

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*)

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*)

Menurut Dasuki (1991), tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*) diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi : Magnoliophyta
Sub Divisi : Magnoliopsida
Kelas : Asteridae
Bangsa : Solanales
Suku : Solanaceae
Marga : Nicotiana
Spesies : *Nicotiana tabacum*

2.1.2 Morfologi Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*)

Setiap jenis tumbuh-tumbuhan memiliki morfologi berupa bentuk, ukuran dan warna yang berbeda-beda. Allah SWT telah menjelaskan dalam Al-Quran sebagai berikut :

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا
مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ
وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ أَنْظُرُوا
إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya : *“Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman”*. (Q.S. al-An’am : 99).

Pada ayat tersebut tidak menyebutkan kata morfologi secara langsung, tetapi ayat tersebut cukup menjelaskan karakteristik dari aspek morfologi suatu tumbuhan. Hal tersebut dijelaskan dengan adanya kata “hijau” (خَضِرًا), biji-bijian yang banyak (مُتْرَاكِبًا حَبًّا) dan tangkai- tangkai yang menjulang (قِنْوَانٌ). Kata “hijau” (خَضِرًا) pada ayat tersebut secara morfologi menunjukkan warna daun yang mayoritas berwarna hijau, salah satu contohnya yaitu daun Tembakau. Warna hijau yang terdapat pada daun menunjukkan adanya kandungan klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis. Walaupun mayoritas daun berwarna hijau, tetapi secara morfologi masing-masing daun berbeda baik itu dalam bentuk, bagian-bagian daun, susunan tulang daun, warna maupun susunan daun itu sendiri.

Pada kalimat (مُتْرَاكِبًا حَبًّا) bermakna “biji-bijian yang banyak”. Biji sebagai bentuk morfologi suatu tanaman juga memiliki perbedaan yang menjadi ciri khas suatu tanaman. Perbedaan tersebut dapat diketahui dengan adanya perbedaan warna, bentuk biji serta susunan biji tersebut. Pada umumnya biji terdiri dari kulit biji (*spermodermis*), tali pusar (*feniculus*) dan isi biji (*nucleus seminis*).

Selain kedua kata pada ayat tersebut, karakteristik morfologi juga ditunjukkan pada kata (انْقُو) yang memiliki arti tangkai- tangkai. Kata tersebut dalam kitab tafsir *Jalalain* diartikan sebagai tunas-tunas buah yang tumbuh dari pucuknya (طَلْعَهَا مِنْ). Tunas-tunas buah yang dimaksud dalam ayat tersebut yaitu bunga sebagai alat reproduksi tumbuhan. Bunga merupakan salah satu bentuk luar dari suatu tumbuhan yang terdiri dari mahkota, kelopak, putih dan benang sari. Bentuk dan warna bunga berbeda antara suatu tumbuhan dan Tembakau memiliki bunga yang berwarna merah muda.

Menurut Hanum (2008), morfologi tanaman tembakau adalah sebagai berikut:

a. Akar

Tanaman tembakau merupakan tanaman berakar tunggang yang tumbuh tegak ke pusat bumi. Akar tunggangnya dapat menembus tanah kedalaman 50- 75 cm, sedangkan akar serabutnya menyebar ke samping. Selain itu, tanaman tembakau juga memiliki bulubulu akar. Perakaran akan berkembang baik jika tanahnya gembur, mudah menyerap air, dan subur

b. Batang

Tanaman Tembakau memiliki bentuk batang agak bulat, agak lunak tetapi kuat, makin ke ujung, makin kecil. Ruas-ruas batang mengalami penebalan yang ditumbuhi daun, batang tanaman bercabang atau sedikit bercabang. Pada setiap ruas batang selain ditumbuhi daun, juga ditumbuhi tunas ketiak daun, diameter batang sekitar 5 cm.

c. Daun

Daun tanaman tembakau berbentuk bulat lonjong (oval) atau bulat, tergantung pada varietasnya. Daun yang berbentuk bulat lonjong ujungnya meruncing, sedangkan yang berbentuk bulat, ujungnya tumpul. Daun memiliki tulang-tulang menyirip, bagian tepi daun agak bergelombang dan licin. Lapisan atas daun terdiri atas lapisan palisade parenchyma dan spongy parenchyma pada bagian bawah. Jumlah daun dalam satu tanaman sekitar 28- 32 helai.

d. Bunga

Tanaman tembakau berbunga majemuk yang tersusun dalam beberapa tandan dan masing masing tandan berisi sampai 15 bunga. Bunga berbentuk terompet dan panjang, terutama yang berasal dari keturunan *Nicotiana tabacum*, sedangkan dari keturunan *Nicotiana rustika*, bunganya lebih pendek, warna bunga merah jambu sampai merah tua pada bagian atas. Bunga tembakau berbentuk malai, masing-masing seperti terompet dan mempunyai bagian sebagai berikut:

- a. Kelopak bunga : berlekuk dan mempunyai lima buah pancung
- b. Mahkota bunga : berbentuk terompet, berlekuk merah dan berwarna merah jambu atau merah tua dibagian atasnya.

