

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Biji Kacang Hijau

Kacang hijau merupakan tanaman berumur pendek, biasanya berbunga pada umur antara 30-70 hari, dan polongnya menjadi tua antara 60-120 hari setelah tanam. Kacang hijau pada umumnya memiliki sifat tumbuh terbatas (determinat), tetapi karena perbungaannya tetap meristematik dan dapat mengeluarkan bunga lagi setelah melewati suatu keadaan buruk, tanaman ini dapat berbunga dan berbuah dalam jangka waktu beberapa minggu (Rukmana, 1997).

Firman Allah SWT dalam surat Al An'am (6), ayat 95 yaitu:

﴿ إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ ۗ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ۗ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ ۗ فَإِنِّي تُؤَفِّكُونَ ﴾

Artinya: "Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari hidup, (yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?"

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT, mengemukakan kekuasaan-Nya menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Hanya Dia yang kuasa untuk itu menumbuhkan yang hidup dari yang mati atau sebaliknya. Secara umum biji kacang hijau terdiri dari 3 bagian, yaitu : kulit biji, endosperm, dan lembaga. Kulit biji berfungsi untuk melindungi biji dari kekeringan, kerusakan fisik, mekanis, dan serangan kapang atau serangga. Sedangkan

endosperm merupakan bagian yang mengandung cadangan makanan untuk pertumbuhan lembaga (Sutarman, 1990).

Buah (polong) kacang hijau berbentuk bulat silindris atau pipih dengan ujung tumpul. Panjang tangkai buah diukur pada tangkai buah terpanjang. Polong mudah berwarna hijau kelam dan hijau tua, dan setelah tua polong tersebut berwarna hitam dengan panjang 6-15cm, dan setiap polong berisi 5-10 biji. Biji kacang hijau berbentuk bulat umumnya lebih kecil dibandingkan biji kacang-kacangan lain. Berwarna hijau, coklat, kuning dan hitam (Trustinah, 1992).



Gambar 2.1 : Biji kacang hijau (Anonymous, 2011)

2.2 Klasifikasi

Menurut Hutapea (1994), tanaman kacang hijau termasuk suku atau famili leguminosae yang banyak varietasnya. Kedudukan tanaman kacang hijau dalam taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut:

- Divisi : Spermatophyta
- Sub divisi : Angiospermae
- Kelas : Dicotyledoneae
- Bangsa : Rosales

Suku : Leguminosae (Papilionaceae)

Marga : *Phaseolus*

Jenis : *Phaseolus radiatus* L.

2.3 Fisiologi Benih

Benih tanaman industri dapat dikelompokkan menjadi benih ortodoks, rekalsitran, dan intemediet. Pengelompokan tersebut didasarkan atas kepekaannya terhadap pengeringan dan suhu. Benih ortodoks 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 (Hasanah, 1993).

Salah satu hal yang penting mengenai benih adalah benih terdiri dari dua golongan yaitu benih rekalsitran dan benih ortodoks. Kedua golongan benih ini memiliki karakter yang berbeda. Karakter ini dapat menyebabkan kondisi lingkungan penyimpanan untuk kedua golongan ini berbeda. Benih Ortodok adalah benih yang dapat disimpan pada suhu rendah dalam jangka yang lama, sedangkan benih rekalsitran adalah benih yang hanya dapat disimpan dalam waktu beberapa minggu atau bulan bahkan ada benih yang dalam waktu beberapa hari sudah mengalami penurunan viabilitasnya. Biji kacang hijau termasuk biji ortodok artinya biji yang dicirikan dengan sifatnya yang bisa dikeringkan tanpa mengalami kerusakan. Viabilitas biji ortodoks 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).

