

DIKTAT



TEKNOLOGI BENIH

**O
L
E
H**

IR. ELLEN L. PANGGABEAN,MP

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

2012

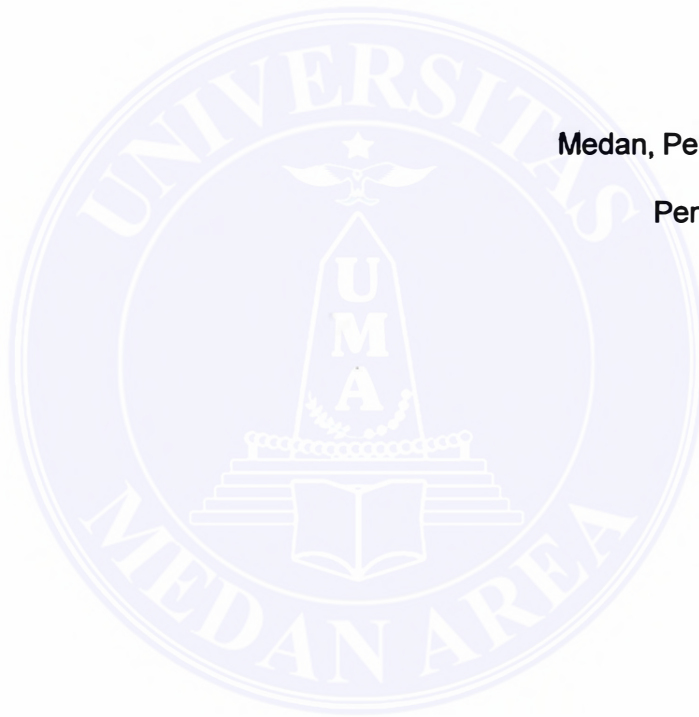
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kekhadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan kasihNya sehingga Diktat Teknologi Benih dapat diselesaikan dengan baik. Adapun pembuatan diktat ini bertujuan untuk membantu mahasiswa dalam memahami materi pembelajaran yang disajikan pada perkuliahan.

Semoga niat tulus dari penulis untuk berbagi kepada mahasiswa dan memberi semangat didalam belajar dapat diterima oleh kalangan yang memerlukan tambahan pengetahuan.

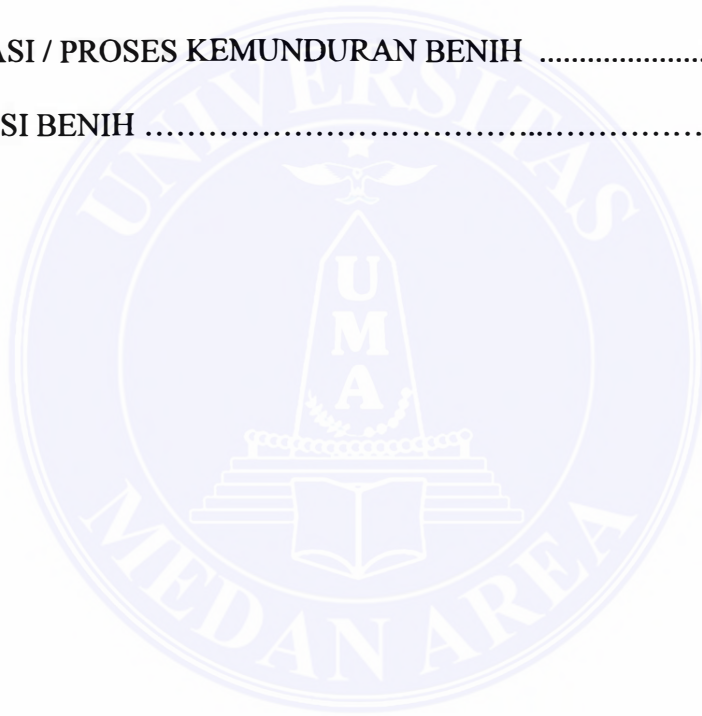
Medan, Pebruari 2012

Penulis.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. BIJI	5
BAB III. PERKECAMBAHAN	25
BAB IV. DORMANSI	35
BAB V. DETERIORASI / PROSES KEMUNDURAN BENIH	40
BAB VI. SERTIFIKASI BENIH	48



I. PENDAHULUAN

1.1 Pengertian Benih

Pada dasarnya tingkat produksi dari suatu usaha pertanian merupakan fungsi dari factor alam, tanah, tanaman, dan manusia. Faktor alam menyangkut suhu, kelembaban, curah hujan, intensitas sinar matahari, dan lain sebagainya. Factor tanah meliputi aspek kimia tanah, biologi tanah, ataupun aspek fisika tanah. Factor manusia meliputi teknis budidaya dan manajemen produksi serta manajemen pasca panen. Factor tanaman ditentukan oleh sifat benihnya, baik yang menyangkut sifat genetis, sifat fisik, dan sifat fisiologisnya.

Benih merupakan factor penting pada suatu pertanaman karena benih merupakan awal kehidupan dari tanaman yang bersangkutan. Sebelum membicarakan lebih lanjut tentang benih, terlebih dahulu kita harus mengetahui tentang pengertian benih secara umum. Benih adalah biji tanaman yang sengaja diproduksi dengan teknik-teknik tertentu, sehingga memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan pertanaman selanjutnya. Benih adalah symbol dari suatu permulaan. Di dalam benih tersimpan sumber kehidupan yang misterius – sebuah tanaman mini. Benih merupakan inti dari kehidupan di alam karena kegunaannya sebagai penerus dari generasi tanaman.

Biji merupakan bagian terbesar benih, sehingga ilmu biji perlu dipelajari. Dengan biji, ketidaktergantungan generasi berikut suatu tanaman dimulai. Biji mengandung tanaman mini, yang dilengkapi dengan struktur dan fisiologi yang sesuai dengan perannya sebagai unit penyebaran atau perbanyakan. Di samping itu telah dilengkapi

secara sempurna dengan cadangan makanan, untuk mendukung tanaman muda sampai dia mampu memenuhi kebutuhan sendiri sebagai organisme autotrophic.

Dalam konteks agronomi, benih harus mampu menghasilkan tanaman yang berproduksi maksimum dengan sarana teknologi yang maju, karenanya benih dituntut agar memiliki mutu yang tinggi (bermutu baik dan benar). Yang dimaksud mutu atau kualitas benih yang baik, adalah kemampuan benih untuk memperlihatkan: persentase perkecambahan yang tinggi, persentase biji rumput-rumputan yang rendah, kekuatan tumbuh yang tinggi, bebas dari hama dan penyakit serta kontaminan-kontaminan lainnya.

Kegagalan benih untuk memenuhi satu atau lebih factor-faktor tersebut di atas, dapat dipandang bahwa benih tersebut berkualitas kurang baik. Sedangkan kebenaran varietas (benih yang benar), adalah benih yang mempunyai sifat-sifat genetis yang sesuai dengan hasil sertifikasi yang dilakukan oleh Badan Pengawas Sertifikasi Benih (BPSB).

1.2 Pengertian Teknologi Benih

Benih di sini adalah biji tanaman yang digunakan untuk tujuan pertanaman. Oleh karena itu masalah teknologi benih berada dalam ruang lingkup agronomi. Teknologi benih adalah suatu ilmu pengetahuan tentang metode untuk memperbaiki serta mempertahankan sifat-sifat genetic dan fisik benih. Ini meliputi kegiatan pengembangan varietas, penilaian dan pelepasan varietas, produksi benih, pengelolaan benih, penyimpanan benih, pengujian benih serta sertifikasi benih. Agronomi adalah suatu gugus ilmu pertanian, yang mempelajari pengelolaan lapang produksi dengan segenap unsur alam, tanaman, hewan dan manusia, untuk mencapai produksi tanaman secara maksimal. Di sinilah peran **benih bermutu tinggi** sebagai

salah satu sarana untuk dapat menumbuhkan tanaman yang prima, sehingga dapat diharapkan hasil yang setinggi-tingginya.

1.3 Sejarah singkat perkembangan Teknologi Benih

Teknologi benih merupakan salah satu bidang ilmu yang masih muda usianya dalam agronomi. Dalam perkembangannya, teknologi benih diawali oleh bidang analisa benih. Stasiun analisa benih pertama di dunia, didirikan lebih dari satu abad yang lalu di Jerman. Dengan makin pesatnya perdagangan benih antar Negara, diperlukan adanya keseragaman standard pengujian benih. Oleh karena itu maka kemudian didirikanlah suatu organisasi sedunia, “The International Seed Testing Association” (ISTA), yang mempunyai semboyan: **“keseragaman dalam pengujian”**. Organisasi ini beranggotakan Negara-negara yang tergabung dalam Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). Negara anggota, menunjuk pejabat resmi di negaranya sebagai wakil di dalam ISTA. Pejabat ini mengajukan Laboratorium mana di negaranya yang diajukan sebagai laboratorium anggota dalam ISTA. Hal ini harus mendapat persetujuan dari ISTA. ISTA mengadakan pertemuan yang diselenggarakan setiap tiga tahun. Dalam pertemuan tersebut biasanya diadakan pula symposium yang membahas kertas kerja yang berkaitan dengan masalah benih. Hasil pertemuan tersebut, dipublikasikan dalam “Journal of Seed Science and Technology”. Pada tahun 1928, untuk pertama kalinya diadakan peraturan Internasional dalam hal pengujian benih. Peraturan ini, tiga tahun kemudian yakni pada tahun 1931 baru diterbitkan. Berbagai ketentuan, senantiasa diberi kesempatan untuk ditinjau kembali di dalam pertemuan-pertemuan ISTA. Pada tahun 1974 diadakan sistematika baru dalam peraturan pengujian benih, yang memisahkan antara peraturan dasar dan peraturan tambahan. Dalam peraturan dasar tercakup prinsip-

prinsip yang tidak mudah untuk diubah, sedangkan dalam peraturan tambahan dimuat penapsiran atau peraturan tambahan yang lebih mudah diubah bilamana diperlukan.

Di Indonesia, dengan didirikannya Departemen Pertanian pada tahun 1905, usaha untuk mempertinggi produksi tanaman rakyat lebih diintensifkan. Antara lain dengan usaha penyebaran benih unggul khususnya padi, didirikan kebun-kebun benih di berbagai tempat, dan disebarkan benih-benih hasil seleksi. Orientasinya adalah memperbaiki varietas yang ditanam oleh rakyat. Sesudah Indonesia merdeka, pada tahun 1957 usaha penyebaran benih unggul dilaksanakan oleh Jawatan Pertanian Urusan Balai-Balai Benih. Di tahun 1960, usaha ini dilakukan oleh Gabungan Pemancar Bibit, sebagai penangkar lanjutan dari Balai Benih.

Benih yang dihasilkan oleh Balai Benih, diperbanyak oleh Gabungan Penangkar Benih yang terdiri dari para petani penggarap. Hasil dari Gabungan ini dijual kepada Jawatan, yang kemudian menjualnya kepada para petani yang dibina oleh Jawatan.

Pada tahun 1969 mulailah dirintis adanya proyek benih, oleh Direktorat Pengembangan Produksi Padi Direktorat Jendral Pertanian Departemen Pertanian.

Proyek ini bertujuan untuk menjamin benih yang bermutu tinggi secara kontinyu.

Pada tahun 1971, dibentuklah Badan Benih Nasional yang mempunyai tugas pokok merencanakan dan merumuskan kebijakan di bidang perbenihan.

Para petani di Indonesia, sebenarnya sudah mempunyai kesadaran yang cukup tinggi mengenai penggunaan benih unggul. Namun hal ini masih harus ditingkatkan melalui program Sertifikasi Benih. Agar sertifikasi benih benar-benar menemui sasarannya, hendaknya didasarkan atas hasil-hasil penelitian yang dapat dipertanggungjawabkan.