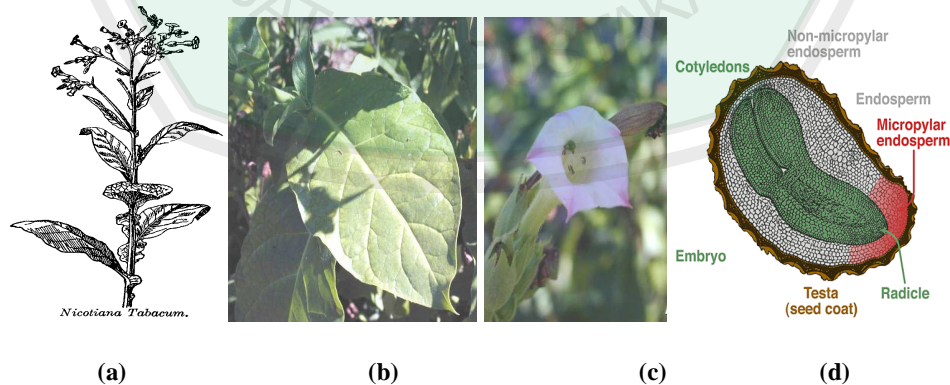
Sebuah bunga biasanya mempunyai lima benang sari yang melekat pada mahkota bunga, dan yang satu lebih pendek dari yang lain.

- c. Bakal buah : terletak diatas dasar bunga dan mempunyai dua ruang yang membesar

d. Kepala putik : terletak pada tabung bunga yang berdekatan dengan benang sari. Tinggi benang sari dan putik hampir sama. Keadaan ini menyebabkan tanaman tembakau lebih banyak melakukan penyerbukan sendiri, tetapi tidak tertutup kemungkinan untuk penyerbukan silang.

e. **Buah**

Tembakau memiliki bakal buah yang berada di atas dasar bunga dan terdiri atas dua ruang yang dapat membesar, tiap-tiap ruang berisi bakal biji yang banyak sekali penyerbukan yang terjadi pada bakal buah akan membentuk buah. Sekitar tiga minggu setelah penyerbukan, buah tembakau sudah masak. Setiap pertumbuhan yang normal, dalam satu tanaman terdapat lebih kurang 300 buah. Buah tembakau berbentuk bulat lonjong dan berukuran kecil, di dalamnya berisi biji yang bobotnya sangat ringan. Dalam setiap gram biji berisi + 12.000 biji. Jumlah biji yang dihasilkan pada setiap tanaman rata-rata 25 gram.



Gambar 2.1. Morfologi Tanaman dan Biji Tembakau (*Nicotiana tabacum*)
 (a) Tembakau, (b) Daun, (c) Bunga, (d) Biji
 (Anonymous, 2009)

2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*)

Teknologi budidaya tembakau madura rendah nikotin sesuai untuk lahan kering dengan ketinggian tempat 50-350 m d.p.l. Lahan-lahan tersebut merupakan sentra tembakau madura yang berjenis tanah Mollisol (Benzina) dan Alfisol (Mediterran). Pada umumnya lahan-lahan tersebut bertekstur tanah lempung dan lempung berpasir. Sentra-sentra produksi tembakau madura yang sesuai dengan teknologi budidaya tembakau rendah nikotin adalah daerah dengan tipe iklim C dan D, dengan curah hujan rata-rata 940-1.373 mm/tahun, yang mempunyai jumlah bulan basah 4-6 bulan dan jumlah bulan kering 5-6 bulan.

