I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai merupakan salah satu komoditi pangan yang memiliki sumber protein nabati cukup tinggi. Kedelai umumnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan susu kedelai, tempe, tahu, kecap, dan makanan ringan lainnya (Krisnawati, 2017). Terdapat dua jenis kedelai di Indonesia yakni kedelai kuning dan kedelai hitam. Kandungan total polifenol, flavonoid dan antosianin kedelai hitam lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedelai kuning. Isoflavon merupakan antioksidan golongan flavonoid yang dapat dimanfaatkan bagi penderita Diabetes Melitus dengan meningkatkan serum insulin dan komponen insulin pankreas (Muller, 2012). Kandungan isoflavon biji kedelai terdapat pada kotiledon, sedangkan zat Antosianin terdapat pada kulit biji kedelai. Isoflavon dan antosianin mempunyai kemampuan sebagai antioksidan serta mencegah terjadinya kerusakan akibat radikal bebas (Nurrahman, 2015). Jika dilihat dari kandungan zat isoflavon dan antosionin yang dimiliki kedelai hitam tersebut yang kaya akan manfaat bagi kesehatan maka perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan jumlah varietas kedelai hitam.

Varietas kedelai hitam di Indonesia yang telah dilepas oleh pemerintah masih sedikit jika dibandingkan dengan varietas kedelai kuning. Berdasarkan deskripsi varietas unggul kedelai dari tahun 1918–2016 terdapat 11 varietas kedelai hitam yaitu Otau, No 27, Merapi, Cikuray, Mallika, Detam 1, Detam 2, Detam 3 Prida, Detam 4 Prida, Mutiara 2, dan Mutiara 3. Untuk itu perlu pengembangan varietas baru kedelai hitam, salah satu upaya yang dilakukan untuk pengembangan sifat karakteristik kedelai hitam dapat dilakukan dengan pemberian induksi mutasi iradiasi gamma (Andini dkk, 2020). Radiasi gamma dilakukan dengan pemberian dosis tertentu, jangka waktu dari menit ke jam yang lama waktu pemberian dosis tergantung pada ketebalan dan volume produk yang akan diiradiasi.

Salah satu faktor pembatas produksi kedelai di daerah tropis seperti di Indonesia adalah cepatnya kemunduran benih selama penyimpanan hingga mengurangi penyediaan benih yang berkualitas tinggi. Pengadaan benih kedelai dalam jumlah yang memadai dan tepat pada waktunya sering menjadi kendala karena daya simpan yang rendah. Kemunduran benih

merupakan proses penurunan mutu secara berangsur-angsur dan kumulatif serta tidak dapat balik (ireversibel) akibat perubahan fisisologis yang disebabkan oleh faktor dalam (Purwanti, 2004).

Benih kedelai sebelum ditanam di lapangan mengalami periode penyimpanan, selama periode penyimpanan tersebut benih dapat mengalami kemunduran. Kemunduran benih kedelai 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 (Tatipata, dkk 2004). Selain itu pengujian benih setelah proses penyimpanan juga perlu dilakukan untuk menjaga materi gentik dari benih tersebut yang tentunya akan sangat bermanfaat sehingga dapat digunakan untuk penelitian berikutnya.

Deteriorasi adalah menurunnya daya kecambah dan vigor benih selama penyimpanan. Kemunduran benih merupakan suatu proses yang pasti terjadi, terdapat gejala-gejala kemunduran benih seperti hilangnya aktifitas enzim, meurunnya respirasi, meningkatya asam lemak bebas, tertundanya perkecambahan muncul, lamanya pertumbuhan bibit. Hukum Harrington menyatakan bahwa setiap penurunan suhu ruang simpan sebesar 5 °C atau setiap penurunan kadar air benih 1%, maka umur simpan benih akan bertambah menjadi dua kali lipat. Hukum ini berlaku apabila kelembaban relatif ruang penyimpanan 15–70%, dengan suhu 0–30°C, dan kadar air benih 4–14% (Kuswanto 2003).

