

PENUNTUN PRAKTIKUM
FISIOLOGI
TUMBUHAN



OLEH:
TIM FISIOLOGI TUMBUHAN



**LAB. FISILOGI TUMBUHAN JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

TATA TERTIB PRAKTIKUM FISILOGI TUMBUHAN

Hal-hal yang perlu diperhatikan oleh setiap praktikan sebelum dan selama mengikuti praktikum pada Laboratorium Fisiologi Tumbuhan adalah sebagai berikut :

1. Praktikan harus hadir pada semua acara praktikum (kehadiran 100%). Praktikan yang tidak dapat hadir karena sesuatu hal, harus melapor kepada koordinator praktikum dengan membawa surat izin atau surat keterangan sakit dari dokter.
2. Praktikan yang tidak bisa mengikuti praktikum harus melaksanakan tugas-tugas pengganti yang setara dengan praktikum yang diberikan oleh koordinator praktikum.
3. Praktikan harus berada di laboratorium paling lambat lima menit sebelum praktikum dimulai dan selama praktikum berlangsung praktikan harus : mengenakan jas laboratorium, bekerja dengan tenang dan tertib, melakukan pengamatan dengan benar dan jujur dan mematuhi semua petunjuk asisten.
4. Selama praktikum berlangsung, praktikan dilarang : mengenakan T-Shirt dan / atau sandal; meletakkan tas dan / atau buku-buku diatas meja praktikum, kecuali buku penuntun dan buku kerja; corat-coret dengan pensil, pulpen atau spidol pada meja, kursi, dinding serta alat-alat laboratorium; berjalan-jalan dilaboratorium, mengobrol dan membuat gaduh suasana praktikum.
5. Setiap praktikum, praktikan harus mempersiapkan materi yang akan dipraktikumkan dengan membaca penuntun praktikum tiap-tiap percobaan dengan seksama sebelum praktikum, buatlah skema kerja / tata urutan kerja dan setiap praktikum akan dilakukan kuis praktikum pada awal dan akhir praktikum.

6. Periksa kelengkapan semua alat dan bahan yang dibutuhkan untuk percobaan dan berhati-hatilah bekerja dengan alat-alat gelas atau alat elektronik, karena kerusakan alat-alat tersebut menjadi tanggung jawab praktikan. Selesai praktikum, praktikan harus menyerahkan dengan lengkap alat yang dipakai kepada asisten penanggung jawab kelompok. Jika terjadi kerusakan dan kehilangan alat maka praktikan harus mengganti dengan alat yang sama.
7. Perhatikan dengan seksama percobaan saudara, dan catatlah hasilnya dalam buku kerja saudara sesuai dengan apa adanya (tidak mereka-reka). Jika pengamatannya lama jangan lupa untuk melihat setiap percobaan setiap hari, terutama apabila melakukan percobaan yang membutuhkan penyiraman. Hasil yang diperoleh diserahkan kepada asisten untuk diperiksa.
8. Buatlah laporan dari setiap percobaan yang telah dilakukan dan diserahkan kepada asisten paling lambat satu minggu setelah praktikum selesai. Laporan akan dinilai oleh asisten dan pada akhir praktikum semua laporan diketik dan dibundel serta diserahkan sebagai laporan akhir praktikum fisiologi tumbuhan.
9. Pelanggaran terhadap tata tertib ini akan dikenakan sanksi.

Koordinator Praktikum

LARUTAN YANG DIGUNAKAN PADA PRAKTIKUM FISILOGI TUMBUHAN

Di dalam melakukan percobaan atau penelitian mengenai Fisiologi Tumbuhan, hampir selalu mempergunakan larutan-larutan. Sehubungan dengan hal ini, dikenal berbagai istilah atau cara untuk menentukan atau menyatakan konsentrasi larutan tersebut sebagai berikut : larutan molar (M), larutan molal (m), larutan normal (N), larutan persen (%) dan larutan part per million (ppm).

1. Larutan Molar (M)

Suatu larutan dinyatakan 1 Molar (M) jika dilarutkan 1 grol zat yang terlarut dalam air sampai volumenya menjadi 1 liter pada suhu 20°C. Molaritas yang lebih kecil dapat dibentuk dengan mempergunakan jumlah grol yang lebih kecil lagi atau dapat juga dengan melakukan pengenceran dari larutan yang molaritasnya lebih besar.

Contoh : **Larutan 0.5 M : 0.5 grol zat + air → 1 L larutan**

2. Larutan Molal (m)

Suatu larutan dinyatakan sebesar 1 molal (m), apabila dilarutkan 1 grol zat yang terlarut di dalam 1000 gram air pada suhu 20°C. Misalnya 1 grol sukrosa + 1000 gram air → 1204 CC larutan. Molalitas yang lebih kecil dapat dibuat dengan cara mengecilkan grolnya.

Contoh : **Larutan 0.1 m : 0.1 grol zat + air (1000 gram) →CC larutan**

3. Larutan Normal (N)

Istilah larutan normal menunjukkan konsentrasi ion hidrogen yang berbeda dalam larutan tersebut. Larutan dinyatakan 1 normal (N) apabila dilarutkan sebanyak 1 grek (gram ekuivalen) suatu zat elektrolit ke dalam air sampai volumenya menjadi 1 liter pada suhu 20°C. Normalitas yang lebih kecil dari 1N dapat dibuat dengan menggunakan jumlah grek yang lebih kecil atau dengan jalan pengenceran terhadap larutan normal yang lebih besar. Gram ekuivalen zat tersebut tergantung sekali pada hidrogen ekuivalen dari zat tersebut.

Contoh : $1 \text{ grek HCl} = 1 \text{ grol HCl} / 1$
 $1 \text{ grek H}_2\text{SO}_4 = 1 \text{ grol H}_2\text{SO}_4 / 2$
 $1 \text{ grek NaOH} = 1 \text{ grol NaOH} / 1$

4. Larutan Persen (%)

Yang dimaksud dengan larutan persen adalah persentase berat, artinya perbandingan antara berat dengan berat. Misalnya suatu larutan 20% berarti :

20 gram zat + 80 gram air (pelarut) → 100 gram larutan, atau
200 gram zat + 800 gram air (pelarut) → 1000 gram larutan, atau
10 gram zat + 10 gram air (pelarut) → 50 gram larutan

Pengecualian dari ketentuan diatas biasanya diberi keterangan dibelakang tanda persen (%)

misalnya : $20\% (v/v) = 20 \text{ bagian zat (volume) + 80 bagian air (volume)}$
 $20\% (w/v) = 20 \text{ bagian zat (berat) + 80 bagian air (volume)}$
 $20\% (v/w) = 20 \text{ bagian zat (volume) + 80 bagian air (berat)}$

5. Larutan part per million (ppm)

Larutan ppm biasanya digunakan untuk membuat larutan zat-zat yang penggunaannya sangat sedikit dalam ukuran miligram per liter (mg/L). Misalnya untuk pembuatan larutan zat pengatur tumbuh. **Contoh : 1 ppm : 1 miligram zat + air → 1 liter larutan**

Part per million (ppm) yang lebih kecil dapat dibuat dari larutan ppm yang lebih besar dengan jalan pengenceran atau dapat juga dengan mempergunakan jumlah berat bahan yang lebih kecil.

DAFTAR OBJEK PRAKTIKUM FISILOGI TUMBUHAN

1. Air Sebagai Komponen Tumbuhan
 - a. Plasmolisis dan deplasmolisis pada jaringan epidermis
 - b. Penentuan tekanan osmotik cairan sel
 - c. Mengukur potensial air jaringan dengan metode Chardakov
2. Komposisi Kimia Membran Sel dan Faktor yang Mempengaruhi Permeabilitas
 - a. Pengaruh suhu dan senyawa kimia terhadap permeabilitas membran sel
 - b. Permeabilitas jaringan hidup pada larutan asam dan basa
3. Hubungan Tumbuhan Dengan Air
 - a. Pengukuran kadar air jaringan tumbuhan
 - b. Pengukuran turgiditas relatif jaringan tumbuhan

4. Transpirasi dan Evaporasi
 - a. Perhitungan luas permukaan daun, perkiraan laju evaporasi dan transpirasi permukaan dorsiventral daun.
 - b. Struktur dan aktifitas membuka-menutup stomata
5. Unsur Hara Esensial Dalam Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman
 - a. Pengaruh unsur hara esensial terhadap pertumbuhan tanaman
 - b. Pengaruh konsentrasi garam terhadap pertumbuhan tanaman
6. Fotosintesis dan Pigmen Fotosintetik
 - a. Efek panjang gelombang terhadap efektifitas fotosintetis *Hydrilla verticillata*
 - b. Penentuan kadar klorofil metode Spektrofotometri
 - c. Pemisahan pigmen fotosintetik metode Kromatografi Kertas
7. Respirasi Pada Tumbuhan
 - a. Pengaruh suhu terhadap kecepatan respirasi aerobik
 - b. Penentuan kecepatan respirasi biji yang sedang berkecambah
8. Pertumbuhan Tanaman
 - a. Kurva sigmoid pertumbuhan daun
 - b. Daerah tumbuh akar dan batang
9. Fisiologi Biji
 - a. Pematangan dormansi biji
 - b. Pengaruh zat penghambat terhadap perkecambahan biji
10. Hormon dan Regulator Pertumbuhan Tanaman
 - a. Uji biologis 2,4-dichlorophenoxyacetic acid pada pertumbuhan akar
 - b. Sitokinin dan senescence pada daun tanaman
 - c. Peranan Giberelin (GA3) dalam perkecambahan biji tumbuhan
11. Apikal Dominansi dan Absisi Jaringan Tumbuhan
 - a. Hubungan auksin dengan apical dominan
 - b. Auksin dan absisi jaringan atau organ tumbuhan
12. Tropisme dan Pergerakan Pada Tanaman
 - a. Tropisme sebagai respon terhadap rangsangan dari lingkungan
 - b. Nasti sebagai gerak tanggap terhadap stimulan dari luar

1. Air Sebagai Komponen Tumbuhan

Keadaan fisiologi aktif dalam satu individu sel dan seluruh sel-sel dalam tumbuhan bergantung pada beberapa keadaan yang relatif konstan, salah satunya adalah keseimbangan air. Suatu ketika apabila pada waktu perkembangannya, tumbuhan kekurangan suplai air, maka kandungan air dalam tumbuhan menurun dan laju perkembangannya yang ditentukan oleh laju semua fungsi-fungsi yang vital juga menjadi menurun. Keadaan kekeringan yang berlangsung lama dapat mematikan tumbuhan.

