3 pada generasi ke dua (M_2) hasil iradiasi sinar gamma pada penyimpanan jangka menengah.

1.5 Kontribusi penelitian

Kontribusi yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah penyusun dapat memberi pengetahuan tentang hasil penelitian kepada pembaca, diharapkan bertambahnya wawasan pengetahuan bagi penyusun terkait penelitian ini serta hasil dari penelitian ini dapat menjadi tumpuan atau referensi penelitian berikutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kedelai

Benih kedelai memiliki tipe perkecambahan epigeal yakni pada saat berkecambah kotiledon akan terangkat ke atas dan dari kotiledon akan keluar calon daun. Benih kedelai merupakan benih ortodok, yaitu benih yang tahan disimpan lama dalam kadar air yang rendah.

Menurut (Harnowo, 2006) ciri-ciri benih kedelai sebagai berikut :

1. Daya tumbuh benih kedelai saat baru di panen memiliki daya tumbuh yang baik, tidak memiliki masa dormansi.
2. Memiliki kulit ari yang tipis sehingga mudah rusak, terutama pada saat proses pasca panen.
3. Kadar air benih kedelai akan menyesuaikan terhadap kadar air lingkungan benih (Higroskopis).
4. Benih kedelai mengandung lemak dan protein lebih tinggi dibanding padi dan jagung.
5. Memiliki embrio yang rapuh, sehingga perlu hati-hati dalam penanganan benih.
6. Daya tumbuh benih mudah mengalami deteriorasi selama penyimpanan.

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Kedelai

Menurut (Widodo dkk, 2010) dalam ilmu tumbuhan (botani) kedelai hitam diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermathophyta</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Polypetales</i>
Familia	: <i>Leguminoccae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine soja L Merrit</i>

2.1.2 Morfologi Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai termasuk tanaman legume yang mempunyai akar tunggang. Sistem perakaran tanaman kedelai adalah adanya interaksi yang saling menguntungkan antara bakteri nodul akar (*Rhizobium japonikum*) dengan akar tanaman kedelai yang menyebabkan timbulnya bintil akar, dimana bintil akar ini berperan dalam proses fiksasi N₂ yang dibutuhkan oleh tanaman kedelai untuk penyediaan unsur hara nitrogen (Rianto dkk, 2016).



Gambar 1. Morfologi Akar dan Bintil Akar Kedelai (Irwan, 2006)

Batang tanaman kedelai bercabang, dimana cabang akan muncul pada batang tanaman. Saat tanaman kedelai masih muda atau pada fase menjadi kecambah dan saat keping biji belum jatuh, batang kedelai dapat dibedakan menjadi dua yaitu hipokotil ialah bagian batang bawah keping biji yang belum lepas dan epikotil ialah bagian di atas keping biji. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe terbatas (*determinet*) ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi saat tanaman sudah berbunga. Adapun ciri pertumbuhan tanaman tak terbatas (*indeterminate*) bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga (Nur, 2014)



Gambar 2. Morfologi Batang Kedelai (Irwan, 2006)

Umumnya bentuk daun tanaman kedelai ada dua, yakni bulat (oval) dan lancip. Kedua bentuk tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Daun pada tanaman kedelai berselang-seling, licin dan berbulu, untuk daun yang berada dibagian bawah anak daun memiliki tangkai daun yang panjang, pinggir daun rata, pangkal membulat, ujungnya lancip sampai tumpul. Umumnya daun ke sepuluh memiliki daun yang berwarna cerah (Sugiarto dkk, 2015).



Gambar 3. Morfologi Daun Kedelai (Irwan, 2006)

Bunga tanaman kedelai termasuk dalam bunga sempurna karena pada setiap bunga memiliki alat reproduksi jantan dan betina. Penyerbukan terjadi ketika bunga masih dalam keadaan tertutup sehingga kecil kemungkinan terjadinya penyerbukan silang. Masa pertumbuhan tanaman kedelai sering mengalami kerontokan bunga, hal ini dikategorikan wajar bila kerontokan terjadi pada kisaran 20–40 % (Adisarwono, 2014).



Gambar 4. Morfologi Bunga Kedelai (Irwan, 2006)

Polong kedelai terbentuk sekitar tujuh sampai sepuluh hari setelah munculnya bunga pertama. Pembentukan polong dan biji akan semakin cepat jika pembentukan bunga terheni. Hal ini kemudian diikuti oleh perubahan warna polong dari polong yang semula berwarna hijau kemudian berubah menjadi warna hitam pada saat masa. Didalam polong terdapat biji yang berjumlah dua sampai tiga dengan berbagai variasi yang tergantung pada varietas tanaman. Biji kedelai tidak memiliki masa dormansi sehingga setelah proses pembijian selesai biji kedelai bisa langsung ditanam (Pitojo, 2003).