Viabilitas benih adalah daya hidup benih yang dapat ditunjukkan oleh proses pertumbuhan benih atau gejala metabolismenya. Penurunan viabilitas benih merupakan perubahan fisik, fisiologis dan biokimia yang akhirnya dapat menyebabkan 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 ini benih mempunyai persediaan sumber energi karena terjadi perombakan senyawa makro seperti lemak dan karbohidrat menjadi senyawa metabolik lainnya (Sadjad, 1994)

Penurunan suatu benih dapat diterangkan sebagai turunnya kualitas atau viabilitas benih yang mengakibatkan rendahnya vigor dan tidak optimalnya pertumbuhan tanaman serta produksinya. Kejadian tersebut merupakan suatu proses yang tak dapat balik dari kualitas suatu benih. Benih yang memiliki vigor rendah akan berakibat terjadinya kemunduran yang cepat selama penyimpanan benih, kecepatan berkecambah benih menurun, kepekaan akan serangan hama dan penyakit, meningkatnya jumlah kecambah abnormal dan rendahnya produksi tanaman (Sadjad, 1993).

Mutu fisiologis benih mencerminkan kemampuan benih untuk bisa hidup normal dalam kisaran keadaan alam yang cukup luas, mampu tumbuh cepat dan merata. Benih bermutu fisiologi tinggi juga tahan untuk disimpan, meski melalui periode simpan dengan keadaan simpan yang suboptimum, benih tetap

menghasilkan pertumbuhan tanaman yang memproduksi normal apabila ditanam sesudah disimpan (Sadjad, 1993).

Mutu fisiologi merupakan kemampuan daya hidup atau viabilitas benih yang mencakup daya kecambah dan kekuatan tumbuh benih (vigor) (Sutopo, 2004). Daya kecambah adalah salah satu tolok ukur mutu fisiologis benih, tetapi tolok ukur tersebut hanya mencerminkan kemampuan benih menjadi kecambah normal apabila ditanam dalam kondisi lapang yang serba optimum (Saenong, 1988).

Vigor atau kekuatan tumbuh adalah kemampuan benih atau bibit tumbuh menjadi tanaman normal yang memproduksi normal dalam keadaan yang suboptimum dan diatas normal dalam keadaan yang optimum, atau mampu disimpan dalam kondisi simpan yang suboptimum, dan tahan disimpan lama dalam keadaan optimum Benih bervigor tinggi diartikan sebagai benih yang mampu tumbuh dan berkembang dengan baik walaupun dalam kondisi lingkungan tidak optimum (Sadjad, 1993).

Menurut Sutopo (2004), rendahnya vigor pada benih dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu: genedis, fisiologis, morfologis, sitologis, mekanis, dan mikroba. Faktor genedis, terdapat kultivar-kultivar tertentu yang lebih peka terhadap keadaan lingkungan yang kurang menguntungkan, ataupun tidak mampu untuk tumbuh cepat dibandingkan dengan kultivar lainnya. Kondisi fisiologis dari benih yang dapat menyebabkan rendahnya vigor adalah kurang masakny benih pada saat panen dan kemunduran benih selama penyimpanan.

Mutu kultivar biasanya terjadi peristiwa bahwa benih-benih yang lebih kecil menghasilkan bibit yang kurang memiliki kekuatan tumbuh dibandingkan dengan benih besar. Penurunan benih yang disebabkan antara lain oleh aberasi kromosom. Kerusakan mekanis yang terjadi pada benih baik pada saat panen, ataupun penyimpanan sering pula mengakibatkan rendahnya vigor pada benih (Sutopo, 2004).

2.4 Periode Simpan Benih

Periode simpan terdapat perbedaan antara benih yang kuat dan lemah, karena periode simpan merupakan fungsi dari waktu maka perbedaan antara benih yang kuat dan lemah terletak pada kemampuannya untuk tidak dimakan waktu (Sutopo, 2004). Menurut Sutopo (2004), penyimpanan benih dibagi menjadi 3 macam, diantaranya yaitu:

a. Penyimpanan jangka pendek

Secara garis besar untuk penyimpanan jangka pendek dikemukakan, apabila temperatur dan kelembaban nisbi lingkungan simpan 30°C-50%, maka kadar air maksimum untuk benih cerealia 12% dan benih berminyak 8%. Sedangkan pada kondisi lingkungan simpan 20°C-60%, kadar air maksimum untuk benih-benih tersebut masing-masing 13% dan 9,5% (Sutopo, 2004).