Difusi merupakan proses fisika, yang prosesnya dapat terjadi setiap hari di alam maupun di dalam kehidupan tumbuhan ataupun organisme lain. Difusi terjadi sebagai suatu respon terhadap perbedaan konsentrasi. Suatu perbedaan terjadi apabila terjadi perubahan konsentrasi dari suatu keadaan ke keadaan yang lain. Selain perbedaan konsen-trasi, perbe-daan dalam sifat

dapat juga menyebabkan difusi. Proses pertukaran gas pada tumbuhan yang terjadi pada daun adalah suatu contoh proses difusi. Dalam proses ini gas CO₂ dari atmosfer masuk ke dalam rongga antar sel pada mesofil daun, yang selanjutnya digunakan untuk proses fotosintesis. Osmosis adalah difusi melalui membran, yang lazimnya lebih membatasi pergerakan unsur terlarut daripada molekul pelarut. Membran sel memungkinkan terjadinya osmosis, sel hidup dapat dianggap sebagai sistem osmotik. Osmosis sangat ditentukan oleh potensial kimia air atau potensial air yang menggambarkan kemampuan molekul air untuk dapat melakukan difusi.

Potensial air murni dinyatakan sebagai nol (merupakan konvensi), yang satuannya dapat berupa satuan tekanan (atm., bar) atau satuan energi. Potensial air akan negatif apabila potensial air di dalam sistem lebih rendah daripada air murni dan akan positif apabila potensial air dalam sistem lebih besar daripada potensial air murni. Air akan bergerak dari potensial tinggi ke potensial yang lebih rendah. Jadi difusi termasuk osmosis, terjadi sebagai akibat suatu gradien dalam energi bebas dari partikel-partikel yang berdifusi.

Nilai absolut dari potensial air tidak mudah diukur, tetapi perbedaannya dapat diukur. Sebagai pegangan atau dasar diambil potensial air murni. Jadi potensial air adalah perbedaan dalam energi bebas atau potensial kimia per satuan molal volume antara air murni pada tekanan atmosfer adalah nol, dan potensial air di dalam sel dan larutan kurang dari nol atau negatif.

Potensial air adalah suatu pernyataan dari status energi bebas air, suatu ukuran daya yang menyebabkan air bergerak kedalam suatu sistem, seperti jaringan tumbuhan, tanah atau atmosfer, atau dari satu bagian ke bagian lain dalam suatu sistem. Potensial air mungkin merupakan parameter yang paling bermanfaat untuk diukur dalam hubungannya dengan sistem tanah, tanaman dan atmosfer.

Potensial osmotik adalah potensial yang disebabkan oleh zat-zat terlarut. Tandanya selalu negatif. Potensial tekanan adalah potensial yang disebabkan oleh tekanan hidrostatik isi sel pada dinding sel. Nilainya selalu ditandai dengan bilangan positif, nol atau dapat juga negatif. Penambahan tekanan (terbentuk tekanan turgor) mengakibatkan potensial tekanan lebih positif. Potensial matriks disebabkan oleh ikatan air pada koloid protoplasma dan permukaan (dinding sel). Potensial matriks bertanda negatif, tetapi pada umumnya pada sel-sel yang bervakuola, nilainya dapat diabaikan.

Potensial air dapat memberikan gambaran akan status air dalam tumbuhan atau bagian tumbuhan atau suatu sistem. Potensial air suatu sistem adalah kemampuan sejumlah molekul air murni yang setara, pada tekanan atmosfer dan suhu yang sama. Potensial osmotik larutan bernilai negatif karena air pelarutnya melakukan kerja kurang dari kerja air murni. Yang dimaksud dengan kerja adalah pergerakan air murni kedalam larutan. kerja diukur dengan satuan energi : kJKg⁻¹ atau Jmol⁻¹.

Percobaan a. Plasmolisis dan Deplasmolisis Pada Jaringan Epidermis

Tujuan:

Untuk melihat peristiwa plasmolisis dan deplasmolisis pada jaringan epidermis.

Bahan dan Alat:

Bahan tanaman : *Rhoe discolor*

Bahan kimia : Sukrosa 1M, atau NaCl 1M.

Alat-alat : Mikroskop, kaca objek dan cover, pisau silet, pipet tetes.

Cara kerja:

1. Ambil selapis tipis permukaan epidermis bawah *Rhoe discolor* menggunakan silet berukuran 1-3 cm²
2. Potongan tersebut diletakkan pada gelas preparat dan ditetesi 2-3 tetes air
3. Setelah ditutup dengan gelas penutup (cover glass), diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran rendah
4. Sel-sel berwarna didekat tepi irisan diamati antara lain adanya sel-sel yang tidak berpigmen, adanya nukleus dan partikel subsele lainnya didalam sel-selnya
5. Kemudian ditambahkan 2 atau 3 tetes sukrosa 1M diantara gelas preparat dan kaca penutup melalui salah satu sisinya
6. Air yang berlebihan diserap kertas tissue ditepi kaca penutup yang berlawanan
7. Penambahan tetesan larutan sukrosa terus dilakukan sehingga ikut terserap oleh kertas tissue kedalam kaca
8. Amatilah penurunan volume protoplas dan perhatikan benang-benang sitoplasmik tak berpigmen tetap melekat pada dinding sel dan catat waktu untuk proses tersebut.
9. Sekarang letakkan sehelai kertas tissue untuk menyerap keluar larutan sukrosa dan tambahkan lagi beberapa tetes air disisi kaca yang berlawanan
10. Amatilah proses deplasmolisis yang terjadi dan catat waktu yang diperlukan untuk berlangsungnya proses tersebut pada satu sel.
11. Lakukan prosedur 5-10 untuk larutan NaCl 1M.
12. Lengkapi tabel berikut ini :

perlakuan	Deskripsi pengamatan sel	Waktu plasmolisis - deplasmolisis
Air destilata		
Sukrosa 1M		
NaCl 1M		

Percobaan b. Penentuan Tekanan Osmosik Cairan Sel

Tujuan:

Menghitung tekanan osmosis cairan sel

Bahan dan alat:

Bahan tanaman : Daun *Rhoe discolor* yang masih segar.

Bahan kimia : Larutan Glukosa atau Sukrosa dengan konsentrasi
0,24 : 0,22 : 0,20 : 0,18 : 0,16 : 0,14 : 0,12 : 0,10 M

Alat-alat : Pisau silet, tabung reaksi, pinset, gelas objek

Cara kerja:

1. Siapkan tujuh buah tabung reaksi dan kemudian diisi larutan glukosa atau sukrosa ke dalam tabung kira-kira 1/3 bagian, satu tabung reaksi untuk satu konsentrasi.
2. Sayatlah lapisan epidermis yang berwarna dari tanaman dengan menggunakan pisau silet, usahakan menyayatnya hanya selapis saja.
3. Periksa di bawah mikroskop apakah sayatan anda cukup baik untuk digunakan.

4. Apabila cukup representatif, hitung jumlah sel yang berwarna ungu utuh dan masukkan sayatan ke dalam tabung reaksi serta catat waktu mulai perendaman.
5. Biarkan sayatan dalam larutan selama 30 menit.
6. Setelah 30 menit, periksa sayatan epidermis tadi di bawah mikroskop dengan reagen larutan sukrosa dimana sayatan tadi disimpan, kemudian lakukan penghitungan terhadap sel dengan warna ungu yang masih utuh.
7. Cari konsentrasi sukrosa dimana 50 % dari jumlah sel epidermis tadi telah terplasmolisis. Keadaan ini disebut Insipien Plasmolisis. Persentase sel yang mengalami plasmolisis dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ plasmolisis} = \frac{\Sigma \text{ sel berwarna ungu awal} - \Sigma \text{ sel berwarna ungu akhir}}{\Sigma \text{ sel berwarna ungu awal}} \times 100\%$$
8. Sel pada keadaan Insipien Plasmolisis memiliki potensial osmotik sama dengan potensial osmotik larutan yang digunakan.
9. Lengkapi data pengamatan dengan mengisi tabel berikut ini :

Larutan sukrosa pada 20°C		Persentase Plasmolisis (%)
Molaritas (M)	Potensial Osmotik (Atm)	
0.24	-6.4	
0.22	-5.9	
0.20	-5.3	
0.18	-4.7	
0.16	-4.2	
0.14	-3.7	
0.12	-3.2	
0.10	-2.6	

Percobaan c. Mengukur Potensial Air Jaringan Dengan Metode Chardakov

Tujuan:

Untuk mengetahui cara mengukur potensial air dengan metode Chardakov

Bahan dan Alat:

- Bahan tanaman : Umbi dari beberapa jenis tanaman
 Bahan kimia : Larutan sukrosa 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; 0,6 M, metilen biru (methylene blue)
 Alat-alat : Enam buah pipet berkapasitas 10 mL, tabung reaksi 6 buah, alat pengebor gabus, mikropipet atau syringe 6 buah

Cara Kerja:

1. Isi tabung reaksi dengan larutan sukrosa sesuai konsentrasi sebanyak 10 mL
2. Buatlah potongan umbi yang akan diukur potensial airnya dengan menggunakan alat pengebor gabus
3. Masukkan kedalam masing-masing tabung reaksi 10 potongan jaringan tadi
4. tabung reaksi tersebut ditutup dan dibiarkan selama 80 menit
5. Setiap 20 menit tabung reaksi tersebut digoyang perlahan-lahan untuk mempercepat terjadinya keseimbangan

6. Setelah 80 menit, keluarkan potongan umbi dari tabung reaksi dengan menggunakan pinset atau jarum bertangkai, untuk tiap tabung gunakan pinset yang berbeda
7. Selanjutnya larutan sisa dites dengan larutan asal yang konsentrasinya sama dan telah diwarnai dengan metilen blue
8. Dengan menggunakan pipet atau syringe diteteskan larutan pengetes pada sisa larutan tadi secara perlahan-lahan dibagian tengah larutan dan diamati gerakan larutan pengetes tadi ; Apabila larutan pengetes jatuh ke dasar larutan sisa berarti larutan sisa telah menjadi encer. Apabila larutan pengetes dipantulkan lagi keatas berarti larutan sisa telah menjadi pekat dari semula. Cari pada larutan sisa yang mana larutan pengetes melayang pada larutan sisa perendaman.
9. Larutan dimana larutan pengetes melayang menunjukkan larutan tersebut tidak mengalami perubahan selama perendaman jaringan yang berarti jaringan dalam keadaan seimbang dengan larutan sukrosa yang digunakan, yang berarti pula potensial air daun sama dengan potensial air larutan
10. Lengkapi data pengamatan dengan mengisi tabel berikut ini :

No. Tabung reaksi	Konsentrasi sukrosa (M)	Potensial osmotik pada 20°C (Atm)	Arah pergerakan larutan penguji
1	0.15	-4.0	
2	0.20	-5.3	
3	0.25	-6.7	
4	0.30	-8.1	
5	0.35	-9.6	
6	0.40	-11.1	
7	0.45	-12.7	
8	0.50	-14.3	

2. Komposisi Kimia Membran Sel dan Faktor Yang Mempengaruhi Permeabilitas

Setiap sel eukariot memiliki sistem membran yang kompleks, yang peranannya secara umum mengatur pertukaran bahan-bahan antara sel dan lingkungan sekitarnya serta antar organel-organel sel. Dalam sistem membran juga berlangsung reaksi-reaksi metabolisme selular. Membran plasma atau plasmalema suatu sel tumbuhan tinggi merupakan batas luar dari protoplasma yang berhadapan dengan dinding sel. Tonoplas atau membran vakuola, membungkus vakuola dan memisahkan dari sitoplasma (pada sel-sel tumbuhan tinggi yang dewasa biasanya hanya ada satu vakuola yang besar).