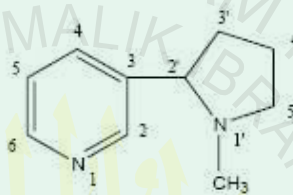
2.1.4 Senyawa yang Terkandung dalam Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*)

Menurut Gandadiputro (2007) dan Susilowati (2006), tembakau mengandung kurang lebih 4000 elemen-elemen dan 200 diantaranya berbahaya bagi kesehatan. Senyawa utama yang terkandung dalam tembakau diantaranya adalah sebagai berikut:

- 1) *Karbon monoksida*, merupakan Gas CO mempunyai kemampuan mengikat hemoglobin yang terdapat dalam sel darah merah, lebih kuat dibandingkan oksigen, sehingga setiap ada asap tembakau, disamping kadar oksigen udara yang sudah berkurang, ditambah lagi sel darah merah akan semakin kekurangan oksigen karena yang diangkut adalah Co dan bukan oksigen. Sel tubuh yang kekurangan oksigen akan melakukan spasme, yaitu menciutkan pembuluh darah. Bila proses ini

berlangsung terus menerus, maka pembuluh darah akan mudah rusak dengan terjadinya proses aterosklerosis (penyempitan). Penyempitan pembuluh darah akan terjadi di mana – mana.

- 2) *Nikotin* adalah suatu alkaloid dengan nama kimia *3-(1-metil-2-pirolidil) piridin*. Saat diekstraksi dari daun tembakau, nikotin tak berwarna, tetapi segera menjadi coklat ketika bersentuhan dengan udara.



Gambar 2.2 Struktur senyawa kimia nikotin

Zat alkaloid telah diketahui memiliki sifat farmakologi, seperti efek stimulan dari kafein yang meningkatkan tekanan darah dan detak jantung. Zat nikotin ini dapat menghambat rasa lapar, sehingga apabila seseorang merokok tidak akan merasa lapar lagi, selain itu berdasarkan hasil dari penelitian-penelitian terdahulu dikemukakan bahwa zat ini menyebabkan penyempitan pembuluh darah, peningkatan denyut jantung dan tekanan darah, nafsu makan berkurang, sebagian menghilangkan perasaan cita rasa dan penciuman serta membuat paru-paru menjadi nyeri. Penggunaan tembakau dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan pada paru-paru, jantung, dan pembuluh darah. Namun dibalik itu semua masih ada sisi positif dari nikotin, beberapa pengaplikasian nikotin yang telah dilakukan secara farmakologis adalah: meringankan rasa sakit, meringankan rasa cemas

dan depresi; meningkatkan daya konsentrasi dan performa bagi penderita attention deficit hyperactivity disorder; meringankan beberapa simptom schizophrenia akut; meringankan beberapa simptom Tourette's syndrome; meringankan beberapa simptom Parkinson's disease; dan meringankan beberapa simptom Alzheimer's disease.

Riset modern dan canggih menunjukkan adanya pengaplikasian nikotin yang lebih jauh lagi:

- a. Nikotin dapat menstimulasi pemulihan rusak otak dan hasil-hasilnya dikaitkan dengan pendiskusan mekanisme syaraf dan potensi pengaplikasian lainnya (Brown RW, Gonzales CL, Whishaw IQ, Kolb B, "Nicotine improvement of Morris watertask performance after fimbria-fornix lesion is blocked by mecamylamine," *Behav Brain Research*, Mar 15, 2001).
- b. Riset yang melibatkan studi terhadap hewan, menunjukkan bahwa nikotin adalah bahan yang dapat menumbuhkan saluran darah yang lebih banyak di arteri-arteri tersumbat dibandingkan dengan faktor pertumbuhan lainnya. Bahan ini juga dapat digunakan dalam perawatan lemah jantung dan anggota tubuh lainnya yang mengalami kekurangan sirkulasi darah. Hal ini memungkinkan dilakukannya prosedur-prosedur non operasi by-pass (Company Press Release, "Research Indicating That Nicotine Holds Potential for Non-Surgical By-Pass Procedures Honored by the American College of Cardiology," 3/17/00).

- c. Nikotin mungkin menjadi suatu alternatif dalam menangani tuberculosis yang akut. Menurut Saleh Naser, seorang professor microbiologi dan biologi molecular di UCF bahwa bahan ini menghentikan pertumbuhan tuberculosis saat uji coba laboratorium, bahkan saat hanya sedikit yang dipakai, Naser mengatakan bahwa nikotin bekerja lebih baik dibandingkan 10 bahan lainnya yang diuji coba. (“Shocker: ‘Villain’ nicotine slays TB/Mengejutkan: Nikotin ‘Sang Penjahat’ Membantai TBC,” Robyn Suriano, Orlando Sentinel, 5/22/01).
- d. Sebagai tambahan, nikotin dapat memberikan efek neuroprotektif (perlindungan syaraf) dengan cara mengurangi AA berlebihan pada metabolisme nNOS. Data-data ini dapat dipakai dalam terapi trauma akut pada tulang punggung (Toberek M, Garrido R, Malecki A, Kaiser S, et al, “Nicotine Attenuates Arachidonic Acid-Induced Overexpression of Nitric Oxide synthase in Cultured Spinal Cord Neurons,” *Experimental Neurology*, 161(2), Feb 2000).
- e. Menurut sebuah penelitian baru, nikotin dapat mengurangi kejang-kejang dan gejala lainnya pada colitis, sebuah penyakit usus yang sangat menyakitkan yang menyerang beribu-ribu orang di A.S dan berjuta-juta lainnya di seluruh dunia. Penelitian yang diterbitkan di the Annals of Internal Medicine (Obat Dalam Tahunan) (1 Maret 1997) ini dapat mengarah pada sebuah perawatan yang lebih baik bagi sekitar 230.000 penderita uclerative colitis di A.S.” (AP,Mar 1, 1997).