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui mutu fisiologis benih kedelai hitam Detam 3 Prida generasi ke dua (M_2) hasil iradiasi sinar gamma pada penyimpanan jangka menengah.

1.3 Kerangka Pemikiran

Kedelai merupakan salah satu komuditi yang paling banyak di gemari di Indonesia dalam bentuk olahan pangan berupa tahu, tempe, kecap, dan tidak hanya itu pada kedelai hitam juga terdapat Antosianin yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Jumlah varietas kedelai di Indonesia yang telah dilepas oleh pemeritah masih sedikit jika dibandingkan dengan kedelai kuning. Oleh sebab itu perlu pengembangan kedelai hitam varietas baru untuk meningkatkan kragaman karakter genetik yang lebih unggul dari induk sebelumnya. salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan keanekaragaman karakter genetik kedelai hitam dapat dilakukan dengan

cara pemberian induksi mutasi iradiasi gamma. Radiasi gamma dilakukan dengan pemberian dosis tertentu, jangka waktu dari menit ke jam yang lama waktu pemberian dosis tergantung pada ketebalan dan volume produk yang akan diiradiasi.

Benih kedelai yang akan digunakan memiliki umur simpan 21 bulan (November 2019 – Agustus 2021), bedasarkan lama penyimpanan yang dilakukan maka termasuk dalam penyimpanan jangka menengah (18 – 24 bulan). Kemunduran benih selama penyimpanan merupakan suatu proses yang pasti terjadi secara berangsur-angsur serta tidak dapat balik (*irreversible*). Untuk melihat iradiasi yang dilakukan apakah memberikan perubahan atau tidak pada benih selama periode simpan perlu dilakukan pengujian fisiologis yang meliputi pengujian presentase daya kecambah, kecepatan tumbuh, tinggi kecambah, panjang akar, indeks vigor, dan kesermpakan tumbuh.

Hasil penelitian Andini dkk. (2020), dosis iradiasi yang digunakan yaitu 0 Gy, 50 Gy, 100, Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy, pada presentase daya berkecambah benih apabila semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan (200 Gy dan 250 Gy) maka presentase daya berkecambah semakin rendah, hal ini dikarenakan dosis iradiasi yang diberikan dapat merusak sel-sel pada benih sehingga kemampuan benih untuk berkecambah berkurang. Pada indikator kecepatan tumbuh apabila semakin rendah dosis iradiasi yang diberikan (0 Gy dan 50 Gy) maka benih yang akan tumbuh semakin meningkat 80%. Pada benih yang telah diberikan iradiasi dapat mengakibatkan kemampuan hidup tanaman berkurang tetapi tidak sejalan dengan dosis iradiasi, semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan maka kemampuan hidup tanaman dapat mengalami peningkatan dan penurunan.

Beberapa tipe benih tidak mempunyai ketahanan untuk disimpan dalam jangka waktu yang lama atau sering disebut benih rekalsitran, sebaliknya benih yang mempunyai daya simpan lama disebut dengan benih ortodoks (Schmidt 2000). Viabilitas benih ortodoks (seperti kedelai) cepat mengalami penurunan bila disimpan dengan kadar air awal 12–14%. Penyimpanan benih kedelai dengan kadar air 12–12,5% dalam waktu satu tahun akan mengakibatkan daya kecambah benih turun mnjadi 60%. Kadar air benih <11% mampu menekan terjadinya respirasi dan viabilitas dari benih dapat dipertahankan (Kristiani, 2012).