a. Penyimpanan jangka menengah

Untuk penyimpanan jangka waktu sedang, kondisi lingkungan simpan benih tanaman pangan harus memiliki temperatur kelembaban nisbi yang lebih rendah. Dalam alternative kondisi lingkungan simpan 30°C-40%,

kadar air benih cerealia maksimum 10% dan benih berminyak 7,5%. Pada kondisi lingkungan simpan 20°C-50%, kadar air benih maksimum untuk masing-masing jenis benih 12% dan 8%, sedangkan pada 10°C-60%, kadar air benih maksimum untuk masing-masing jenis benih adalah 12% dan 9% (Sutopo, 2004).

b. Penyimpanan jangka panjang

Penyimpanan benih jangka panjang memerlukan kondisi lingkungan simpan yang bertemperatur dan kelembaban rendah. Misalnya untuk jangka penyimpanan 3-5 tahun, diperlukan temperature dan kelembaban nisbi 10°C dan 45%, sedangkan untuk penyimpanan 5-15 tahun diperlukan temperature 0-5°C dan kelembaban nisbi 30-40%. Kondisi lingkungan ini hanya dapat dicapai apabila lingkungan simpan tertutup. Ketahanan benih untuk disimpan beraneka ragam tergantung dari jenisnya cara dan tempat penyimpanan. Tempat untuk menyimpan benih juga bervariasi tergantung dari macam benih, maksud dan lama penyimpanan (Sutopo, 2004).

2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Viabilitas Benih dalam Penyimpanan

Menurut Copeland dan Donald (dalam Purwanti, 2004) faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan dibagi menjadi dua faktor yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal mencakup sifat genetik, daya tumbuh dan vigor, kondisi kulit dan kadar benih awal. Faktor eksternal antara lain kemasan benih, komposisi gas, suhu dan kelembaban ruang simpan.

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. Suhu yang terlalu tinggi pada saat penyimpanan dapat membahayakan dan mengakibatkan kerusakan benih, karena akan memperbesar terjadinya penguapan zat cair dalam benih, hingga benih akan kehilangan daya imbibisi dan kemampuan untuk berkecambah (Sutopo, 2004).

Viabilitas dari benih yang disimpan dengan kandungan air tinggi akan cepat sekali mengalami kemunduran. Hal ini bisa dijelaskan mengingat sifat biji yang higroskopis, biji sangat mudah menyerap uap air dari udara sekitarnya. Biji akan menyerap atau mengeluarkan uap air sampai kandungan airnya seimbang dengan udara disekitarnya. Kandungan air yang tinggi akan meningkatkan kegiatan enzim-enzim yang akan mempercepat terjadinya proses respirasi, sehingga perombakan cadangan makanan dalam biji menjadi semakin besar. Akhirnya benih akan kehabisan bahan bakar pada jaringan-jaringan yang penting (meristem) (Sutopo, 1988).

Energi yang terhambur dalam bentuk panas ditambah keadaan yang lembab merangsang perkembangan organisme yang dapat merusak benih. selain itu biji juga merupakan penghantar panas yang jelek. Konduksi panas antar biji biasanya berlangsung melalui kontak fisik antar biji. Sehingga perlu diperhatikan bahwa benih yang akan disimpan harus mempunyai kandungan air yang seragam. kandungan air benih yang terlalu rendah (1-2%) pada beberapa jenis benih dapat menyebabkan benih kehilangan viabilitas serta kemampuan berkecambahnya (Sutopo, 1988).

Penyimpanan kedap udara selain berfungsi menghambat kegiatan biologis benih, juga berfungsi menekan pengaruh kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban, serta mengurangi tersedianya oksigen, kontaminasi hama, kutu, jamur, bakteri dan kotoran. Kadar air awal dan kemasan sangat berpengaruh dalam mempertahankan kadar air benih selama penyimpanan (Kartono, 2004).