Organel-organel seperti kloroplas, mitokondria, retikulum endoplasmatik, periksisom dan lain-lain dilindungi oleh membran. Kloroplas dan mitokondria memiliki dua lapisan membran, dimana bagian dalam membran memperlihatkan organisasi yang rumit.

Berdasarkan ultra struktur dan fungsi membran terbukti bahwa membran tersusun oleh protein dan lemak yang memiliki struktur tiga lapisan dengan tebal kurang lebih 75 Angstrom. Berdasarkan model hipotesis Davson dan Danielli, lapisan protein mengapit lapisan bimolekul lemak (fosfolipid).

Sifat khusus membran lainnya disamping susunan kimianya adalah sifat fungsionalnya yang semi permeabel (permeabel diferensial). Air melalui membran secara pasif berdasarkan gradien potensial air. Beberapa solut dapat lewat tetapi dengan kecepatan dan mekanisme yang berbeda-beda. Pada membran tidak hidup, perbedaan permeabilitas bergantung pada besar kecilnya molekul yang hendak lewat dan ditentukan pula oleh besarnya pori-pori membran. Tetapi pada membran plasma (sel hidup) besarnya molekul tidak berpengaruh. Hal ini diduga ada kaitannya dengan kelarutan zat itu dalam salah satu komponen membran. Jadi membran bukan sekedar lapisan yang pasif. Hal ini akan kita lihat pada percobaan berikut.

Percobaan a. Pengaruh Suhu dan Senyawa Kimia Terhadap Permeabilitas Membran Sel

Tujuan:

Melihat pengaruh berbagai perlakuan fisik dan kimia terhadap permeabilitas membran.

Bahan dan Alat :

Bahan tanaman : umbi dari jenis tanaman umbi-umbian
Bahan kimia : air destilata, metanol, aseton dan tertiary butyl alcohol
Alat-alat : gelas piala 1000 ml, bor untuk membuat potong berbentuk silinder dengan garis tengah 1 cm, spektrofotometer dan kuvet, termometer, freezer, tabung reaksi, dan pisau silet.

Cara Kerja:

1. Pilih salah satu umbi kentang yang besar, cuci bersih dengan air kran kalau perlu disikat.
2. Dengan bantuan bor yang bergaris tengah 1 cm (tengahnya berlubang), potong 12 bentuk silinder dari satu umbi yang sama kalau mungkin.
3. Potong bentuk silinder tersebut dengan ketebalan potongan 3 cm.
4. Cuci semua potongan umbi di bawah air mengalir (air kran) selama 10-15 menit untuk menghilangkan pigmen pada permukaan.

a. Perlakuan panas

1. Siapkan penangas air dengan mengisi 2/3 bagian dari gelas piala yang berukuran 1000 ml dengan air, dan panaskan di atas api atau *hot plate*.
2. Dengan pinset atau jarum panjang, masukan potongan umbi kentang ke dalam gelas piala yang telah dipanaskan sampai suhu 70°C (letakkan termometer dalam gelas piala) selama 1 menit.
3. Kemudian pindahkan potongan umbi kentang dari gelas piala ke dalam suatu tabung reaksi yang berisi 15 ml air pada suhu kamar.

4. Biarkan air dalam gelas piala berangsur-angsur menjadi dingin, lalu masukkan potongan umbi kentang masing-masing sepotong pada suhu 65°C, 60°C, 50°C, 45°C (dapat dibaca pada termometer) selama 1 menit.
5. Seperti pada butir A1, pindahkan potongan-potongan umbi kentang yang direndam dalam air panas kedalam tabung reaksi yang berisi air destilata pada suhu kamar. Sebagai kontrol, letakkan satu potong umbi kentang kedalam tabung berisi 15 ml air destilata.
6. Setelah diinkubasi selama 1 jam, kocok tabung reaksi dan tuangkan rendaman tadi ke dalam kuvet dan ukurlah absorbannya pada panjang gelombang 525 nm pada spektrofotometer.
7. Lakukan butir A6 untuk masing-masing air rendaman (7 perlakuan panas). Apabila larutan setelah perendaman 1 jam terlalu pekat (konsentrasi pigmen tinggi), encerkan semua sampel dengan air destilata (1 : 1) dan ulangi lagi pengukuran.

b. Perlakuan dingin

1. Potongan umbi pada permulaan percobaan dimasukkan ke dalam *freezer* sehingga beku.
2. Umbi yang sudah membeku kemudian dicuci dengan cepat dengan air kran dan masukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 15 ml air. Sebagai kontrol, letakkan satu potongan umbi kentang yang tidak didinginkan dalam tabung reaksi dengan 15 ml air.
3. Setelah diinkubasi selama 1 jam, ukur jumlah pigmen relatif dalam larutan perendam dengan spektrofotometer. Apabila pada bagian A dilakukan pengenceran, maka ada bagian B juga dilakukan pengenceran.

c. Perlakuan dengan senyawa kimia

1. Letakkan satu potong silinder umbi kentang masing-masing ke dalam 15 ml larutan metanol, aseton, dan tertiary butyl alcohol.
2. Sebagai kontrol, letakkan satu potongan umbi kentang ke dalam 15 ml air destilata
3. Inkubasi selama 1 jam dan ukur absorbannya.

Percobaan b. Permeabilitas Jaringan Hidup pada Larutan Asam dan Basa

Tujuan:

Melihat pengaruh larutan asam dan basa terhadap permeabilitas membrane jaringan

Bahan dan Alat :

- Bahan tanaman : daun *Rhoe discolor*
 Bahan kimia : air destilata, larutan HCl (0.025 N), KOH (0.025 N), Asam asetat (0.025 N), NH₄OH (0.025 N)
 Alat-alat : gelas piala 1000 ml, bor untuk membuat potong berbentuk silinder dengan garis tengah 1 cm, spektrofotometer dan kuvet, termometer, *freezer*, tabung reaksi, dan pisau silet.

Cara kerja :

1. Pesiapkan sayatan epidermis bawah *Rhoe discolor* dan tempatkan dalam air destilata.
2. Pesiapkan larutan penguji (air destilata, HCl, KOH, Asam asetat dan NH₄OH) kedalam tabung reaksi masing-masing 10 mL dan beri label.
3. Tempatkan dua sayatan jaringan epidermis dalam air destilata, dua sayatan dalam KOH dan enam sayatan dalam NH₄OH. Catat waktu yang diperlukan untuk mengubah warna menjadi biru setelah perendaman.

4. Setelah warna menjadi biru pada larutan NH_4OH , pindahkan empat sayatan ke dalam air destilata. Dari air destilata, pindahkan sayatan dua sayatan kedalam larutan asam asetat dan dua sayatan kedalam HCl . Catat waktu untuk perubahan warna yang terjadi pada jaringan tersebut.
5. Saat perubahan warna lengkap, pindahkan sayatan jaringan kedalam air destilata dan kembalikan kedalam larutan NH_4OH . Catat waktu yang diperlukan untuk kembali merubah warna.
6. Lakukan prosedur 4 dan 5 tiga sampai lima kali dan hitung rata-rata waktu yang diperlukan untuk perubahan warna dari kondisi asam dan kondisi basa.

3. Hubungan Tumbuhan Dengan Air

Air merupakan salah satu komponen yang penting bagi tanaman. Di dalam tubuh tanaman, air berfungsi sebagai pelarut dan juga merupakan penyusun utama tubuh tanaman seperti sitoplasma. Jumlah air yang terkandung dalam tubuh tanaman bergantung pada jenis tanaman tersebut, misalnya tanaman herba lebih banyak mengandung air bila dibandingkan dengan tanaman perdu.

Air yang terkandung pada keseluruhan tubuh tanaman berkisar antara 5-95%. Kadar air untuk tiap-tiap bagian tubuh tanaman juga berbeda-beda, seperti pada biji-bijian 5-10%, dan pada daun tanaman sekitar 50-95%. Air yang dibutuhkan oleh tanaman diserap dari lingkungan melalui

akar. Air tersebut kemudian dibawa oleh jaringan xilem untuk dimanfaatkan bagi kebutuhan tanaman.

Akar dan penyerapan air. Akar mempunyai bagian tertentu yang merupakan daerah penyerpan. Air dari tanah masuk ke xilem akar melalui dua jalur. Bila air masuk melalui dinding sel atau ruang antar sel, dikatakan air menempuh jalur apoplas. Apoplas diartikan sebagai bagian "mati" dari tumbuhan. Jalur itu ditempuh dari jaringan epidermis ke korteks. Di bagian dalam korteks terdapat jaringan endodermis yang mempunyai pita Caspary yang tak permeabel terhadap air pada dindingnya, sehingga air harus masuk ke dalam melintasi membran plasma. Kemudian, melalui plasmodesmata, air masuk ke sel jaringan pembuluh. Jalur tersebut dinamakan simplas. Simplas mencakup sitoplasma semua sel yang berhubungan melalui plasmodesmata. Xilem sendiri merupakan bagian dari apoplas.

Aliran air dalam xilem. Gaya kapiler atau kapilaritas merupakan interaksi antara permukaan singgung dari suatu bahan cair dengan bahan padat, sehingga permukaan zat cair tersebut berubah bentuk dari datar menjadi agak mengerut (meniskus). Kapilaritas menyebabkan naiknya cairan ke dalam tabung yang sempit, karena adanya gaya adhesi dan gaya kohesi. Tapi kapilaritas hanya mampu menaikkan air kurang dari setengah meter. Adanya gaya kapiler menyebabkan air bisa bergerak dalam xilem.