Hasil penelitian Purwanti (2004) menunjukkan bahwa benih kedelai hitam yang dikemas dalam kantong plastik (ketebalan 0,88 mm) dan kaleng serta disimpan pada suhu 20,6^{o}C dan 27°C selama enam bulan masih mempunyai daya tumbuh >90%, sedangkan pada benih kedelai

kuning daya tumbuhnya 80%. Kartono (2004) menyatakan bahwa jika kadar air awal benih 8% dan dapat dipertahankan konstan, maka benih kedelai dapat disimpan di gudang biasa hingga 3 tahun tanpa mengalami penurunan daya kecambah. Penyimpanan dengan menggunakan kemasan kedap udara dan ruangan penyimpanan bersuhu <20°C dapat mempertahankan daya kecambah benih sampai 5 tahun.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan uraian dari permasalahan dan juga tujuan yang telah di kemukakan, maka dirumuskan hipotesis diduga terdapat perbedaan mutu fisiologis benih hasil iradiasi dengan berbagai dosis yang diberikan pada benih kedelai hitam Detam 3 Prida mutan generasi kedua (M_2) pada penyimpanan jangka menengah.

1.5 Kontribusi Penelitian

Kontribusi yang ingin dicapai adalah bertambahnya wawasan pengetahuan bagi peneliti, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi atau acuan penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kedelai

Berdasarkan sifat ketahanan terhadap dehidrasi, benih dikelompokkan menjadi dua golongan, yakni benih ortodoks dan benih rekalsitran. Benih ortodoks adalah benih yang tahan terhadap dehidrasi atau kehilangan air (pengeringan), sehingga harus secepatnya dilakukan pengeringan untuk mempertahankan kehidupannya. Benih rekalsitran adalah benih yang tidak tahan dehidrasi, dan bahkan tidak boleh dilakukan pengeringan setelah panen.

Benih kedelai memiliki ciri-ciri (sifat) sebagai berikut (Harnowo 2006):

1. Tidak memiliki masa dormansi, semakin baru dipanen semakin baik daya tumbuhnya.
2. Kulit ari tipis sehingga mudah rusak, terutama selama proses pascapanen.
3. Higroskopis, di mana kadar air benih akan menyesuaikan dengan kadar air (kelembaban udara) lingkungan benih.
4. Embrio benih cukup rapuh, sehingga penanganan benih perlu lebih berhati-hati.
5. Mengandung lemak dan protein lebih tinggi dibanding benih padi dan jagung sehingga mudah terjadi oksidasi lemak yang dapat merusak mutu benih.
6. Daya tumbuh benih mudah turun selama penyimpanan.

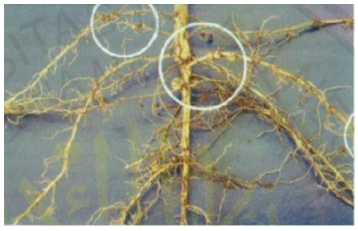
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Kedelai

Kedudukan tanaman kedelai hitam dalam sistematik tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermathophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Rosales
Famili : Leguminoseae
Sub Famili : Papilinoidae
Genus : Glycine
Spesies : *Glycine max* (L) Merrill

2.1.2 Morfologi Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai termasuk tanaman legume mempunyai akar tunggang. Akar selain berfungsi sebagai alat pengangkut air maupun unsur hara, akar tanaman kedelai terdapat bintil akar. Bintil akar merupakan simbiosis antara akar dengan bakteri *Rhizobium japonicum*. Bintil akar berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan dan kesuburan tanaman dan bintil akar juga dapat menyuburkan tanah karena bintil akar dapat mengikat langsung nitrogen di udara dalam bentuk gas atau N_2. Bintil akar mulai terbentuk sekitar 15 – 20 hari setelah tanam (Kumalasari dkk., 2013).



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

Tanaman kedelai memiliki empat tipe daun yaitu kotiledon, dua helai daun primer sederhana berbentuk oval yang terletak bersebrangan pada buku pertama di atas kotiledon, daun bertiga memiliki bentuk yang bermacam-macam mulai dari bulat hingga lancip, dan daun profila yang terdapat pada cabang lateral. Daun tanaman kedelai berwarna hijau permukaan daun berbulu halus dan ketika tua daun menguning dan akan gugur mulai dari daun yang menempel di bagian bawah batang (Sumarno dan Mansuri, 2007).

