

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tanaman kedelai

Benih tanaman industri dapat dikelompokkan menjadi benih ortodok, rekalsitran, dan intermediet. Pengelompokan tersebut didasarkan atas kepekaannya terhadap pengeringan dan suhu. Benih ortodok relatif toleran atau tahan terhadap pengeringan, benih rekalsitran peka terhadap pengeringan, sedangkan benih intermediet berada pada antara benih ortodok dan rekalsitran. Benih ortodok pada umumnya dimiliki oleh spesies-spesies tanaman setahun dua tahunan dengan ukuran benih yang kecil. Benih tipe ini tahan terhadap pengeringan bahkan pada kadar air 5% dan dapat disimpan pada suhu rendah. Daya simpan benih dapat diperpanjang dengan menurunkan kadar air dan suhu (Hasanah, 1993).

Biji kedelai termasuk biji ortodok artinya biji yang dicirikan dengan sifatnya yang bisa dikeringkan tanpa mengalami kerusakan. Viabilitas biji ortodok tidak mengalami penurunan yang berarti dengan penurunan kadar air hingga di bawah 20%, sehingga biji tipe ini bisa disimpan dalam kadar air yang rendah (Kamil, 1987). Adapun kandungan dari 100 gr kedelai, Protein 34,9 gram, Kalori 331 kal, Lemak 18,1 gram, Hidrat Arang 34,8 gram, Kalsium 227 mg, Fosfor 585 mg, Besi 8 mg, Vitamin A 110 SI, Vitamin B1 1,07 mg, Air 7,5 gram (Suprpto, 2001).

Sifat genetik benih kedelai antara lain tampak pada permeabilitas dan warna kulit benih berpengaruh terhadap daya simpan benih kedelai.

Penelitian terdahulu menemukan bahwa varietas kedelai berbiji sedang atau kecil umumnya memiliki kulit berwarna gelap, tingkat permeabilitas rendah, dan memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi penyimpanan yang kurang optimal dan tahan terhadap deraan cuaca lapang dibanding varietas yang berbiji besar dan berkulit biji terang (Mugnisyah, 1991). Sukarman dan Raharjo (2000), melaporkan bahwa varietas kedelai berbiji kecil dan kulit berwarna gelap lebih toleran terhadap deraan fisik (suhu 42°C dan kelembaban 100%) dibanding varietas berbiji besar dan berkulit terang.

Kedelai yang bijinya kecil lebih tahan dalam penyimpanan daripada yang bijinya besar. Kecambah kedelai tergolong epigeous, yang berarti keping biji muncul di atas tanah. Bagian batang berkecambah di bawah keping disebut hipokotil. Warna hipokotil ungu atau hijau, dan erat hubungannya dengan warna bunga. Kedelai yang hipokotilnya ungu bunganya ungu. Dan yang hijau bunganya berwarna putih (Suprpto, 2001).

Biji kedelai yang kering akan berkecambah bila memperoleh air yang cukup. Bila biji kedelai ditanam di dalam tanah, air dalam kapasitas lapang selama 5 hari setelah tanam merupakan keadaan yang baik untuk perkecambahan biji. Suhu optimumnya sekitar 270-300 °C. Biji kedelai mudah menurun daya kecambahnya, terutama bila kadar air dalam biji di atas 13% dan disimpan pada ruangan yang suhunya di atas 250 °C, serta kelembaban nisbah ruang di atas 80%. Biji kedelai yang disimpan pada gudang tanpa pendingin hanya tahan sekitar 3-5 bulan. Lebih dari 6 bulan sebagian besar biji tidak dapat tumbuh lagi bila ditanam.

2.2 Konservasi Plasma Nutfah

Plasma nutfah dapat diartikan sebagai sumber genetik dalam satu spesies tanaman yang memiliki keragaman genetik yang luas. Koleksi plasma nutfah adalah kumpulan varietas, populasi strain, galur, klon, dan mutan dari spesies yang sama, yang berasal dari lokasi agroklimat atau asal-usul yang berlainan (Somarno, 1994). Masing-masing anggota koleksi plasma nutfah harus memiliki perbedaan susunan genetik, baik yang terlihat secara fenotipik maupun yang tidak terlihat. Frankel dan Soule (1981) mendefinisikan koleksi plasma nutfah sebagai kumpulan genotipe atau populasi yang mewakili kultivar, *genetic stocks*, spesies liar, dan lain-lain yang dapat disimpan dalam bentuk tanaman, benih, dan kultur jaringan.

Pemeliharaan atau konservasi plasma nutfah merupakan suatu kegiatan yang tidak dapat dipisahkan dalam rangkaian kegiatan pengelolaan plasma nutfah. Menurut Wattimena *et al.* (1992), pelestarian plasma nutfah dapat dilakukan secara *in situ* (di dalam habitat) dan *ex situ* (di luar habitat) yang dapat berupa kebun raya, kebun koleksi, ruang atau penyimpanan benih, dan pelestarian secara *in vitro*. Cara pertama bersifat pasif, karena dapat terlaksana dengan hanya mengamankan tempat tumbuh alamiah sesuatu jenis. Dengan demikian, jenis-jenis tersebut diberi kesempatan berkembang dan bertahan dalam keadaan lingkungan alam dan habitatnya yang asli, tanpa campur tangan manusia. Cara kedua dilakukan dengan lebih aktif, yaitu memindahkan sesuatu jenis ke suatu lingkungan atau tempat pemeliharaan baru (Kusumo, 2002).

Mempertahankan plasma nutfah melalui koleksi lapang memungkinkan karakterisasi dan evaluasi tanaman serta memudahkan program persilangan melalui ketersediaan bunga/serbuk sari secara cepat. Selain itu, proses reproduksi secara klonal dapat mempertahankan kesamaan genetik. Namun demikian, metode koleksi ini sangat rawan punah, terutama di negara-negara berkembang, yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti hama/penyakit, iklim yang ekstrim, konsumsi benih yang diperuntukkan bagi musim tanaman berikutnya oleh petani akibat bencana kelaparan/gagal panen, kebakaran lahan, serta perubahan pemanfaatan lahan yang awalnya untuk koleksi plasma nutfah.

Leunufna (2007) menjelaskan bahwa koleksi lapang membutuhkan lahan penanaman yang luas, terlebih bila diperlukan duplikasi untuk pengamanan koleksi. Di lain pihak, penambahan penduduk yang pesat menghendaki pembangunan sarana pemukiman, pusat perbelanjaan, sarana rekreasi, pusat perkantoran, dan sebagainya, yang berdampak pada konversi lahan koleksi. Dalam kaitan ini keanekaragaman plasma nutfah yang dilakukan secara *ex situ* dapat dipertahankan dalam bentuk kebun koleksi, penyimpanan benih, dan teknik *in vitro* meliputi kultur jaringan, kultur serbuk sari, atau kultur bagian tanaman lainnya (Kusumo, 2002).

Teknik pelestarian/penyimpanan secara *invitro* meliputi (1) penyimpanan jangka pendek (penyimpanan dalam keadaan tumbuh), (2) penyimpanan jangka menengah (penyimpanan dengan metode pertumbuhan lambat atau pertumbuhan minimal), dan (3) penyimpanan jangka panjang dengan metode kriopreservasi (Mariska *et al.* 1996).

Pada penyimpanan *in vitro* jangka pendek dan jangka menengah diperlukan tindakan subkultur yang berulang-ulang sehingga kurang efisien dalam hal waktu, tenaga, ruangan, dan biaya. Tindakan tersebut juga dapat menyebabkan kultur mengalami kontaminasi dan kehilangan vigoritas karena kehabisan unsur hara yang terdapat dalam media dan berpeluang terjadinya perubahan genetik akibat penggunaan zat penghambat tumbuh dalam jangka waktu yang relatif lama (Kantha1985).