Mekanisme kohesi. Sebuah teori dirumuskan untuk menjelaskan naiknya cairan ke pucuk pohon yang tinggi, yaitu teori kohesi. Ada tiga unsur dalam teori kohesi: daya penggerak, hidrasi (adesi), dan kohesi air. Daya penggerak adalah gradien potensial air, yang makin menurun dari tanah, melalui tumbuhan, ke atmosfer. Pada suhu 20°C, RH atmosfer 100%, $\Psi = 0$; bila RH = 98%, $\Psi = -2,72$ MPa; pada RH = 90%, $\Psi = -14,2$ MPa. Jadi gradien potensial air yang cukup besar antara tanah, melalui tumbuhan, dan atmosfer mudah didapatkan, yang cukup untuk menaikkan kolom air setinggi pohon yang tinggi.

Percobaan a. Pengukuran Kadar Air Jaringan Tumbuhan

Tujuan:

Mengukur kadar air yang ada pada bagian tanaman

Bahan dan alat:

Bahan Tanaman : Daun dan ranting dari tanaman yang akan diukur kadar airnya

Alat-alat : Kotak karton, timbangan dan oven

Cara kerja:

1. Bahan yang segar ditimbang seberat 10 gr dan dibuat tiga sampel.
2. Masing sampel disimpan dalam kotak karton dan selanjutnya dipanaskan dalam oven dengan suhu 80°C. Pemanasan dilakukan sampai beratnya konstan.
3. Berat yang hilang dari bahan yang dipanaskan, merupakan berat air yang dikandung bahan tersebut.
4. Hitung kadar air tumbuhan dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{BB - BK}{BB} = \% \text{ dari Berat Basah (BB)}$$

Atau

$$\frac{BB - BK}{\text{---}} = \% \text{ dari Berat Kering (BK)}$$

Percobaan b. Pengukuran Turgiditas Relatif Jaringan Tumbuhan

Tujuan:

Mengukur Turgiditas relatif dan defisit air dari jaringan tumbuhan

Bahan dan alat:

Bahan : Daun kecambah tanaman umur 14 hari, Aquadest

Alat-alat : Cork borer, timbangan, petridish, kertas saring

Cara kerja:

1. Buat potongan daun dengan menggunakan Cork Borer sebanyak 10 buah dari tanaman yang tanahnya dalam keadaan kapasitas lapang dan 10 buah lagi dari tanaman yang tanahnya agak kering (beberapa hari tidak disiram).
2. Berat masing-masing potongan daun ditimbang dan catat berapa beratnya. Berat ini disebut Berat Segar (BS).
3. Potongan-potongan daun kemudian dimasukkan ke dalam Petri Dish dan diisi Aquadest. Petri Dish ditutup dan diletakkan pada ruangan dengan penerangan lampu neon yang berintensitas + 25 lumen / sq-ft selama 3 jam.
4. Setelah 3 jam potongan daun diambil, kelebihan air yang menempel dihilangkan dengan cara meletakkan sebentar potongan daun diatas kertas saring, lalu berat daun ditimbang. Berat daun ini adalah berat daun dalam keadaan Turgid (BT).
5. Selanjutnya potongan daun dikeringkan dalam oven dengan suhu 80°C sampai kering, lalu berat keringnya (BK) ditimbang.
6. Hitung berapa besarnya Turgiditas Relatif (TR) dari daun :

$$TR = \frac{BS - BK}{BT - BK} \times 100 \%$$

7. Hitung berapa besarnya Defisit Air / Water Deficit (WD) dari daun :

$$WD = \frac{BT - BS}{BT - BK} \times 100 \%$$

4. Transpirasi Dan Evaporasi

Daun mempunyai peranan yang sangat penting dalam hal hilangnya molekul air dari tumbuhan. Hal ini disebabkan permukaan daun lebih mudah bersentuhan dengan udara dibanding dengan organ lain dari tanaman. Kegiatan transpirasi dipengaruhi oleh besar-kecilnya luas permukaan daun, jumlah stomata, jumlah bulu pada permukaan daun dan juga faktor luar seperti : intensitas cahaya, temperatur, kelembaban dan lain-lain.

Transpirasi adalah kehilangan air dalam bentuk uap dari permukaan sel-sel hidup. Hal ini dapat terjadi pada semua bagian tumbuhan, terutama pada permukaan daun. Transpirasi dari permukaan daun terutama sekali berlangsung melalui stomata (disebut juga transpirasi stomata), tetapi ada pula yang melalui kutikula (transpirasi kutikula).

Transpirasi dapat dipengaruhi oleh faktor dalam dan lingkungan. Faktor dalam yang mempengaruhi transpirasi adalah jumlah dan letak stomata, tebal dan tipis permukaan daun, tebal dan tipisnya kutikula, sedangkan faktor luar yang mempengaruhi transpirasi adalah cahaya, suhu, kelembaban udara, angin dan kandungan air tanah.

Kehilangan air karena transpirasi terjadi di seluruh bagian tanaman yang langsung bersentuhan dengan atmosfer luar. Tetapi yang terutama adalah dari daun dan hampir seluruh transpirasi terjadi melalui pori-pori stomata. Kutikula hanya melepaskan sejumlah kecil uap air, karena kutikula dari banyak macam daun sangat tidak permeabel terhadap air.

Manfaat transpirasi. Diperkirakan manfaat transpirasi bagi tumbuhan merupakan hasil sampingan dari akibat yang merugikan. Alasan nyata adanya stomata adalah penyerapan CO₂, dan akibatnya yang tak menguntungkan adalah transpirasi. Tanpa transpirasi, sebenarnya tumbuhan dapat hidup melingkupi daur hidupnya. Namun nyatanya, hasil sampingan dari transpirasi dapat memberikan keuntungan pada tumbuhan, antara lain : mengangkut mineral, mempertahankan turgiditas optimum, menghilangkan sejumlah besar bahang dari daun.

Percobaan a. Perhitungan Luas Permukaan Daun, Perkiraan Laju Evaporasi dan Transpirasi Permukaan Dorsiventral Daun

Tujuan:

Menghitung luas permukaan daun dan laju evaporasi dan transpirasi dari lembaran daun

Bahan dan alat:

- Bahan tanaman : Daun dari beberapa jenis tanaman
Alat-alat : Timbangan Analitik, kertas merang, jepitan kertas, selotip, gunting, vaselin

Cara kerja:

a. Menghitung luas daun

1. Ambil lembaran daun dari tanaman (3 lembar), lalu tempelkan pada selembar kertas yang telah diketahui berat dan luasnya.
2. Selanjutnya lembaran daun dijiplakan pada kertas tersebut.
3. Kemudian jiplakan gambar daun digunting dan ditimbang.
4. Dengan demikian luas daun dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Luas daun} = \frac{\text{Berat guntingan gambar daun}}{\text{Berat kertas}} \times \text{luas kertas}$$

b. Perkiraan Kecepatan Evaporasi Daun

1. Ambil lembaran daun yang telah diketahui luas permukaannya tadi, kemudian ditimbang dan digantung dengan jepitan kertas di dalam ruangan atau sinar matahari langsung.
2. Dalam interval waktu tertentu (30 menit) dilakukan penimbangan terhadap daun tersebut (penimbangan dilakukan sebanyak 3 kali).
3. Buat daftar penimbangan pengurangan berat daun selama evaporasi.

$$\text{Kecepatan Evaporasi} = \frac{\text{Besarnya penguapan}}{\text{Luas permukaan daun}} : \text{waktu}$$

$$= \dots\dots\dots \text{ g / cm}^2 \text{ / menit}$$

c. Perkiraan laju respirasi daun permukaan dorsiventral

1. Dua lembar daun yang telah diketahui luasnya pada percobaan a ditimbang, kemudian direndam dalam air dan dikeringkan dengan kertas tissue.
2. Daun pertama diolesi vaselin pada permukaan atasnya dan yang kedua pada permukaan bawahnya, dan ditimbang kembali.
3. Kedua daun tersebut diletakkan pada panas matahari selama 1 jam atau lebih, dan ditimbang kembali.
4. Bandingkan hasil antara transpirasi kutikula dari permukaan atas dan transpirasi stomata dari permukaan bawah.

Percobaan b. Struktur Stomata dan Aktifitas Membuka-Menutup Stomata

Tujuan:

Mengetahui struktur umum stomata dan proses membuka dan menutupnya stomata

Bahan dan Alat:

- Bahan : Daun dari berbagai tanaman monokotil dan dikotil
 Alat-alat : Mikroskop, kaca objek, cover glass, larutan sukrosa atau NaCl 1M.

Cara kerja:

1. Teteskan akuadest pada permukaan kaca objek
2. Buat sayatan tipis permukaan epidermis atas dan bawah lembaran daun dari jenis yang telah ditentukan, kemudian tempatkan pada tetesan akuadest pada kaca objek, tentukan epidermis atas dan epidermis bawah.
3. Tutup secara hati-hati dengan cover glass dan amati dibawah mikroskop dengan perbesaran kecil (4x10)
4. Fokuskan pengamatan pada 1-2 stomata dan tingkatkan perbesaran sampai 40x10, kemudian gambarkan struktur stomata yang teramati dibawah mikroskop.
5. Tetesi salah satu bagian dengan sukrosa dan dibagian sisi lainnya isap akuadest menggunakan tissue sehingga akuadest diganti oleh sukrosa dan amati perubahan yang terjadi pada stomata. Catat waktu yang diperlukan untuk proses yang terjadi dan amati.
6. Kemudian tetesi kembali dengan akuadest pada salah satu sisi dengan menghisap sukrosa pada sisi lainnya, amati perubahan yang terjadi dan catat waktu yang diperlukan untuk perubahan tersebut. Tempatkan pengamatan dengan cahaya langsung agar stomata memberikan respon dengan akuadest.
7. Kemudian tetesi dengan NaCl dengan mengisap akuadest pada sisi sebelahnya serta amati perubahan yang terjadi pada stomata, catat waktu yang diperlukan untuk perubahan tersebut
8. Tetesi kembali dengan akuadest untuk melihat respon dari stomata, amati waktu yang diperlukan untuk perubahan tersebut. Gambarkan proses yang terjadi dengan berurutan.
9. Apa yang dapat disimpulkan dari percobaan tersebut, buatlah uraian pada buku kerja.

5. Unsur Hara Esensial Untuk Perkembangan Tumbuhan

Teknik kultur air (hidroponik) adalah cara memelihara tanaman dalam suatu larutan yang mengandung unsur-unsur (dalam bentuk garam-garam mineral) yang dibutuhkan tanaman. Metode ini telah lama dikembangkan, dan banyak digunakan untuk mempelajari gejala-gejala kekurangan unsur hara pada berbagai jenis tanaman pertanian, menentukan esensialitas suatu unsur bagi tanaman, dan menentukan besarnya kebutuhan unsur-unsur hara bagi tanaman.