II. BIJI

2.1 Morfologi

Secara botani buah berasal dari ovary, kulit buah berasal dari dinding ovary, biji berasal dari ovule dan kulit biji berasal dari integument. Pada tanaman dikotyl contohnya kedele yang disebut buah adalah polongnya dan biji kedele adalah bijinya. Pada serealia dan rerumputan (monokotyl), biji adalah buah sebenarnya yang ditutupi oleh perikarpnya yang tipis sekeliling biji.

2.1.1 Klasifikasi benih berdasarkan sifat morfologis biji

a/. Bentuk biji. Menurut bentuknya biji dikelompokkan: 1. Bulat (round), 2. Gigi (dent), 3. ipih (flat), 4. Bulat panjang (oblong), 5. Segitiga (triangular), 6. Ginjal (reniform), 7. Lancip (sraggy).

b/. Permukaan biji. 1. Halus / licin (smooth), 2. Berbulu (hairy), 3. Bersayap winged).

c/. Jumlah embryo. 1. Monoembryonic (mempunyai satu embryo),

2. Polyembryonic (mempunyai lebih dari satu embryo).

d/. Cadangan makanan. 1.

Cadangan makanan berupa endosperm, 2. Cadangan makanan berupa daun lembaga,

3. Cadangan makanan berupa endosperm dan daun lembaga, 4. Tidak memiliki cadangan makanan.

e/. Permeabilitas kulit biji. 1. Permeable terhadap air dan gas,

2. Impermeable terhadap air dan gas, 3. Permeable terhadap air tetapi impermeable terhadap gas, 4. Impermeable terhadap air tetapi permeable terhadap gas.

2.1.2 Klasifikasi buah

Menurut strukturnya biji adalah ovule atau bakal biji masak yang mengandung

embrio yang terbentuk dari bersatunya sel-sel generative (gamet) di dalam kandung

embryo (embryo sac) serta caangan makanan yang mengeliling embryo.

Letak biji pada buah tidak selalu berada di bagian dalam, tetapi dapat pula berada di permukaan buah. Berikut ini adalah klasifikasi buah sehubungan dengan adanya berbagai jenis, bentuk dan letak biji: 1/. Buah tunggal, 2/. Buah majemuk, 3/. Buah berganda.

1/. Buah tunggal

Berasal dari ovary atau bakal buah tunggal, biji terletak di bagian dalam buah. Pada saat buah masak biasanya biji juga telah terbentuk dengan sempurna. Dinding ovary (pericarp) tersusun dari tiga lapisan yaitu exocarp (lapisan terluar), mesocarp (lapisan tengah) dan endocarp (lapisan terdalam).

Buah berdaging

Pericarpnya menjadi lunak pada saat buah masak, karena terbentuk dari bagian parenchyma hidup yang sukulen.

- a. **Pome:** bagian luar dari pericarp berdaging sedangkan endocarpnya agak keras.
Contoh: apel (*Malus sylvestris*), per (*Pyrus sp*).
- b. **Drupe** atau buah batu: memiliki endocarp yang keras seperti batu. Kulit buah adalah exocarpnya, bagian berdaging yang dapat dimakan adalah mesocarpnya, umumnya berbiji satu. Contoh: kenari (*Canarium vulgare*), cherry (*Prrunus cerasus*), peach (*Prunus persica* L Stakes).
- c. **Berry:** pericarpnya lunak berdaging, kecuali bagian exocarp yang tipis seperti kulit. Contoh: anggur (*Vitis vinifera*), tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill).
i. **Pepo:** kulit buah tebal terbentuk dari exocarp dan jaringan receptacle, kulit buah ini tidak terpisah dari daging buah. Contoh: labu (*Cucurbita pepo*), mentimun (*Cucumis sativus*), semangka (*Citrulus vulgaris*).
ii. **Hesperidium:** kulit buah

terbentuk dari exocarp dan mesocarp, terpisah dari daging buah yang terbentuk dari bagian endocarp. Contoh: jeruk (*Citrus* sp).

e. Buah kering

Pericarp kering dan agak keras karena terbentuk dari sel-sel sklerenchyma yang mati.

1. Buah Dehiscent: biasanya mempunyai lebih dari satu biji, pericarp terbuka bila telah masak. a/. **Legume:** terbentuk dari putik tunggal, pericarp akan terbuka pada kedua belah sisi. Contoh: kapri (*Pisum arvense*), kacang tanah (*Arachis hypogae*). b/ **Follicle:** terbentuk dari putik tunggal, pericarp hanya terbuka pada satu sisi. Contoh: millweed (*Asclepias* sp), larkspur (*Delphinium* sp). c/. **Capsule:** buah terbentuk dari putik majemuk. Contoh: kecubung (*Papaver* sp) dan morning glory (*Ipomea purpurea*).

c1/ **Silique:** adalah capsule berlokula dua yang memanjang. Contoh: kubis (*Brassica* sp), c2/ **Silicle:** adalah silique yang pendek dan lebar. Contoh pepper grass (*Lepidium* sp), c3/ **Pyxis:** adalah capsule yang pericarpanya akan terbuka seluruhnya apabila buah telah masak.

2. Buah Indehiscent:

Biasanya mengnadung sebuah biji, pericarp tidak terbuka bila buah telah masak. a/. **Achene:** biji kecil dan hanya sebuah, melekat pada pericarp hanya pada satu ujung. Pericarp terpisah dari kulit biji. Contoh: bunga matahari (*Helianthus annuus* L.), selada (*Lactuca sativa* L.), b/ **Caryopsis atau grain:** biji kecil dan hanya sebuah pericarp melekat menjadi satu dengan kulit biji. Contoh: merupakan tipe buah yang terdapat pada famili rerumputan: jagung (*Zea mays* L.), padi (*Oryza sativa* L.), gandum (*Triticum aestivum* L.), c/ **Samara** adalah achene yang bersayap. Contoh:

maple (*Acer* sp), elm (*Ulmus* sp), d/ **Schizocarp**: di mana buah terbagi atas dua atau lebih bagian-bagian indehiscent berbiji satu. Contoh: wortel (*Daucus carota* L.), e/ **Nut**: dicirikan oleh pericarp yang mengeras, kebanyakan berbiji satu. Contoh: chestnut (*Castanea* sp).

2/. Buah majemuk

Buah majemuk berasal dari bunga yang memiliki banyak putik pada satu receptacle atau dasar bunga yang sama. Contoh: strawberry (*Fragaria* sp). Biji yang bertipe achene terletak pada permukaan buahnya, bagian berdaging yang dapat dimakan adalah receptaclenya. Buah individual dari buah majemuk adalah drupe blackberry (*Rubus* sp).

3/ Buah berganda

Terbentuk dari sejumlah bunga yang bergerombol saling berdekatan tetapi terpisah satu sama lainnya. Contoh: bit (*Beta vulgaris* L.), nenas (anas comusus L.). karena peristiwa partenokarpi yang umum terjadi pada tanaman ini maka jarang didapati biji pada buah nenas, mulberry.

2.2 ANATOMI BIJI

Secara umum biji terdiri atas tiga bagian yaitu: 1/ kulit biji (seed coat/testa), 2/ jaringan penyimpan cadangan makanan, dan 3/ embryo.

2.2.1 Kulit biji

Apabila biji digambarkan sebagai sebuah bola, maka di bagian luar dibatasi oleh struktur pembungkus atau lapisan pelindung. Kulit biji berkembang dari integument atau perpaduan dari kulit buah (dinding ovary) atau pericarp dengan kulit biji. Kulit biji tersebut sudah menyatu dalam perkembangannya dengan buah. Atau dapat pula terdiri dari pericarp dan kulit biji yang sesungguhnya bersatu dengan tangkai ovule.

Kulit biji mempunyai fungsi sebagai a/ pelindung, b/ pengatur, dan c/ pembatas, antara lain:

1. Memegang bagian dalam biji
2. Melindungi bagian luar dari benturan dan gesekan
3. Mengatur kondisi suci hama (steril) di dalam biji dan menghambat masuknya jasad renik
4. Mengatur kecepatan penyerapan air komponen bagian dalam
5. Mengatur kecepatan masuknya oksigen, karbondioksida, dan gas lain yang dibutuhkan untuk metabolisme
6. Mengatur perkecambahan dengan menyebabkan dormansi biji

2.2.2 Jaringan Penyimpan Cadangan Makanan

Pada biji ada beberapa struktur yang dapat berfungsi sebagai jaringan penyimpan cadangan makanan.

1. **Kotiledon.** Kotiledon ini terdapat pada kacang-kacangan (*Legumes*), semangka (*Citrus vulgaris* Schard), labu (*Cucurbita pepo* L.). Pada biji bean, kedele, kacang tanah, alfalfa, clover, bunga matahari, peas yang sudah matang, endosperm tidak ditemukan lagi karena sudah habis diserap oleh embryo untuk pertumbuhannya sebelum perkecambahan. Biji-biji ini pada waktu matang hanya mempunyai: cotiledon, embryo (terdiri dari plumule dan radicle), dan kulit biji (seed coat/testa). Pada biji-biji ini makanan cadangan disimpan pada kotiledon atau juga sedikit pada embryonic axis sendiri. Biji-biji tipe ini akan berkecambah relatif lebih cepat, karena proses pencernaan sudah terjadi lebih dahulu.
2. **Endosperm.** Jaringan penyimpan makanan ini terdapat pada: jagung, gandum, kelapa (bagian dalam yang berwarna putih dan dapat dimakan adalah merupakan

endospermnya), padi, oats, sorghum, jarak, dan golongan sereal lainya. Endosperm dapat didefinisikan sebagai suatu jaringan penyimpan makanan cadangan yang mana diserap oleh embryo sebelum dan atau selama proses perkecambahan biji. Jadi endosperm selalu terdapat di dalam biji yang sangat muda yang kemudian habis diserap atau tidak oleh embryo sewaktu pertumbuhannya. Biji-biji tipe ini akan berkecambah relative lebih lambat, karena proses penyerapan air dan pencernaan tidak akan terjadi atau baru dimulai sewaktu biji tersebut dikecambahkan.

3. Perisperm. Jaringan penyimpan cadangan makanan tipe ini terdapat pada: familia Chenopodiaceae (*Beta vulgaris* L.; *Spinacia oleraceadae* L.) dan familia Caryophyllaceae (*Dianthus* sp.; *Agros temaa* sp). Disini sewaktu ovule sedang tumbuh, embryo juga tumbuh, nucellus tidak habis dipakai untuk pertumbuhan tersebut malah adakalanya berkembang, sehingga terbentuk suatu jaringan yang disebut perisperm dan masih terdapat pada biji di waktu matang.

4. Gametophyte Betina yang Haploid. Tipe ini terdapat pada kelas Gymnospermae misalnya pada pinus (*Pinus* sp), di mana pinus mempunyai 15 kotiledon. Pada rumput-rumputan (Grasses) kotiledon yang seperti perisae disebut scutellum. Cadangan makanan yang tersimpan dalam biji umumnya terdiri dari: karbohidrat, lemak, protein dan mineral. Komposisi dan persentasenya berbeda-beda tergantung pada jenis biji. Misalnya pada bunga matahari kaya akan lemak, kacang-kacangan kaya protein, dan pada sereal kaya akan karbohidrat.

2.2.3 Embryo

Fungsi biji adalah untuk reproduksi atau memperbanyak diri, oleh karena itu ada organ biji yang dapat mengaktifkan pertumbuhan dan pembelahan sel, yaitu: poros embryo. Disebut poros embryo karena pertumbuhannya dapat diaktifkan kedua arah yaitu untuk pertumbuhan akar dan batang. Poros embryo merupakan bagian-bagian yang sangat kecil dibandingkan dengan biji.

