

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Keislaman

Salah satu ciptaan dan nikmat Allah SWT untuk makhlukNya adalah tanaman biji-bijian sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Quran surat Ar-Rahman ayat 10-12

وَالْأَرْضَ وَضَعَهَا لِلْأَنَامِ ﴿١٠﴾ فِيهَا فَكِّهَةٌ وَالنَّخْلُ ذَاتُ الْأَكْمَامِ ﴿١١﴾ وَالْحَبُّ ذُو الْعَصْفِ ﴿١٢﴾ وَالرِّيحَانَ ﴿١٣﴾

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.”*

Di dalam tafsir Al-Mishbah (2002) Shihab menafsirkan ayat di atas bahwa Allah telah mengatur dan meletakkan bumi sedemikian rupa, bumi diletakkan-Nya yakni dihamparkan-Nya dan dipersiapkan-Nya untuk kenyamanan semua makhluk hidup yang menghuninya. Bukan hanya sekedar menghamparkan, tetapi juga menyiapkan bahan pangan dan kenyamanan hidup makhluk, karena di dalamnya yakni di bumi yang dihamparkan-Nya itu ada buah-buahan dan pohon kurma yang mempunyai kelopak mayang tempat buahnya dan ada juga biji-bijian yang berkulit atau berdaun dan bunga-bunga yang harum aromanya.

Aljazairi di dalam tafsir Al-Aisar (2008) juga menafsirkan ayat di atas bahwa Allah SWT telah mengokohkan, membentangkan dan meratakan bumi untuk kehidupan seluruh mahluknya. Di atas bumi itu ditumbuhkannya buah-buahan dan pohon kurma yang mempunyai kelopak mayang. Biji-bijian seperti gandum dan syair (sejenis umbi-umbian) yang ber 7 n bunga-bunga yang harum baunya. Inilah beberapa macam makanan untuk .....a dan hewan. Makanan, buah-buahan dan bunga-bunga, semua ini merupakan akan kasih sayang Allah, Dzat yang Maha Pemurah.

Ayat di atas juga dapat diartikan biji-bijian yang berjerami dan berdaun mempunyai dua kemungkinan tafsir yaitu bahwa yang dimaksud dengan biji-bijian yang berjerami dan berdaun adalah kelompok tanaman biji-bijian atau serelia, seperti padi, jagung, kedelai, gandum, wijen dan lain-lain. Atau juga yang dimaksud dapat juga berupa informasi bahwa setiap biji tanaman itu terdiri dari berbagai komponen atau organ tertentu atau ada differensiasi yang di sini disebut sebagai jerami dan daun (Darwis, 2004).

Tanaman biji-bijian seperti wijen merupakan tanaman yang di ciptakan oleh Allah untuk keperluan manusia dan binatang. Tanaman wijen dapat di manfaatkan sebagai bahan makanan, obat-obatan dan lain-lain. Firman Allah dalam surat Yasin ayat 33 yang berbunyi:

وَأَيُّهُمُ الْأَرْضُ الْمَيْتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾

Artinya:

*“Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan dari padanya biji-bijian, Maka dari padanya mereka makan.”*

Biji wijen dapat digunakan sebagai penambah kelezatan aneka kue seperti onde-onde, enteng-enteng wijen, kue basah dan lain-lain serta dapat juga digunakan sebagai obat. Produk wijen berupa biji mengandung 15,57% minyak, 19,25% air, serat, dan abu. Minyak wijen mengandung asam lemak jenuh rendah sehingga baik untuk kesehatan dan dapat disimpan lebih dari satu tahun tanpa mengalami kerusakan (tengik) karena mengandung antioksidan, sesamin, dan sesamol. Minyak wijen sangat baik untuk dikonsumsi sehari-hari karena merupakan salah satu minyak nabati yang banyak mengandung asam lemak tidak jenuh tinggi yang mencapai 84 %. Asam lemak tidak jenuh berupa asam oleat dan linoleat yang diperlukan untuk dapat berlangsungnya fungsi dan pertumbuhan normal semua jaringan.