- f. Ada kemungkinan nikotin dapat digunakan sebagai pencegahan Kaposi's sarcoma klasik dengan infeksi virus KS herpes. (Goedert J, Vitale F, Lorenzo G, Romano N, National Cancer Institute, "Classical Kaposi's Sarcoma With KS Herpes Virus Infection: Reduced Risk with Cigarette Smoking," *proceedings of the American Association for Cancer Research*, vol 42, March 2001).
- 3) *Tar* adalah sejenis cairan kental berwarna coklat tua atau hitam yang merupakan substansi hidrokarbon yang bersifat lengket dan menempel pada paru – paru. Kadar tar dalam tembakau antara 0.5 – 35 mg/ batang.
 - 4) *Kadmium* adalah zat yang dapat meracuni jaringan tubuh. Sehingga dapat digunakan sebagai insektisida.
 - 5) *Amoniak* merupakan gas yang tidak berwarna terdiri dari nitrogen dan hidrogen, zat ini memiliki bau yang sangat tajam.
 - 6) *HCN* merupakan sejenis gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa. Zat ini merupakan zat yang paling ringan, mudah terbakar, dan sangat efisien untuk menghalangi pernafasan dan merusak saluran pernafasan.
 - 7) *Nitrous oxide* merupakan sejenis gas yang tidak berwarna, dan bila terhisap dapat menyebabkan hilangnya pertimbangan dan rasa sakit. Nitrous Oxide ini pada mulanya dapat digunakan sebagai pembius saat melakukan operasi oleh dokter.
 - 8) *Formaldehid* adalah sejenis gas dengan bau tajam. Gas ini tergolong sebagai pengawet dan pembasmi hama.

- 9) *Piridin* adalah sejenis cairan tidak berwarna dengan bau tajam. Zat ini dapat digunakan untuk mengubah sifat alkohol sebagai pelarut dan pembunuh hama.

Berdasarkan kandungan berbagai senyawa yang terdapat dalam tanaman tembakau tersebut, dapat diketahui bahwa tanaman tembakau tidak hanya digunakan untuk produksi rokok yang berbahaya bagi kesehatan. Adapun bahaya rokok itu disebabkan apabila terakumulasi banyak senyawa-senyawa tersebut di dalam tubuh, dalam Al-Qur'an telah dijelaskan bahwa Allah tidak menciptakan segala yang ada di bumi dengan sia-sia.

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ
النَّارِ

Artinya: (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka.

Berdasarkan ayat tersebut dapat dijelaskan bahwa Allah tidak akan menciptakan sesuatu di bumi ini dengan sia-sia, semua yang Allah ciptakan adalah semata-mata untuk kepentingan manusia. Seperti halnya tanaman tembakau, mungkin pada awalnya hanya dapat digunakan untuk bahan baku pembuat rokok yang hanya berdampak buruk bagi kesehatan manusia, maka dari itu dalam hukum Islam rokok itu makruh dan belum lama ini MUI mengeluarkan fatwa haram untuk rokok mengingat bahayanya bagi kesehatan. Namun apabila

pengkonsumsiannya tidak berlebihan tentu tidak akan berdampak buruk sebagaimana dalam Al-Qur'an Surat Al-An'am: 141 yang menjelaskan bahwa Allah tidak menyukai yang berlebih-lebihan karena akan berdampak tidak baik bagi manusia itu sendiri. Maka dari itu dianjurkan untuk tidak melampaui batas yang diperlukan oleh tubuh.

2.2 Viabilitas benih

Menurut Sadjad (1994), viabilitas benih adalah daya hidup benih yang dapat ditunjukkan oleh proses pertumbuhan benih atau gejala metabolismenya. Penurunan viabilitas sebenarnya 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 (Pirenaning, 1998).