Menurut Kartha (1994), kriopreservasi merupakan suatu metode penyimpanan eksplan pada suhu ekstrim dingin. Penyimpanan benih dimaksudkan untuk mengamankan sumber-sumber genetik plasma nutfah, tidak saja dalam arti menjaga agar viabilitas benih tetap tinggi, tetapi juga menjaga agar informasi genetik yang tersimpan dalam setiap genotip tidak berubah akibat tercampur atau mengalami pergeseran genetik karena salah menangani proses konservasinya. Menurut Sakai (1993), kriopreservasi yang dilakukan terhadap sel dan meristem menjadi metode penting dalam penyimpanan plasma nutfah untuk jangka panjang karena hanya diperlukan ruang yang minimum dan tidak terjadinya perubahan genetik.

Saat ini koleksi plasma nutfah yang utama di dunia adalah berupa benih, karena menyimpan benih merupakan cara yang paling efisien untuk konservasi dalam jumlah besar. Dengan benih, juga memudahkan pendistribusian plasma nutfah (Breese, 1989). Menurut Harrington, penyimpanan benih merupakan salah satu metode preservasi genotip tanaman yang termudah dan termurah.

Kebutuhan dasar yang diperlukan dalam penyimpanan plasma nutfah ini adalah suhu serendah mungkin dan kadar air benih dalam keseimbangan dan kelembaban relatif. Hukum-hukum Harrington yang menggambarkan hubungan antara kadar air dan suhu ruang penyimpanan terhadap umur simpan benih yaitu setiap penurunan suhu ruang simpan sebesar 5°C , umur simpan benih akan bertambah menjadi dua kali lipat. Hukum ini berlaku pada temperature antara 0° - 50°C (Kuswanto, 2003).

2.3 Ragam Teknik Kriopreservasi

Teknik kriopreservasi dapat dibedakan atas teknik lama (klasik) dan teknik baru. Teknik lama didasarkan pada *freeze-induced dehydration*, yaitu dehidrasi yang diinduksi dengan pembekuan pada suhu di bawah titik beku air hingga -40°C , sedangkan teknik baru didasarkan pada *vitrification*, yaitu dehidrasi yang diinduksi pada suhu di atas titik beku air (Kantha 1985; Ashmore 1997). Teknik lama juga disebut teknik pembekuan lambat atau teknik pembekuan dua tahap. Teknik pembekuan dua tahap meliputi inkubasi sel pada krioprotektan dengan total konsentrasi 1-2 M yang menyebabkan dehidrasi moderat dan diikuti oleh pembekuan lambat, misalnya dengan kecepatan $1^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ hingga suhu -35°C , lalu pembekuan dalam nitrogen cair dan selanjutnya *thawing* (pelelehan).

Vitrification (vitrikifikasi) adalah fase transisi air dari bentuk cair menjadi bentuk nonkristali atau amorf, tembus pandang (*glassy*) karena elevasi ekstrim dari larutan yang viskos selama pendinginan (Grout 1995). Teknik vitrikifikasi didasarkan pada dehidrasi sel pada suhu *non-freezing* (tidak beku), yaitu dengan

merendam bahan dalam larutan krioprotektan dengan total konsentrasi 5-8 M pada suhu 0-25°C dan diikuti oleh pembekuan dan selanjutnya pelelehan. Macam teknik baru yang telah berkembang adalah (1) vitrifikasi, (2) enkapsulasidehidrasi, (3) enkapsulasi-vitrifikasi, (4) desikasi, (5) pratumbuh, (6) pratumbuh-desikasi, dan (7) *droplet-freezing* (Ashmore 1997; Engelmann 2000).

Pada teknik vitrifikasi, bahan tanaman diperlakukan dengan senyawa krioprotektif dan dehidrasi dengan larutan vitrifikasi, lalu diikuti dengan pembekuan cepat, pelelehan, dan pembuangan krioprotektan serta pemulihan kultur. Teknik enkapsulasidehidrasi didasarkan pada teknologi yang telah dikembangkan pada produksi benih sintetik. Pada teknik tersebut, bahan tanaman dienkapsulasi pada kapsul alginat, lalu ditumbuhkan pada medium yang diperkaya dengan sukrosa dan dikeringkan secara parsial dalam *laminar air flow cabinet* atau gel silika hingga kandungan air sekitar 20% dan diikuti oleh pembekuan cepat.

Teknik enkapsulasi-vitrifikasi merupakan kombinasi antara teknik vitrifikasi dan enkapsulasi dehidrasi, yaitu bahan tanaman dienkapsulasi dengan kapsul alginat, lalu dibekukan dengan teknik vitrifikasi. Teknik desikasi merupakan teknik yang paling sederhana, yaitu mengeringkan bahan tanaman dalam *laminar air flow cabinet*, gel silika atau *flash drying* hingga kandungan air 10-20%, kemudian diikuti oleh pembekuan cepat. Teknik pratumbuh meliputi penanaman bahan tanaman ke dalam media yang mengandung krioprotektan, lalu diikuti oleh pembekuan cepat. Teknik pratumbuh-desikasi dilakukan dengan menanam bahan tanaman ke dalam media yang mengandung krioprotektan, lalu

mengeringkannya dalam *laminar air flow cabinet* atau gel silika dan diikuti oleh pembekuan cepat. *Droplet-freezing* diawali dengan praperlakuan bahan tanaman ke dalam media cair yang mengandung krioprotektan, lalu meletakkan pada Al-foil yang disertai dengan droplet krioprotektan dan diikuti oleh pembekuan cepat. Teknik kriopreservasi telah banyak diterapkan pada berbagai tanaman. Beberapa tanaman yang telah berhasil disimpan secara kriopreservasi disajikan pada gambar di bawah ini:

Tanaman	Teknik kriopreservasi	Eksplan	Referensi
<i>Manihot esculenta</i>	Pembekuan lambat	Tunas apikal	Escobar <i>et al.</i> 1997
<i>Pyrus spp.</i>	Pembekuan lambat	Meristem apikal	Reed 1990
<i>Glycine max</i>	Pembekuan lambat	Suspensi sel	Luo dan Widholm 1997
<i>Coffea arabica</i>	Pembekuan lambat dan pembekuan cepat	Biji	Dussert <i>et al.</i> 2000
<i>Saccharum spp.</i>	Enkapsulasi-dehidrasi	Tunas apikal	Paulet <i>et al.</i> 1993
<i>Actinidia spp.</i>	Enkapsulasi-dehidrasi	Tunas apikal	Bachiri <i>et al.</i> 2001
<i>Solanum tuberosum</i>	Enkapsulasi-vitrifikasi	Meristem apikal	Hirai dan Sakai 1999b
Strawberry (<i>Fragaria X ananassa</i>)	Enkapsulasi-vitrifikasi	Meristem apikal	Hirai <i>et al.</i> 1998
<i>Ipomea batatas</i>	Vitrifikasi	Tunas apikal	Towill dan Jarret 1992
<i>Citrus sinensis</i>	Vitrifikasi	Sel nuklear	Sakai <i>et al.</i> , 1990
<i>Malus domestica</i>	Vitrifikasi	Tunas apikal	Niino <i>et al.</i> 1992
<i>Mentha sp.</i>	Vitrifikasi	Tunas apikal	Towill 1990
<i>Mentha spicata</i>	Vitrifikasi	Tunas aksilar	Hirai dan Sakai 1999a
<i>Asparagus officinalis</i>	Vitrifikasi	Suspensi sel	Nishizawa <i>et al.</i> 1993
<i>Trifolium repens</i>	Vitrifikasi	Kalus meristematik	Yamada <i>et al.</i> 1991
<i>Bletilla striata</i>	Vitrifikasi	Embriozigotik	Ishikawa <i>et al.</i> 1997
<i>Asparagus officinalis</i>	Pratumbuh-desikasi	Tunas aksilar	Uragami <i>et al.</i> 1990
<i>Elaeis guineensis</i>	Pratumbuh-desikasi	Embriosomatik	Dumet <i>et al.</i> 1993