Dari sekian banyak unsur mineral yang terdapat di alam, hanya beberapa (± 15 unsur) saja yang penting (esensial) dibutuhkan tanaman. Apabila salah satu dari unsur tersebut tidak ada maka tanaman akan memperlihatkan gejala defisiensi. Menurut besarnya kebutuhan akan unsur

hara, maka unsur hara esensial digolongkan dalam dua golongan, yaitu: (1) **unsur-unsur makro** yang dibutuhkan dalam jumlah banyak, meliputi: C, H, O (diperoleh tumbuhan dalam bentuk CO₂, H₂ dan O₂), N, P, K, Ca, S, dan Mg; dan (2) **unsur-unsur mikro** yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit, meliputi: Fe (kadang-kadang dimasukkan dalam kelompok unsur makro), Mo, B, Cu, Mn dan Zn.

Untuk memudahkan pembuatan larutan hara, garam-garam yang mengandung unsur makro biasanya disediakan dalam bentuk larutan garam tunggal sebagai larutan baku. Sedangkan untuk unsur-unsur mikro (kecuali Fe) disediakan dalam bentuk campuran yang terdiri dari garam-garam yang mengandung unsur-unsur makro. Unsur Fe disediakan terpisah dalam larutan baku garam FeEDTA (EDTA: Etilen Diamin Tetra Acetic Acid) atau garam FeCl₃.

Percobaan a. Pengaruh Unsur Hara Esensial Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Tujuan:

Meneliti pengaruh kekurangan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan

Bahan dan Alat:

Bahan tanaman : kecambah kangkung (*Ipomoea aquatic*) yang berumur kira-kira 7 hari yang ditumbuhkan pada media kapas basah atau tanaman air lainnya yang dibawahnya terdapat air.

Bahan kimia : larutan baku unsur-unsur hara, air destilata

Alat-alat : 11 botol selai yang ditutup dengan kertas hitam berukuran 250 mL, 11 sumbat botol dari gabus berlubang tiga, pinset, gelas ukur, pH-meter, kapas dan kertas label

Cara kerja:

1. Botol-botol selai dicuci sampai bersih dan kemudian dibilas 2 atau 3 kali dengan air destilata.
2. Pembuatan larutan stok seperti pada Tabel berikut ini :

Kode Stok	Rumus molekul senyawa kimia	Molaritas (M)
A	NH ₄ H ₂ PO ₄	0.20
B	NH ₄ NO ₂	0.50
C	Ca(NO ₃) ₂	1.15
D	CaCl ₂ .2H ₂ O	0.26
E	MgCl ₂ .2H ₂ O	0.20
F	Mg(NO ₂) ₂ .2H ₂ O	0.20
G	MgSO ₄ .7H ₂ O	0.40
H	KH ₂ PO ₄	0.20
I	KNO ₃	1.20
J	K ₂ SO ₄	0.50
K	FeCl ₂ .6H ₂ O	0.04
L	Mikro elemen (campurkan dalam 1 liter akuadest)	Molaritas (x10 ⁻²)
	1. H ₃ BO ₃	1.200

	2. CuCl ₂ .2H ₂ O	0.012
	3. MnCl ₂ .4H ₂ O	0.230
	4. ZnCl ₂	0.044
	5. H ₂ MoO ₄ .H ₂ O (85% MoO ₄)	0.006
M	FeEDTA Larutkan 1340 mg EDTA dalam 500 mL akuadest dan panaskan. Dalam kondisi panas tambahkan 990 mg FeSO ₄ .7H ₂ O dan aduk sampai larutan homogen	-

- Tandai botol-botol untuk percobaan dengan label : Lengkap, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -Fe1, -Fe2, -Hara mikro.
- Isilah botol-botol tersebut dengan larutan stok sesuai dengan kode yang telah dibuat pada larutan stok dan sesuaikan dengan kode pada perlakuan yang diberikan sebagai berikut :

Kode Stok	Kode gejala defisiensi yang diharapkan pada tanaman perlakuan (pengambilan stok dalam mL)									
	Lengkap	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Fe1	-Fe2	-hara mikro
A	5	-	-	5	5	-	-	5	5	5
B	-	-	1	6	8	6	-	-	-	-
C	5	-	5	5	-	5	5	5	5	5
D	5	21	5	5	-	5	-	5	5	5
E	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
G	5	5	5	5	5	-	-	5	5	5
H	-	5	-	-	-	5	5	-	-	-
I	5	-	5	-	5	1	5	5	5	5
J	-	5	-	-	-	4	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
L	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-
M	2	2	2	2	2	2	2	-	-	2

- Setelah semua larutan stok dipipet sesuai dengan tabel, cukupkan larutan menjadi 1 liter dengan menambahkan akuadest. Karena semua larutan dalam tabel dihitung dalam 1 liter maka jika dalam praktikum digunakan larutan sebanyak 250 mL pemipetan dilakukan seperempat kali dari jumlah yang dipipetkan dalam tabel dan dicukupkan dengan akuadest menjadi 250 mL.
- Pasanglah kecambah kacang hijau pada sumbat botol selei. Ikuti cara-cara berikut:
 - Dengan hati-hati masukkan akar kecambah melalui lubang sumbat
 - Perkuat kedudukan kecambah dengan melilitkan kapas ke dalam lubang sumbat di sekeliling hipokotil kecambah

- c. Usahakan supaya kapas tidak mengenai larutan, untuk menghindari tumbuhnya ganggang atau jamur di sekitar hipokotil
7. Apabila telah selesai, mintalah bantuan asisten untuk memeriksa apakah setiap perlakuan sudah lengkap dan periksalah pH larutan hara dalam masing-masing botol.
8. Periksa setiap hari dan tambahkan air destilata apabila air dalam botol kurang.
9. Setelah 1 minggu periksa keadaan kecambah, catat gejala-gejala yang tidak normal. Buang kecambah-kecambah yang mati atau tumbuhnya sangat terhambat dan tinggalkan 2 kecambah pada masing-masing botol. Periksa pH larutan hara dan catat bila ada perubahan.
10. Pada minggu kedua, ukurlah panjang rata-rata akar dan batang, catat gejala-gejala kekurangan hara dari masing-masing tanaman.
11. Pada akhir minggu ke empat, ukur kembali panjang rata-rata akar dan batang. Kemudian ukur juga pH larutan hara. Catat apabila ada perbedaan pH.
12. Pada minggu ke enam, ukur kembali panjang rata-rata akar dan batang. Kemudian ukur juga pH larutan hara. Catat apabila ada perbedaan pH.
13. Praktikum diakhiri pada minggu ke delapan, buanglah semua larutan hara dan bahan tanaman dan kemudian cucilah botol-botol tersebut.
14. Laporkan hasil pengamatan saudara dengan disertai foto-foto hasil pengamatan setiap pengambilan data dilakukan.

Percobaan b. Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Tujuan:

Mengamati pengaruh kadar garam yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan tanaman

Bahan dan alat:

- | | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Bahan tanaman | : Tanaman <i>Vigna sinensis</i> atau <i>Phaseolus radiatus</i> |
| Bahan kimia | : Larutan CaCl_2 atau NaCl dengan berbagai konsentrasi |
| Alat-alat | : Botol yang bersih, penggaris, kapas dan penutup |

Cara kerja:

1. Buat larutan dengan konsentrasi 0,00; 0,01; 0,03; 0,05; 0,1 dan 0,2 M.
2. Isikan larutan ke dalam botol yang tersedia masing-masing sebanyak 200 ml.
3. Ambil bibit tanaman yang disediakan, ukur panjang batang di atas kotiledon, kemudian dimasukkan ke dalam botol hingga akarnya terendam larutan dan bibit ditahan dengan kapas dan karton penutup.
4. Permukaan atas larutan dalam botol diberi tanda, dan amati tiap 2 hari sekali. Bila larutan berkurang, tambah dengan air suling sehingga permukaan larutan kembali ke kedudukan semula. Catat banyaknya air suling yang ditambahkan.
Lakukan hal yang sama sampai hari ke-10 dan catat keadaan morfologi tanaman.

6. Fotosintesis dan Pigmen Fotosintetik

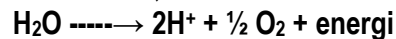
Komponen utama dari sel tumbuhan yang hidup - polisakarida dari dinding sel, protein dan asam nukleat, serta lemak dibuat dari gula dan unsur-unsur mineral dalam jumlah yang sangat sedikit tapi penting. Gula menyediakan karbon, hidrogen dan oksigen yang menyusun protoplasma dan dinding sel. Untuk tiap molekul gula yang dikonversi menjadi bahan ini, molekul lainnya direspirasikan menjadi CO_2 dan H_2O untuk mendapatkan energi, dalam bentuk ikatan fosfat yang kaya energi atau hidrogen, yang diperlukan bagi sintesis dalam sel.

Dugaan bahwa tumbuh-tumbuhan mendapatkan sebagian dari “makanannya” dari udara melalui daun ditunjukkan dalam buku “Vegetable staticks” yang ditulis oleh Stephen Hales dan dipublikasikan tahun 1727. ia menulis: “Kemungkinan sekali tumbuh-tumbuhan mendapatkan, melalui daun, sebagian makanannya dari udara”. Sampai kira-kira tahun 1864 pengukuran-pengukuran kuantitatif pertukaran gas memungkinkan dibuatnya pernyataan tentang reaksi keseluruhan dari fotosintesis:



dalam keseluruhan reaksi ini kira-kira 691.000 kalori energi cahaya diserap dan dikonversi menjadi energi bebas dalam heksosa. Untuk dapat berlangsungnya penyerapan energi cahaya ini diperlukan pigmen fotosintesis, khususnya klorofil yang terdapat dalam tumbuhan.

Fase fotokimia dari fotosintesis meliputi dua fotosistem yaitu fotosistem I yang kaya dengan klorofil a dan mengandung karotenoid dan lebih sedikit klorofil b dibandingkan Fotosistem II. Dalam kedua fotosistem umumnya pigmen-pigmen bertindak memanen energi cahaya dan mentransfernya ke klorofil a yang terletak pada pusat reaktif fotosistem. Energi inilah nantinya yang digunakan untuk mereduksi molekul air (dalam reaksi terang fotosintesis), dengan bantuan ion-ion Cl^- dan Mn^{2+} ;



Selanjutnya energi dan H^+ akan digunakan dalam pembentukan ATP dan NADPH yang menyediakan energi dan pereduksi bagi fiksasi CO_2 selama reaksi gelap fotosintesis, sedangkan O_2 dikeluarkan ke lingkungan.