Menurut Sadjad (1994), viabilitas benih dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1. Viabilitas optimum (viabilitas potensial).

Viabilitas optimum yaitu apabila benih lot memiliki pertumbuhan normal pada kondisi optimum. Benih memiliki kemampuan potensial, sebab lapangan produksi tidak selalu dalam kondisi optimum. Sutopo (2004) menjelaskan bahwa viabilitas optimum disebut juga daya kecambah karena yang digunakan dalam menentukan viabilitas potensial adalah daya kecambah dan berat kering kecambah. Hal ini berdasarkan pada pengertian bahwa struktur tumbuh pada

kecambah normal tentu mempunyai kesempurnaan tumbuh yang dapat dilihat dari bobot keringnya. Selain bobot 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.

2. Viabilitas sub optimum (vigor).

Menurut Sadjad (1993), viabilitas sub optimum atau vigor merupakan suatu kemampuan benih untuk tumbuh menjadi tanaman yang berproduksi normal dalam keadaan lingkungan yang sub optimum dan berproduksi tinggi dalam keadaan optimum atau mampu disimpan dalam kondisi simpan yang sub optimum dan tahan simpan lama dalam kondisi yang optimum.

2.2.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Viabilitas Benih Dalam Penyimpanan

Menurut Kuswanto (1996) dan Sutopo (2004) viabilitas benih dalam penyimpanan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

a) Kandungan air benih

Benih yang akan disimpan sebaiknya memiliki kandungan air yang optimal, yaitu 20% pada benih ortodok (seperti benih tembakau). Semakin tinggi kandungan air dalam benih selama penyimpanan maka akan cepat sekali mengalami kemunduran viabilitas benih.

b) Viabilitas awal benih

Benih yang akan disimpan harus mempunyai viabilitas awal yang semaksimal mungkin untuk mencapai waktu simpan yang lama. Karena selama masa penyimpanan yang terjadi hanyalah kemunduran dari viabilitas

awal tersebut. Benih-benih dengan viabilitas awal yang tinggi lebih tahan terhadap kelembaban serta temperatur tempat penyimpanan yang kurang baik dibandingkan dengan benih-benih yang memiliki viabilitas awal yang rendah.

c) Temperatur

Temperatur 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.

d) Kelembaban

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.

e) Gas disekitar Benih

Adanya gas disekitar benih dapat mempertahankan viabilitas benih, misalnya gas CO_2 yang akan mengurangi konsentrasi O_2 sehingga respirasi benih dapat dihambat.

f) Mikroorganisme

Kegiatan mikroorganisme yang tergolong dalam hama dan penyakit gudang dapat mempengaruhi viabilitas benih yang disimpan. Jenis-jenis insekta yang termasuk hama perusak benih dalam simpanan seperti; *Calandra* sp, sedangkan hama gudang seperti *Tribolium* sp.

2.3 Perkecambahan benih

2.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkecambahan

1. Faktor dalam

a. Tingkat kematangan benih

Benih yang dipanen pada saat benih masak fisiologis akan memiliki daya simpan yang lebih lama (maksimum). Hal ini disebabkan daya hidup (viabilitas) benih maksimum tercapai pada saat benih masak fisiologis tersebut sehingga daya simpan benihnya juga dapat maksimum. Sebaliknya apabila benih dipanen sebelum masak fisiologis, viabilitasnya masih rendah dan cadangan makanannya masih sedikit sehingga daya simpannya juga rendah. Apabila benih dipanen setelah masak fisiologis tercapai maka viabilitas benihnya sudah menurun sehingga daya simpannya juga tidak maksimal.

b. Ukuran benih

Morfologi benih secara tidak langsung mempengaruhi daya simpan benih terutama ukuran benih dan kedudukan embrio benih. Benih yang berukuran kecil akan mengalami kerusakan lebih sedikit daripada benih yang berukuran lebih besar pada saat prosesing. Kedudukan embrio benih

yang terletak sangat dekat dengan permukaan benih lebih mudah mengalami kerusakan seperti embrio pada benih kacang-kacangan. Tingkat kerusakan benih pada saat prosesing tersebut akan mempengaruhi daya simpan benih.

c. Dormansi

Dormansi benih merupakan suatu keadaan benih yang sebenarnya hidup tetapi tidak berkecambah walaupun diletakkan pada keadaan yang secara umum dianggap telah memenuhi persyaratan bagi perkecambahannya. Benih yang dalam keadaan dormansi ini biasanya lebih tahan lama jika disimpan karena membutuhkan perlakuan tertentu agar dapat berkecambah (Anonymous, 2001).

d. Suplai hormon

Hormon yang terdapat dalam endosperm atau kotiledon berfungsi sebagai pemacu pembentukan enzim hidrolitik, selain itu memberikan kemampuan dinding sel untuk mengembang sehingga sifatnya menjadi elastis.