2.1 Gambar Tabel Beberapa tanaman yang telah berhasil disimpan secara kriopreservasi

Teknik lama memerlukan peralatan terprogram yang cukup mahal harganya, sedangkan teknik baru tidak memerlukan peralatan canggih dan prosedurnya relatif lebih mudah. Menurut Ashmore (1997) dan Engelmann (2000), teknik lama memerlukan peralatan pembekuan, digunakan pada kultur sel, dan lebih sulit diaplikasikan pada unit sel yang lebih besar seperti tunas apikal

atau embrio. Takagi (2000) mengungkapkan pula bahwa teknik lama berhasil diterapkan pada sistem kultur yang tidak terdiferensiasi (suspensi sel dan kalus) dan spesies yang toleran terhadap suhu dingin, namun tidak berhasil diterapkan pada spesies tropis. Teknik vitrifikasi telah berhasil diterapkan pada spesies dengan skala yang lebih luas (tropis dan subtropis) dan sistem kultur yang lebih kompleks (embriosomatik, suspensi sel, dan meristem apikal).

2.4 Viabilitas benih

Menurut Sadjad (1994) viabilitas benih adalah daya hidup benih yang dapat ditunjukkan oleh hilangnya viabilitas benih. Salah satu gejala biokimia pada benih selama mengalami penurunan viabilitas adalah terjadinya perubahan kandungan beberapa senyawa yang berfungsi sebagai bahan sumber energi utama.

Dalam keadaan benih mempunyai persediaan sumber proses pertumbuhan benih atau gejala metabolismenya. Penurunan viabilitas sebenarnya merupakan perubahan fisik, fisiologis dan biokimia yang akhirnya dapat menyebabkan energi karena terjadinya perombakan senyawa makro seperti lemak dan karbohidrat menjadi senyawa metabolik lainnya (Pirenaning, 1998).

Hartati (1999) juga menjelaskan bahwa, viabilitas benih adalah daya hidup suatu benih yang dapat ditunjukkan dalam fenomena pertumbuhannya, gejala metabolisme, kinerja kromosom atau garis viabilitas sedangkan viabilitas potensial adalah parameter viabilitas dari suatu lot benih yang menunjukkan kemampuan benih menumbuhkan tanaman normal yang berproduksi normal pada kondisi lapang yang optimum. Kemunduran benih adalah mundurnya mutu

fisiologis benih yang dapat menimbulkan perubahan menyeluruh di dalam benih, baik fisik, fisiologi maupun kimiawi yang mengakibatkan menurunnya viabilitas benih.

Daya berkecambah merupakan tolak ukur viabilitas potensial yang merupakan simulasi dari kemampuan benih untuk tumbuh dan berproduksi normal dalam kondisi optimum (Sadjad, 1993). Informasi tentang daya kecambah benih yang ditentukan di laboratorium adalah pada kondisi yang optimum. Padahal kondisi lapang yang sebenarnya jarang didapati berada pada keadaan yang optimum. Keadaan sub optimum yang tidak menguntungkan di lapangan dapat menambah segi kelemahan benih dan mengakibatkan turunnya persentase perkecambahan serta lemahnya pertumbuhan selanjutnya (Sadjad, 1993).

Menurut Sadjad (1994) viabilitas benih di bagi menjadi 2 macam, yaitu viabilitas optimum (viabilitas potensial) dan viabilitas suboptimum (vigor).

2.4.1 Viabilitas Optimum (*viabilitas potensial*)

Viabilitas potensial yaitu apabila benih lot memiliki pertumbuhan normal pada kondisi optimum. Benih memiliki kemampuan potensial, sebab lapangan produksi tidak selalu dalam kondisi optimum. Apabila lot itu menghadapi kondisi suboptimum kemampuan potensial itu belum tentu dapat mengatasi. Lot benih mempunyai kemampuan lebih dari potensial apabila mampu menghasilkan tanaman normal dalam kondisi suboptimum (Sadjad 1994).

Parameter yang digunakan dalam menentukan viabilitas potensial adalah daya berkecambah dan berat kering berkecambah. Hal ini didasarkan pada pengertian bahwa struktur tumbuh pada kecambah normal tentu mempunyai

kesempurnaan tumbuh yang dapat dilihat dari bobot keringnya. Selain berat kering kecambah dan daya berkecambah, untuk deteksi parameter viabilitas potensial juga digunakan indikasi tidak langsung yang berupa gejala metabolisme yang ada kaitannya dengan pertumbuhan benih (Sutopo, 2004).

2.4.2 Viabilitas Suboptimum

Secara umum viabilitas suboptimum atau vigor diartikan sebagai kemampuan benih untuk tumbuh normal pada keadaan lingkungan yang sub optimal (Sutopo, 1984). Menurut Sadjad (1994) viabilitas suboptimum atau vigor merupakan suatu kemampuan benih untuk tumbuh menjadi tanaman yang berproduksi normal dalam keadaan lingkungan yang suboptimum dan berproduksi tinggi dalam keadaan optimum atau mampu disimpan dalam kondisi simpan yang suboptimum dan tahan simpan lama dalam kondisi yang optimum.

Vigor dipisahkan antara vigor genetik dan vigor fisiologi. Vigor genetik adalah vigor benih dari galur genetik yang berbeda-beda sedang vigor fisiologi adalah vigor yang dapat dibedakan dalam galur genetik yang sama. Vigor fisiologi dapat dilihat antara lain dari indikasi tumbuh akar dari plumula atau koleptilnya, ketahanan terhadap serangan penyakit dan warna kotiledon dalam efeknya terhadap Tetrazolium Test (Semsilomba, 2008).

Tanaman dengan tingkat vigor yang tinggi mungkin dapat dilihat dari performansi fenotipis kecambah atau bibitnya, yang selanjutnya mungkin dapat berfungsi sebagai landasan pokok untuk ketahanannya terhadap berbagai unsur musibah yang menimpa. Vigor benih untuk kekuatan tumbuh dalam suasana kering dapat merupakan landasan bagi kemampuannya tanaman tersebut untuk

tumbuh bersaing dengan tumbuhan pengganggu ataupun tanaman lainnya dalam pola tanam tumpang sari. Vigor benih untuk tumbuh secara spontan merupakan landasan bagi kemampuan tanaman mengasorpsi sarana produksi secara maksimal sebelum panen. Juga dalam memanfaatkan unsur sinar matahari khususnya selama periode pengisian dan pemasakan biji (Sajad, 1993).

Pada hakekatnya vigor benih harus relevan dengan tingkat produksi, artinya dari benih yang bervigor tinggi akan dapat dicapai tingkat produksi yang tinggi. Vigor benih yang tinggi dicirikan antara lain tahan disimpan lama, tahan terhadap serangan hama penyakit, cepat dan merata tumbuhnya serta mampu menghasilkan tanaman dewasa yang normal dan berproduksi baik dalam keadaan lingkungan tumbuh yang sub optimal (Sajad, 1993).