Telah diketahui secara umum bahwa proses dari CO_2 air dan energi cahaya menjadi heksosa terdiri dari serangkaian reaksi yang terintegrasi. Kenyataan bahwa proses ini memerlukan cahaya berarti bahwa dalam suatu langkah proses fotosintesis cahaya harus terlibat. Bila kecepatan langkah ini berkurang karena intensitas cahaya yang rendah langkah ini akan mempengaruhi semua langkah lainnya dan karena itu menentukan kecepatan fotosintesis secara keseluruhannya, yang dapat diukur dari O_2 yang dikeluarkan atau CO_2 yang diserap.

Cahaya menjadi suatu faktor pembatas dalam fotosintesis pada intensitas cahaya rendah, jadi kecepatan proses keseluruhannya ditentukan oleh kecepatan suplai energi cahaya. Diatas intensitas cahaya tertentu, penambahan cahaya lebih jauh tidak mempunyai pengaruh terhadap pengeluaran oksigen. Proses dikatakan menjadi jenuh cahaya. Selanjutnya ditemui bila cahaya bukan merupakan faktor pembatas maka kecepatan fotosintesis responsif terhadap perubahan temperatur, dimana hal ini disebabkan reaksi-reaksi fotosintesis merupakan reaksi kimia, yang sensitif terhadap temperatur.

Faktor internal tumbuhan yang paling berperan bagi konversi energi ini adalah pigmen hijau yang disebut klorofil. Klorofil merupakan fotoreseptor yang sangat penting pada tumbuhan yang sangat berperan dalam proses fotosintesis. Klorofil tidak larut dalam air tetapi larut dalam etanol, metanol, eter, aseton, benzol dan kloroform.

Prinsip dasar Spektrofotometer dalam pengukuran kadar klorofil

Kalau kita perhatikan suatu larutan zat yang berwarna, makin pekat larutan tadi makin banyak menyerap cahaya sehingga kelihatan makin gelap. Adanya hubungan antara penyerapan cahaya dengan konsentrasi larutan merupakan prinsip dasar dari penggunaan Spektrofotometer. Pada alat ini digunakan cahaya monokromatik.

Suatu botol yang berisi zat pelarut saja tanpa zat terlarut diletakkan pada seberkas cahaya. Kekuatan atau intensitas cahaya yang melalui botol tadi dapat diukur dengan fotosel, ditentukan sebagai 100% transmisi. Kalau diganti dengan larutan yang berwarna, sebahagian cahaya akan diserap sehingga pencatatan oleh fotosel menjadi lebih rendah. Hubungan tadi dapat dinyatakan dalam persamaan dimana :

I_0 = cahaya yang melalui pelarut saja

I_s = cahaya yang melalui larutan

T = transmittan, sebagai cahaya yang dapat dilalukan oleh larutan tadi.

Biasanya dinyatakan dalam persen (%).

Menentukan konsentrasi dengan cara ini dapat lebih mudah karena O.D. berhubungan secara linier dengan konsentrasi, yang dapat dituliskan dengan rumus :

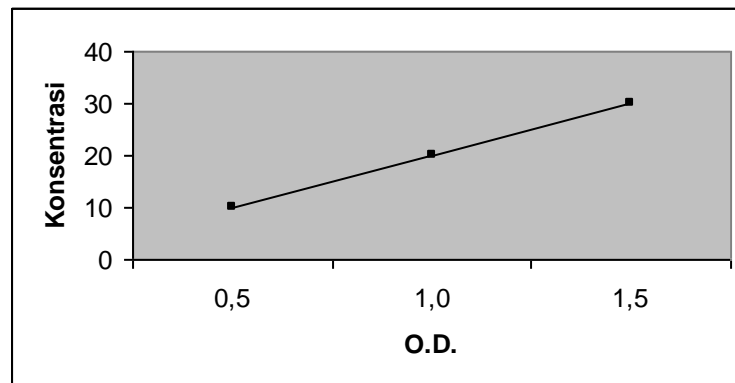
$$A = k \cdot b \cdot c$$

Dimana k = konstanta

b = tebalnya larutan yang dilalui cahaya

c = konsentrasi

Hasilnya pengukuran O.D. dari bermacam-macam konsentrasi dapat digambarkan dalam grafik berikut :



Kromatografi kertas pigmen fotosintetik

Kromatografi merupakan salah satu teknik dalam memisahkan komponen penyusun suatu campuran seperti halnya pigmen-pigmen fotosintetik yang terdapat didalam daun tumbuhan. Pemisahan komponen tersebut didasarkan pada adanya perbedaan berat molekul diantara komponen-komponen penyusun tersebut sehingga akan terjadi perbedaan kecepatan aliran komponen pada suatu zat (eluen) yang akan membawa komponen tersebut bergerak (fase bergerak) pada suatu media yang tidak ikut berpindah (fase diam). Pada kromatografi kertas, fase diam menggunakan media kertas sebagai tempat untuk berlangsungnya proses pemisahan tersebut.

Pigmen fotosintetik yang terdiri dari klorofil a dan b, betacaroten dan xantofil memiliki berat molekul yang berbeda sehingga dengan teknik kromatografi kertas dapat dilihat perbedaan antara masing-masing komponen tersebut dalam menyusun pigmen warna pada daun. Prinsip utama dari kromatografi kertas terhadap komponen pigmen fotosintetik adalah semakin besar

ukuran molekul pigmen tersebut atau semakin berat molekul pigmen tersebut akan semakin lambat pergerakannya sewaktu dilalui oleh fase bergerak pada media kertas (fase diam).

Percobaan a. Efek Panjang Gelombang Terhadap Efektifitas Fotosintesis *Hydrilla verticillata*

Tujuan:

Melihat pengaruh panjang gelombang (kertas berwarna) terhadap aktivitas fotosintesis

Bahan dan alat:

- Bahan tanaman : Dua tangkai *Hydrilla verticillata*
Bahan kimia : 0,5 % Na HCO₃
Alat-alat : Tabung reaksi, beker glass, spidol, pipet, gelas ukur 5 ml, plastik transparan warna merah, hijau, biru dan kuning

Cara kerja:

1. *Hydrilla verticillata* dimasukkan ke dalam tabung sebanyak satu tangkai dengan pucuk ke arah bawah tabung.
2. Tabung diisi dengan 0,5 % Na HCO₃ sampai penuh, lalu letakkan terbalik di dalam beker glass sedemikian rupa, sehingga tak terbentuk ruang udara.
3. Bekker glass dibungkus dengan plastik berwarna dan diletakkan pada sinar matahari selama 2-3 jam.
4. Dinding tabung dipukul-pukul agar gelembung terlepas dari tanaman, berdirikan tabung lalu ruang udara yang terbentuk ditandai dengan spidol.
5. Isi tabung dikeluarkan, lalu dikeringkan dan diisi air dengan menggunakan pipet sampai batas yang telah ditandai. Setelah itu volume air yang ada diukur dengan gelas ukur. Volume air ini sama dengan volume oksigen yang terbentuk selama fotosintesis. Bandingkan pengaruh warna terhadap reaksi ini.

Percobaan b. Penentuan Kadar Klorofil Dengan Spektrofotometer

Tujuan:

1. Mempelajari dan memberikan latihan cara penggunaan Spektrofotometer
2. Penentuan kadar klorofil pada daun

Bahan dan alat:

- Bahan tanaman : Daun beberapa jenis tanaman pada kondisi ternaung dan terpapar cahaya matahari
Bahan kimia : Aceton 80 %
Alat-alat : Spektronic 20 Bausch and Lomb, lumpang porselin, sentrifuge, gelas ukur 100 mL atau 50 mL, kuvet, aluminium foil, tabung sentrifuge, timbangan ohaus dan botol.

Cara kerja:

1. Ditimbang daun segar sebanyak 0,5 gram.

2. Daun kemudian dirajang kecil lalu diekstrak dengan aseton 80% sebanyak 50 mL dengan menggerus dalam lumpang. Penggunaan aseton sedikit demi sedikit agar jangan habis menguap karena zat ini mudah menguap (berhati-hati : uap aseton menyebabkan pusing dan halusinasi). Penggerusan dilakukan sampai seluruh klorofil larut dalam aseton 80% dengan ciri ampas telah menjadi putih.
3. Ekstrak disaring dengan saringan Buchner dan dimasukkan ke ukur ukur 50 mL. Penambahan aseton 80% hanya diperlukan apabila volume ekstrak belum sampai 50 mL setelah diekstrak.
4. Kemudian larutan disentrifuge selama 15 menit dengan kecepatan 2500 rpm.
5. Dengan menggunakan kuvet, diukur optical density (OD) dari ekstrak memakai Spektronik 20 Bausch and Lomb pada panjang gelombang 645 dan 663 nm.
6. Kandungan klorofil dapat dihitung dengan membandingkan OD pada panjang gelombang 645 dan 663 nm menurut persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Klorofil total} &= [20,2 (D_{645}) + 8,02 (D_{663})] \times \frac{V}{1000 \times W} \\ \text{Klorofil a} &= [12,7 (D_{663}) - 2,69 (D_{645})] \times \frac{V}{1000 \times W} \\ \text{Klorofil b} &= [22,9 (D_{645}) - 4,68 (D_{663})] \times \frac{V}{1000 \times W} \end{aligned}$$

D = optikal density yang terbaca pada spektrofotometer

V = volume dari aseton 80% yang dipakai untuk mengekstrak klorofil (ml)

W = berat segar dari jaringan tanaman yang diekstrak (g)

mg klorofil total/g jaringan = mg klorofil a/g jaringan + mg klorofil b/g jaringan

Percobaan c. Pemisahan Pigmen Fotosintesis Metoda Kromatografi Kertas

Tujuan :

untuk melihat komponen pigmen fotosintetik yang ada pada daun serta membandingkan ukuran molekul komponen berdasarkan pergerakannya selama proses kromatografi berlangsung.

Alat dan Bahan

Alat : seperangkat alat kromatografi, pisau, koin, gelas ukur 100 mL

Bahan : daun, larutan kromatografi campuran petroleum eter dan aseton (9 : 1) kertas kromatografi (kertas whatmann), benang.

Cara Kerja

1. Siapkan kertas saring ukuran 2 X 17 cm dengan 1 cm dibagian bawah dibuat meruncing dan ujung atasnya di beri benang sebagai penggantung di alat kromatografi dan beri garis batas pelarut naik maksimal 15 cm dari batas ujung bawah yang runcing.