Perkecambahan benih terhambat karena:

- 1) Inhibitor, inhibitor akan menghambat perkecambahan benih baik didalam maupun dipermukaan benih. Zat ini akan menghambat perkecambahan pada konsentrasi tertentu, seperti *caffenic acid*
- 2) Larutan dengan nilai osmotik tinggi, perkecambahan benih akan terhambat jika benih berimbibisi pada larutan tinggi, misalnya NaCl atau manitol

- 3) Bahan yang menghambat lintasan metabolik atau menghambat pernafasan, antara lain: sianida, flourida, caumarin, herbisidi, dll.

2. Faktor luar

Menurut Kuswanto (1996) dan Santoso (1990) faktor luar yang dapat mempengaruhi perkecambahan benih antara lain:

1. Air

Air merupakan kebutuhan dasar yang utama dan sangat penting untuk perkecambahan. Kebutuhan air berbeda-beda tergantung dari spesies tanaman.

Sesuai dengan penjelasan dalam Al-Qur'an surat Qaf ayat 9:

وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبْرَكًا فَأَنْبَتْنَا بِهِ جِبْتًا
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,

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa biji-bijian dapat tumbuh apabila tersedianya air yang akan menunjang tumbuhnya biji tersebut. Fungsi air adalah: (1) untuk melunakkan kulit benih sehingga embrio dan endosperm membengkak yang menyebabkan retaknya kulit benih, (2) sebagai pertukaran gas sehingga suplai oksigen kedalam benih terjadi, (3) mengencerkan protoplasma sehingga terjadi proses metabolisme di dalam benih, (4) mentranslokasikan cadangan makanan ketitik tumbuh yang memerlukan.

2. Suhu

Suhu merupakan syarat penting bagi perkecambahan biji. Suhu yang diperlukan dalam perkecambahan biji kebanyakan biji berkisar antara 26,5⁰C -

35⁰C. Di luar kondisi tersebut biji akan gagal berkecambah atau terjadi kerusakan yang menghasilkan kecambah abnormal. Pengaruh suhu terhadap perkecambahan benih dapat dicerminkan melalui suhu kardinal yaitu suhu minimum, optimum dan maksimum. Suhu minimum adalah suhu terendah dimana perkecambahan dapat terjadi secara normal, dan di bawah suhu itu benih tidak berkecambah dengan baik. Suhu optimum yaitu suhu yang paling sesuai untuk perkecambahan, dan suhu maksimum adalah suhu tertinggi dimana perkecambahan dapat terjadi, diatas suhu maksimum ini benih tidak berkecambah normal.

3. Oksigen

Dalam perkecambahan O₂ digunakan untuk respirasi, konsentrasi O₂ yang diperlukan untuk perkecambahan adalah 20 %.

4. Cahaya

Allah berfirman dalam Al-Qur'an Q.S Asy-Syams: 1-4 yang artinya *"Demi matahari dan cahayanya di pagi hari, dan bulan apabila mengiringinya, dan siang apabila menampakkannya, dan malam apabila menutupinya"*. Ayat ini menerangkan tentang jumlah sinar atau cahaya yang sampai ke suatu tempat tergantung pada beberapa faktor, seperti panjangnya siang, awan, bermacam-macam gangguan di udara dan gaya pantul di berbagai tempat.

Cahaya memegang peranan yang sangat penting dalam perkecambahan. Pada umumnya kualitas cahaya terbaik untuk perkecambahan dinyatakan dengan panjang gelombang berkisar antara 660 nm – 700 nm. Biji yang dikecambahkan dalam keadaan gelap dapat menghasilkan kecambah yang mengalami etiolasi yaitu pemanjangan yang tidak normal pada hipokotilnya atau epikotilnya,

kecambah warna pucat, dan lemah. Meskipun pada beberapa tanaman perkecambahannya tidak memerlukan cahaya, seperti kopi.

5. Medium

Medium yang baik bagi perkecambahan harus memiliki sifat yang baik seperti gembur, mempunyai kemampuan menyimpan air, dan bebas dari organisme penyebab penyakit terutama cendawan.