Menurut Heydecker (1972) dalam Sutopo (2004) rendahnya vigor pada benih dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Genetis

Ada kultivar-kultivar tertentu yang lebih peka terhadap lingkungan yang kurang menguntungkan, ataupun tidak mampu untuk tumbuh cepat dibandingkan kultivar lainnya.

2. Fisiologis

Kondisi fisiologis dari benih yang dapat menyebabkan rendahnya vigor adalah kurang masaknyanya benih pada saat panen dan kemunduran benih selama penyimpanan.

3. Morfologis

Dalam mutu kultivar biasanya terjadi peristiwa bahwa benih-benih yang lebih kecil menghasilkan bibit yang kurang memiliki kekuatan tumbuh dibandingkan dengan benih besar.

4. Sitologis

Kemunduran benih yang disebabkan antara lain oleh abrasi kromosom

5. Mekanis

Kerusakan mekanis yang terjadi pada benih baik pada saat panen, ataupun penyimpanan sering pula mengakibatkan rendahnya vigor pada benih.

6. Mikroba

Mikro organisme seperti cendawan dan bakteri yang terbawa oleh benih akan lebih berbahaya bagi benih pada kondisi penyimpanan yang tidak memenuhi syarat ataupun pada kondisi lapangan yang memungkinkan berkembangnya pathogen-pathogen tersebut. Hal ini akan mengakibatkan penurunan vigor benih

2.5 Pengaruh Suhu Terhadap Viabilitas Benih dalam Penyimpanan

Penyimpanan perlu dilakukan untuk mempertahankan mutu benih dan menekan laju kemunduran benih. Tujuan utama penyimpanan benih tanaman ialah untuk menunda perkecambahan atau mengawetkan cadangan bahan tanam dari satu musim ke musim berikutnya (Justice dan Bass, 1994).

Kecepatan kemunduran benih ini dipengaruhi oleh faktor : kadar air benih pada awal periode simpan, kelembaban nisbi dari tempat penyimpanan, suhu

tempat penyimpanan, sifat-sifat keturunan, kerusakan mekanisme pada waktu panen dan pengolahan, serangan hama dan jasad renik, kemudian oleh panas dan susunan kimia dari benih (Sadjad, 1989).

Suhu dan kelembaban adalah faktor utama pada penyimpanan benih. Suhu ruang simpan berperan dalam mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan, yang dipengaruhi oleh kadar air benih, suhu dan kelembaban nisbi ruangan. Menurut Sutopo (2004), bahwa suhu yang terlalu tinggi pada saat penyimpanan dapat mengakibatkan kerusakan benih, hal tersebut dikarena akan memperbesar terjadinya penguapan zat cair dari dalam benih, sehingga benih akan kehilangan daya imbibisi dan kemampuan untuk berkecambah. Protoplasma dari embrio dapat mati akibat keringnya sebagian atau seluruh benih. Temperatur yang optimum untuk penyimpanan benih untuk jangka panjang $-18^{\circ} - 0^{\circ}\text{C}$. Antara kandungan air benih dan temperatur terdapat hubungan yang sangat erat dan timbal balik. Jika salah satu tinggi maka yang lain rendah.

Telah lama di ketahui bahwa temperature rendah lebih efektif daripada temperature tinggi untuk penyimpanan benih. Hal ini sesuai dengan kaidah dari Harrington (1959) *dalam* Harrington (1972) yang kedua yaitu bahwa untuk setiap kenaikan temperature 5°C pada tempat penyimpanan maka umur benih akan menjadi setengahnya. Hukum ini berlaku pada temperature antara $0^{\circ} - 50^{\circ}\text{C}$.

Suhu ruang penyimpanan dia atas 20°C umumnya kurang baik untuk benih kedelai. Didalam ruang bersuhu 30°C , benih yang berdaya kecambah tinggi dalam waktu 6 bulan daya kecambah akan turun menjadi 0%. Bila suhu ruang 20°C daya kecambah tetap 93% dalam waktu satu tahun. Penyimpanan dalam gudang atau

ruang biasa (suhu 26 °C Rh 80-90%) hanya dapat mempertahankan daya kecambah benih kedelai > 84% selama 4 bulan (Kartono, 2004).

Berdasarkan hukum Harrington, suhu ruang penyimpanan benih sangat berpengaruh terhadap laju deteriorasi. Semakin rendah suhu ruang penyimpanan semakin lambat laju deteriorasi sehingga benih dapat lebih lama disimpan. Sebaliknya, semakin tinggi suhu ruang penyimpanan semakin cepat laju deteriorasi, sehingga lama penyimpanan benih lebih pendek (Kuswanto, 2003).

Salah satu perubahan fisiologi benih selama penyimpanan adalah akibat adanya respirasi yang terjadi di dalam benih. Respirasi merupakan reaksi oksidasi-reduksi yang dijumpai pada semua sel hidup, yang pada prosesnya mengeluarkan senyawa-senyawa dan melepaskan energi yang sebagian digunakan untuk berbagai proses hidup. Pada proses penyimpanan benih respirasi yang terjadi dapat diuraikan meliputi; 1. Perombakan cadangan makanan, 2. Terbentuknya hasil antara atau hasil akhir, yang dapat mempengaruhi benih pada saat penyimpanan, 3. Pelepasan energi khususnya dalam bentuk panas, yang merupakan fase yang paling mempengaruhi dalam proses penyimpanan benih. Justice dan Bass (1994) mengatakan bahwa respirasi dapat terjadi pada saat penyimpanan benih bila ada enzim-enzim, baik yang memiliki fungsi sangat khusus maupun memiliki fungsi umum. Semakin lama proses respirasi ini terjadi, semakin banyak pula cadangan makanan benih yang digunakan.

Menurut Harrington (1972) dalam Sutopo (2004) menyatakan bahwa temperatur rendah lebih efektif dari pada temperatur tinggi untuk penyimpanan benih. Semakin rendah temperatur penurunan viabilitas benih dapat semakin

dikurangi, sedangkan semakin tinggi temperature semakin meningkat laju penurunan viabilitas benih. Menurut Harrington (1972) dalam Sutopo (2004) menyatakan sebuah kaidah bahwa untuk setiap kenaikan temperature 5°C pada tempat penyimpanan benih maka umur benih akan berkurang menjadi setengahnya. Kaidah ini berlaku pada temperature antara 0-50 °C.

2.6 Hubungan antara suhu dan umur simpan benih

Daya simpan merupakan perkiraan waktu benih mampu untuk disimpan. Benih yang mempunyai daya simpan lama berarti mampu melampaui periode simpan yang panjang dan benih yang setelah penyimpanan masih memiliki kekuatan tumbuh yang tinggi dikatakan memiliki vigor daya simpan (VDS) yang tinggi (Sadjad, 1999).

Salah satu perubahan fisiologi benih selama penyimpanan adalah respirasi benih. Respirasi merupakan reaksi oksidasi-reduksi yang dijumpai pada semua sel hidup, yang pada prosesnya mengeluarkan senyawa-senyawa dan melepaskan energi yang sebagian digunakan untuk berbagai proses hidup. Laju respirasi yang terjadi pada benih di saat penyimpanan, menimbulkan peningkatan suhu yang berlangsung secara perlahan-lahan. Pada kondisi penyimpanan yang baik, panas hasil respirasi mempengaruhi kondisi benih di penyimpanan. Pada kondisi yang lembab, peningkatan panas hasil respirasi dapat menimbulkan banyak kerusakan pada benih yang di simpan (Justice dan Bass, 2002). Respirasi merupakan proses oksidasi, maka harus ada suatu substrat, dalam hal ini benihnya sendiri yang dapat bergabung dengan oksigen. Respirasi bisa terjadi bila terdapat enzim-enzim, baik

yang memiliki fungsi sangat khusus maupun yang bersifat lebih umum. Semakin lama proses respirasi berlangsung, semakin banyak pula cadangan makanan benih yang digunakan (Justice dan Bass, 2002).