Bagian-bagian embryo:

- a. Pada tanaman **monocotyl** embryo terdiri atas: 1/. Endosperm (scutellum), 2/. Embryonic axis terdiri atas: coleoptiles, plumule, seminal root, radical, coleorhizae. Pada padi, gandum, sorghum, oats, barley, dan rye embryonic axis tidak mempunyai seminal root.
- b. Pada tanaman **dicotyledoneae** embryo terdiri atas: 1/. Cotyledon, 2/. Embryonic axis yang terdiri atas: plumule (epicotyls), radicle (hypocotyl).

2.3 KIMIA BIJI

Zat makanan pokok yang terdapat dalam biji ada 3 yaitu: karbohidrat, lemak (minyak) dan protein. Ketiga zat makanan ini tersusun terutama dari 3 unsur kimia yaitu: carbon, oxygen dan hydrogen. Karbohidrat mempunyai H dan O dalam proporsi yang sama dengan air yaitu 2 H dan 1 O. Lemak dan minyak mempunyai ratio carbon dan hydrogen terhadap oxygen yang lebih besar dibandingkan dengan karbohidrat. Protein mengandung unsure-unsur C, H, O dan N kadang-kadang ada juga S, P dan Fe dalam jumlah sedikit.

2.3.1 Karbohidrat

Merupakan bagian terbesar pada kebanyakan biji. Karbohidrat ini terdapat dalam bentuk:

zat tepung/starch (disaccharide, polysaccharide), hemicellulose (pentosan, hexosan), karbohidrat terlarut/sugars (sucrose/cane sugars).

- a. **Zat tepung.** Zat tepung banyak dijumpai pada embryo dan endosperm. Pada legums, di dalam endosperm sedikit atau tidak ada zat tepung, sedangkan pada cotyledon sangat kaya zat tepungnya. Sebaliknya pada sereal atau grass zat tepung sangat banyak pada endosperm. Persentase zat tepung yang terkandung pada beberapa biji tanaman sebagai berikut: Biji lima bean: 45-59%. Padi: brown rice: 84,8%; milled rice: 90,3%. Jagung: 61%(Amylopectin: 78%, amylose: 22%). Zat tepung dibentuk di dalam sel biji yang sedang berkembang dari gula, yang diangkut ke biji dari bagian-bagian tanaman lainnya.
- b. **Hemicellulose.** Merupakan cadangan karbohidrat kedua setelah zat tepung. Pentosan dan hexosan banyak terdapat dalam endosperm familia Palmae dan cotyledon lupin misalnya primula dan imatiens.
- c. **Karbohidrat terlarut (sugars).** Terdapat dalam jumlah sedikit. Misalnya pada jagung manis mengandung lebih kurang 11% sucrose, pada beberapa varietas peas, kaya akan sucrose sehingga rasanya manis.

2.3.2 Lemak (Fats)

Lemak lebih banyak terdapat pada embryo dibandingkan dengan pada endosperm, kecuali pada kelapa lebih banyak pada endosperm. Biji kelapa, jarak, kacang tanah, bunga matahari, kelapa sawit, flax, kapas, soya bean dan jagung mengandung minyak atau lemak untuk industry. Fungsi lemak atau minyak pada tanaman adalah sebagai sumber enersi bagi pertumbuhan tanaman. Kandungan lemak/minyak pada

beberapa biji adalah sebagai berikut: bunga matahari: 70%; kacang tanah: 47%; pine: 60-70%; kapas: 33%; beras tumbuk: 2,2%; beras giling: 0,34%; jagung: 4,0%.

2.3.3 Protein

Sesudah air, **protein** menempati kedudukan pertama dalam jumlah materi pembentuk protoplasma. Cadangan protein pada semua jenis biji tanaman, berbeda kadar dan macamnya. Kadar protein pada biji legumes umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan biji tanaman lainnya. Fungsi utama protein adalah pembentukan protoplasma pada permulaan pertumbuhan. Kandungan protein pada beberapa tanaman adalah sebagai berikut: kedele :

36,0%; kacang tanah: 30,0%; kapas: 39,0%; stone pine: 33,0%; jagung: 10,0%; brown rice: 9,7%; milled rice: 0,64%.

Umumnya biji tanaman mengandung ketiga zat cadangan dasar ini (karbohidrat, lemak, dan protein), hanya berbeda dalam perbandingan. Pada semua biji, zat makanan cadangan yang lebih kompleks akan dicerna menjadi zat kurang kompleks (zat lebih sederhana) dan terlarut (pada perkecambahan). Selanjutnya zat ini akan diangkut ke bagian lain yang sedang tumbuh di dalam biji. Jenis dan kadar zat makanan cadangan yang terdapat dalam biji dapat mempengaruhi daya simpan biji. Umumnya biji yang kadar minyak/lemaknya tinggi lebih mudah rusak dan lebih rendah daya simpannya.

2.4 PEMBENTUKAN BIJI

Di dalam pembentukan biji ada 6 proses yang terjadi sampai terbentuk biji, proses tersebut sebagai berikut: 1/. Pembentukan benang sari dan putik pada kuncup bunga. 2/. Terbentuknya bunga masak seksual, dengan cirri-ciri: mencoloknya warna, bau menusuk, optimisasi posisi masing-masing struktur sex dalam bunga tersebut. 3/.

Penyerbukan yaitu berpindahnya tepung sari dari kepala sari ke kepala putik. 4/ Pembuahan yaitu bertemunya inti-inti sperma dengan inti polar dan sel telur. 5/ Terbentuknya embryo dan kulit biji. 6/. Biji masak yang ditandai oleh cukupnya cadangan makanan dalam biji tersebut.

2.4.1 Struktur bunga

Bunga merupakan modifikasi dari tunas vegetative yang berubah fungsinya menjadi alat perkembangbiakan secara generative. Bunga sempurna baik monokotil maupun dikotil terdiri atas:

- a. Organ **asex** terdiri atas: 1. petal/corolla/mahkota bunga; 2. sepal/calyx/helaian kelopak daun; dan 3. tangkai bunga.
- b. Organ **sex** terdiri atas: 1. Putik/pistil [terdiri atas: tangkai putik, kepala putik, bakal buah/ovary (di dalamnya ada bakal biji/ovule)]. 2. Benang sari/stamen/anther [terdiri atas: tangkai sari, kepala sari (dengan tepung sari berada di dalamnya)].

2.4.2 Penyerbukan (Pollination)

Penyerbukan adalah perpindahan atau jatuhnya tepung sari ke kepala putik atau stigma. Penyerbukan dapat terjadi karena pecahnya anther yang telah masak sehingga tepung sari yang terdapat di dalamnya akan menyebar. Menyebarnya tepung sari ini dapat terjadi karena tertiuip angin, terbawa oleh serangga, dan dilakukan dengan sengaja oleh manusia misalnya pada panili. Ada dua pengertian pokok yang harus dipahami pada peristiwa penyerbukan yaitu:

1. **Penyerbukan sendiri (self pollination)**: bila perpindahan tepung sari terjadi dari anther ke stigma yang kedua-duanya terletak pada bunga yang sama atau ke stigma bunga lain dalam pohon yang sama.

2. **Penyerbukan silang (cross pollination):** bila perpindahan tepung sari dari anther ke stigma bunga pada pohon yang lain.

Di samping kedua istilah di atas, ada juga istilah berdasarkan anthernya yaitu:

1. **Cleistogamy (close pollination):** anther dapat pecah sebelum bunga mekar (pada bunga lengkap), sehingga penyerbukan terjadi pada saat bunga masih kuncup (belum mekar).
2. **Chasmogamy (open pollination):** anther pecah setelah bunga mekar, sehingga penyerbukan baru terjadi pada saat bunga telah mekar. Penyerbukan dengan tepung sari yang berasal dari varietas yang berbeda dapat menyebabkan terjadinya polusi chromosome sehingga akan dapat mempengaruhi sifat genetik dari biji yang dihasilkan.

Mekanisme penyerbukan

Tepung sari yang jatuh di stigma akan berkecambah dan membentuk saluran (pollen tube) yang tumbuh memanjang ke bawah melalui style menuju ovary. Pollen tube merupakan sarana untuk mengantarkan inti sel kelamin jantan agar dapat membuahi inti sel kelamin betina. Penyerbukan dapat terjadi dengan bantuan beberapa hal misalnya pada graminea karena ringan maka penyerbukannya sering dibantu oleh angin, sedangkan pada legume karena sebagian besar berbunga kupu-kupu maka penyerbukan sering dibantu oleh serangga. Seringkali terjadi hambatan pada pembentukan pollen tube ini, sehingga proses pembuahan tidak bisa terjadi. Jarak yang dilalui oleh pollen tube pada masing-masing tanaman berbeda, misal pada legume dan small grain jaraknya pendek sekitar 0,3-1,2 cm dan pada jagung Indian jaraknya panjang sekitar 5-35 cm. Selanjutnya waktu yang diperlukan untuk pertumbuhan pollen tube hingga mencapai embryo sac, pada legume dan graminea

adalah beberapa jam sampai beberapa hari sesudah pollination, dan pada beberapa tumbuhan bisa mencapai beberapa bulan.

2.4.3 Pembuahan (Fertilization)

Secara umum merupakan peristiwa penyatuan sel kelamin jantan dengan inti sel kelamin betina. Hal ini bisa terjadi kalau pollen tube dapat tumbuh terus sehingga masuk ke dalam embryo sac. Masuknya pollen tube ke dalam embryo sac dapat terjadi dengan 3 cara yaitu: 1. Melalui micropyle (porogamy). 2. Melalui chalaza (cholorogamy). 3. Melalui kombinasi 1 dan 2 (mesogamy).

Pembuahan untuk tumbuhan berbunga adalah suatu peristiwa penyatuan salah satu inti sperma dari pollen tube dengan inti telur yang berasal dari dalam embryo sac (kandung lembaga). Setelah terjadi penyerbukan maka pada gametofit betina (female gametophyte) yang telah masak disebut kandung lembaga (embryo sac) yang telah siap untuk dibuahi yang ada dalam kondisi: di dalam kandung lembaga terdapat 8 inti. Ke 8 inti tersebut terdiri atas: 3 sel antipoda, 2 inti polar, 1 inti telur dan 2 inti sinergit. Semuanya ini terbenam dalam cytoplasma embryo sac di dalam ovule. Selanjutnya pada male gametophyte (gametofit jantan) yang telah masak dengan kondisi: pollen tube yang berisi 1 tube nucleus yang telah hancur dan 2 inti sperma (sperm cells) di ujungnya.

Mekanisme pembuahan

Setelah gametofit jantan yang masak mencapai kandung lembaga yang melalui celah sempit di antara integuments yang disebut micropyle, maka ujung pollen tube menembus dinding kandung lembaga, di dekat sinergit dan sekaligus menghancurkannya. Sesudah itu dinding ujung pollen tube robek, 2 inti sperma keluar (berenang) di dalam cytoplasma kandung lembaga. Selanjutnya 1 inti sel

sperma menuju sel telur, penyatuan ini menjadi zygot kemudian berkembang menjadi embryo. Kemudian 1 inti sel sperma menuju inti polar lalu penyatuan ini menjadi endosperm (triple fusion of nuclei). Di sini terjadi 2 kali pembuahan yaitu sperma nucleus dengan sel telur dan sperma nucleus dengan polar nuclei pada waktu yang relative bersamaan. Maka berdasarkan hal ini pembuahan pada tumbuhan berbunga disebut pembuahan ganda (double fertilization).

2.5 PERKEMBANGAN BIJI

Setelah terjadi pembuahan maka bakal biji akan berkembang menjadi biji dan bakal buah akan menjadi buah.

2.5.1 Tahap Perkembangan Biji

Setelah terjadi pembuahan maka terdapat 3 tahap perkembangan biji yang berbeda yaitu:

1. Perkembangan embryo. 2. Akumulasi cadangan makanan. 3. Pematangan biji.

2.5.1.1 Perkembangan embryo

Setelah fusi seksual, terjadi pembagian sel yang cepat dan pada kira-kira akhir dari tahap

ini, embryo hampir terbentuk sepenuhnya. Kadar air biji saat ini kira-kira 80%.