Gambar 5. Morfologi polong dan biji kedelai (Irwan, 2006)

2.2. Viabilitas Benih

Viabilitas benih adalah daya hidup benih yang dapat ditunjukkan melalui gejala metabolisme dan atau gejala pertumbuhan, selain itu daya kecambah, laju perkecambahan benih, dan kecepatan perkecambahan juga merupakan tolak ukur parameter viabilitas potensial benih. Uji viabilitas benih dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang kemampuan benih tumbuh di lapangan sebelum

ditanam serta untuk membandingkan mutu benih dari dua lot benih yang berbeda. Viabilitas benih merupakan salah satu komponen mutu fisiologi yang terdiri dari viabilitas potensial dan vigor. Viabilitas potensial ditentukan oleh daya kecambah yang mencerminkan kemampuan benih untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman normal pada kondisi optimum. Untuk menjabarkan viabilitas dalam keadaan pertanaman di lapang atau penyimpanan yang suboptimum disebut vigor benih. Benih yang vigor akan memiliki daya simpan yang tinggi dan mampu tumbuh menjadi tanaman yang kuat pada kondisi lingkungan yang suboptimum (Sadjad, 1994).

Daya kecambah merupakan tolak ukur absolut yang menstimulasi viabilitas potensial ialah kemampuan benih tumbuh menjadi tanaman normal yang bereproduksi normal dalam keadaan optimum. Kapasitas berkecambah merupakan kemampuan potensial benih untuk tumbuh. Kecambah normal merupakan kecambah yang mampu menumbuhkan tanaman normal dan bereproduksi normal pada kondisi optimum.

Menurut (Sutopo 2004), ciri kecambah normal adalah sebagai berikut :

1. Kecambah memiliki perkembangan sistem perakaran yang baik terutama pada akar primer dan pada tanaman yang secara normal membentuk akar sekunder.
2. Hipokotil berkembang baik dan sempurna tanpa adanya kerusakan pada jaringan.
3. Epikotil tumbuh sempurna dengan kuncup normal, plumula tumbuh sempurna, daun berwarna hijau dan tumbuh baik.

Ciri kecambah abnormal adalah sebagai berikut :

1. Kecambah rusak, tidak memiliki kotiledon, embrio pecah dan akar primer pendek.
2. Pertumbuhan kecambah tidak normal dan perkembangan bagian penting kecambah kurang seimbang
3. Plumula berputar, kotiledon bengkok, koleoptil pecah atau tidak punya daun, dan kecambah tumbuh kerdil.

2.3 Iradiasi Sinar Gamma

Iradiasi merupakan suatu proses ketika suatu objek terpapar oleh energi radiasi secara sengaja dan terarah. Iradiasi gamma menyebabkan perubahan morfologi, struktural dan atau fungsional pada tanaman yang diatur oleh intensitas dan durasi iradiasi gamma (Piri *et. al* 2011). Induksi mutasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan keragaman tanaman, mutagen dapat dibedakan atas dua kelompok, yaitu muagen fisik dan mutagen kimia. Mutagen fisik adalah radiasi ion yang meliputi sinar X, sinar gamma, neutron, partikel beta, alfa dan proton. Mutagen kimia yaitu EMS dan DEMS yang dimana sering digunakan untuk pemuliaan tanaman (Lestari,2012).

Homersis iradiasi adalah dosis rendah yang mampu memberikan efek menguntungkan bagi kehidupan. Homersis merupakan efek dari rangsangan paparan iradiasi dosis rendah, jika zat dalam jumlah banyak maka akan bersifat racun namun jika zat dalam jumlah sedikit maka akan merangsang sebuah kehidupan (Akhadi, 2000). Dalam toksikologi, dosis letal atau sering disebut LD adalah indikasi toksisitas mematikan dari zat atau jenis radiasi tertentu.

Induksi mutasi menggunakan iradiasi menghasilkan mutan paling banyak yaitu sekitar 75% dibandingkan perlakuan lainnya. Sinar gamma merupakan gelombang elektromagnetik pendek dengan energi yang tinggi berinteraksi dengan atom atau molekul untuk memproduksi radikal bebas dalam sel, dimana radikal tersebut akan menginduksi mutasi dalam tanaman sebab radikal tersebut akan merusak sel (Konvacs dan Keresztes, 2002).