Hasil respirasi dalam penyimpanan benih berupa panas dan uap air. Panas yang timbul sebagai hamburan energi dalam benih yang seharusnya disimpan selama penyimpanan, secara langsung dapat menyebabkan viabilitas dan vigor benih menurun (Purwanti, 2004). Proses biokimia biasanya diperlambat pada suhu rendah, semakin rendah suhu, semakin lambat prosesnya. Hal ini termasuk pula pada proses yang mengarah pada kerusakan (Pantastuco, 1989)

2.7 Perkecambahan Benih

Menurut Utomu (1990) perkecambahan adalah sebagai awal dari pertumbuhan suatu biji/organ perbanyak vegetatif. Sedangkan menurut Abidin (1987) perkecambahan adalah aktifitas pertumbuhan yang sangat singkat suatu embrio dalam perkecambahan, dari biji yang semula berada pada kondisi dorman mengalami sejumlah perubahan fisiologis yang menyebabkan ia berkembang menjadi tanaman muda. Perkecambahan merupakan pengaktifan kembali embrionik axis biji yang terhenti untuk kemudian membentuk bibit (*seedling*) (Kamil, 1987). Perkecambahan adalah pertumbuhan embrio yang dimulai setelah kembali penyerapan air/imbibisi, dalam hal ini biji akan berkecambah setelah mengalami masa dorman yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor internal seperti embrio masih berbentuk rudiment atau belum masak, kulit biji yang impermeabel atau adanya penghambat tumbuh (Hidayat, 1995).

Perkecambahan dapat terjadi karena substrat (karbohidrat, protein, lipid) berperan sebagai penyedia energi yang akan digunakan dalam proses morfologi (pemunculan organ-organ tanaman seperti akar, daun dan batang). Dengan demikian kandungan zat kimia dalam biji merupakan faktor yang sangat menentukan dalam perkecambahan biji (Ashari, 1995).

Menurut Sutopo (2004) proses perkecambahan benih merupakan suatu rangkaian dari perubahan-perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia. Tahapan-tahapannya yaitu: (1) suatu perkecambahan benih dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunakkan kulit benih dan hidrasi dari protoplasma. (2) pada tahap ini kegiatan-kegiatan sel dan enzim-enzim serta naiknya tingkat respirasi benih. (3) merupakan tahap dimana terjadi penguraian bahan-bahan seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi bentuk-bentuk yang melarut dan di translokasikan ke titik-titik tumbuh. (4) Tahap ini adalah asimilasi dari bahan-bahan yang diuraikan tadi di daerah meristematik untuk menghasilkan energi bagi kegiatan pembentukan komponen dan pembentukan sel-sel baru. (5) Tahap kelima adalah pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan, perbesaran dan pembagian sel-sel pada titik tumbuh. Sementara daun belum dapat berfungsi sebagai fotosintesa maka pertumbuhan kecambah sangat tergantung pada persediaan makanan yang ada dalam biji.

Secara fisiologi di jelaskan oleh *Li et al* (2007) bahwa, perkecambahan diawali dengan penyerapan air dari lingkungan sekitar biji, baik tanah, udara, maupun media lainnya. Perubahan yang teramati adalah membesarnya ukuran biji yang disebut tahap imbibisi (berarti "minum"). Biji menyerap air dari lingkungan

sekelilingnya, baik dari tanah maupun udara (dalam bentuk embun atau uap air. efek yang terjadi adalah membesarnya ukuran biji karena sel-sel embrio membesar) dan biji melunak. Proses ini murni fisik. Kehadiran air di dalam sel mengaktifkan sejumlah enzim perkecambahan awal. Fitohormon asam absisat menurun kadarnya, sementara giberelin meningkat. Berdasarkan kajian ekspresi gen pada tumbuhan model *Arabidopsis thaliana* diketahui bahwa pada perkecambahan lokus-lokus yang mengatur pemasakan embrio, seperti abscisic acid insensitive 3 (*ABI3*), fusca 3 (*FUS3*), dan leafy cotyledon 1 (*LEC1*) menurun perannya (*downregulated*) dan sebaliknya lokus-lokus yang mendorong perkecambahan meningkat perannya (*upregulated*), seperti gibberelic ACID 1 (*GAI*), *GA2*, *GA3*, *GAI*. Diketahui pula bahwa dalam proses perkecambahan yang normal sekelompok faktor transkripsi yang mengatur auksin (disebut Auxin Response Factors, ARFs) diredam oleh miRNA (Li et al. 2007).

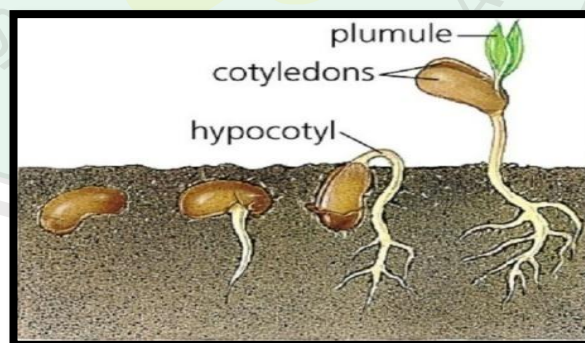
Perubahan pengendalian ini merangsang pembelahan sel di bagian yang aktif melakukan mitosis, seperti di bagian ujung radikula. Akibatnya ukuran radikula makin besar dan kulit atau cangkang biji terdesak dari dalam, yang pada akhirnya pecah. Pada tahap ini diperlukan prasyarat bahwa cangkang biji cukup lunak bagi embrio untuk dipecah.

2.7.1 Kriteria Perkecambahan Benih dalam Uji Perkecambahan

Menurut Sumarno dan Widiati (1985), untuk mengevaluasi kecambah digunakan kriteria di bawah ini, hal tersebut juga dipaparkan oleh Kamil (1987), yaitu:

1. Kecambah Normal

- a) Akar: kecambah mempunyai akar primer atau satu set akar-akar sekunder yang cukup kuat untuk menambatkan kecambah bila ditumbuhkan pada tanah atau pasir.
- b) Hipokotil: panjang atau pendek, tetapi tumbuh baik tanpa ada luka yang mungkin mengakibatkan jaringan pengangkut menjadi rusak.
- c) Epikotil: paling kurang ada satu daun primer dan satu tunas ujung yang sempurna.
- d) Biji terinfeksi: infeksi pada epikotil sebagian atau seluruhnya, sedangkan hipokotil dan akar tumbuh baik. Epikotil bibit seperti ini biasanya tidak membusuk kalau tumbuh dalam keadaan atmosfer kering, bila kotiledon membuka secara alami. Akan tetapi apabila banyak kecambah yang terkena infeksi, maka pengujian ulang harus dilaksanakan sebaik mungkin pada substrat tanah atau pasir.