Gambar 2. Morfologi Daun Kedelai (Irwan, 2006)

Tanaman kedelai memiliki batang yang bercabang, cabang akan muncul di batang tanaman, jumlah cabang tergantung dari varietas dan kondisi tanah. Hipokotil pada proses perkecambahan merupakan bagian batang, mulai dari pangkal akar sampai kotiledon, bagian batang kecambah yang berada diatas kotiledon disebut epokotil (Sugiarto, 2015). Tipe

pertumbuhan batang dapat dibedakan menjadi terbatas (*determinate*), tidak terbatas (*indeterminate*), dan setengah terbatas (*semi-indeterminate*). Tipe terbatas memiliki ciri khas berbunga serentak dan mengakhiri pertumbuhan meninggi. Tanaman pendek sampai sedang, ujung batang hampir sama besar dengan batang bagian tengah, daun teratas sama besar dengan daun batang tengah. Tipe tidak terbatas memiliki ciri berbunga secara bertahap dari bawah ke atas dan tumbuhan terus tumbuh. Tanaman berpostur sedang sampai tinggi, ujung batang lebih kecil dari bagian tengah. Tipe setengah terbatas memiliki karakteristik antara kedua tipe lainnya.

Gambar 3. Morfologi Batang Kedelai (Irwan, 2006)

Bunga kedelai termasuk bunga sempurna yaitu setiap bunga mempunyai alat jantan dan alat betina. Penyerbukan terjadi pada saat mahkota bunga masih menutup sehingga penyerbukan dilakukan sendiri (*self pollination*). Bunga terletak pada ruas-ruas batang, berwarna ungu atau putih. Tidak semua bunga dapat menjadi polong walaupun telah terjadi penyerbukan secara sempurna. Sekitar 60% bunga rontok sebelum membentuk polong (Kartono, 2005).

Gambar 4. Morfologi Bunga Kedelai (Putri, 2014)

Buah kedelai berbentuk polong. Permukaan polong kedelai berbulu, warna bolu pada permukaan polong bervariasi tergantung pada deskripsi varietasnya. Selama proses pematangan buah, polong yang mula-mula berwarna hijau akan berubah menjadi kehitaman atau kuning bervariasi, juga tergantung pada varietasnya. Pada polong yang berukuran panjang jumlah biji lebih banyak jika dibandingkan dengan polong yang berukuran pendek (Cahyono, 2007).

Gambar 5. Morfologi Buah Kedelai (Adie, 2006)

2.2 Mutu Fisiologis

Mutu benih terdiri dari mutu fisik, mutu genetik, dan mutu fisiologis. Mutu fisiologis benih merupakan interaksi antara faktor genetik dan lingkungan tumbuh tempat benih dihasilkan, kriteria mutu fisiologis benih tercermin dari nilai viabilitas (seperti daya berkecambah) dan nilai vigor (seperti kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh, dan daya simpan). Mutu fisik benih mencakup kebersihan benih, bentuk ukuran dan warna benih, kecerahan benih, homogenitas, serta benih tidak mengalami kerusakan mekanis atau akibat serangan hama dan penyakit. Mutu genetik ditunjukkan dengan keseragaman genetik yang tinggi dan tidak tercampur varietas lain.

Benih tanaman berdasarkan viabilitasnya dikelompokkan kedalam benih ortodok dan benih rekalsitran. Benih ortodok adalah benih yang dapat disimpan dalam waktu yang lama, sedangkan benih rekalsitran adalah benih yang tidak bisa disimpan dalam jangka waktu yang lama. Viabilitas adalah kemampuan benih untuk tumbuh secara normal pada kondisi tumbuh yang optimum. Perkecambahan benih mempunyai hubungan erat dengan viabilitas benih, parameter viabilitas meliputi daya kecambah benih, laju perkecambahan benih, dan kecepatan perkecambahan. Pengujian viabilitas benih bertujuan untuk mengetahui kemampuan benih tumbuh di lapang sebelum tanam dan untuk membandingkan mutu benih dari dua lot benih yang berbeda.