Menurut Sutopo (2004) viabilitas benih dalam penyimpanan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: Kandungan air benih, Viabilitas awal benih, Temperatur, Kelembaban, Gas disekitar benih dan Mikroorganisme. Kandungan air benih pada periode simpan, benih yang akan disimpan sebaiknya memiliki kandungan air yang optimum, yaitu 20% pada benih ortodok. Semakin tinggi kandungan air dalam benih selama penyimpanan maka akan cepat sekali mengalami penurunan.

Suhu yang terlalu tinggi pada saat penyimpanan dapat mengakibatkan kerusakan pada benih. Karena akan memperbesar terjadinya penguapan zat cair dari dalam benih, sehingga benih akan kehilangan daya imbibisi dan kemampuan untuk berkecambah. Temperatur yang optimum untuk penyimpanan benih jangka panjang 0°-32°C. Antara kandungan air benih dan temperatur terdapat hubungan yang sangat erat dan timbal balik. Jika salah satu tinggi maka yang lain harus rendah (Sutopo, 2004).

Kelembaban lingkungan selama penyimpanan juga sangat mempengaruhi viabilitas benih. Kelembaban nisbi lingkungan simpan harus diatur sehingga berkeseimbangan dengan kandungan air benih pada keadaan yang menguntungkan untuk jangka waktu simpan yang panjang. Kebanyakan jenis

benih kelembaban nisbi antara 50%-60% adalah cukup baik untuk mempertahankan viabilitas benih paling tidak untuk jangka waktu penyimpanan selama setahun (Sutopo, 2004).

Adanya gas disekitar benih dapat mempertahankan viabilitas benih, misalnya gas CO₂ yang akan mengurangi konsentrasi O₂ sehingga respirasi dapat dihambat. Kegiatan mikroorganisme yang tergolong dalam hama dan penyakit gudang dapat mempengaruhi viabilitas benih yang disimpan. Mikroorganisme seperti cendawan atau bakteri terbawa oleh benih akan lebih berbahaya bagi benih pada kondisi penyimpanan yang tidak memenuhi syarat ataupun pada kondisi lapangan yang memungkinkan berkembangnya pathogen-patogen tersebut. Hal ini akan mengakibatkan penurunan vigor benih (Sutopo, 2004).

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).

Tujuan utama penyimpanan benih yaitu untuk menjamin persediaan benih yang bermutu untuk ditanam pada musim berikutnya, atau untuk suatu program penanaman bila diperlukan. Pada saat benih disimpan, banyak faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan antara lain: umur benih, faktor genetik, fisiologis serta kerusakan sebelum atau selama penyimpanan. Pengaruh genetik secara tidak langsung merupakan faktor yang dapat menurunkan

viabilitas benih. Faktor fisiologis yaitu benih yang kurang masak mempunyai kemampuan daya simpan yang pendek dibandingkan dengan benih yang dipanen pada saat masak fisiologis. Penurunan daya simpan ini dikaitkan dengan kegagalan dalam penyelesaian proses pemasakan antara lain pertumbuhan embrio yang kurang sempurna dan kurangnya perlindungan terhadap pengeringan. Selain faktor-faktor tersebut diatas, lingkungan juga sangat berpengaruh terhadap daya simpan benih baik lingkungan sebelum penyimpanan maupun setelah penyimpanan (Sutopo, 2004).

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. 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.

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 (Bewley dan Black, 1985).

Perubahan-perubahan yang terjadi selama penyimpanan, selain terjadi perubahan biokimia pada benih juga terjadi perubahan fisik. Gejala-gejala kerusakan karena pendinginan berbeda tergantung pada jenis jaringan yang mengalami kerusakan. Pengeriputan dan perubahan warna lebih jelas tampak pada bagian luar yaitu lebih keras dan lebih tebal dari pada lapisan-lapisan yang berbatasan (Pantastico, 1989).

Menurut Harrington (dalam Sutopo, 2004) bahwa suhu rendah lebih efektif dari pada temperatur tinggi untuk penyimpanan benih. Semakin rendah temperatur kemunduran viabilitas benih dapat semakin dikurangi, sedangkan semakin tinggi temperatur semakin meningkat laju kemunduran viabilitas benih. Menurut Harrington (dalam Sutopo, 2004) menyatakan sebuah kaidah bahwa untuk setiap kenaikan temperatur 5°C pada tempat penyimpanan benih maka umur benih akan berkurang menjadi setengahnya. Kaidah ini berlaku pada temperatur antara 0-50°C.