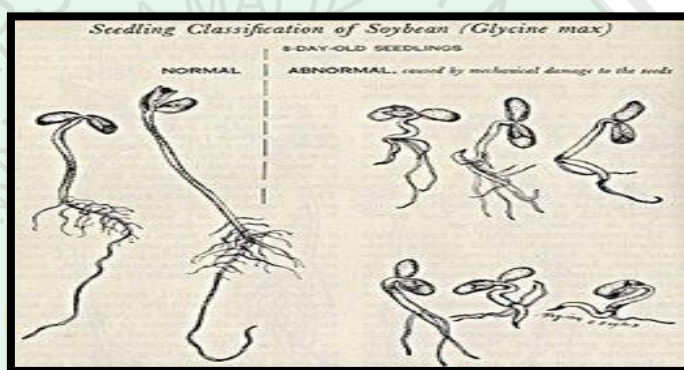


Gambar 2.2 Kecambah normal

2. Kecambah Abnormal

- a) Akar: tidak ada akar primer atau akar-akar sekunder yang tumbuh baik.

- b) Hipokotil: pecah atau luka yang terbuka, merusak jaringan pengangkut, cacat, berkeriput dan membengkak atau memendek.
- c) Kotiledon: kedua kotiledon hilang dan kecambah lemah sehingga tidak vigorous.
- d) Epikotil: tidak ada daun primer atau tunas ujung, ada satu atau dua daun primer, tetapi tidak ada tunas ujung, epikotil membusuk, yang menyebabkan pembusukan menyebar dari kotiledon dan bibit lemah.



Gambar 2.3 kecambah abnormal

3. Benih Tidak Berkecambah

Menurut Mugnisjah *et. al.* (1994), benih yang tidak berkecambah adalah benih yang hingga akhir periode pengujian tidak berkecambah. Benih yang tidak berkecambah meliputi:

- a) Benih keras: benih yang hingga akhir pengujian tetep keras, sebab benih-benih tersebut tidak menyerap air.
- b) Benih segar: benih yang tidak keras dan juga tidak berkecambah hingga akhir pengujian tetapi tetap bersih, mantap, dan tampaknya masih hidup.

- c) Benih mati: benih yang pada akhir pengujian tidak berkecambah tetapi bukan sebagai benih keras maupun benih segar. Biasanya benih mati lunak, warnanya memudar, dan seringkali bercendawan.

Selain kriteria diatas, Sutopo (2004) menyatakan bahwa kriteria kecambah normal yaitu:

- a) Kecambah yang memiliki perkembangan sistem perakaran yang baik terutama akar primer dan untuk tanaman yang secara normal menghasilkan akar seminal maka akar ini tidak boleh kurang dari dua.
- b) Perkembangan hipokotil yang baik dan sempurna tanpa ada kerusakan pada jaringan-jaringannya.
- c) Pertumbuhan plumula yang sempurna dengan daun hijau dan tumbuh baik, di dalam atau muncul dari koleoptil atau pertumbuhan epikotil yang sempurna dengan kuncup yang normal.
- d) Memiliki dua kotiledon.

Sedangkan untuk kecambah abnormal, yaitu:

- a) Kecambah yang rusak, tanpa kotiledon, embrio yang pecah, dan akar primer yang pendek.
- b) Kecambah yang bentuknya cacat, perkembangannya lemah atau kurang seimbang dari bagian-bagian yang penting, plumula yang terputar, hipokotil, epikotil, kotiledon yang membengkok, akar yang pendek. Koleoptil yang pecah atau tidak mempunyai daun, kecambah yang kerdil.
- c) Kecambah yang tidak membentuk klorofil.
- d) Kecambah yang lunak

2.8 Fisiologi Benih dalam Penyimpanan

Periode hidup benih dalam penyimpanan dipengaruhi oleh empat faktor, yaitu: faktor genetik (karakteristik/varietas benih), kualitas (vigor awal) benih sebelum disimpan, suhu lingkungan simpan, dan kadar air benih atau kelembaban nisbi lingkungan simpan (Harnowo, 2006).

Menurut Kuswanto (2003), sifat genetik benih meliputi beberapa faktor seperti Variasi antar species, sifat genetik dari setiap species berbeda dan sifat ini antara lain akan mempengaruhi kekerasan kulit benih dan permeabilitas kulit benih, hal tersebut dapat disimpan lebih lama. Kemudian variasi antar cultivar, cultivar dari species yang sama dapat mempunyai sifat ketahanan yang berbeda, misalnya kacang-kacangan, mentimun, dan semangka. Dan yang terakhir Secara umum, tidak semua benih dari satu seed lot, mempunyai daya simpan yang sama. Satu seed lot benih tidak akan mati bersama-sama, karena sifat ketahanan benih lebih bersifat individual, meskipun benih diproduksi dan diproses dalam waktu yang bersamaan.

Vigor benih pada saat mulai disimpan sangat mempengaruhi daya simpan benih. Semakin tinggi persentase vigor benih pada awal penyimpanan, maka daya simpan akan semakin lama. Penyimpanan sangat erat hubungannya dengan daya kecambah dan vigor benih, terutama pada benih dengan laju deteriorasi yang tinggi. Benih akan lebih cepat kehilangan vigornya dibandingkan daya kecambahnya, dalam arti benih masih dapat berkecambah meskipun benih sudah mengalami penurunan vigornya. Hal ini tampak pada saat benih dikecambahkan

akan membutuhkan waktu yang relative lebih lama dan jumlah kecambah abnormal akan bertambah banyak (Kuswanto, 2003).

Mengenai suhu ruang/lingkungan simpan Berdasarkan hukum Harrington, suhu ruang penyimpanan benih kedelai sangat berpengaruh terhadap laju deteriorasi. Semakin rendah suhu ruang penyimpanan, semakin lambat laju deteriorasi sehingga benih dapat lebih lama disimpan. Sebaliknya, semakin tinggi suhu ruang penyimpanan, semakin cepat laju deteriorasi, sehingga lama penyimpanan benih lebih pendek (Kuswanto, 2004).

Kadar air benih sangat dipengaruhi oleh kondisi kelembaban relative ruang tempat penyimpanan benih, karena sifat benih yang higroskopis dan selalu ingin mencapai keseimbangan dengan kondisi lingkungan. Semakin tinggi kadar air benih semakin tinggi pula laju deteriorasi benih (Kuswanto, 2003).

Hal ini juga dilaporkan oleh Justice dan Bass (2002), kadar air merupakan faktor yang paling mempengaruhi kemunduran benih. Kemunduran benih meningkat sejalan dengan meningkatnya kadar air. Hasil penelitian Harnowo dan Adie (1998), bahwa benih kedelai yang disimpan pada kadar air benih awal sekitar 9% dengan menggunakan kantong plastik kedap udara mampu mempertahankan daya tumbuh benih di atas 83% sampai periode penyimpanan 6 bulan. Penyimpanan menggunakan plastik kedap udara di ruang AC selama 1 tahun daya tumbuh benih masih 100%, tetapi bila disimpan dalam ruang biasa daya tumbuh benih menjadi sekitar 90% setelah penyimpanan 9 bulan.

2.9 Pengujian Benih

2.9.1 Uji Viabilitas Benih

Pada uji viabilitas benih, baik uji daya kecambah atau uji kekuatan tumbuh benih, penilaian dilakukan dengan membandingkan kecambah satu dengan yang lain dalam satu substrat. Dengan demikian faktor subyektif dari si penguji sulit dihilangkan (Sutopo, 2004).

Pada pengujian yang penilaiannya harus dilakukan dengan membandingkan hasil perkecambahan dari berbagai substrat dengan berbagai tekanan osmose terhadap kekuatan tumbuh benih, mungkin dapat digunakan parameter seperti laju pekecambahan, berat kering/basah dari kecambah atau kotiledon, berat epikotil atau plumula (Sutopo, 2004).

Umumnya sebagai parameter untuk viabilitas benih digunakan persentase perkecambahan. Dimana perkecambahan harus cepat dan pertumbuhan kecambahnya kuat, dan ini mencerminkan kekuatan tumbuhnya, yang dapat dinyatakan dengan laju perkecambahan (Sutopo, 2004).