2.5.1.2 Akumulasi cadangan makanan

Akumulasi cadangan makanan dibuat pada bagian tanaman yang hijau dan ditransportasi

ke biji yang sedang berkembang.

Selama tahap akumulasi cadangan makanan ini, maka akan terjadi perubahan-perubahan sebagai berikut pada biji: bobot kering biji meningkat 3x lebih; kadar air turun hingga 50%; peningkatan ukuran embryo disebabkan oleh sel-sel yang

dibentuk dalam tahap pertama; pada akhir tahap ini, biji menjadi sempurna secara structural.

Menurut letak cadangan makanan, biji dapat dibagi ke dalam 2 tipe yaitu: biji endosperm

dan biji nonendoseprm.

1. **Biji endosperm.** Jika cadangan makanan dikumpulkan di luar embrio untuk membentuk endosperm. Selama fase perkembangan ini embrio itu sendiri pertumbuhannya sedikit, tetapi biji secara keseluruhan mencapai bobot maksimum dengan adanya bahan-bahan tambahan ini. Jika biji berkecambah embrio menyerap bahan makanan yang diperlukan dari endosperm untuk pertumbuhan yang cepat.

Contoh biji endosperm adalah pada biji-biji sereal dan biji rumput-rumputan. 2.

Biji nonendosperm. Jika bahan-bahan yang ada segera diserap ke dalam embrio dan disimpan dalam daun khusus yang disebut kotiledon. Jika biji telah terbentuk dengan sempurna maka seluruh ruang di dalam kulit biji ditempati oleh embrio dan tidak terdapat endosperm. Contoh biji nonendosperm adalah pada kacang-kacangan dan kubis-kubisan. Dalam beberapa spesies seperti kapas, terjadi proses penyerapan bahan-bahan ke dalam embrio yang tidak sempurna, maka akan terdapat endosperm yang rudimenter. Hal ini merupakan suatu pengecualian.

2.5.1.3 Pematangan biji

Perubahan-perubahan yang terjadi selama fase ini adalah biji mengering. Terdapat sedikit peningkatan kandungan bahan. Bobot kering tetap konstan. Kadar air turun sampai 10-20%.

Akhirnya lapisan gabus dibentuk pada dasar biji. Terbentuknya lapisan gabus ini akan memutuskan hubungan dengan tanaman induk yaitu: menutup pasokan air,

membentuk suatu titik lemah yang memudahkan benih masak dan rontok. Waktu yang dibutuhkan untuk tahap ini sangat tergantung pada kondisi cuaca. Hilangnya air diikuti oleh perubahan-perubahan warna dalam biji dan buah. Klorofil menghilang, di mana warna berubah dalam kisaran kuning coklat hitam

(menurut spesies). Pada serealia dan family rumput-rumputan terdapat perubahan yang cepat dalam tekstur endosperm. Endosperm yang lunak (mengeluarkan cairan berupa susu) kemudian berubah menjadi keras seperti lilin dan selanjutnya berubah menjadi keras dan kaku.

Pada jagung dan sedikit sorghum, warna hitam berkembang pada dasar kariopsis selama pematangan. Lapisan hitam (black layer) merupakan suatu indikasi bahwa togkol siap dipanen.

Perubahan-perubahan yang parallel terjadi pada daun dan batang. Pada gandum dan barley, pada tahap matang susu, daun-daun bagian bawah mati, daun-daun bagian atas masih hijau. Dengan berlanjutnya pematangan maka penguningan daun berlanjut menuju puncak.

Waktu yang diperlukan setiap tahap berbeda-beda. Fase pematangan sangat dipengaruhi oleh cuaca. Telah dicatat, waktu yang diperlukan untuk tahap pertama dan kedua sebagai berikut: oat (14 hari); barley (26 hari); gandum (27 hari); sorghum (35 hari); bunga matahari (35 hari); kedelai (38 hari); dan kapas (65 hari).

2.5.2 Tanda-tanda Dalam Pemasakan Biji

Perubahan-perubahan tertentu terjadi dalam bakal biji dan bakal buah yang mencapai puncaknya dengan pembentukan biji masak yang mampu menghasilkan tanaman lain.

Perubahan-perubahan ini meliputi: 1/ kadar air biji (seed moisture content), 2/ ukuran biji (seed / size), 3/ daya kecambah biji (seed viability), 4/ daya tumbuh biji (seed vigor), 5/ berat kering biji (seed dry weight).

Tanda-tanda pemasakan biji yang penting yang diminati oleh para produsen benih adalah sebagai berikut: 1/ pengurangan kadar air, 2/ peningkatan bobot kering sampai berat kering maximum, 3/ viabilitas yang maximum, 4/ vigor yang maximum, 5/ ukuran biji yang besar.

Kesimpulannya, kelima proses ini sangat berguna diketahui untuk menentukan waktu panen suatu tanaman.

2.5.2.1 Perubahan kadar air

Umumnya pada tanaman legume (grain) dan padi-padian terjadi perubahan kadar air sebagai berikut: ovule atau kandung lembaga yang sedang mengalami proses fertilization mempunyai kadar air 80%. Beberapa hari kemudian kadar air akan meningkat menjadi 85%. Kemudian pada saat dekat waktu masak kadar air turun dengan cepat menjadi 20%. Pada saat berat kering biji mencapai maksimum kadar air menjadi agak konstan. Selanjutnya setelah tercapai fase ini kadar air biji akan sedikit naik turun seimbang dengan lingkungan. Angka kadar air agak tinggi di daerah tropis, karena RH tinggi rata-rata 75%.

Kadar air biji ini penting artinya untuk menetapkan waktu panen, karena pemanenan harus dilakukan pada tingkat kadar air biji tertentu sesuai dengan spesies dan varietas. Misalnya serealia dan legume panen dilakukan pada kadar air biji 20%. Secara umum kadar air 30% merupakan batas tertinggi untuk dilaksanakan pemanenan.

Masak fisiologis

Pada umumnya sewaktu kadar air biji menurun dengan cepat sampai sekitar 20%, biji mencapai masak fisiologis / masak fungsional. Saat masak fisiologis tercapai, translokasi zat makanan (asimilat) ke biji (buah) akan berhenti. Pertumbuhan pada biji tidak terjadi lagi,

sehingga biji tidak bertambah besar / ukuran maksimum. Pada saat masak fisiologis biji mempunyai: berat kering maksimum, vigor maksimum, viabilitas maksimum.

Pada kondisi seperti ini mutu biji maksimum, sehingga dianjurkan untuk panen pada saat ini. Menunda waktu panen jauh sesudah masak fisiologi menimbulkan kerugian seperti: menurunkan mutu biji, menurunkan hasil, menimbulkan kerusakan biji karena fungi dan hama (jagung), kerontokan biji (kedelai), dan kerebahan tanaman.

Ada perkecualiaan pada beberapa spesies / varietas jika masak fisiologi tercapai kadar air masih tinggi, seperti pada gandum kadar air 40 - 60% dan jagung kadar air 35-40%, sehingga pemanenan terpaksa diundur sampai tercapai kadar air di bawah 30%.

2.5.2.2 Perubahan ukuran biji

Ukuran biji meningkat sejak saat pembuahan sampai mencapai maksimum pada kadar air biji cukup ringgi. Misalnya 40% pada sorghum, 80% pada kapas. Ukuran maksimum ini terjadi sebelum biji mencapai masak fisiologis. Setelah ukuran maksimum tercapai, ukuran biji sedikit berkurang karena biji mengering. Pada beberapa spesies, perubahan ukuran biji tidak mudah diamati. Misalnya pada sekam padi, mencapai ukuran penuh pada waktu penyerbukan. Biji yang berkembang di dalam sekam tidak tampak sehingga perubahan-perubahan dalam ukuran biji tidak

diamati. Perbedaan biji padi pramasak dan masak, bukan dalam ukuran keseluruhannya, tetapi dalam ukuran butirannya. Biji padi pramasak memiliki butiran yang belum berkembang sempurna sehingga kurang padat dan terbuang dalam pengolahan menggunakan aspirator.

2.5.2.3 Perubahan berat kering

Berat kering biji, sangat penting karena hal ini erat kaitannya dengan besarnya hasil. Tinggi rendahnya nilai berat kering ini tergantung dari jumlah bahan kering yang terdapat dalam biji. Bahan kering ini umumnya terdiri dari 3 bahan dasar yaitu: karbohidrat, protein dan lemak. Bahan kering ini terutama terdapat dalam jaringan penyimpanan seperti: endosperm pada graminea dan cotyledon pada legume.

Setelah fase pembuahan mula-mula berat kering ini naik perlahan-lahan, makin lama semakin cepat, dan mencapai maksimum pada masak fisiologi, pada saat mana transfer zat makanan ke biji (buah) dihentikan. Setelah tercapai masak fisiologi, berat kering maksimum hanya dipengaruhi oleh keadaan lingkungan terutama RH. Selama beberapa hari berat kering ini naik turun sesuai dengan kering basahnya udara. Kemudian kalau belum juga dipanen, berat kering ini akan turun sebesar 15-25%. Turunnya (hilangnya) berat kering ini oleh karena: proses respirasi masih berlangsung, sehingga terjadi perombakan zat makanan cadangan pada endosperm / kotiledon dan transfer zat makanan cadangan ke jaringan penyimpanan telah dihentikan. Diketahui bahwa 5-7% kadar lemak dan minyak turun dengan penundaan panen ini pada tanaman sereal.

2.5.2.4 Viabilitas

Viabilitas benih adalah kemampuan benih untuk berkecambah dan menghasilkan kecambah normal pada keadaan optimum. Viabilitas meningkat dengan bertambah

tuanya biji dan mencapai maksimum jauh sebelum masak fisiologi atau berat kering maksimum. Sampai masak fisiologi tercapai, maximum germination ini konstan, tetapi sesudah itu menurun dengan kecepatan yang sesuai dengan keadaan lingkungan. Semakin jelek lingkungan, semakin cepat turunnya viabilitas.

2.5.2.5 Vigor

Vigor benih adalah suatu ukuran kemampuan potensial benih untuk berkecambah, tumbuh dengan cepat dan menghasilkan kecambah-kecambah normal pada variasi keadaan yang tidak menguntungkan. Atau kemampuan benih / bibit tumbuh menjadi tanaman normal yang memproduksi normal dalam keadaan yang sub optimum, dan di atas normal pada keadaan yang optimum, atau mampu disimpan dalam kondisi simpan yang sub-optimum, dan tahan disimpan lama dalam kondisi optimum.

Vigor dan ukuran biji hamper bersamaan (parallel). Maksimum vigor, ukuran, dan berat kering tercapai pada waktu yang sama yaitu pada saat tercapainya masak fisiologis. Setelah masak fisiologis tercapai, ukuran biji dan vigor ini menurun sesuai dengan keadaan lingkungan.

Panen sebaiknya dilakukan tepat pada saat masak fisiologis, karena setelah masak fisiologis kualitas biji menurun, tergantung lingkungan. Dibandingkan berat kering, viabilitas dan vigor turun lebih cepat setelah masak fisiologis. Fase setelah masak fisiologis disebut: "Post maturity period" sampai pada saat panen.

2.5.3 Periode "Post Marutrity"

Pada saat fase ini proses metabolisme dihentikan (tidak seluruhnya). Proses-proses translokasi gula, asam lemak dan asam amino sebagai hasil perombakan carbohydrate, lemak, protein dihentikan. Perombakan karbohidrat oleh enzyme amylase, lemak oleh enzyme lipase, dan protein oleh enzyme proteinase dihentikan.