Menurut Purwanti (2004), Suhu ruang simpan berperan dalam mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan, yang dipengaruhi oleh kadar air benih, suhu dan kelembaban nisbi ruangan. Pada suhu rendah, respirasi berjalan lambat dibanding suhu tinggi. Dalam kondisi tersebut, viabilitas benih

dapat dipertahankan lebih lama. Firman Allah Swt dalam surat Al-Faathir (35) ayat 20-21 yang berbunyi:

وَلَا الظُّلْمَتُ وَلَا النُّورُ ﴿٢٠﴾ وَلَا الظِّلُّ وَلَا الْحَرُورُ ﴿٢١﴾ .

Artinya: *Dan tidak sama gelap gulita dengan cahaya (20) Tidak sama yang teduh dengan yang panas (21).*”

Ayat di atas merupakan informasi tentang ilmu iklim atau klimatologi bahwa suhu itu dapat berbeda-beda menurut tempatnya. Menurut Syafei, (1990) suhu sangat bermakna bagi kehidupan, baik tumbuhan, hewan, dan manusia. Suhu merupakan faktor lingkungan yang dapat berperan baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap organisme hidup. Setiap tumbuh-tumbuhan mempunyai suhu minimum, maksimum dan optimum yang diperlukan untuk metabolismenya. Suhu tumbuhan biasanya kurang lebih sama dengan suhu sekitarnya karena ada pertukaran suhu yang terus-menerus antara tumbuhan dengan udara sekitarnya

Petunjuk tentang pertumbuhan tanaman dari awal sampai akhir juga ada didalam Al-Quran, mulai dari perkecambahan benih atau tumbuhnya bibit sampai pada menghasilkan lalu mati. Perkecambahan merupakan pengaktifan kembali aktifitas pertumbuhan embryonic axis didalam biji perlu adanya air. Firman Allah dalam surat Luqman ayat 10 yang berbunyi:

خَلَقَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ۚ وَأَلْقَىٰ فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَابَّةٍ ۗ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿١٠﴾

Artinya: *Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kamu melihatnya dan dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembang biakkan padanya segala*

macam jenis binatang. dan kami turunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik.

Ayat di atas menegaskan pentingnya air untuk perkecambahan atau pertumbuhan tumbuh-tumbuhan. Dengan adanya air maka biji-biji tumbuhan yang mungkin sudah ada didalam tanah yang sudah kering dapat berkecambah (tumbuh lagi). Viabilitas benih selama penyimpanan sangat dipengaruhi oleh kadar air benih, suhu, dan kelembaban nisbi ruangan (Justice dan Bass, 1994). Menurut Kuswanto (2003), kadar air benih merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi daya simpan benih. Kadar air benih yang tinggi selama penyimpanan dapat menimbulkan beberapa akibat antara lain: meningkatkan laju respirasi benih dan akan meningkatkan suhu. Peningkatan suhu tersebut menyebabkan enzim antioksidan aktif, sehingga akan merombak cadangan makanan.

Menurut Harrington (dalam Sutopo, 2004) masalah yang dihadapi dalam penyimpanan benih makin kompleks sejalan dengan meningkatnya kadar air benih. Penyimpanan benih yang berkadar air tinggi dapat menimbulkan resiko terserang cendawan. Benih adalah bersifat higroskopis, sehingga benih akan mengalami kemundurannya tergantung dari tingginya faktor-faktor kelembaban relatif udara dan suhu lingkungan dimana benih disimpan.

2.7 Viabilitas Benih

2.7.1 Daya Hidup Benih

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

Viabilitas optimum 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 pertanaman normal dalam kondisi suboptimum.