2.9.2 Uji Daya Kecambah

Daya kecambah benih memberikan informasi kepada pemakai benih akan kemampuan benih tumbuh normal menjadi tanaman yang berproduksi wajar dalam keadaan biofisik lapangan yang serba optimum (Sutopo, 2004).

Parameter yang digunakan dapat berupa persentase kecambah normal berdasarkan penilaian terhadap struktur tumbuh embrio yang diamati secara langsung. Atau secara tidak langsung dengan hanya melihat gejala metabolisme benih yang berkaitan dengan kehidupan benih. Persentase perkecambahan adalah:

persentase kecambah normal yang dapat dihasilkan oleh benih murni pada kondisi yang menguntungkan dalam jangka waktu yang sudah ditetapkan (Sutopo, 2004).

Pengujian pada kondisi lapangan biasanya tidak memuaskan karena hasilnya kurang dapat dipercaya. Oleh karena itu metode laboratorium dikembangkan sedemikian rupa, dimana beberapa atau kondisi luar/lapang dapat dikendalikan dengan teratur. Sehingga memberikan hasil perkecambahan yang lengkap dan cepat dari contoh benih yang dianalisa (Sutopo, 2004).

Metode perkecambahan dengan pengujian di laboratorium hanya menentukan persentase perkecambahan total. Dan dibatasi pada pemunculan dan perkembangan struktur-struktur penting dari embrio, yang menunjukkan kemampuan untuk menjadi tanaman normal pada kondisi lapangan yang optimum. Sedangkan kecambah yang tidak menunjukkan kemampuan tersebut dinilai sebagai kecambah yang abnormal. Benih yang tidak dorman tetapi tidak tumbuh setelah periode pengujian tertentu dinilai sebagai mati (Sutopo, 2004).

Menurut Sutopo (2004), agar hasil persentase perkecambahan yang didapat dengan metoda uji daya kecambah di laboratorium mempunyai korelasi positif dengan kenyataan nantinya di lapangan maka perlu diperhatikan faktor-faktor berikut ini :

1. Kondisi lingkungan di laboratorium harus menguntungkan bagi perkecambahan benih dan terstandardisasi.
2. Pengamatan dan penilaian baru dilakukan pada saat kecambah mencapai suatu fase perkembangan, dimana dapat dibedakan antara kecambah normal dan kecambah abnormal.

3. Pertumbuhan dan perkembangan kecambah harus sedemikian sehingga dapat dinilai mempunyai kemampuan tumbuh menjadi tanaman normal dan kuat pada keadaan yang menguntungkan di lapangan.
4. Lama pengujian harus dalam jangka waktu yang telah ditentukan.

Metode pengujian daya kecambah secara langsung dengan substrat kertas merang, salah satunya adalah dengan UKD (Uji Kertas Digulung dalam Plastik). Menurut Sutopo (2004), pada metode ini benih diuji dengan cara menanam benih di antara lembar substrat lalu digulung.

2.9.3 Uji Vigor

Secara ideal semua benih harus memiliki kekuatan tumbuh yang tinggi, sehingga bila ditanam pada kondisi lapangan yang beraneka ragam akan tetap tumbuh sehat dan kuat serta berproduksi tinggi dengan kualitas baik (Sutopo, 2004).

Informasi tentang daya kecambah benih yang ditentukan di laboratorium adalah pada kondisi yang optimum. Padahal kondisi lapang yang sebenarnya jarang didapati berada dalam keadaan yang optimum. Keadaan yang suboptimum yang tidak menguntungkan di lapangan dapat menambah segi kelemahan benih dan mengakibatkan turunnya persentase perkecambahan serta lemahnya pertumbuhan selanjutnya (Sutopo, 2004).

Vigor benih dicerminkan oleh dua informasi tentang viabilitas, masing-masing “kekuatan tumbuh” dan “daya simpan” benih. Kedua nilai fisiologi ini menempatkan benih pada kemungkinan kemampuannya untuk tumbuh menjadi

tanaman normal meskipun keadaan biofisik lapangan produksi suboptimum atau sesudah benih melampaui suatu periode simpan yang lama. Menurut Sutopo (2004), benih yang memiliki vigor rendah akan berakibat terjadinya:

1. Kemunduran benih yang cepat selama penyimpanan.
2. Semakin sempitnya keadaan lingkungan di mana benih dapat tumbuh.
3. Kecepatan berkecambah benih menurun.
4. Kepekaan akan serangan hama dan penyakit meningkat.
5. Meningkatnya jumlah kecambah abnormal.
6. Rendahnya produksi tanaman.

Menurut Sutopo (2004), pada hakikatnya vigor benih harus relevan dengan tingkat produksi yang berarti bahwa dari benih yang memiliki vigor tinggi akan dapat dicapai tingkat produksi yang tinggi. Pada uji kekuatan tumbuh penilaian kecambah digolongkan atas:

1. Vigor : untuk kecambah yang tumbuh kuat.
2. Less Vigor: untuk kecambah yang tumbuh kurang kuat.
3. Non Vigor: untuk kecambah yang tumbuh lemah.
4. Death : untuk benih yang tidak tumbuh.

Metode pengujian kekuatan tumbuh, salah satunya adalah dengan *Accelerating Aging Test* (AAT), yaitu pengusangan dipercepat pada sebuah oven dengan suhu 45°C selama 3 hari. Kemudian dikecambahkan seperti pada metode daya kecambah dengan metode UKD. Menurut Hadiyanto (2001), uji pengusangan dipercepat (*the accelerated aging test*) diperlukan untuk memperkirakan daya simpan benih, kualitas benih, dan daya berkecambah benih

di lapang. Serta untuk membantu membuat keputusan apakah benih harus segera dijual atau disimpan lebih lama.

Metode pengujian vigor yang ideal Menurut copeland dan mcdonald (1980) memiliki eerapa karakteristik, yaitu: (1) murah, (2) pelaksanaanya cepat, (3) mudah dilakukan, (4)obyek dapat distandarisasi dengan mudah dan terhindar dari interpretasi subjektif, (5) reproduktible (dapat diulangi), (6) ber korelasi erat dengan pertumbuhan dilapang. Berbagai metode pengujian vigor telah dilakukan oleh banyak peneliti namun yang sudah diterima oleh ISTA sebagai metode resmi untuk pengujian vigor adalah uji DHL bagi benih kacang kapri dan *Accelerated ageing test (AAT)* untuk kedelai.

2.10 Kajian Keislaman

2.10.1 Benih dalam Tinjauan Al-Quran

Al-Qur'an telah menyebutkan tentang ayat-ayat yang berhubungan dengan biji-bijian , sehingga apa yang dibicarakan oleh ilmu pengetahuan mengenai biji-bijian sebenarnya telah diisyaratkan sebelum ilmu pengetahuan berkembang, sebagaimana allah telah menyebutkan dalam beberapa ayat Al-Quran Sebagai berikut:

Dalam surat Qaaf ayat 9 yang berbunyi sebagai berikut:

وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبْرَكًا فَأَنْبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ ﴿٩﴾

Artinya :

“Dan Kami turunkan dari langit air yang banyak manfaatnya lalu Kami tumbuhkan dengan air itu pohon-pohon dan biji-biji tanaman yang diketam.”

Surat Qaaf ayat 9 menjelaskan bahwa Allah telah menurunkan dari langit air yang penuh keberkahan dan manfaatnya lalu Allah SWT tumbuhkan dengan air itu pohon-pohon (maksudnya adalah kebun-kebun) dan biji-biji tanaman (yang ditanam pada ladang-ladang) yang diketam (yang dipanen).