Iradiasi sinar gamma adalah perlakuan mutasi buatan dengan bantuan sinar gamma. Sinar gamma sendiri memiliki gelombang elektromagnetik yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Radiasi gamma dilakukan dengan pemberian dosis tertentu dengan jangka waktu dari menit ke jam. Seperti yang dinyatakan oleh Soejono, (2003) bahwa dosis iradiasi yang dibutuhkan untuk membentuk keragaman semakin tinggi bergantung kepada jenis tanaman, fase tumbuh, ukuran, kekerasan dan bahan yang di iradiasi.

Variabilitas mutan tertinggi ada pada mutan hasil iridiasi sinar gamma sekitar LD 20 dan LD 50, Semakin tinggi dosis radiasi semakin rendah tinggi tanaman, hal tersebut terjadi karena dosis radiasi dapat merusak sel-sel pada benih yang akan membuat benih terhambat saat berkecambah (Soeranto, 2012) . Menurut Andini dkk, (2020) Pengaruh iridiasi menyebabkan adanya perubahan tinggi tanaman, warna daun dan perkembangan daun. Tingginya intensitas radiasi menyebabkan ukuran daun, warna daun, luas daun mengalami perbedaan yang jelas.

2.4 Deteriorasi

Salah satu faktor penghambat produksi kedelai yakni kemunduran benih yang sangat cepat selama penyimpanan sehingga dapat mengurangi penyediaan benih berkualitas tinggi. Kemunduran benih dapat diatasi secara biokimia dan fisiologi, indikasi biokimia kemunduran benih ditandai dengan penurunan aktivitas enzim, penurunan cadangan makanan, serta meningkatnya nilai konduktivitas. indikasi fisiologis kemunduran benih adalah penurunan daya kecambah dan vigor Benih kedelai cepat mengalami kemunduran di dalam penyimpanan, disebabkan kandungan lemak dan proteinnya relatif tinggi sehingga perlu ditangani secara serius sebelum disimpan karena kadar air benih akan meningkat jika suhu dan kelembaban ruang simpan cukup tinggi (Aurellia dkk, 2004).

Di daerah yang beriklim tropik seperti di Indonesia kelembaban relatif udara bebas adalah 80% –90%. Benih yang mempunyai kadar air yang rendah menyerap uap air dari udara bebas sehingga kadar airnya meningkat. Hal ini menyebabkan benih yang disimpan dalam wadah terbuka segera kehilangan viabilitasnya. Untuk benih orthodox yang berkadar air rendah, kelembaban udara yang rendah sangat baik untuk mempertahankan viabilitasnya, tetapi bagi benih yang recalcitrant kelembaban udara yang rendah dapat merugikan viabilitas benih (Yudono, 1995).

Beberapa teori penyebab kemunduran biji saat penyimpanan menurut Soeseno dan Suningsih 1984 dalam (Subantoro, 2014) ialah :

1. Menurunnya cadangan makanan, benih yang disimpan mengalami respirasi namun demikian ada sebagian besar benih mengandung cadangan makanan yang tidak akan habis dalam waktu yang sangat lama. Proses pemecahan secara biokimia dalam benih yang kering menghabiskan zat makanan yang sangat sedikit dan tidak mungkin sampai menghabiskan cadangan makanan benih.
2. Mekanisme perkecambahan mengalami kerusakan, teori ini didasarkan pada peranan asam giberellin dan sitokinin dalam mendorong aktifitas enzim untuk memulai perkecambahan.
3. Senyawa-senyawa beracun yang terakumulasi, dalam penyimpanan kadar air rendah, respirasi dan aktifitas enzim yang berkurang dapat menyebabkan terkumpulnya senyawa-senyawa beracun yang dapat menurunkan viabilitas benih.
4. Enzim terurai dan tidak aktif, penurunan aktifitas enzim adalah symptom kemunduran benih yang dapat diukur, tetapi hal ini hanya merupakan pencerminan perubahan yang lebih mendasar pada enzim itu sendiri. Penurunan aktifitas enzim dalam benih menurunkan potensi respirasinya, yang selanjutnya menurunkan penyaluran energi dan makanan bagi benih yang berkecambah.
5. Mekanisme perkecambahan mengalami kerusakan, teori ini didasarkan pada peranan asam giberellin dan sitokinin dalam mendorong aktifitas enzim untuk memulai perkecambahan.