Viabilitas suboptimum atau vigor merupakan suatu kemampuan benih untuk tumbuh menjadi tanaman yang berproduksi normal dalam keadaan lingkungan yang suboptimum dan tahan simpan lama dalam kondisi yang optimum (Sadjad, 1994). Parameter yang digunakan dalam menentukan viabilitas potensial adalah daya kecambah dan berat kering kecambah. 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 kecambah, untuk deteksi parameter viabilitas potensial juga digunakan indikasi tidak langsung yang berupa gejala metabolisme yang ada kaitannya dengan pertumbuhan benih (Sutopo, 2004).

Parameter untuk viabilitas benih digunakan persentase perkecambahan, dimana perkecambahan harus cepat dan pertumbuhan kecambahannya kuat, dan ini mencerminkan kekuatan tumbuhnya, yang dapat dinyatakan dengan laju perkecambahan (Sutopo, 2004).

2.7.2 Daya Kecambah

Daya Berkecambah (DB) merupakan tolok ukur viabilitas potensial yang merupakan simulasi dari kemampuan benih untuk tumbuh dan berproduksi

normal dalam kondisi optimum (Sadjad, 1993). Menurut Kamil (1979), Daya kecambah biji erat hubungannya dengan pemasakan biji. Biji berkecambah jauh sebelum tercapai kemasakan fisiologis atau sebelum tercapai berat kering maksimum.

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).

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).

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

2.7.3 Kekuatan Tumbuh (Vigor)

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 sub optimum atau sesudah benih melampui suatu periode simpan yang lama (Mugnisjah, 1990).

Metode pengujian kekuatan tumbuh, salah satunya adalah dengan *Accelerating Aging Test* (AAT), yaitu pengusangan dipercepat pada sebuah oven dengan suhu 42°C selama 72 jam. Kemudian dikecambahkan seperti pada metode daya kecambah dengan metode UKDdp. Uji pengusangan dipercepat (*the Accelerated Aging Test*) diperlukan untuk memperkirakan daya simpan benih, kualitas benih, dan daya berkecambah benih di lapang (Hadiyanto, 2001)

Menurut Tekrony (1980) uji vigor *Accelerated Aging Test*, pertama-tama dibuat para-para berukuran 10x10x3 cm. selanjutnya para-para diletakkan didalam kotak plastik berukuran 11x11x5 cm yang diisi air sebanyak 40 ml. kemudian 50 butir benih diletakkan diatas para-para, dan kotak plastik ditutup rapat. Setelah itu kotak penderaan ini diletakkan didalam inkubator (oven) pada suhu 42°C.

2.7.4 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.

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 2.2: A. Kecambah Normal B. Kecambah Abnormal
(Qomaro, 1994)

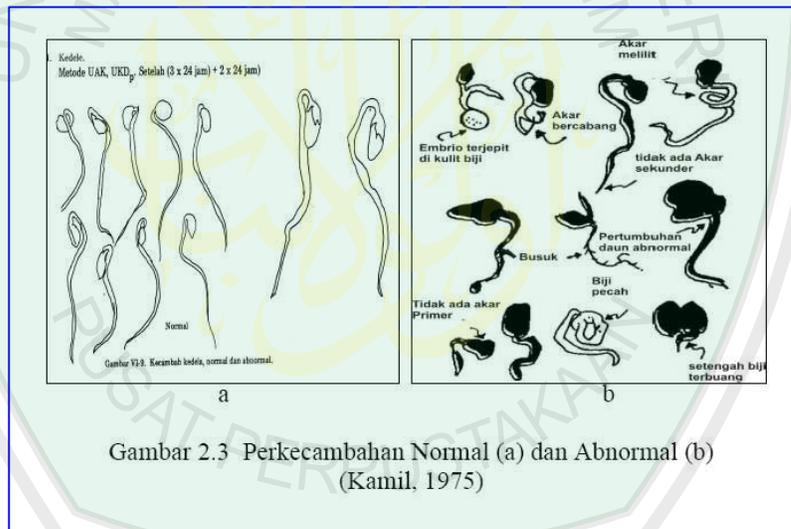
3. Benih Tidak Berkecambah

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.



Gambar 2.3 Perkecambahan Normal (a) dan Abnormal (b)
(Kamil, 1975)