Dalam surat An-naba' ayat 14-16 yang berbunyi sebagai berikut:

وَأَنْزَلْنَا مِنَ الْمُعْصِرَاتِ مَاءً ثَجَّاجًا ﴿١٤﴾ لِنُخْرِجَ بِهِ حَبًّا وَنَبَاتًا ﴿١٥﴾ وَجَنَّاتٍ أَلْفَافًا ﴿١٦﴾

Artinya :

“Dan Kami turunkan dari awan air yang banyak tercurah. Supaya Kami tumbuhkan dengan air itu biji-bijian dan tumbuh-tumbuhan. Dan kebun-kebun yang lebat”

Dalam surat Ar-Rahman ayat 10-12 yang berbunyi:

وَالْأَرْضَ وَضَعَهَا لِلْأَنَامِ ﴿١٠﴾ فِيهَا فَكِّهَةٌ وَالنَّخْلُ ذَاتُ الْأَكْمَامِ ﴿١١﴾ وَالْحَبُّ ذُو الْعَصْفِ وَالرَّيْحَانُ ﴿١٢﴾

Artinya :

“Dan Allah telah meratakan bumi untuk makhluk(Nya). Di bumi itu ada buah-buahan dan pohon kurma yang mempunyai kelopak mayang. Dan biji-bijian yang berkulit dan bunga-bunga yang harum baunya.”

Ar-Rahman ayat 10-12 diatas menjelaskan bahwa Allah SWT mengemukakan kekuasaan-Nya menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji-bijian yang berkulit, sedangkan seperti yang kita ketahui yang termasuk dalam biji-bijian yang berkulit adalah jenis kacang-kacangan (seperti kedelai, kacang hijau) , padi dan lain sebagainya. Benih adalah simbol dari suatu permulaan dia merupakan inti dari kehidupan dan alam semesta dan yang paling penting adalah

penyambung dari kehidupan tanaman. Sedangkan seperti yang kita ketahui bahwa benih diartikan sebagai biji tanaman yang tumbuh menjadi tanaman muda (bibit), kemudian dewasa dan menghasilkan bunga. Melalui penyerbukan bunga berkembang menjadi buah atau polong, lalu menghasilkan biji kembali. Benih dapat dikatakan pula sebagai ovul masak yang terdiri dari embrio tanaman, jaringan cadangan makanan, dan selubung penutup yang berbentuk vegetatif. Benih berasal dari biji yang dikecambahkan atau dari umbi, setek batang, setek daun, dan setek pucuk untuk dikembangkan dan diusahakan menjadi tanaman dewasa (Sutopo 1985).

Benih tanaman industri dapat dikelompokkan menjadi benih ortodok, rekalsitran, dan intemediet. Pengelompokan tersebut didasarkan atas kepekaannya terhadap pengeringan dan suhu. Benih ortodok relatif toleran atau tahan terhadap pengeringan, benih rekalsitran peka terhadap pengeringan, sedangkan benih intermediet berada pada antara benih ortodok dan rekalsitran. Benih ortodok pada umumnya dimiliki oleh spesies-spesies tanaman setahun dua tahunan dengan ukuran benih yang kecil seperti benih kedelai. Sedangkan benih rekalsitran merupakan benih yang hanya mampu disimpan dalam waktu hitungan minggu (daya simpan sangat pendek) seperti pada benih rambutan (Sutopo 1985).

Tanaman dari biji-bijian seperti kedelai yang termasuk dalam kelompok benih otodoks merupakan tanaman yang di ciptakan oleh Allah SWT untuk keperluan manusia dan binatang. Tanaman kedelai dapat di manfaatkan sebagai bahan makanan, obat-obatan dan lain-lain. Seperti yang dijelaskan dalam hadits Rosullullah SAW :

لَوْ تَعْلَمُ أُمَّتِي مَا فِي الْحَبَّةِ لَأَتَسْتَرُوا وَلَوْ بَوَزْنِهَا ذَهَبًا

Artinya :

“Andai saja umatku mengetahui apa yang terdapat pada hilbah niscaya mereka akan menukarnya meski seharga emas.” (majma’ zawaaid).

Dapat kita lihat dalam hadits tersebut telah disebutkan betapa berharganya biji hilbah dengan nama latin *“Trigonella foenum-graecum Linn”* yang merupakan 1 ordo dengan benih kedelai yaitu *Polypetales* karena manfaatnya. Dari hasil penelitian dapat diketahui berbagai manfaatnya seperti untuk meringankan sakit ginjal, gangguan usus, aprodisiaka, demam dan rematikl . Biji klabet ini juga digunakan sebagai anti diabetes. Seperti biji kedelai yang memiliki kegunaan dan manfaat kedelai sebagai bahan baku pembuatan kecap, peran kedelai yang cukup besar dalam memenuhi kebutuhan gizi, perkembangan industri dan sangat akrab dalam pola makan sehari-hari karena termasuk bahan makanan yang murah tetapi bergizi. Selain sebagai bahan pokok, kedelai bermanfaat dalam bidang kesehatan karena mengandung senyawa isoflavon yang dapat menagkal beberapa penyakit seperti kolestrol, jantung, antoksidan dalam menghanbat sel kanker dan lain-lain.

Di dalam Al Quran telah di sebutkan juga tentang ayat-ayat yang menjelaskan betapa besar kekuasaan Allah SWT. Sehingga apa yang di ciptakan-Nya patut di syukuri dan di pelajari. Allah SWT menumbuhkan beranekaragam tanaman sebagaimana di sebutkan dalam Al Quran surat Abasa ayat 26-28, yang berbunyi:

ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾ فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعَيْنَبًا وَكَضْبًا ﴿٢٨﴾

Artinya

. *“Kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, Anggur dan sayur-sayuran,”*

Pertama-tama, faktor langit dan bumi digelar bersama-sama untuk menghasilkan hujan dari awan. Kemudian bumi ini dibelah terbuka untuk menumbuhkan biji-bijian serta pengembangannya, persediaan makanan yang berjenis-jenis diproduksi bagi makanan manusia: ada biji-bijian, ada anggur (yang menyediakan gula), ada sayur-mayur dan ada pula zaitun yang minyaknya sangat baik untuk nutrisi, ada kurma dan tandan buah-buahan, kemudian ada pula rerumputan bagi ternak untuk melangsungkan hidup mereka sehingga manusia bisa mendapatkan mentega, margarin, kepala susu dan daging. Dia tidak saja menyiapkan makanannya, melainkan Dia juga menciptakan bermacam-ragam barang sebagai makanan manusia sehingga segala macam nutrisi yang dibutuhkan manusia demi pertumbuhan dan perkembangan jasmaniahnya bisa diperoleh. Dengan menarik perhatian terhadap segala perkara ini, Allah menyatakan kepada manusia bahwa hendaknya dia merenungkan persiapan yang telah dilakukan-Nya untuk persediaan makanannya dan kemudian hendaknya dia mengambil analogi dari hal ini berkaitan dengan pertumbuhan serta pemeliharaan ruhaninya dan persediaan yang harus ada untuk mencapai tujuannya itu.

Hanya Allah SWT semata yang telah menjadikan bumi terbentang dan terhampar agar bisa dimanfaatkan dan didiami. Dia juga menurunkan hujan dari langit. Dan dari air hujan tersebut dapat tumbuh berbagai macam tumbuh-tumbuhan sebagai rizki yang bisa dimanfaatkan bagi kepentingan manusia dan hewan (Aljazairi, 2008)

