



UNIVERSITAS DIPONEGORO

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

I. Perkecambahan Tanaman

Kecambah atau plantula adalah tumbuhan yang masih kecil dan belum lama muncul dari biji dan masih hidup dari persediaan makanan yang terdapat dalam biji. Terbentuknya kecambah tersebut diawali suatu proses yang disebut perkecambahan. Perkecambahan merupakan permulaan pertumbuhan embrio di dalam biji (Abidin, 1987).

Perkecambahan didefinisikan sebagai suatu aktifitas pertumbuhan yang sangat singkat, di mana embrio di dalam biji berkembang menjadi tanaman muda setelah pecahnya kulit biji (Leopold dan Kredman, 1975). Tahap-tahap perkecambahan biji adalah sebagai berikut :

a. Imbibisi dan absorpsi air

Imbibisi merupakan proses fisika, di mana air akan masuk ke dalam biji karena adanya perbedaan konsentrasi dan tekanan di dalam biji dengan lingkungan sekitarnya. Imbibisi terjadi bila tekanan osmotik lingkungan lebih besar daripada tekanan osmotik dalam biji dan konsentrasi air dalam biji lebih rendah daripada lingkungannya. Pada fase ini biji akan mengabsorpsi air dari lingkungannya sehingga air akan masuk dalam biji ini akan menyebabkan kulit dan sel biji membengkak sehingga memudahkan oksigen masuk ke dalam biji.

Pada proses absorpsi ini, air akan mengaktifkan enzim giberelin yang terdapat di endosperm dan enzim giberelin ini untuk mengaktifkan enzim-enzim hidrolase yang akan memecah cadangan makanan dalam biji. Selain itu giberelin ini juga berperan merangsang pembentukan enzim sitokinin dan auksin yang akan berperan dalam pertumbuhan tanaman.

Proses imbibisi ini bergantung pada beberapa faktor antara lain : permeabilitas kulit biji, temperatur, luas kulit permukaan terhadap air, jenis, umur dan kemasakan benih. Susunan kimia cadangan makanan di mana kadar protein tinggi pada cadangan makanan membuat penyerapan air menjadi lambat, komposisi kulit benih, kehadiran lignin, tanin dan pectat menyebabkan kulit biji mempunyai permeabilitas yang tinggi (Byrd, 1983).

Kulit biji yang memiliki lapisan skleroid sel-sel malphigi yang padat dan kompak membuat permeabilitas kulit biji menjadi berkurang. Selain itu kehadiran senyawa penolak air seperti kumarin, fenol akan menghambat proses imbibisi. Kehadiran sekam dalam kulit biji, seperti rumput-rumputan juga akan menghambat absorpsi air karena mengurangi permeabilitas dari kulit biji (Gardner, 1991).

b. Fase pencernaan/ perombakan cadangan makanan

Fase pencernaan merupakan fase di mana cadangan makanan biji yang berupa senyawa kompleks akan dirombak menjadi senyawa-senyawa sederhana yang akan digunakan dalam proses-proses perkecambahan selanjutnya (Byrd, 1983). Cadangan makanan biji berupa karbohidrat yang nantinya akan

Pada proses absorpsi ini, air akan mengaktifkan enzim giberelin yang terdapat di endosperm dan enzim giberelin ini untuk mengaktifkan enzim-enzim hidrolase yang akan memecah cadangan makanan dalam biji. Selain itu giberelin ini juga berperan merangsang pembentukan enzim sitokinin dan auksin yang akan berperan dalam pertumbuhan tanaman.

Proses imbibisi ini bergantung pada beberapa faktor antara lain : permeabilitas kulit biji, temperatur, luas kulit permukaan terhadap air, jenis, umur dan kemasakan benih. Susunan kimia cadangan makanan di mana kadar protein tinggi pada cadangan makanan membuat penyerapan air menjadi lambat, komposisi kulit benih, kehadiran lignin, tanin dan pectat menyebabkan kulit biji mempunyai permeabilitas yang tinggi (Byrd, 1983).