2.3.2 Karakteristik Benih

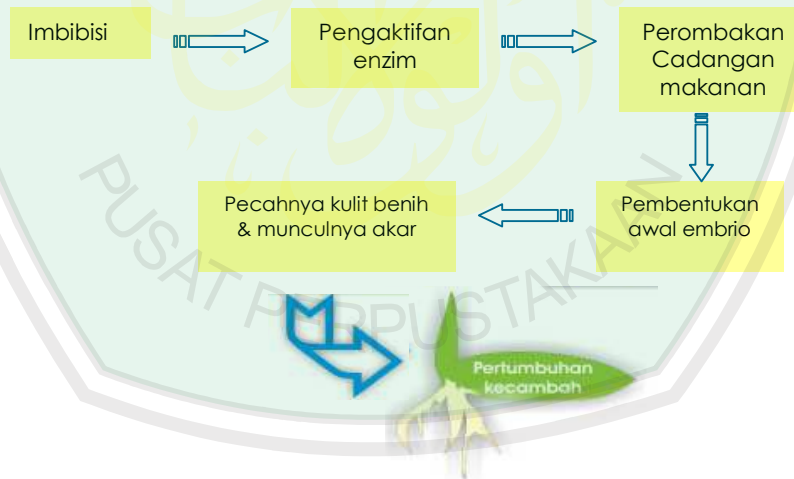
Benih tanaman industri dapat dikelompokkan menjadi benih ortodok, rekalsitran, dan intemediet. Pengelompokan tersebut didasarkan atas kepekaannya terhadap pengeringan dan suhu. Benih ortodok relatif toleran atau tahan terhadap pengeringan, benih rekalsitran peka terhadap pengeringan, sedangkan benih 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 halnya pada biji tembakau. 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).

2.3.3 Mekanisme Perkecambahan Biji

Menurut Sutopo (2004) proses perkecambahan benih merupakan suatu rangkaian dari perubahan – perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia. Tahap pertama suatu perkecambahan benih dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih dan hidrasi dari protoplasma. Tahap kedua dimulai

dengan kegiatan – kegiatan sel dan enzim – enzim serta naiknya tingkat respirasi benih. Tahap ketiga merupakan tahap dimana terjadi penguraian bahan – bahan seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi bentuk – bentuk yang melarut dan ditranslokasikan ke titik – titik tumbuh. Tahap keempat adalah asimilasi dari bahan – bahan yang telah diuraikan tadi di daerah meristematis untuk menghasilkan energi bagi kegiatan pembentukan komponen dan pembentukan sel – sel baru. Tahap kelima adalah pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan, perbesaran dan pembagian sel – sel pada titik tumbuh. Sementara daun belum dapat berfungsi sebagai fotosintesis maka pertumbuhan kecambah sangat tergantung pada persediaan makanan yang ada dalam biji. Mekanisme perkecambahan benih dapat dilihat pada gambar 2.3:



Gambar 2.3 Mekanisme perkecambahan biji
(Anonymous, 2009)

Kamil (1979) menyatakan bahwa pada perkecambahan terjadi proses - proses yang meliputi : penyerapan air, hidrolisis cadangan makanan,

pengangkutan zat makanan, pembentukan dari bahan-bahan yang telah terurai (asimilasi), pernapasan, dan pertumbuhan.

2.4 Invigorasi

2.4.1 *Osmoconditioning*

Osmoconditioning merupakan perbaikan fisiologis dan biokimia dalam benih selama penundaan perkecambahan oleh potensial osmotik rendah dan potensial matrik yang diabaikan dari media imbibisi. Perbaikan ini berhubungan dengan kecepatan dan keserempakan perkecambahan serta perbaikan dan peningkatan potensial perkecambahan (Bradford, 1984). *Osmoconditioning* dimulai pada saat benih diimbibisi dalam suatu pelarut dengan potensial air rendah dan kandungan air ini dapat ditahan setelah mencapai keseimbangan. Khan *et al.* (1992) melaporkan bahwa *osmoconditioning* akan berlangsung sekitar 2 – 21 hari, pada suhu 15 - 20°C dengan kisaran potensial $-0.8 - 1,6$ Mpa, tergantung pada jenis tanaman. Keberhasilan *osmoconditioning* ditentukan oleh jumlah air yang masuk ke dalam benih, potensial osmotik dan jenis larutan yang digunakan (Bradford, 1984). Larutan yang biasa digunakan adalah PEG, KNO_3 , K_3PO_4 , $MgSO_4$, NaCl, gliserol dan manitol (Khan *et al.*, 1992).