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 Thaa-Haa ayat 53, yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا

مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya:

*“Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam.”*

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)

Ayat di atas menjelaskan hubungan antara air dan pertumbuhan tanaman. Allah menurunkan air hujan dari atas langit dan dari air hujan tersebut tumbuhlah berbagai macam tumbuhan. Air adalah syarat utama bagi terwujudnya proses pertumbuhan. Pertumbuhan tanaman dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih dan hidrasi dari protoplasma, kegiatan-kegiatan sel dan enzim-enzim serta naiknya tingkat respirasi benih, kemudian terjadi penguraian bahan-bahan seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi bentuk-bentuk yang melarut dan ditranslokasikan ke titik-titik tumbuh dan akhirnya terjadi pembelahan, pembesaran dan pembagian sel-sel pada titik tumbuh (Sutopo,2004). Dengan adanya air maka tumbuhlah berbagai macam tumbuh-tumbuhan.

Selain ayat-ayat di dalam Al-Quran ada juga hadits Rosulullah saw. yang menganjurkan untuk memakmurkan bumi dan memanfaatkan lahan supaya produktif dengan cara ditanami.hadits tersebut berbunyi:

إِنْ قَامَتِ السَّاعَةُ وَ فِي يَدِ أَحَدِكُمْ فَسِيلَةٌ فَإِنْ اسْتَطَاعَ أَنْ لَا تَقُومَ حَتَّى يَغْرُسَهَا  
فَلْيَغْرُسْهَا

Artinya: “Sekiranya hari kiamat hendak terjadi, sedangkan di tangan salah seorang diantara kalian ada bibit kurma maka apabila dia mampu menanam sebelum terjadi kiamat maka hendaklah dia menanamnya.” (HR. Imam Ahmad 3/183, 184, 191, Imam Ath-Thayalisi no.2078, Imam Bukhari di kitab Al-Adab Al-Mufrad no. 479 dan Ibnul Arabi di kitabnya Al-Mu’jam 1/21 dari hadits Hisyam bin Yazid dari Anas Rodhiyallohu ‘Anhu)

## 2.2 Karakteristik Tanaman wijen

Wijen (*Sesamum indicum* L.) merupakan tanaman herba semusim yang berbentuk semak, termasuk dalam famili *Pedaliaceae*. Seluruh bagian tanaman wijen dapat dimanfaatkan, baik batang, daun maupun bijinya. Batang, daun dan bagian lainnya dapat dimanfaatkan sebagai biomassa yang jumlahnya mencapai 80% dari total bahan kering yang dapat menghasilkan bahan organik dalam tanah. Daunnya dapat juga dimanfaatkan sebagai lalap dan obat. Sedangkan biji wijen dimanfaatkan langsung dalam bentuk biji dan dapat pula diolah menjadi minyak wijen dan ampas (bungkil) wijen. Biji wijen dapat digunakan sebagai penambah kelezatan aneka kue seperti onde-onde, enteng-enteng wijen, kue basah dan lain-lain serta dapat juga digunakan sebagai obat.

Sistematika tanaman wijen menurut van-Rheenen (1981), adalah sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta.

Sub-divisi : Angiospermae.

Class : Dicotyledoneae.

Ordo : Solanales (Tubiflorae)

Famili : Pedaliaceae.

Genus : Sesamum.

Spesies : *Sesamum indicum* L

Wijen mendapat julukan “*The Queen of Oil Seeds Crops*” yang mencerminkan biji wijen memiliki kandungan gizi yang tinggi dan berdampak positif bagi konsumennya. Minyak wijen dapat digunakan sebagai bahan makanan, obat-obatan, kosmetik, penerangan, insektisida dan lain-lain. Sedangkan bungkil dapat digunakan sebagai campuran pakan ternak.

Biji wijen mengandung 50-53% minyak nabati, 20% protein, 7-8% serat kasar, 15% residu bebas nitrogen, dan 4,5-6,5% abu. Minyak biji wijen kaya akan asam lemak tak jenuh, khususnya asam oleat (C18:1) dan asam linoleat (C18:2, Omega-6), 8-10% asam lemak jenuh, dan sama sekali tidak mengandung asam linolenat. Minyak biji wijen juga kaya akan Vitamin E.

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 wijen termasuk benih 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).

Kebanyakan benih ortodok dapat disimpan sampai waktu yang lama pada kondisi suhu dan kadar air yang rendah. Penyimpanan dengan kadar air yang tinggi dan pada suhu yang tinggi dapat menyebabkan *deteriorasi* yang disebabkan karena serangan jamur. Meskipun beberapa jamur bisa bertahan pada suhu dan kadar air yang rendah, aktivitasnya akan menurun dengan cepat bila berada pada suhu 10° C dan kadar air benih di bawah 10% (Schmidt, 2000).