Kulit biji yang memiliki lapisan skleroid sel-sel malphigi yang padat dan kompak membuat permeabilitas kulit biji menjadi berkurang. Selain itu kehadiran senyawa penolak air seperti kumarin, fenol akan menghambat proses imbibisi. Kehadiran sekam dalam kulit biji, seperti rumput-rumputan juga akan menghambat absorpsi air karena mengurangi permeabilitas dari kulit biji (Gardner, 1991).

b. Fase pencernaan/ perombakan cadangan makanan

Fase pencernaan merupakan fase di mana cadangan makanan biji yang berupa senyawa kompleks akan dirombak menjadi senyawa-senyawa sederhana yang akan digunakan dalam proses-proses perkecambahan selanjutnya (Byrd, 1983). Cadangan makanan biji berupa karbohidrat yang nantinya akan

terhidrolisis oleh α dan β - amilase yang diperantarai oleh giberelin menjadi gula maltosa dan glukosa (Abidin, 1987).

Protein yang akan dipecah oleh protease menjadi asam amino, dimana asam amino ini nantinya akan disintesis kembali dalam proses pertumbuhan, dipindahkan ke suatu asam organik (transaminasi), dan dihidrolisis menjadi asam organik dan amonia (deaminasi). Residu asam organik ini akan masuk ke dalam siklus krebs untuk mengalami oksidasi lebih lanjut (Gardner, 1991).

Lemak akan dipecah menjadi asam lemak dan gliserol. Kemudian asam lemak ini akan terdegradasi lebih lanjut oleh peroksidase dan aldehidrogenase dalam oksidasi α yang akan memindahkan atom-atom karbon dan energi tersimpan (NADPH). Degradasi asam lemak lebih umum adalah dengan oksidase β , yang memecah asam lemak menjadi satuan-satuan dua karbon (asetil CoA) dan ATP. Asetil CoA akan masuk ke dalam siklus Krebs untuk mengalami oksidase lebih lanjut dan menghasilkan ATP (Abidin, 1987).

c. Asimilasi

Yaitu transformasi molekul yang telah terhidrolisis tersebut ke sumbu/titik tumbuh embrio (Abidin, 1987).

d. Respirasi

Perkecambahan merupakan proses yang memerlukan suatu energi yang tinggi dari respirasi cadangan makanan biji. Energi dalam ikatan kimia pada karbohidrat, lemak dan protein yang telah terhidrolisis menjadi senyawa

sederhana akan terfosforilasi secara oksidatif menghasilkan nukleotida berenergi tinggi yang akan digunakan dalam proses-proses perkecambahan lebih lanjut. Pada proses respirasi ini akan dihasilkan ATP sebagai sumber energi, senyawa intermediet sebagai bahan baku untuk sintesis enzim dan berbagai senyawa penting lainnya, serta NADH dan NADPH sebagai senyawa pereduksi (Lakitan, 1996).

Respirasi terjadi dalam mitokondria. Pada respirasi aerob ini glukosa akan mengalami proses glikolisis sehingga terkonversi menjadi asam piruvat dan ATP. Selanjutnya piruvat ini akan menjadi asetil CoA yang akan masuk ke dalam siklus krebs. Melalui siklus krebs ini dihasilkan 30 ATP (Lakitan, 1996).

e. Pertumbuhan

Proses ini meliputi pembelahan dan perpanjangan sel sehingga sampai pada munculnya kecambah sebagai tumbuhan baru (Byrd, 1983). Pada proses ini melibatkan enzim sitokinin dan auksin yang akan merangsang pembelahan sel, munculnya akar dan pucuk dibentuk waktu proses imbibisi biji (Gardner, 1991).

Perkecambahan ini dapat terjadi bila terdapat faktor-faktor yang mendukung perkecambahan ini secara memadai, yaitu suhu yang cocok, air yang memadai, cahaya yang cukup dan oksigen cukup tersedia (Abidin, 1987).

II. Alelopati

Tumbuhan menghasilkan jenis metabolit yang tidak diketahui kegunaannya dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang dapat

meracuni tumbuhan lain yang tumbuh disekitarnya. Senyawa tersebut dapat meracuni kecambah tanaman ataupun tumbuhan dewasa bila konsentrasinya cukup tinggi. Senyawa beracun tersebut disebut sebagai senyawa alelokemik, dan proses penghambatan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman lain didekatnya karena senyawa alelokemik disebut peristiwa alelopati (Rice, 1975).