Proses tumbuh pada embryonic axis dan cadangan makanan juga dihentikan. Hal ini dapat dilihat pada kondisi penyimpanan yang baik dimana biji tidak berkecambah, selanjutnya jika kondisi medium menguntungkan, biji akan berkecambah.



III. PERKECAMBAHAN

3.1 Perkecambahan

3.1.1 Definisi perkecambahan

Perkecambahan benih menurut seorang fisiologis adalah: berkembangnya struktur penting dari embryo yang ditandai dengan munculnya struktur tersebut dengan menembus kulit benih. Sedangkan menurut seorang teknologian perkecambahan adalah: muncul dan berkembangnya struktur penting dari embryo serta menunjukkan kemampuan untuk berkembang menjadi tanaman normal pada keadaan alam yang menguntungkan.

Lebih mengkhhusus, benih dikatakan berkecambah bila: 1/ calon plumula dan radikula sudah muncul dari benih, 2/ sudah dapat dilihat atribut perkecambahannya, yaitu plumula dan radikula (tanpa melihat normal atau tidak), 3/ sudah dapat dilihat atribut perkecambahannya, yaitu plumula dan radikula, keduanya dalam keadaan normal (tanpa melihat lama waktu perkecambahan), 4/ sudah dapat dilihat atribut perkecambahannya, yaitu plumula dan radikula dan keduanya tumbuh normal dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan ketentuan ISTA, 5/ persentase kecambah normal minimal sama dengan ketentuan (seed law) sertifikasi benih yang berlaku di suatu Negara dan sesuai dengan kelas benih yang diuji.

3.1.2 Proses perkecambahan benih

Proses perkecambahan benih terjadi melalui 6 tahapan sebagai berikut: 1/ imbibisi, 2/ respirasi, 3/ pengaktifan enzim-enzim, 4/ katabolisme, 5/ anabolisme (sintesis protein), dan 6 emergence (berkecambah).

1/ Imbibisi. Imbibisi merupakan proses awal perkecambahan, yaitu masuknya air ke dalam benih sehingga kadar air di dalam benih mencapai persentase tertentu (50-

60%). Proses perkecambahan dapat terjadi jika kulit benih permeable terhadap air dan tersedia cukup air dengan tekanan osmosis tertentu. Akibat terjadinya proses imbibisi, kulit benih akan menjadi lunak dan retak-retak. Peristiwa imbibisi ini merupakan proses fisik, jadi tidak dipengaruhi oleh viabilitas benih.

Imbibisi dipengaruhi oleh beberapa factor:

- a. **Permeabilitas kulit benih.** Sebagai contoh benih yang berkulit keras yang banyak dijumpai pada family leguminosae mempunyai kulit impermeable terhadap air. Kulit yang impermeable ini dapat dihilangkan dengan melukai benih, direndam dengan air panas / alcohol dll. Tujuan direndam dalam air panas / alcohol adalah untuk menghilangkan zat-zat dan senyawa-senyawa penghambat yang menghambat masuknya air ke dalam benih.
- b. **Komposisi kimia benih.** Umumnya benih yang mengandung protein tinggi menyerap air lebih cepat sampai tingkat tertentu dibandingkan dengan benih yang kandungan karbohidratnya tinggi, sebagai contoh kedelai dan jagung. Benih dengan kadar minyak tinggi tetapi kandungan protein rendah mempunyai tingkat penyerapan air yang sama dengan benih yang kandungan karbohidratnya tinggi, sebagai contoh kacang tanah dan jagung.
- c. **Ketersediaan air.** Ketersediaan air untuk proses perkecambahan bisa dalam bentuk cair atau uap yang di sekitar benih. Semakin banyak ketersediaan air, makin cepat proses imbibisi.
- d. **Luas permukaan benih yang berhubungan dengan air.** Pada keadaan factor lain yang sama, kecepatan penyerapan air oleh benih berbanding lurus dengan luas permukaan benih yang berhubungan dengan selaput air.

e. **Suhu.** Semakin meningkat suhu (sampai batas tertentu) maka kecepatan penyerapan air semakin tinggi. Setiap kenaikan suhu 10°C , maka penyerapan air meningkat 2 kali dari kecepatan semula.

f. **Konsentrasi air (difusi air).** Imbibisi air oleh benih akan lebih cepat pada benih yang ditempatkan pada air murni daripada di dalam suatu larutan.

2/ **Respirasi.** Bersamaan dengan proses imbibisi akan terjadi peningkatan laju respirasi yang akan mengaktifkan enzim-enzim dan hormone yang terdapat di dalam benih. Pada benih yang telah berimbibisi terjadi respirasi aktif melalui 3 lintasan yang berjalan secara simultan. Ke 3 lintasan tersebut adalah:

a) **Glikolisis.** Merupakan perombakan gula (C_6) menjadi asam piruvat (C_3). Pada respirasi anaerob dihasilkan 2 mol ATP dari setiap 1 mol glukosa. Selanjutnya pada respirasi aerob dihasilkan 6 atau 8 mol ATP selama pembentukan asam piruvat.

b) **Lintasan pentose pospat (PPP) atau lintasan heksosa monopospat (HMP).** Pada lintasan ini dihasilkan NADPH yang berfungsi sebagai donor hydrogen dan electron pada proses reduksi terutama asam lemak melalui proses atau siklus asam glioksilat yang terjadi di glioksisom. Juga dihasilkan intermediate yang berfungsi sebagai senyawa awal bagi biosintesis berbagai senyawa pembentuk yang lebih kompleks, misalnya ribose yaitu gula berkarbon 5 yang digunakan dalam biosintesis asam nukleat, dan eritrosa yang digunakan untuk biosintesis senyawa fenol.

c) **Siklus Krebs / Siklus asam sitrat / Siklus asam trikarboksilat.** Dalam siklus ini terbentuk 30 molekul ATP yang berasal dari fosforilasi substrat serta fosforilasi oksidatif. Pernapasan (respirasi) pada perkecambahan biji ini sama halnya

dengan pernapasan biasa yang terjadi pada bagian (organ) tumbuhan lainnya, yaitu: proses perombakan sebagian makanan cadangan (karbohidrat) menjadi senyawa lebih sederhana seperti: CO₂ dan H₂O, dan dibebaskannya sejumlah tenaga yang disimpan dalam makanan.



Jadi di sini terjadi: proses reduksi dan pembebasan energy / tenaga. Tenaga ini digunakan sebagian untuk aktifitas lain dalam proses perkecambahan biji seperti pembelahan sel dan penembusan kulit biji oleh radicle.

3/Pengaktifan enzim-enzim dan hormone. Pada benih kering, aktivitas metabolismenya sangat rendah. Jika terjadi hidrasi (penyerapan air) pada protein dari benih kering ini, akan menyebabkan aktivitas biologi yang mengakibatkan perubahan komposisi kimia pada semua bagian biji.

Hormone giberelin pada benih kering terdapat dalam bentuk terikat dan tidak aktif, kemudian akan menjadi aktif setelah benih mengimbibisi air. Hormone giberelin ini akan mendorong pembentukan enzim-enzim hidrolisis seperti: enzim α amylase, enzim protease, enzim ribonuklease, enzim β glukonase, dan enzim fosfatase. Enzim-enzim ini akan berdifusi ke endosperm dan mengkatalisis cadangan makanan menjadi: gula, asam amino, dan nukleosida yang mendukung pertumbuhan embryo dalam perkecambahan benih.

4/ Katabolisme. Adalah merupakan proses perombakan cadangan makanan yang akan menghasilkan energy ATP dan unsur hara. Cadangan makanan utama yang disimpan pada biji berupa: pati, hemicellulose, lemak, dan protein. Kesemua bahan-bahan ini terdapat pada monocotyl (endosperm), dikotyl (cotyledon), dan pada embryonic axis juga terdapat sedikit tetapi segera habis pada permulaan

perkecambahan biji. Kesemua bahan-bahan ini tidak larut dalam air, berupa senyawa koloid, merupakan senyawa kompleks bermolekul besar, immobile (tidak bisa diangkut ke tempat yang memerlukan → embryonic axis), oleh sebab itu zat-zat ini tidak bisa diangkut dari sel ke sel yang lain dan dipakai untuk pembentukan protoplasma dan dinding sel, sampai zat tersebut diubah menjadi zat /senyawa yang lebih sederhana, bermolekul kecil, larut dalam air, dan dapat melakukan difusi. Dalam proses ini diperlukan “enzim”.

Enzim adalah suatu senyawa organik yang dihasilkan oleh sel hidup, berupa suatu protein, yang mana fungsinya mirip dengan katalisator anorganik, seperti platinum di dalam suatu reaksi, di mana reaksi itu akan berlangsung cepat bila ada zat ini dan lambat / tidak bereaksi sama sekali bila tidak ada. Fungsi pokok dari enzim adalah:

- 1/ merubah pati dan hemicelluloses → gula (fructose, sucrose) oleh enzim amylase.
- 2/ merubah lemak → glycerine + asam lemak oleh enzim lipase.
- 3/ merubah protein → asam-asam amino oleh enzim protease.

5/ Anabolisme / sintesis protein. Ini merupakan tahap terakhir dalam penggunaan makanan cadangan, dan merupakan suatu proses pembangunan kembali. Pada proses ini protein yang dirombak oleh enzim protease menjadi asam amino dan diangkut ke titik-titik tumbuh disusun kembali menjadi protein baru. Misalnya: protoplasma dan organelles disusun dari protein. Zat makanan lain seperti karbohidrat (cellulose) melalui protoplasma dipergunakan untuk pembentukan dinding sel (cell wall). Pada pembentukan kembali senyawa-senyawa yang lebih kompleks ini dibutuhkan tenaga yang berasal dari proses respirasi.

6/ Emergence / berkecambah. Karena pembesaran sel-sel yang sudah ada, pembentukan sel-sel baru (karena pembelahan sel-sel), differensiasi sel-sel, pada

titik-titik tumbuh (embryonic axis) sehingga terbentuk: plumule (bakal batang dan daun) dan radikula (bakal akar) yang terus bertambah besar. Karena terjadi proses imbibisi, maka kulit biji akan menjadi lunak, sehingga radikula dan plumula akan menembus kulit biji (emergence). Pada umumnya radikula yang terlebih dahulu muncul dibandingkan plumula.

3.1.3 Faktor-faktor perkecambahan

Adapun factor-faktor perkecambahan adalah sebagai berikut: a/ air, b/ komposisi gas, c/ suhu, d/ cahaya.

a. **Air.** Air merupakan salah satu factor yang mutlak diperlukan dan tidak dapat digantikan oleh factor lain. Seperti pemberian rangsangan atau perlakuan untuk memacu agar benih dapat berkecambah. Laju imbibisi pada awal proses imbibisi cepat sampai pada titik tertentu laju ini akan menurun. Benih akan berkecambah bila kadar air 50-60%. Untuk merangsang laju imbibisi seringkali dilakukan “heat treatment” yaitu menjemur benih sebelum diimbibisi.

b. **Komposisi gas.** Kebutuhan oksigen sebanding dengan laju pernapasan dan dipengaruhi oleh suhu, cahaya dan mikroorganisme yang terdapat pada benih. Gas H₂ yang terdapat di udara dapat memberi pengaruh positif terhadap proses respirasi. Gas N₂ bersifat negative atau menghambat respirasi. Pemberian gas N₂ dapat menekan perombakan cadangan makanan. Hal ini penting dalam proses penyimpanan benih. Varietas-varietas tertentu memerlukan komposisi gas khusus di udara (ratio O₂ : CO₂) tertentu, hal ini dapat dijumpai pada benih-benih yang menua.

c. **Suhu.** Proses-proses di dalam perkecambahan yang dipengaruhi suhu adalah: laju pernapasan, aktifitas enzim, sintesis dan kepekaan benih terhadap cahaya. Di pihak lain suhu juga dipengaruhi oleh aktivitas pernapasan karena hasil akhir pernapasan

adalah energy (panas) dan air. Perubahan suhu yang dapat mempengaruhi proses perkecambahan adalah: perubahan suhu dalam benih dan berapa lama perubahan suhu tersebut berlangsung. Suhu yang dibutuhkan selama proses perkecambahan adalah: 1. **Suhu minimal**. Suhu terendah di mana benih masih dapat berkecambah secara normal, dan di bawah suhu tersebut benih tidak dapat berkecambah secara normal atau bahkan tidak berkecambah sama sekali. 2. **Suhu optimum**. Suhu yang paling sesuai untuk perkecambahan benih. 3. **Suhu maksimum**. Suhu tertinggi di mana benih masih dapat berkecambah secara normal. Bila perkecambahan terjadi di atas suhu maksimum, maka benih akan berkecambah secara tidak normal atau bahkan tidak dapat berkecambah. Rentang suhu minimal, maksimal, dan optimum berbeda antara satu varietas dan varietas lain, dan dipengaruhi juga oleh umur benih.

d. **Cahaya**. Selama proses perkecambahan ada benih yang membutuhkan cahaya, terutama benih yang memiliki pigmen pada kulit benihnya, karena pigmen akan berfungsi sebagai fotosel yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energy (bukan dalam bentuk ATP). Energy ini dapat membantu meningkatkan laju respirasi dan sebagai energy untuk reaksi kimia yang bersifat endodermis.