2.4.2 *Matricconditioning*

Matricconditioning merupakan invigorasi yang dilakukan dengan menggunakan media padat yang dilembabkan. Media yang digunakan untuk matricconditioning harus mempunyai potensial matrik rendah dan potensial osmotik yang dapat diabaikan, daya larut rendah, tetap utuh selama perlakuan, *inert*, tidak beracun, dan daya pegang air tinggi. Selain itu matrik mampu

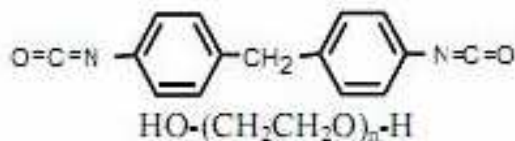
mengalirkan air yang tinggi, memiliki luas permukaan yang besar, berat jenis rendah, dan mampu melekat pada kulit benih (Khan *et al.*, 1992). Bahan-bahan yang digunakan untuk matricconditioning diantaranya adalah serbuk gergaji, abu gosok, zeolit, vermikulit dan micro-Cel E.

2.4.3 Hidrasi-dehidrasi

Hidrasi-dehidrasi merupakan suatu perlakuan pelembaban benih dalam suatu periode tertentu yang diikuti dengan pengeringan benih sampai kembali pada berat semula (Basu dan Rudrapal, 1982). Metode pelembaban benih dilakukan dengan berbagai cara, seperti merendam benih, mencelup benih, menyemprot benih dan meletakkan benih pada udara yang jenuh dengan uap air. Sedangkan proses pengembalian kadar air benih seperti semula dapat dilakukan dengan mengeringkan benih dengan cahaya matahari langsung, dengan oven suhu 30°C atau dengan mengangin-anginkan benih sampai tercapai berat awal.

2.5 Penggunaan *Polyethylene Glycol* (PEG) untuk Invigorasi Benih

PEG adalah suatu senyawa yang larut dalam air, bisa masuk dalam sel, dan digunakan dalam perlakuan invigorasi. Perlakuan invigorasi dengan PEG dapat membantu mempercepat proses imbibisi karena senyawa PEG mampu mengikat air.



Gambar 2.4 Struktur kimia molekul PEG
(Roehati, 2003)

Polyethylene Glycol (PEG) merupakan senyawa yang stabil, non ionik, polymer panjang yang larut dalam air dan dapat digunakan dalam sebaran bobot molekul yang luas. *Polyethylene glycol* juga merupakan salah satu jenis osmotikum yang biasa digunakan untuk menstimulasi kondisi kekeringan (Lawyer, 1970). Adapun ciri-ciri PEG menurut Harris (1997) yaitu akan menjadi kental jika dilarutkan, tidak berwarna dan berbentuk putih. PEG juga disebut sebagai *polyethyleneoxide* (PEO), *polyoxyethylene* (POE) dan *polyoxirane*. PEG memiliki sifat-sifat diantaranya : 1) Larut dalam air, 2) Tidak larut dalam *ethyleter*, *hexane* dan *ethylene glikol*, 3) Tidak larut dalam air yang memiliki suhu tinggi, 4) Tidak beracun dan 5) Digunakan sebagai agen seleksi sifat ketahanan gen terutama gen toleran terhadap kekeringan.

Perlakuan benih secara fisiologis untuk memperbaiki perkecambahan benih melalui imbibisi air telah menjadi dasar dalam invigorasi benih. Saat ini perlakuan invigorasi merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi mutu benih yang rendah yaitu dengan memperlakukan benih sebelum tanam untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme benih sehingga benih siap memasuki fase perkecambahan (Khan, 1992 dalam Sutariati, 2002).

Fungsi air dalam perkecambahan adalah untuk aktivasi enzim, melunakkan kulit biji, memberikan fasilitas masuknya oksigen, mengaktifkan fungsi protoplasma dan sebagai alat transport makanan dari endosperm ke kotiledon. Lakitan (1996) menyatakan bahwa proses perkecambahan juga diawali dengan kegiatan enzim untuk menguraikan cadangan makanan seperti karbohidrat, protein dan lemak.

Beberapa kelebihan dari PEG yaitu mempunyai sifat dalam proses penyerapan air, sebagai *selective agent* diantaranya tidak toksik terhadap tanaman, larut dalam air, dan telah digunakan untuk mengetahui pengaruh kelembaban terhadap perkecambahan biji tanaman budidaya, bisa masuk ke dalam sel (intraseluler) dan juga digunakan sebagai osmotikum pada jaringan, sel ataupun organ (Plaut dkk, 1985 dalam Sa'diyah, 2009).