Beberapa reaksi persaingan sangatlah kompleks yang bersangkutan dengan produksi dan hasil ekskresi bahan organik dari suatu tanaman yang dapat menunda, menghambat, ataupun mematikan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman lain yang berdekatan. Bahan organik lain tersebut diproduksi oleh akar, daun ataupun karena adanya simbiosis yang kompleks dengan mikroorganisme yang dalam kegiatannya mengadakan pembusukan bagian tanaman seperti buah ataupun daun (Cox, 1976).

Sebagai senyawa alelokemik, substansi kimia ini terdapat dalam tubuh tumbuhan baik pada jaringan tumbuhan seperti akar, batang, daun, bunga, buah maupun biji (Moenandir, 1993). Pada dasarnya substansi penghambat disebarkan oleh tanaman yang memproduksi dengan berbagai macam cara, dapat langsung masuk ke dalam tanah melalui akar yang masih hidup dari tanaman penghasil, ataupun mereka tercuci masuk dan tersimpan ke dalam tanah untuk kemudian berpengaruh pada tanaman lain (Cox, 1976).

Pengaruh reaksi alelokemik setelah zat itu masuk ke dalam tubuh tumbuhan antara lain penghambatan pembukaan stomata, penghambatan proses fotosintesis dan respirasi, pemblokiran reaksi enzimatik (Duke dalam Triharso, 1994).

III. Alang-alang (*Imperata cylindrica*)

Imperata termasuk ke dalam familia Graminae dan dikelompokkan dalam genus *Imperata*. Ada dua golongan *Imperata* yaitu, yang bunganya berstamen satu (*Eriopison*) dan bunganya berstamen dua (*Imperatella*) dengan spesies antara lain *Imperata cylindrica* (Moenandir, 1988).

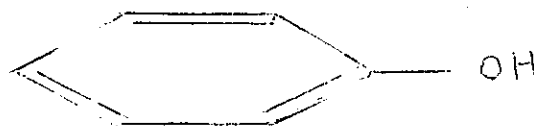
Penyebaran alang-alang mencakup daerah yang cukup luas yakni daerah Asia, Afrika, Eropa Selatan, Australia. Gulma ini dapat tersebar luas dan dapat tumbuh pada tanaman yang sudah diolah maupun pada tanah yang belum diolah. Hal ini karena mempunyai sifat mudah beradaptasi pada cuaca yang beragam, tahan sampai suhu 8° C, tahan terhadap api, mudah beradaptasi dalam berbagai keadaan tanah (Moenandir, 1988).

Alang-alang merupakan gulma perenial, dengan sistem perakaran yang meluas serta batang mencapai 60 – 80 cm. Daun agak tebal, pelepah daun lembut, tulang utama daun keputihan, daun atas lebih pendek daripada daun sebelah bawah, ligula pendek rizoma regeneratif yang kuat, dapat berpenetrasi 15 – 40 cm, sedangkan akar dapat vertikal ke dalam sekitar 60 – 150 cm. Rizoma berwarna putih, berair, terasa manis, beruas pendek dengan cabang lateral berbentuk jaring-jaring yang kompak dalam tanah. Bagian dalam tanah ini berkembang dengan baik terpencah dengan cepat dan peristen (Moenandir, 1988).

Alang-alang diduga mengandung zat alelopati dari jenis gugus fenol (Tjitrosoedirjo, 1984). Senyawa fenol sendiri meliputi aneka ragam senyawa yang berasal dari tumbuhan yang mempunyai ciri yang sama yaitu ikatan dengan cincin

aromatik yang mengandung satu atau dua gugus hidroksil. Struktur molekul fenol menyerupai struktur air, hanya salah satu ikatan hidrogennya diganti dengan cincin aromatik. Fenol merupakan asam lemah (Hart, 1982).

Gambar struktur senyawa fenol:



Senyawa fenol mempunyai ribuan derivat dan penamaan dari derivatnya mengikuti senyawa induk. Derivat senyawa fenol antara lain flavonoid, fenil propanid, kuinon dan lain-lain. Beberapa polimer penting dalam tumbuhan antara lain lignin, selainin, tanin dan lain-lain. Diduga senyawa ini berperan juga dalam pengendalian proses pertumbuhan dan pertahanan diri (Hart, 1982).