Pengaruh intensitas cahaya. Kebutuhan cahaya selama proses perkecambahan dapat diklasifikasikan sebagai berikut: 1/ Benih yang membutuhkan cahaya matahari selama proses perkecambahannya (terutama yang berpigmen), sehingga benih harus disebarkan di atas permukaan lahan untuk mengecambahkan. 2/ Benih yang tidak membutuhkan cahaya matahari selama proses perkecambahan, sehingga benih dapat ditanamkan di bawah permukaan lahan untuk mengecambahkan. 3/ Benih yang membutuhkan cahaya yang intensitasnya berganti-ganti misalnya terang – gelap. Hal ini menyulitkan, maka pemecahannya adalah dengan cara: mengubah sifat genetik

dengan cara pemuliaan, dan memberikan perlakuan khusus sebelum benih dikecambahkan.

Pengaruh panjang gelombang. Pengaruh panjang gelombang terhadap perkecambahan benih dapat dibedakan menjadi: a/ Cahaya dengan panjang gelombang 2900Ao menghambat perkecambahan. b/ Cahaya dengan panjang gelombang 2900Ao – 4000Ao pengaruhnya tidak jelas atau tidak mempengaruhi perkecambahan. c/Cahaya dengan panjang gelombang 4000Ao – 7000Ao akan memacu perkecambahan.

2.1.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkecambahan benih

Berbagai cara yang dapat diterapkan agar benih dapat berkecambah dengan cepat:

A. Metode percepatan perkecambahan. Ada tiga komponen yang dapat mempercepat proses perkecambahan yaitu: 1/ **Viable embryo.** Viable embryo merupakan syarat mutlak agar benih dapat berkecambah. Viable embryo dalam benih dapat diperoleh atau dihasilkan dari: a) Benih yang tidak mengalami kerusakan embryo karena adanya serangan hama penyakit atau kerusakan fisik yang terjadi pada waktu panen, prosesing atau pada rantai pemasaran. b) Benih yang berasal dari buah yang masak fisiologis. c) Benih yang disimpan dengan kondisi lingkungan yang memenuhi persyaratan penyimpanan benih. d) Benih segar yang baru saja dipanen asalkan benih tidak mengalami peristiwa after ripening. 2/ **Ketersediaan air.** Air yang cukup selama imbibisi dan perkecambahan, dan air tersebut dapat mencapai embryo dan endosperm atau daun lembaga. Hal ini dapat terjadi jika: a) Air yang dipakai untuk perkecambahan dapat masuk ke dalam benih melalui kulit benih atau dengan kata lain kulit benih permeable terhadap air. b) Air tersedia di sekitar benih dan berhubungan dengan benih. 3/ **Laju respirasi.**Laju

respirasi di embryo dan endosperm memadai ataupun tingkat yang optimum. Hal ini dapat tercapai jika: a) Tidak terdapat inhibitor, baik di dalam maupun. b) Suhu yang optimum untuk respirasi selama proses perkecambahan. c) Oksigen tersedia dalam jumlah yang memadai dan dapat mencapai endosperm atau daun lembaga d) Tersedia endosperm dalam jumlah yang cukup sehingga tersedia cukup banyak energy untuk proses sintesis protein sehingga embryo dapat berkembang.

B. Metode Kidd dan West. Kidd dan West meneliti pengaruh perendaman terhadap perkecambahan. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan: 1/ Benih yang direndam dalam air yang jumlahnya terbatas dan setelah perendaman benih tersebut dikeringkan kembali secara perlahan pada suhu kamar, akan mempengaruhi laju imbibisi pada waktu benih dikecambahkan. Hasilnya benih akan berkecambah lebih cepat jika dibandingkan dengan benih yang tidak direndam. 2/ Benih yang setelah direndam dan kemudian mengalami proses pengeringan yang cepat. Hasilnya benih akan berkecambah lebih lambat jika dibandingkan dengan benih yang tidak direndam. 3/ Benih yang telah direndam dan tidak dikeringkan dan dikecambahkan pada lingkungan yang mendukung untuk perkecambahan. Hasilnya akan berkecambah lebih cepat bila dibandingkan dengan benih yang tidak direndam. Kesimpulan: Perendaman benih akan mempengaruhi proses perkecambahan.

C. Penghambat perkecambahan. Tiga factor yang dapat menghambat perkecambahan meskipun buah masak fisiologis, lingkungan mendukung, benih tidak mengalami dormansi yaitu: 1/ **Inhibitor.** Hadirnya inhibitor baik di dalam maupun dipermukaan benih akan menghambat proses perkecambahan dalam konsentrasi tertentu. Konsentrasi inhibitor menurun jika benih mengalami imbibisi. Dapat terjadi inhibitor terurai sehingga tidak berfungsi lagi sebagai inhibitor.

2/ **Larutan dengan nilai osmotic tinggi.** Jika tekanan osmotic air tinggi maka proses imbibisi akan terhambat, sebagai akibatnya kadar air benih tidak akan mencapai nilai tertentu untuk perkecambahan. Misalnya jika air mengandung NaCl atau manitol.

3/ **Bahan yang menghambat lintasan metabolic / menghambat pernapasan.** Contoh zat ini adalah: sianida, dinitrofenol, flourida, hydroxylamine, herbisida, coumarin, dan auxin.

D. Perangsang perkecambahan. Proses perkecambahan dapat dirangsang dengan penambahan atau perawatan benih dengan zat tertentu sebelum dikecambahkan atau pada waktu proses perkecambahan. Hal ini akan meningkatkan laju imbibisi, respirasi dan metabolisme benih. Contoh zat perangsang perkecambahan yaitu: KNO₃, thiourea, ethylene chlorhydrid, dan hormone.

2.6.1.5 Tipe Perkecambahan

Kecambah adalah: tumbuhan yang masih kecil, belum lama muncul dari biji, dan masih hidup dari persediaan makanan yang terdapat di dalam biji.

Tipe kecambah

a) **Perkecambahan di atas tanah (epigeal).** Jika pada perkecambahan karena pemanjangan hypocotyl dan daun lembaga (cotyledon) terangkat ke atas, muncul di atas permukaan tanah. Contoh: kacang hijau, kacang tanah, kacang buncis, kacang panjang, dan kedelai.

b) **Perkecambahan di bawah tanah (hypogeal).** Bila daun lembaga (endosperm cotyledon) tinggal di dalam kulit biji, dan tetap di dalam tanah, epicotyls memanjang. Contoh: jagung, kacang kapri / pea.

IV. DORMANSI

4.1 Pengertian peristiwa dormansi

Bila benih dikecambahkan pada kondisi lingkungan mendukung, benih normal, setelah batas waktu yang ditetapkan oleh ISTA, dia tetap tidak berkecambah. Benih yang tidak berkecambah jika dilihat kondisi morfologisnya, maka benih tersebut dapat digolongkan:

1. **Benih yang tidak mengalami imbibisi.** Hal ini karena kulit benih impermeable terhadap air, tekanan osmosis air tinggi sehingga air tidak dapat masuk ke dalam benih.
2. **Fresh ungerminated (benih segar tidak berkecambah).** Benih yang telah berimbibisi tetapi tidak dapat berkecambah karena sebab lain.
3. **Rot seed (benih busuk).** Benih yang setelah berimbibisi menjadi busuk karena terserang oleh penyakit benih.
4. **Dead seed (benih mati).** Benih yang embryonya tidak berfungsi atau mati. Benih ini dapat berimbibisi atau tidak berimbibisi dan tidak tumbuh. Hal ini dapat diketahui melalui pengujian Tetra Zolium Test (TZT).

4.2. Dormansi epikotil / apical

Benih yang dikecambahkan dengan factor lingkungan mendukung perkecambahan, tetapi yang tumbuh hanya raddikula sampai pada batass perhitungan berdasarkan ISTA, tidak mengalami pertumbuhan lebih lanjut dan jika dibiarkan, maka benih pada akhirnya akan mati.

Untuk mengatasi hal ini maka benih yang telah tumbuh radikula diberikan perlakuan sebagai berikut: tempatkan benih ini pada suhu rendah antara 1-10oC dan kondisi lembab. Lamanya perlakuan ini tergantung dari varietas, yaitu berkisar antara 2-3

minggu. Setelah perlakuan tersebut jika benih dikecambahkan kembali, maka benih akan berkecambah dengan normal.

Dormansi epikotil / apical diberikan nama demikian karena plumulanya mengalami dormansi, sedangkan radikulanya tidak. Benih tidak dapat diberi perlakuan khusus di atas, sebelum dikecambahkan meskipun diketahui bahwa benih tersebut akan mengalami dormansi epikotil / apical.

4.3. Dormansi

Benih yang dikecambahkan tidak akan berkecambah meskipun factor lingkungan mendukung untuk terjadinya perkecambahan. Benih akan berkecambah jika diberi rangsangan secara fisik, khemis, mekanis dan biologis. Peristiwa dormansi ini terjadi karena factor-faktor berikut:

1. **Ketidak dewasaan embryo.** Benih dipanen sebelum mencapai masak fisiologis, dan karena adanya hambatan perkembangan embryo.
2. **Kebutuhan factor khusus.** Untuk mengecambahkan benih tersebut diperlukan perlakuan khusus agar benih dapat berkecambah.
3. **Kulit benih yang impermeable terhadap air dan gas.** Tidak terjadi imbibisi dan oksigen tidak dapat masukke dalam benih sehingga proses perkecambahan tidak dapat berlangsung.
4. **Halangan perkembangan embryo atau hambatan mekanis.** Hal ini disebabkan kulit benih yang terlalu keras sehingga pada waktu benih berimbibisi kulit benih tidak melunak atau retak-retak sehingga embryo tidak dapat keluar (emergence) akibatnya benih tidak berkecambah.

5. Adanya zat penghambat di dalam benih atau di permukaan benih. Dengan konsentrasi zat penghambat yang masih cukup tinggi setelah benih berimbibisi, sehingga menyebabkan proses perkecambahan benih terhambat.

Pada peristiwa dormansi ini dapat diberikan perlakuan yang sesuai, sebelum benih dikecambahkan jika telah diketahui factor penyebabnya.