2. Gosokkan permukaan daun ke permukaan kertas saring dengan menggunakan uang logam sehingga pigmen warna daun pindah ke kertas saring tersebut sebanyak 15 kali untuk memastikan berpindahnya klorofil.
3. Tempatkan kertas saring pada alat kromatografi yang telah diisi larutan kromatografi, usahakan agar bagian yang mengandung pigmen warna dari daun tidak tenggelam dalam larutan tersebut dan tutup mulut alat kromatografi dengan rapat sehingga penguapan larutan tidak menyebar keluar.
4. Biarkan larutan naik sampai mencapai batas atas kertas (larutan bergerak sekitar 15 cm). Kemudian angkat kertas saring dan keringanginkan.
5. Amati warna yang terbentuk setelah kertas saring tersebut benar-benar kering.
6. Ukur RF dari masing-masing pigmen warna yang dihasilkan dengan persamaan

$$RF = \frac{\text{Jarak tempuh pigmen}}{\text{jarak tempuh pelarut}}$$

7. Apa yang dapat disimpulkan dari percobaan ini.

8. Respirasi pada Tumbuhan

Respirasi merupakan serangkaian reaksi kimia, yang pada masing-masing tahapan reaksi sangat peka terhadap suhu. Suhu mempengaruhi laju reaksi kimia, baik kimia organik maupun kimia anorganik. Keadaan ini juga berlaku pada reaksi yang dikatalisis oleh enzim, tetapi terbatas hanya sampai suhu tertentu, karena pada suhu tinggi enzim menjadi tidak aktif. Kebanyakan enzim mulai tidak aktif pada suhu kurang lebih 50°C. Kenaikan suhu memberikan dua akibat yang

berlawanan pada laju reaksi enzimatik yaitu: 1) reaksi dipercepat dan 2) reaksi dihambat (ketidakaktifan enzim dipercepat). Jadi dalam keadaan tertentu ada suhu optimal untuk suatu reaksi. Suhu optimal itu tidak tertentu, karena dipengaruhi oleh lamanya waktu pengamatan. Jika waktu pengamatan sangat singkat, maka enzim tidak perlu bekerja lama dan suhu tinggi akan menyebabkan reaksi dipercepat. Tetapi jika waktu pengamatan agak lama, suhu tinggi akan mengakibatkan sebahagian enzim rusak sehingga mengurangi konsentrasi enzim yang aktif. Dengan demikian laju reaksi secara keseluruhan menurun. Pada percobaan ini akan dicobakan beberapa suhu di bawah titik ketidakaktifan enzim, dan laju respirasi ditetapkan dengan mengukur banyaknya CO₂ yang dihasilkan.

Laju respirasi jaringan secara langsung dipengaruhi oleh dua faktor lingkungan yaitu konsentrasi oksigen dan suhu. Gas oksigen diserap dari atmosfer, direduksi menjadi air oleh hidrogen yang dilepaskan dari substrat respirasi. Jika laju difusi oksigen ke dalam sel terganggu, laju respirasi akan menurun karena pelepasan hidrogen dari substrat tidak terjadi. Tumbuhan akan mati lemas jika kekurangan oksigen. Akar menjadi mati jika tanah tergenang atau tanpa aerasi, dan akibatnya perkembangan tumbuhan terhambat.

Respirasi merupakan salah satu proses terpenting dalam sel hidup. Dalam proses ini terbentuk energi bebas (ATP dan NADH) yang diperlukan dalam proses sintesis sel dan senyawa-senyawa intermediet yang merupakan substrat bagi sintesis senyawa-senyawa lain (asam amino, protein, lemak dan lain-lain). Oleh karena itu laju respirasi jaringan dapat memberikan gambaran tentang tingkat kegiatan metabolisme dalam jaringan itu. Laju respirasi ditetapkan dengan mengukur banyaknya CO₂ yang terbentuk dan gas O₂ yang diserap per satuan berat segar (kering) jaringan per satuan waktu.

Percobaan a. Pengaruh Suhu Terhadap Kecepatan Respirasi Aerobik

Tujuan:

Mengetahui pengaruh suhu terhadap kecepatan respirasi aerobik kecambah.

Bahan dan Alat:

Bahan Tanaman : Kecambah tanaman umur 4 hari

Alat-alat : Botol, aluminium foil, kain kasa, benang, label, karet gelang, dan CO₂ meter

Cara Kerja:

1. Timbang kecambah sebanyak 10 g, bungkus dengan kain kasa dan ikat ujungnya dengan benang yang disisakan memanjang.
2. Masukkan ke dalam botol dengan posisi tergantung, dengan cara mengikatkan ujung benang pada bibir botol.
3. Tutup dengan aluminium foil dan ikat dengan karet gelang.
4. Buat kontrol dengan botol tanpa kecambah, diletakkan pada suhu kamar.
5. Beri label pada masing-masing botol, dan tempatkan pada refrigerator (5°C), ruangan (27°C), dan incubator (40°C).
6. Setelah satu jam ukur kadar CO₂ yang dihasilkan dengan menggunakan alat CO₂ meter.
7. Laju respirasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Rsp} = V (S-C) \frac{44}{1000} \times \frac{1}{V} \times \frac{1}{t}$$

		22,4	t	w
Ket :	Rsp	=	Laju Respirasi (mg CO ₂ /g/h)	
	V	=	Volume botol	
	S	=	Skala konsentrasi sample	
	C	=	Skala konsentrasi control	
	44	=	BM CO ₂	
	22,4	=	Ketetapan	
	t	=	Waktu	
	w	=	Berat sampel	

Percobaan b. Penentuan Kecepatan Respirasi Biji Yang Sedang Berkecambah

Tujuan:

Mengetahui kecepatan respirasi biji yang sedang berkecambah dengan metoda titrasi

Bahan dan alat:

- Bahan tanaman : Biji kacang hijau yang dkecambahkan selama 1-5 hari (setiap kelompok beda umur kecambahnya)
- Bahan kimia : NaOH 0,2 N, HCl 0,1 N, indikator pnphtalein,
- Alat-alat : Botol atau erlenmeyer dengan penutup karet, erlenmeyer 125 / 250 mL, kain kasa, benang, gunting, buret dan pipet

Cara kerja:

1. Tempatkan 50 mL NaOH 0,2 N dalam masing-masing 5 buah botol atau labu, dan langsung ditutup erat dengan menggunakan penutup karet
2. Timbang 10 g kecambah kacang hijau sesuai dengan perlakuan masing-masing kelompok didalam kain kasa yang diikat kuat dengan benang. Gantungkan didalam botol tadi dengan benang.
3. Salah satu botol NaOH tanpa biji digunakan sebagai kontrol
4. Beri label botol-botol tersebut dan tempatkan 25°C (temperatur kamar) selama 3-6 jam
5. Setelah 3-6 jam, biji dikeluarkan dari dalam botol dan botol segera ditutup kembali
6. Tentukan jumlah CO₂ yang dikeluarkan selama respirasi dengan menggunakan metode titrasi :
 - a. Pipet 10 mL larutan yang ada dalam botol tadi kedalam erlenmeyer
 - b. Tambahkan 3 tetes indikator fenolphtalein, kemudian titrasi dengan HCl 0,1 N sampai hilang warnanya
 - c. Lakukan juga hal yang sama terhadap kontrol (botol berisi NaOH 0,2 N), kurangi nilai yang diperoleh dari botol pertama dengan nilai dari botol kontrol
 - d. Lakukanlah titrasi duplo terhadap masing-masing labu. Nilai yang diperoleh menunjukkan jumlah total asam ekuivalen dengan CO₂ yang dihasilkan selama respirasi

8. Pertumbuhan Tanaman

Salah satu ciri kehidupan tumbuhan adalah bahwa tumbuhan itu mengalami proses tumbuh. **Tumbuh** adalah kenaikan volume yang tidak dapat balik. Besarnya pertumbuhan per satuan waktu disebut **laju tumbuh**. Laju tumbuh suatu tumbuhan atau bagiannya berubah menurut waktu. Oleh karena itu, bila laju tumbuh digambarkan dengan suatu grafik, dengan laju tumbuh pada ordinat dan waktu pada absisa, maka grafik itu merupakan suatu kurva berbentuk S atau

kurva sigmoid. Kurva sigmoid pertumbuhan ini berlaku bagi tumbuhan lengkap, bagian-bagiannya ataupun sel-selnya.

Kurva sigmoid berguna bagi para ahli dalam melakukan penelitian-penelitian lebih lanjut tentang tumbuh dan perkembangan tumbuhan, karena ia menunjukkan tahap-tahapan perkembangan. Dalam percobaan-percobaan yang menggunakan tumbuhan hidup, fase perkembangan tanaman perlu diperhatikan untuk dapat menganalisa suatu fenomena dengan tepat.

Para ahli biologi dan matematika telah berusaha untuk merumuskan suatu persamaan matematika dari kurva tumbuh. Diharapkan dengan persamaan semacam itu dapat diperkirakan secara tepat pertumbuhan mulai dari kecambah sampai masa panen, hanya dengan menggunakan data pertumbuhan pada fase-fase dini. Hal ini penting sekali baik untuk tujuan pengembangan teori maupun untuk keperluan praktis.

Proses tumbuh ini adalah suatu proses yang kompleks atau sulit sekali, baik mengenai sifat tumbuhan maupun faktor lingkungannya. Pertumbuhan yang terbesar merupakan pertumbuhan yang terdiri dari fase membesar dan memanjang sel-sel. Oleh karena sukarnya kita mengukur fase pertumbuhan ini, umpamanya mengukur volume, maka pada eksperimen ini kita akan mengukur pertumbuhan perpanjangan dari akar, batang dan daun.

Percobaan a. Kurva Sigmoid Pertumbuhan Daun

Tujuan:

Meneliti laju tumbuh daun sejak dari embrio dalam biji sampai daun mencapai ukuran tetap.

Bahan dan Alat:

Bahan tanaman : Biji tanaman jenis kacang-kacangan
Alat-alat : Kertas millimeter, pisau silet, pot berisi campuran pasir dan tanah dengan perbandingan 1 : 1

Cara kerja:

1. Rendam biji selama 2 sampai 3 jam dalam beaker glass, pilih 30 biji untuk percobaan.
2. Kupas 3 biji dan buka kotiledonnya, ukur panjang daun pada embrionya dengan kertas millimeter, kemudian hitung nilai rata-ratanya.
3. Tanam 25 biji dalam pot, siram dengan air, pelihara dilaboratorium selama 2 minggu.
4. Adakan pengamatan sebagai berikut :
 - a. Ukur panjang daun dan petiolnya (daun pertama yang merupakan sepasang daun tunggal) pada umur 3, 5, 7, 10 dan 14 hari.
 - b. Pengukuran daun pada umur 3 dan 5 hari dilakukan dengan menggali biji. Tiap pengukuran dilakukan terhadap 3 tanaman. Jangan menggunakan biji-biji yang kelihatan tidak berkecambah.
 - c. Pengukuran selanjutnya dilakukan tanpa memotong kecambah/tanaman. Gunakan selalu 3 tanaman yang sama untuk pengukuran lanjutan ini.
 - d. Tentukan rata-rata panjang daun dari tiap-tiap seri pengukuran.
5. Buatlah grafik dengan panjang rata-rata daun (termasuk petiolnya) sebagai ordinat dan waktu pengukuran (umur tanaman) sebagai absis.