Senyawa fenol beracun yang menyebabkan peristiwa alelopati, dalam tumbuhan penghasilnya disimpan dalam bentuk gugus yang tidak beracun, kemudian berubah menjadi senyawa beracun ketika dilepaskan ke alam. Gugus ini dilepas ke alam dalam bentuk eksudat akar atau penguapan melalui daun (Siegler, 1995).

Gugus fenol mudah sekali diserap tumbuhan melalui berbagai organ tumbuhan. Kecepatan penyerapan fenol dipengaruhi oleh suhu, kelembaban dan intensitas cahaya. Pada kondisi yang cocok akan mempercepat absorpsi sehingga mempercepat kematian tanaman (Soetikno, 1994). Fenol mudah bereaksi dengan protein membentuk protein kompleks dengan ikatan hidrogen (Harborne, 1994).

Gangguan fenol dalam perkecambahan biji dengan merusak enzim-enzim perkecambahan, yaitu dengan membentuk ikatan protein kompleks dengan enzim tersebut sehingga enzim menjadi tidak berfungsi (Siegler, 1995)

III. Biologi Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*)

Kacang tanah (*Arachis hypogaea*) termasuk famili Leguminosae. Dalam spesies *Arachis hypogaea* sendiri terdapat dua subspecies, yaitu subspecies *fastigata* dan *hypogaea* sendiri. Subspecies *hypogaea* disebut sebagai *virginia* sedangkan subspecies *fastigata* dibagi dua tipe yaitu tipe *spanis* dan tipe *fastigata* (anonim, 1988). Walaupun terdiri dari dua subspecies, tetapi nama kacang tanah adalah *Arachis hypogaea* L. dan berlaku bagi kedua subspecies tersebut (Trustinah, 1993).

Genus *Arachis* merupakan tanaman herba, daunnya terdiri dari 3 – 4 helai, memiliki daun penumpu yang panjangnya 2,5 – 3,5 cm dan tangkai daun yang panjangnya 3 – 7 cm. Daun di sebelah atas lebih besar daripada daun di sebelah bawah. Bunga kacang tanah berbentuk seperti kupu-kupu, tersusun dalam bentuk bulir, yang muncul dari ketiak daun dan termasuk bunga sempurna (Trustinah, 1993).

Kacang tanah merupakan tanaman herba semusim dengan akar tunggang dan akar lateralnya berkembang dengan baik. Akar tunggang biasanya masuk ke dalam tanah hingga kedalaman 90 cm. Sistem perakaran terpusat pada kedalaman 5 – 25 cm dengan radius 12 – 14 cm tergantung tipenya. Sedangkan akar lateral

panjangnya sekitar 15 – 20 cm dan tegak lurus pada akar tunggangnya (Rao dalam AAK, 1988).

Batang kacang tanah termasuk jenis perdu, tidak berkayu, tipe pertumbuhan kacang ada yang tegak ada yang menjalar. Dari tipe tegak tinggi rata-rata 50 cm. Dari batang utama timbul cabang primer yang masing-masing dapat membentuk cabang-cabang sekunder. Tipe tegak umumnya bercabang-cabang 3 – 6 cabang. Sedangkan tipe menjalar dapat membentuk 10 cabang primer yang diikuti oleh cabang sekunder, tersier dan ranting (Trutinah, 1993).

Kacang tanah memiliki kulit biji yang sangat permcabel terhadap air. Biji kacang tanah mempunyai cadangan makanan dengan kadar protein yang tinggi (kira-kira 22%). Dalam kondisi optimal, biji kacang tanah akan berkecambah antara 4 – 5 hari (anonim, 1988).

IV. Biologi Padi (*Oryza sativa*)

Menurut sejarahnya padi termasuk genus *Oryza* yang meliputi lebih kurang 25 spesies, tersebar di daerah tropik dan daerah sub tropik. Tanaman padi adalah tanaman semusim yang masuk dalam golongan rumput-rumputan (Graminae) genus *Oryza* spesies *Oryza sativa* (anonim, 1991).

Akar padi terdiri dari akar tunggang, akar tajuk, akar serabut dan akar rambut. Batang padi beruas-ruas, semakin ke atas ruas batang semakin panjang. Ruas batang berongga dan di antara ruas batang padi terdapat buku di mana pada tiap buku duduk sehelai daun. Ciri khas daun padi adalah adanya sisik dan telinga

daun. Daun dibagi menjadi tiga bagian, yaitu helaian daun, pelepah daun dan ligula daun (anonim, 1991).