4.4. Dormansi sekunder

Pada peristiwa ini sebenarnya benih tidak mengalami dormansi, tetapi pada saat embryo akan muncul (emergence) benih kehilangan / kekurangan salah satu “set of factor” (factor factor perkecambahan) yang mengakibatkan benih tidak dapat berkecambah meskipun factor lingkungan mendukung untuk perkecambahan. Dormansi sekunder tidak dapat dipatahkan dengan memberikan rangsangan yang lazim, tetapi harus dengan chilling dan hormone. Dormansi sekunder tidak dapat dicegah, karena dormansi sekunder ini merupakan akibat dari kondisi lingkungan yang kurang memadai untuk pemnculan embryo.

4.5. After ripening

Benih tidak mau berkecambah pada waktu dikecambahkan meskipun telah diberi rangsangan yang biasa dipakai untuk mematahkan dormansi, dan benih baru dapat berkecambah setelah disimpan selama jangka waktu tertentu. Penyimpanan benih yang dimaksudkan untuk mematahkan after ripening dapat dilakukan secara basah dan secara kering, selama jangka waktu tertentu sesuai dengan varietasnya. Selama masa penyimpanan akan terjadi perubahan di dalam benih yang akan mengakibatkan benih mampu berkecambah setelah melewati masa penyimpanan. Sampai saat ini belum diketahui / terdeteksi perubahan apa, prosesnya bagaimana, factor penyebabnya apa, dan seberapa besar perubahan itu? Diduga perubahan

tersebut terjadi antara lain pada jumlah sel poros embr o yang bertambah dan perubahan kimiawi enzim dalam benih. Benih padi, merupakan benih yang sering mengalami peristiwa ini. Tetapi after ripening pada padi dapat dipatahkan dengan cara dipanaskan atau direndam dengan asam. Ada suatu pendapat bahwa peristiwa after ripening sama dengan dormansi biasa, hanya saja belum diketahui cara pematahannya.

4.6. Dead seed (benih mati)

Yang termasuk dalam golongan ini adalah hard seed dan fresh un-germinated seed yang setelah diuji dengan tetra zolium test ternyata embryonya sudah mati.

4.7. Kategori dormansi benih menurut N.G.Nikolaeva

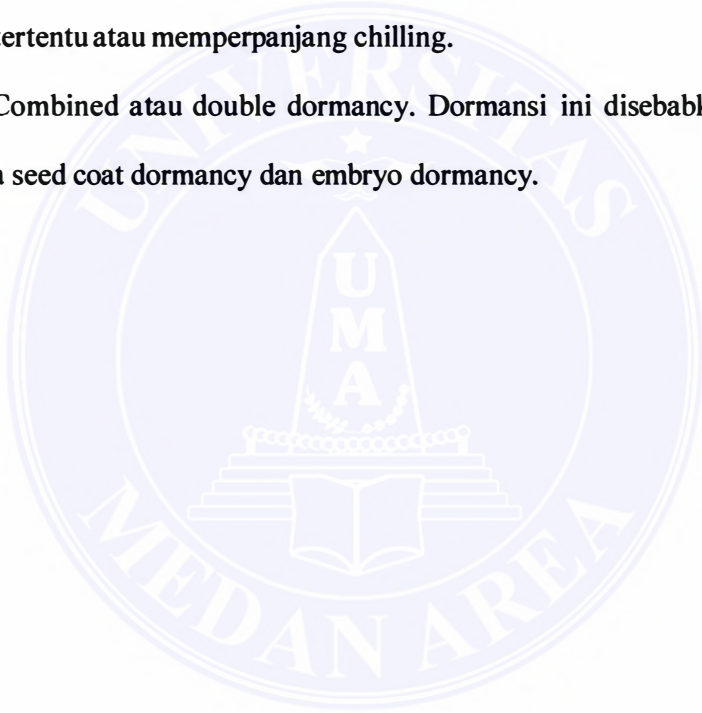
□ **Group I.** Penyebab dormansi tidak pada embryo tetapi pada kulit (non living). 1. Seed coat dormancy. Benih ini dapat dikategorikan ke dalam benih keras (hard seed) karena kulit benih impermeable terhadap air, sehingga benih tidak berimbibisi. 2. Seed coat resistant. Kulit benih sedemikian keras sehingga embryo tidak dapat muncul. 3. Seed coverings / containing chemical inhibitor. Benih diliputi atau mengandung inhibitor sehingga benih tidak dapat berkecambah. Inhibitor bisa terdapat pada kulit benih, pericarp, endosperm dan embryo.

□ **Group II.** Benih secara morfologis tidak berkembang sempurna, terutama embr o (rudimentary embryo). Embryo pada benih ini sangat kecil atau tidak berkembang.

□ **Group III.** Penyebab dormansi terdapat di dalam benih (internal / endogenous dormansi). Penyebab dari dormansi ini bisa embryo, integument, dan endosperm. Group III ini dapat dibedakan atas: 1. Shallow dormancy. Biasanya terdapat pada benih yang baru dipanen. Dormansi ini akan hilang jika benih mengalami masa

penyimpanan secara kering. Periode simpan yang dibutuhkan tergantung pada varietas, bisa beberapa minggu, hari atau bulan. Bisa juga karena benih peka terhadap cahaya dan suhu pada saat dikecambahkan. Dormansi ini bisa dipatahkan dengan abrasi, atau dengan zat kimia. **2. Intermediate dormancy.** Dormansi ini dapat dipatahkan dengan chilling dalam keadaan lembab. **3. Deep dormancy.** Dormansi ini dapat dipatahkan dengan pemanasan selama periode tertentu, dengan pendinginan selama periode tertentu atau memperpanjang chilling.

□ **Group IV. Combined atau double dormancy.** Dormansi ini disebabkan karena gabungan antara seed coat dormancy dan embryo dormancy.



V. DETERIORASI / PROSES KEMUNDURAN BENIH

5.1. Kemunduran Benih (Deteriorasi)

Kualitas benih yang terbaik tercapai pada saat benih berada dalam kondisi masak fisiologis. Hal ini terjadi karena pada saat itu benih mempunyai berat kering, viabilitas, dan vigor maksimum. Viabilitas dan vigor tertinggi / maksimum yang dimaksud tidak harus 100%. Adapun definisi kemunduran benih menurut Byrd (1978) adalah semua perubahan yang terjadi dalam benih yang berperan, yang akhirnya mengarah pada kematian benih.

Peristiwa deteriorasi adalah proses penurunan kondisi benih setelah masak atau benih mengalami proses menua. Proses penurunan kondisi benih tidak dapat dihentikan tetapi dapat dihambat. Laju deteriorasi adalah berapa besarnya penyimpangan terhadap keadaan optimum untuk mencapai kualitas maksimum. Hal ini dapat dipengaruhi oleh dua hal yaitu: factor dalam dan factor luar. **Factor dalam** merupakan sifat genetik benih. Proses deteriorasi karena waktu disebut deteriorasi kronologis artinya meskipun benih ditangani dengan baik dan factor lingkungan mendukung, namun proses ini akan tetap berlangsung. Factor dalam ini tergantung pada spesies dan kondisi viabilitas awal (kualitas awal). Sedangkan **factor luar** disebabkan oleh deraan lingkungan dan disebut proses deteriorasi fisiologis, artinya proses ini terjadi karena adanya factor lingkungan yang tidak sesuai dengan persyaratan penyimpanan benih, atau terjadi penyimpangan selama proses pembentukan dan prosesing benih.

Factor luar yang berpengaruh:

- 1) Gangguan fisik: suhu, RH (kelembaban udara), udara (O₂, CO₂ dll).
- 2) Gangguan kimia: logam-logam berat seperti Hg, pelarut organik, pereduksi dll.

- 3) Gangguan biologis: mikroorganisme.
- 4) Gangguan mekanik: benturan, gesekan, perlukaan.

5.2. Ciri-ciri Proses Deteriorasi

Adapun ciri-ciri proses deteriorasi adalah sebagai berikut:

1. Kemunduran benih, suatu proses yang mesti terjadi. Proses ini tidak bisa ditawar, pasti terjadi pada semua benih, yang berbeda hanyalah laju deteriorasinya saja.
2. Kemunduran benih, suatu proses yang tidak dapat balik. Benih yang telah mengalami deteriorasi tidak dapat kembali ke keadaan semula, meskipun dengan memberikan perlakuan tertentu padanya.
3. Tingkat kemunduran, paling rendah pada saat benih masak fisiologis. Pada saat masak fisiologis, viabilitas dan vigor benih dalam keadaan maksimum. Setelah lewat fase ini maka kualitas benih akan menurun atau tetap (tetap ini sebenarnya tidak mungkin). Kejadian kejadian masak di lapang setelah panen akan membantu meningkatkan proses deteriorasi, misalnya: keadaan cuaca yang buruk sebelum panen, kerusakan mekanis karena penggunaan mesin pada waktu panen dan pengolahan selanjutnya, dan keadaan penyimpanan yang tidak baik, dsb.
4. Laju kemunduran benih berlain-lainan di antara jenis benih, spesies yang satu dengan yang lain, varietas-varietas dalam satu spesies. Misalnya kapas dan kedelai, keduanya agak serupa komposisi kimianya (kandungan lemak tinggi).

Kapas dapat mempertahankan viabilitas beberapa kali dibandingkan kedelai. Hal ini karena struktur morfologi benih, yang mengakibatkan bagian-bagian kritis benih mudah dikenai kerusakan. Kedelai, radikulanya terletak sedemikian rupa sehingga mudah rusak pada waktu panen.

5. Laju kemunduran benih berbeda di antara kelompok benih dari jenis-jenis dan varietas yang sama yang disimpan pada keadaan yang sama. Peristiwa ini (kerusakan ini) mungkin terjadi: di lapang sebelum panen, selama pemanenan, selama pengolahan, atau keduanya atau ketiganya.

5.3. Faktor-faktor yang Mempercepat / Memacu Terjadinya Kemunduran Benih

1) Keadaan sebelum panen di lapangan.

Kemunduran itu berada pada titik terendah pada saat masak fisiologis. Keadaan-keadaan sebelum panen yang menyebabkan kemunduran benih lebih cepat. Keadaan sebelum panen itu adalah saat benih mencapai berat kering maksimum hingga panen. Misalnya: di daerah tropika jagung masak pada keadaan panas dan lembab, sehingga benih jagung berkecambah pada tongkolnya. Jika sering hujan pada saat pemasakan jagung, maka tongkol jagung yang masak sering terendam air, sehingga menyebabkan bijinya memutih dan berkecambah.

2) Prosedur panen dan pengolahan.

a/. Prosedur panen yang ideal adalah dengan menggunakan tangan. Tetapi cara ini mempunyai kelemahan yaitu tidak praktis dan tidak ekonomis. Jika menggunakan alat-alat mekanis, maka alat-alat ini akan memukul benih dengan keras selama proses perontokan. Hal ini akan menyebabkan benih menjadi pecah-pecah dan memar, terutama bila benihdipanen terlalu kering / basah.

b/. Pada saat pengolahan benih sering dinaikkan / diturunkan ke mesin pengolahan, sehingga terjadi kerusakan mekanis. Pengeringan dengan temperatur tinggi (>110oF) menyebabkan penurunan viabilitass dan vigor. Makin tinggi temperature makin hebat kerusakan. Suhu yang paling aman untuk pengeringan benih terutama

bergantung pada kadar air benih. Makin tinggi kadar air, maka suhu harus makin rendah.

3) **Keadaan lingkungan selama penyimpanan dan perjalanan benih.** Benih yang baru dipanen biasanya disimpan dalam jangka waktu yang singkat sebelum dilakukan pengolahan. Selama periode simpan permulaan yang singkat ini, mungkin benih sangat merosot kualitasnya, karena: a/. Diinfestasi oleh insekta sejak di lapang sehingga kerusakan yang berat dapat terjadi bila pengolahan ditangguhkan. b/. Benih-benih ini biasanya sangat kotor dan kadang mengandung hijauan yang dapat menimbulkan pemanasan setempat (pada benih curah). c/. Jamur sangat lazim terdapat selama periode simpan sebelum pengolahan. Jamur yang paling umum terdapat yaitu *Aspergillus* sp, yang mempunyai efek samping yang bersifat toksik, yaitu racun aflatoksin. Umumnya jamur menurunkan viabilitas dan mempunyai efek toksik.