Vigor benih adalah kemampuan benih untuk tumbuh normal dalam keadaan lapang suboptimum. Benih dengan vigoritas tinggi akan mampu berproduksi normal pada kondisi suboptimum dan di atas kondisi normal, memiliki kemampuan tumbuh serempak dan cepat.

Kecepatan tumbuh mengindikasikan vigor kekuatan tumbuh benih karena benih yang cepat tumbuh lebih mampu menghadapi kondisi lapang yang suboptimal.

Variabilitas mutan tertinggi terdapat pada mutan hasil iradiasi sinar gamma di sekitar LD 20 dan LD 50 (Soeranto 2012). Semakin tinggi dosis radiasi maka semakin rendah persentase daya berkecambah, hal ini karena dosis radiasi yang diberikan dapat merusak sel-sel yang ada pada benih kedelai sehingga kemampuan benih untuk berkecambah berkurang. Secara morfologis, pengaruh iradiasi menyebabkan perubahan tinggi tanaman, perkembangan daun dan warna daun. Semakin tinggi intensitas radiasi maka ukuran daun, warna daun, luas daun memiliki perbedaan (Andini dkk., 2020).

2.3 Iradiasi Sinar Gamma

Iradiasi adalah suatu teknik penggunaan energi radiasi untuk penyinaran bahan secara sengaja dan terarah (Darussalam, 1996). Mutasi buatan merupakan salah satu metode yang telah terbukti dapat meningkatkan keragaman genetik yang dapat diaplikasikan untuk mendukung program pemuliaan tanaman. Mutasi buatan dapat dilakukan dengan perlakuan bahan mutagen, baik fisik maupun kimiawi. Mutagen fisik, yaitu radiasi sinar X dan sinar gama, dan mutagen kimia, yaitu EMS dan DEMS, sering digunakan dalam pemuliaan tanaman (Kovacs dan Keresztes, 2002).

Iradiasi sinar gamma adalah perlakuan mutasi induksi (buatan) dengan menggunakan bantuan sinar gamma. Mutasi merupakan sumber pokok dari semua variasi genetik yang menyediakan bahan kasar bagi evolusi. Tanpa mutasi, evolusi mahluk hidup tidak akan terjadi. Mutasi dapat menambah atau mengurangi satu atau beberapa sifat baru yang khusus tanpa mengubah keseluruhan sifat unggul yang dimiliki sebelumnya (Predieri, 2001).

Mutagen fisik bersifat sebagai radiasi pengion (*ionizing radiation*) dan mampu menimbulkan ionisasi, melepas energi ionisasi ketika melewati atau menembus materi. Proses ionisasi terjadi di dalam jaringan dan akan menyebabkan perubahan pada sel, genom, kromosom dan DNA. Diantara mutagen fisik yang ada, sinar Gamma ini yang paling banyak digunakan karena memiliki energi dan daya tembus atau melewati materi yang tinggi karena dapat meningkatkan variabilitas genetik untuk menghasilkan mutan baru (Wattimena, 1992; Al- Safadi *et al*. 2000).

Sinar gamma sendiri memiliki gelombang elegtromagnetik yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Dimana kecepatannya hampir menyamai kecepatan cahaya, arah sinar gamma tidak dipengaruhi oleh medan magnet, tidak memiliki muatan, jarak lintasan relatif panjang dan mempunyai daya ionisasi kecil serta daya tembus yang tinggi (Ikmalia, 2008).