### **2.3 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 (Kartha 1985).

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  $5^{\circ}\text{C}$ , umur simpan benih akan bertambah menjadi dua kali lipat. Hukum ini berlaku pada temperature antara  $0^{\circ}$ -  $50^{\circ}\text{C}$  (Kuswanto, 2003).

#### **2.4 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  $-40^{\circ}\text{C}$ , sedangkan teknik baru didasarkan pada *vitrification*, yaitu dehidrasi yang diinduksi pada suhu di atas titik beku air (Karthi 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  $-35^{\circ}\text{C}$ , lalu pembekuan dalam nitrogen cair dan selanjutnya *thawing* (pelelehan).

*Vitrification* (vitrikikasi) 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 vitrikikasi 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  $0-25^{\circ}\text{C}$  dan diikuti oleh pembekuan dan selanjutnya pelelehan. Macam teknik baru yang telah berkembang adalah (1) vitrikikasi, (2) enkapsulasi dehidrasi, (3) enkapsulasi-vitrikikasi, (4) desikasi, (5) pratumbuh, (6) pratumbuh-desikasi, dan (7) *droplet-freezing* (Ashmore 1997; Engelmann 2000).

Pada teknik vitrikikasi, bahan tanaman diperlakukan dengan senyawa krioprotektif dan dehidrasi dengan larutan vitrikikasi, lalu diikuti dengan pembekuan cepat, pelelehan, dan pembuangan krioprotektan serta pemulihan kultur. Teknik

enkapsulasi dehidrasi 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>Actidia 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 nucelar	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).

## 2.5 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 (Sajad, 1993).

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

### **2.5.1 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).

### **2.5.2 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

### **2.6 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  $5^{\circ}\text{C}$  pada tempat penyimpanan maka umur benih akan menjadi setengahnya. Hukum ini berlaku pada temperature antara  $0^{\circ} - 50^{\circ}\text{C}$ .

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.

## **2.7 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 di gunakan (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)

## **2.8 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.

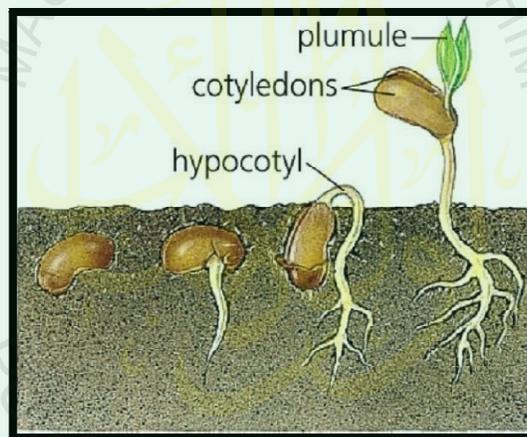
### **2.8.1 Kriteria Perkecambahan Benih dalam Uji Perkecambahan**

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 biji 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 tetap 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

## **2.10 Pengujian Benih**

### **2.10.1 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).

### **2.10.2 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 terstandarisasi.

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 yang digunakan untuk perkecambahan benih wijen menurut Standarisasi Nasional Indonesia (2006) adalah dengan metode pengujian di atas kertas (UAK), karena metode ini digunakan pada benih yang berukuran kecil seperti benih wijen. Pengujian dilakukan dengan 3 kali ulangan setiap perlakuan benih, yakni dengan cara :1) Kertas merang dipotong seukuran cawan petri. 2) Lima lembar kertas merang dimasukkan ke dalam cawan petri dan dibasahi dengan air, tujuannya agar kertas merang lembab sehingga benih akan mampu menyerap air dan tidak mengalami kekeringan pada saat berkecambah. 3) Mengambil 100 butir benih tembakau dan diatur secara melingkar atau berbaris.

### **2.10.3 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.

SNI (2006) menyatakan bahwa uji vigor untuk benih wijen, yang merupakan benih yang berukuran kecil, Uji vigor benih dilakukan menghitung jumlah kecambah yang telah tumbuh normal pada saat pengamatan 3 hari setelah tanam.

Metode pengujian kekuatan tumbuh, dilakukan dengan mendera benih dalam kejenuhan uap etil alkohol 95% selama 30 menit di dalam oven bersuhu 40°C dan sebelumnya benih di lembabkan selama 6 jam (Sadjad, 1989).