5.4. Benih yang Telah Mengalami Deteriorasi

Benih yang telah mengalami deteriorasi menampilkan gejala-gejala sebagai berikut:

5.4.1. Gejala fisiologis

1. **Perubahan warna benih.** Benih yang telah mengalami deteriorasi, warnanya akan berubah. Hal ini biasanya dipakai sebagai salah satu tolok ukur pertama, meskipun perubahan itu subyektif.
2. **Mundurinya perkecambahan.** Benih membutuhkan waktu yang lebih lama untuk berkecambah.
3. **Mundurinya toleransi terhadap lingkungan.** Memiliki daya tahan yang rendah terhadap penyimpangan kondisi lingkungan.

4. **Mundurinya toleransi terhadap penyimpanan.** Tidak dapat disimpan pada kondisi penyimpanan jelek (sub-optimum). Kepekaan terhadap cendawan meningkat.
5. **Sangat peka terhadap radiasi.**
6. **Mundurinya pertumbuhan kecambah.** Pada benih yang telah menua jika masih dapat berkecambah maka pertumbuhan / perkembangan kecambahnya lambat dan tidak merata.
7. **Mundurinya vigor (kekuatan tumbuh).** Benih tidak dapat berkecambah dalam kondisi sub-optimum. Adanya perbedaan nilai persentase viabilitas di laboratorium dengan kenyataan di lapangan.
8. **Meningkatnya jumlah kecambah abnormal.** Jika kita mengecambahkan benih yang telah mengalami deteriorasi maka persentase kecambah abnormal akan meningkat, artinya viabilitas menurun.

5.4.2. Gejala biokimia

- 1) **Perubahan dalam respirasi.** Benih yang telah mengalami deteriorasi setelah terjadi imbibisi mempunyai: laju respirasi yang lebih rendah dibanding benih yang belum mengalami deteriorasi. Hal ini disebabkan oleh aktivitas enzim yang mulai menurun. Perubahan respirasi dicerminkan oleh: a/ perubahan panas, bisa akibat respirasi, atau akibat infeksi mikroorganisme; b/ konsumsi O₂ menurun; c/ produksi CO₂ meningkat; d/ kuosien respirasi (KR) meningkat. $KR = CO_2 : O_2$ jika CO₂ tinggi dan O₂ tinggi maka KR tinggi.
- 2) **Perubahan enzim.** Dalam benih yang telah mengalami deteriorasi aktivitas enzimnya jauh berkurang atau bahkan tidak berfungsi. Hal ini disebabkan terjadinya perombakan / penguraian enzim yang selanjutnya akan menghambat

atau bahkan menyebabkan benih kehilangan kemampuan untuk berkecambah. Enzim sebagai katalisator organik dalam organism terdapat pada setiap tahap dari proses metabolisme.

- 3) **Perubahan pada membrane / dinding sel.** Jika pada benih yang telah mengalami deteriorasi dilakukan imbibisi maka akan terjadi kebocoran membrane sel. Karena bocornya membrane sel maka akan ada unsur-unsur yang keluar dari benih. Sebagai akibatnya maka benih akan kekurangan bahan makanan untuk menghasilkan tenaga untuk sintesis protein, sehingga pembentukan / pertumbuhan sel-sel terganggu. Akibatnya kecambah yang terjadi akan tumbuh abnormal atau benih tidak mampu berkecambah. Sebagai contoh: a/. Pigmen merah dalam sel-sel umbi biet akan keluar bila umbi biet itu direbus. Keluarnya warna merah ke dalam air perebus disebabkan oleh rusaknya membrane plasma karena sel telah mati. b/. Pada organism-organisme uniselular seperti: ragi, bakteri, dan nitella jika menua kemudian mati, maka kandungan zat organik dan anorganik pada cairan di sekitarnya meningkat, hal ini disebabkan karena kebocoran membrane. c/. Pada biji yang menua atau biji yang rusak secara mekanis dapat terjadi peningkatan permeabilitas karena rusaknya membrane setelah biji diimbibisi. Kemudian terjadi peningkatan zat-zat organik dan anorganik. Selanjutnya jika air rendaman diukur daya hantar listriknya (DHL), maka akan terjadi peningkatan nilai DHL. Hal ini berarti telah terjadi kemunduran benih yang meningkat.
- 4) **Perubahan laju sintesa.** Pada biji yang mengalami kemunduran maka laju sintesanya rendah. Misalnya laju sintesa pati, selulosa, polisakarida melarut, dan protein.

5) **Perubahan persediaan makanan.** Misalnya kehilangan komoditi, tanpa kehilangan jumlah karung terjadi di gudang penyimpanan padi. Jika benih disimpan basah (kadar air tinggi) dan pada suhu tinggi, maka benih akan cepat kehilangan viabilitasnya. Hal ini terjadi karena: terus terjadi perombakan persediaan makanan, sehingga persediaan cadangan makanan akan turun, dan terbentuk juga molekul-molekul hasil perombakan. Akibatnya benih kehilangan daya perkecambahannya sebelum persediaan makanan habis, karena benih kehilangan bahan-bahan pada jaringan vital (meristem) dan translokasi terhenti dari jaringan lain.

1/. **Perubahan lipid.** Pada benih yang mengalami deteriorasi kandungan asamnya meningkat. Asam-asam itu terdiri dari: asam lemak bebas hasil aktivitas lipase pada lipid; asam fosfat hasil aktivitas phytin oleh phytase; asam amino hasil protease pada protein. Yang paling banyak dan pertama kali meningkat adalah asam lemak bebas. Banyak yang berpendapat bahwa deteriorasi khusus (lipid) disebabkan oleh mikroorganisme. Karena peningkatan asam lemak dan kehilangan daya kecambah biasanya diikuti oleh pertumbuhan cendawan, dan akumulasi asam ini tidak terjadi jika pertumbuhan cendawan dicegah dengan gas N₂ atau fungisida. Pada peristiwa deteriorasi terjadi peningkatan asam lemak dan penurunan lipid netral dan polar. Di antara lipid yang menurun, fosfolipid yang paling cepat. Penurunan terjadi jika biji ditempatkan pada suhu tinggi dan RH tinggi. Dengan penurunan fosfolipid maka akan terjadi kerusakan membrane, hal ini karena salah satu fungsi fosfolipid adalah untuk menyusun membrane.

2/. **Perubahan protein.** Ada 3 perubahan pokok pada protein yaitu: a) kelarutannya dalam air menurun; b) terombaknya sebagian dari protein menjadi protein-protein bermolekul kecil; c) lebih sukar

dicernakan oleh enzim-enzim proteolitik. 3/. Perubahan pati. Pati merupakan persediaan makanan utama. Perubahan yang terjadi pada pati kurang jelas. Gula reduksi pada keadaan aerobic tidak meningkat, sedangkan pada keadaan an-aerobik meningkat. Gula non reduksi pada keadaan aerobic dan an aerobic menurun.

- 6) **Kerusakan khromosom.** Dari beih-benih menua sering tumbuh tanaman-tanaman abnormal. Di antara tanaman-tanaman abnormal itubukan hanya cacat luar, tetapi suatu pencerminan dari perubahan yang terjadi dalam inti sel. Beberapa khromosom abnormal dalam ujung akar dari biji-biji menua terlihat pada waktu anaphase dari pembelahan mitosis. Penyimpangan khromosom itu sering dijumpai dalam sel-sel meristem akar dan dalam jumlah terbatas dalam sel-sel meristem dari tunas dan sel-sel tepung sari. Penyimpangan khromosom tergantung dari jenis tanaman dan taraf dari kemunduran benihnya. Mekanisme kerusakan khromosom dari biji-biji menua telah diteliti. Hal itu karena kerusakan pada asam nucleat. Jadi dalam sel dapat terjadi mutagen alami yang dapat menstimulasi terjadinya mutasi. Mutagen-mutagen tersebut adalah intermediate-intermediate dari lintasan-lintasan metabolisme yang berakumulasi sehingga konsentrasinya meningkat. Senyawa-senyawa tersebut di antaranya: purin, asam-asam amino, asam-asam organic, amida-amida, aldehid, senyawa mengndung sulfur, alkaloid, fenol dan kinon.

VI. SERTIFIKASI BENIH

Pendahuluan

Kualitas benih, baik fisik maupun fisiologis, merupakan hasil dari perpaduan antara sifat genetik, kondisi lingkungan dan penanganan pascapanen, termasuk didalamnya rantai pemasaran, sebelum sampai ke petani pengguna benih dan dipakai untuk usaha tani.

Jaminan mutu benih yang dipasarkan tercermin dalam sertifikat yang diterbitkan oleh lembaga sertifikasi benih, yang dalam hal ini adalah BPSB. Dalam sertifikat tersebut dicantumkan hasil pengujian rutin yang menggambarkan kualitas benih. Hal ini dimaksudkan untuk melindungi petani pengguna benih dan menjamin kepastian hukum bagi produsen benih untuk memasarkan hasil produksinya.

Benih yang dimaksudkan dalam sertifikasi benih ini adalah benih sejati (*true seed*) yaitu benih yang dibentuk dari proses seksual pada tanaman.

Bab ini membahas tentang sertifikasi dan pengujian benih. Sertifikasi menyangkut pengertian dan tujuan sertifikasi, komponen yang terlibat sertifikasi, persyaratan produsen benih bersertifikat, kewajiban produsen dan BPSB (Badan Pengawas dan Sertifikasi Benih) dan tahapan dalam produksi benih bersertifikat. Sedangkan pengujian benih membahas arti penting pengujian benih, terminologi dalam pengujian benih, faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas benih dan pengujian kualitas benih.

1. Pengertian, Tujuan, dan Komponen yang terlibat sertifikasi benih

A. Pengertian Sertifikasi Benih

Kunjungi
Perpustakaan
Universitas
Medan Area
untuk
mendapatkan
Fulltext

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, R.L. 1980. Seed Technology. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi Bombay Calcutta. 685 pp.
- Bewley, J.D. and M. Black, 1983. Physiology and Biochemistry of Seed. 1 & 2, Springer Verlag Berlin Heidelberg, New York
- Bhojwani, S.S. and S.P. Bhatnagar, 1984. The Embryology of Angiosperms. Vikas Publishing House PVT LTD. New Delhi
- Chin, H.F. and E.H. Roberts, 1980. Recalcitrant Crop Seeds. Tropical Press SDN, BHD, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Copeland, L.O. 1976. Principles of Seed Science and Technology. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota. 369 pp.
- Justice, O.L., dan Louis, N.B. 1990. Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih. Rajawali, Jakarta. 446 hal
- Kamil, Jurnalis. 1987. Teknologi Benih. Padang : Aksara Raya.
- Kartasapoetra, A.G. 2003. Teknologi Benih. Penerbit Rineka Cipta Jakarta.
- Kuswanto, H. 1996. Dasar-dasar teknologi, produksi dan sertifikasi benih. Penerbit Andi Yogyakarta. 192 hal.
- Lakitan, Benyamin. 1996. Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.
- Mayer, A.M. and A. Poljakoff Mayber, 1989. The Germination of Seeds (4th ed). Pergamon Press plc
- Pranoto, H.S., W.Q. Mugnisjah, dan E. Murniati. 1990. Biologi Benih. Bogor: IPB Press.
- Sadjad, Syamsu'oe'd, Hari Suseno, Sri Setyati Harjadi, Jusup Susikaria, Sugiharso dan Sudarsono, 1988. Dasar-Dasar Teknologi Benih. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Sutopo, L. 1985. Teknologi Benih. Fakultas Pertanian UNIBRAW. Penerbit CV Rajawali, Jakarta. 247 hal.