Radiasi gamma dilakukan dengan pemberian dosis tertentu dengan jangka waktu dari menit ke jam yang lama waktu pemberian dosis tergantung pada ketebalan dan volume produk yang akan diiradiasi. Dosis iradiasi yaitu jumlah energi radiasi yang diserap ke dalam bahan. Satuan yang digunakan saat ini adalah gray (Gy) yaitu energi yang dihasilkan radiasi pengion yang diserap bahan per satuan massa Satu gray = 1 Joule/kg (Wahyudi dkk., 2005).

2.4 Hormesis Iradiasi

Hormesis merupakan efek dari rangsangan atau stimulatif akibat dari paparan iradiasi dengan dosis rendah. Apabila suatu zat dalam jumlah banyak dapat bersifat racun tetapi apabila suatu zat dalam jumlah sedikit maka dapat merangsang sebuah kehidupan. Hormesis iradiasi adalah dosis rendah yang bersifat mampu memberikan efek yang menguntungkan bagi kehidupan (Akhadi, 2000).

Dosis iradiasi yang digunakan apabila tinggi umumnya dapat mengakibatkan kematian, sedangkan pada dosis iradiasi yang rendah umumnya hanya menyebabkan perubahan abnormal pada fenotipe tanaman dan bersifat dapat kembali. Sensitivitas radiasi dapat diukur berdasarkan nilai LD (*lethal dose*) yaitu dosis iradiasi yang dapat menyebabkan kematian pada tanaman hasil iradiasi. Tingkat sensitivitas tanaman tersebut dipengaruhi oleh jenis tanaman, fase tumbuh, ukuran, dan bahan yang akan dimutasi, serta sangat bervariasi antar jenis tanaman dan antar genotipe (Banerji & Datta, 1992).

2.5 Deteriorasi

Penyimpanan benih merupakan salah satu penanganan pascapanen yang penting dari keseluruhan teknologi budidaya dalam memelihara kualitas atau mutu. Benih kedelai relatif tidak tahan disimpan lama sehingga penyimpanan berpengaruh terhadap mutu fisiologis dari benih tersebut.

Lama penyimpanan benih berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering berangkasan, berat akar basah, berat akar kering, kecambah normal, kecambah

abnormal, panjang akar dan panjang kecambah. Hal ini disebabkan oleh kemunduran benih, kemunduran benih merupakan proses penurunan mutu secara berangsur-ansur dan kumulatif serta tidak dapat balik (*irreversible*) akibat perubahan fisiologis yang disebabkan oleh faktor internal. Proses penuaan atau mundurnya vigor secara fisisologis ditandai dengan penurunan daya kecambah, peningkatan jumlah kecambah abnormal, penurunan munculnya kecambah dilapangan (*field emergence*), terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Kemunduran benih kedelai selama penyimpanan lebih cepat berlangsung dari pada benih yang belum disimpan, dengan kehilangan vigor benih yang cepat menyebabkan penurunan perkecambahan benih. Benih yang mempunyai vigor yang rendah menyebabkan munculnya bibit di lapangan juga rendah, terutama dalam kondisi tanah yang kurang ideal (Syafii dan Suhadi, 2019).

Menurut Soeseno dan Suningsih 1984 dalam Subantoro 2014, beberapa teori penyebab kemunduran biji saat penyimpanan adalah sebagau berikut:

1. Benih yang disimpan tetap melakukan respirasi, benih akhirnya kehabisan cadangan makanan. 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. Respirasi dapat menghabiskan jaringan yang terlibat dalam pengangkutan zat makanan dari tempat cadangan makanan dan keadaan ini menyebabkan embrio tidak mendapat penyediaan makanan itu. Dalam hal ini sel-sel meristematis pada embrio itu akhirnya mati karena rusak atau kekurangan makanan.
3. Mekanisme perkecambahan mengalami kerusakan, teori ini didasarkan pada peranan asam giberellin dan sitokinin dalam mendorong aktifitas enzim untuk memulai perkecambahan.
4. Enzim terurai dan tidak aktif, penurunan aktifitas enzim adalah gejala 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.