Malai adalah kumpulan bunga yang keluar dari buku paling atas. Bulir padi terletak di cabang pertama dan kedua, sedangkan sumbu utama malai adalah ruas buku yang terakhir pada batang. Bunga padi merupakan bunga telanjang yang punya satu bakal buah, enam benang sari dan dua tangkai putik. Bakal buah mengandung air untuk kepentingan lodicula. Benang sari terdiri dari tangkai sari, kepala sari dan kandung serbuk. Tangkai sari padi tipis dan pendek, sedangkan pada kepala sari terletak kandung serbuk yang berisi tepung sari. Lodicula merupakan daun mahkota yang telah berubah bentuk, berfungsi mengatur pembukaan bunga. Bakal padi merupakan ovari yang telah masak, bersatu dengan lemma dan palea. Terdiri dari embrio, endosperma dan bekatul (AAK, 1991).

Cadangan makanan biji padi sebagian besar berupa karbohidrat, sedangkan kadar proteinnya rendah. Kulit biji mempunyai permeabilitas yang tidak terlalu tinggi. Dalam kondisi optimum biji padi akan berkecambah dalam waktu 3 – 4 hari (AAK, 1991).

V. Biologi Kacang Hijau (*Phaseolus aureus*)

Kacang hijau diperkirakan dari India, kemudian disebarkan ke daerah Asia Tenggara, benua Afrika dan Australia. Kacang termasuk dalam keluarga Leguminosae genus *Phaseolus*.

Susunan tubuh kacang hijau terdiri dari akar, batang, bunga, buah dan biji. Perakaran tanaman kacang hijau bercabang banyak dan berbentuk bintil-bintil

akar. Batang tanaman kacang hijau berukuran kecil, berbulu, berwarna hijau kecoklatan atau kemerah-merahan, tumbuh tegak mencapai ketinggian 30 – 110 cm dan bercabang menyebar ke semua arah. Daun tumbuh majemuk, tiga helai daun per tangkai. Helai daun berbentuk oval dengan ujung lancip berwarna hijau (Trustinah, 1991).

Bunga kacang hijau berkelamin sempurna, berbentuk kupu-kupu dan berwarna kuning, buah berpolong, panjangnya antara 6 – 15 cm. Tiap polong berisi 6 – 16 butir biji. Biji kacang hijau berbentuk bulat kecil dengan bobot berat tiap butir 0,1 – 0,8 mg, berwarna hijau sampai hijau mengkilap. Kadar protein dalam cadangan makanannya tinggi dan memiliki kulit biji yang permeabel terhadap air (Trustinah, 1991).

VI. Biologi Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Tomat diperkirakan berasal dari benua Amerika, terutama kawasan Amerika Tengah dan Amerika Selatan. Tomat termasuk familia Solanacea dan genus *Lycopersicon*.

Tomat merupakan tanaman annual atau perrenial yang berumur pendek, tetapi umumnya tumbuh setahun berbentuk perdu. Batang lunak dan bulat, pada waktu tua batang menjadi keras hampir berkayu, dan seluruh permukaan batang berbulu halus serta bercabang lebat. Berakar tunggang dengan akar cabang yang menyebar ke semua arah pada kedalaman 60 – 70 cm. Daun tomat umumnya lebar, bersirip dan berbulu dan biasanya tumbuh dekat ujung dahan (Rukmana, 1987).

Bunga tanaman tomat tersusun dalam rangkaian bunga yang jumlah kuntum bunganya beragam antara varietas, terdiri atas 5 daun kelopak dan 5 helai mahkota, memiliki bakal buah, kepala putik, tangkai putik serta benang sari dan letaknya seakan-akan menjadi satu sehingga membentuk bumbung yang mengelilingi tangkai kepala putik (Rukmana, 1987).

Buah tomat bulat, pipih atau oval. Berkulit tipis, halus dan bila sudah masak berwarna merah muda, merah atau kuning. Biji berbentuk bulat telur pipih, berwarna coklat pucat dan berbulu halus. Kulit biji mempunyai permeabilitas yang rendah. Dalam kondisi yang optimum biji tomat akan berkecambah dalam waktu 3 – 4 hari (Tugiyono, 1989).