Percobaan b. Daerah Tumbuh Akar dan Batang

Tujuan:

Mengamati daerah tumbuh pada akar dan batang.

Bahan dan alat:

Bahan tanaman : Kecambah tanaman kacang-kacangan, tinta cina

Alat-alat : Tabung gelas, lempeng kaca, penggaris. dan kertas filter

Cara kerja:

A. Daerah tumbuh pada akar

1. Diambil 10 buah kecambah yang akarnya lurus dan panjangnya lebih dari 2 cm. mulai dari ujungnya diberi tanda dengan tinta cina 10 buah garis dengan interval 1 mm.
2. Dengan menggunakan karet gelang kecambah itu diletakkan dengan kedudukan tegak pada lempeng kaca yang telah dibalut dengan kertas filter.
3. Diambil lagi 10 buah kecambah dan diberi tanda garis 10 mm dari ujung akar sebagai kontrol dan diletakkan seperti pada nomor dua.
4. Lempeng-lempeng kaca yang telah ditemplei kecambah itu dimasukkan ke dalam tabung gelas yang berisi sedikit air kemudian ditutup agar ruangan dalam tabung tetap lembab.
5. Tabung diletakkan dalam kamar gelap.
6. Setelah 24 jam, jarak masing-masing interval pada tiap kecambah diukur.
7. Bandingkan dengan kontrol, kemudian buatlah grafik pertambahan panjang tiap interval.

B. Daerah tumbuh pada batang

1. Pilihlah 20 tanaman yang batangnya lurus. Epikotil tanaman tersebut diberi tanda garis 10 buah dari ujung dengan interval 2 mm. Perlakuan pada 10 tanaman yang dipilih dan beri label tanaman nomor 1 s/d 10.
2. Sebagai kontrol pada 10 tanaman yang lain diberi satu tanda pada 20 mm dari ujung dan diberi label tanaman nomor 1 s/d 10.
3. Pot dengan tanaman itu semuanya diletakkan pada tempat yang gelap.
4. Setelah 48 jam, jarak masing-masing interval diukur kemudian pertambahan panjang rata-rata dari tiap interval digambar pada grafik.

9. Fisiologi Biji

Dormansi Biji

Dormasi adalah suatu penundaan pertumbuhan selama periode tertentu, keadaan ini ditemukan pada biji, tunas, umbi atau rhizom. Bagian tanaman tersebut tetap variabel, tetapi terjadi reduksi aktivitas metabolisme dan hal ini sangat erat hubungannya dengan faktor eksternal dan faktor

internal. Air, cahaya, dan temperatur merupakan faktor luar yang sangat berpengaruh untuk terjadi dormansi. Faktor dalam yang mempengaruhi dormansi antara lain adalah adanya senyawa-senyawa tertentu yang bersifat sebagai penghambat dalam hal ini termasuk ABA. Pada biji, yang embrionya belum mencapai kematangan morfologis karena tidak cukupnya nutrisi juga merupakan salah satu faktor dalam yang dapat menyebabkan dormansi.

Ketidakkampuan tumbuh sementara ini dibedakan atas dua tipe :

- Kwisent (quisent), yaitu ketidakmampuan tumbuh karena kondisi luarnya tidak sesuai
- Dormansi diartikan ketidakmampuan tumbuh dari biji karena kondisi dalamnya tidak sesuai, walaupun keadaan luarnya telah sesuai.

Dormansi pada biji sering disebabkan karena kulit biji yang keras sehingga menghambat penyerapan air dan oksigen, secara alami dormansi akan diputus setelah adanya serangan jamur pada kulit biji yang keras atau setelah dicerna oleh burung dan juga mungkin akan terkikis setelah ikut aliran air. Dormansi yang disebabkan karena kulit biji yang keras ini dapat diatasi dengan beberapa perlakuan tertentu seperti menggunakan senyawa kimia tertentu seperti alkohol, pelarut lemak, asam sulfat atau air panas selain itu juga digunakan hormon tertentu seperti GA₃ atau secara skarifikasi yaitu pengasahan kulit biji.

Perkecambahan Biji

Perkecambahan biji sangat dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang berasal dari dalam biji itu sendiri seperti ada tidaknya masa dormansi, kematangan embrio, ketersediaan sumber cadangan makanan dan adanya hormon tumbuh yang memacu atau malah menghambat perkecambahan biji. Faktor eksternal merupakan faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi biji untuk berkecambah seperti ketersediaan air, suhu, kelembaban, cahaya dan lain sebagainya.

Percobaan a. Pematangan Dormansi Biji

Tujuan:

1. Mengatasi dormansi pada biji yang disebabkan oleh kulit bijinya yang keras
2. Meneliti pengaruh bahan-bahan kimia dan faktor-faktor fisik terhadap perkecambahan

Bahan dan Alat:

- | | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bahan tanaman | : jenis tanaman dengan biji yang berkulit keras, biji tembakau |
| Bahan kimia | : 3 ml larutan kumarin 40 mg/l, 3 ml larutan thiourea 0.5% dan air destilata |
| Alat-alat | : 9 buah cawan petri, kertas merang, kikir atau batu asahan, Lampu berwarna putih, plastic berwarna merah dan biru |

Cara kerja:

A. Kulit biji yang keras

1. Sediakan 3 cawan petri yang diberi 2 lembar kertas merang lembab (diberi air destilata secukupnya)
2. Pilih 6 biji yang masih baik, lalu beri perlakuan sebagai berikut :
 - a. Kikir atau asah 2 biji pada ujungnya yang jauh dari embrio, sampai tampak kotiledonnya

- b. Rendam 2 biji dalam air yang baru dididihkan dan biarkan sampai airnya dingin
- c. Rendam 2 biji dalam air destilata dingin selama 1 sampai 2 jam
3. Letakkan masing-masing kelompok biji dalam satu cawan petri yang tersedia, berikan label sesuai dengan perlakuan yang diberikan, simpan di tempat gelap pada suhu kamar.
4. Periksa setiap hari selama 7-10 hari dan catat perkembangannya. Bandingkan perlakuan satu dengan lainnya.

B. Perlakuan kimiawi

1. Sediakan 3 cawan petri yang masing-masing diberi 2 lembar kertas merang
2. Letakkan 50 biji tembakau pada masing-masing cawan petri
3. Tambahkan ke dalam:
 - a. Cawan 1: 3 ml air destilata
 - b. Cawan 2: 3 ml larutan kumarin 40 mg/l
 - c. Cawan 3: 3 ml larutan thiourea 0.5%
4. Beri label pada setiap cawan dan simpan di tempat gelap pada suhu kamar
5. Amati perkecambahannya, tentukan persen perkecambahannya setelah 72 jam

C. Perlakuan fisik

1. Sediakan 3 cawan petri, masing-masing diberi 2 lembar kertas merang dan 3 ml air destilata, sehingga kertas merang cukup lembab.
2. Persiapkan ruangan gelap yang diberi lampu berwarna putih redup
3. Tempatkan ke dalam setiap cawan letakkan 50 biji tembakau
4. Bungkus 2 petri masing-masingnya dengan warna merah dan biru dan satu petri biarkan tanpa dibungkus dengan plastic berwarna.
5. Tempatkan pada ruangan berlampu dengan warna putih yang diatur gelap terangnya 12 jam/12 jam.
6. Tentukan persen perkecambahan biji pada setiap cawan setelah 72 jam

Percobaan b. Pengaruh Zat Penghambat Terhadap Perkecambahan Biji

Tujuan:

Melihat pengaruh zat penghambat yang terdapat pada daging buah terhadap perkecambahan biji

Bahan dan Alat:

Bahan tanaman : biji padi atau jenis lainnya, sari berbagai jenis buah
 Alat-alat : Petridis, kertas merang

Cara Kerja:

1. Persiapkan sari buah dari beberapa jenis buah-buahan sesuai dengan instruksi asisten
2. Buat 6 kelompok biji padi masing-masing 100 butir dan masukkan dalam petridis tanpa alas kertas saring.
3. Dua kelompok biji dikecambahkan dalam sari buah pertama, 2 kelompok dalam sari buah kedua, dan 2 kelompok dalam aquades sebagai kontrol.
4. Setiap hari cairan buah diganti dengan yang baru, tetapi sebelum diganti, biji dicuci terlebih dahulu sampai bersih.

5. Amati kapan biji mulai berkecambah dan berapa banyak biji yang berkecambah tiap hari serta tentukan persentase biji yang berkecambah. Pengamatan dihentikan setelah kontrol berkecambah 100% dan hitung persentase kecambah untuk perlakuan.
6. Setiap biji yang berkecambah sesudah dihitung harus dibuang pada setiap pengamatan.

10. Hormon dan Regulator Pertumbuhan Pada Tanaman

Salah satu faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah hormon tumbuh. Auxin dan giberelin secara langsung mempengaruhi pemanjangan sel.

Sitokinin aktif dalam merangsang pembelahan sel dan absisin berpengaruh menghambat pertumbuhan. Etilen satu-satunya hormon tumbuh yang berbentuk gas, berperan merangsang pemasakan buah dan kerontokan daun. Disamping hormon-hormon ini terdapat beberapa senyawa phenol yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman misalnya coumarin dan kafein. Namun karena senyawa ini berpengaruh pada kadar yang tinggi maka tidak dapat dimasukkan pada hormon.

Hormon tumbuhan adalah senyawa yang disintesis di dalam suatu bagian tumbuhan dan ditranslokasikan ke bagian lainnya ; dalam konsentrasi yang rendah (sering efektif pada konsentrasi internal sekitar 1 μM) dapat menyebabkan respon fisiologis. Respon pada organ target tidak selalu bersifat promotif karena proses-proses seperti pertumbuhan dan diferensiasi kadang-kadang di terhambat oleh hormon terutama ABA.

Karena banyaknya senyawa sintetik yang mempunyai aktivitas seperti hormon maka digunakan istilah **zat tumbuh** atau **zat pengatur tumbuh tumbuhan** untuk senyawa-senyawa yang dibuat secara sintetik. Pada dasarnya ada lima macam kelompok hormon yang berperan pada tumbuhan, yaitu auxin, sitokinin, giberelin, absisin dan etilen. Pertumbuhan tidak hanya dipengaruhi oleh salah satu hormon, tetapi merupakan hasil kerjasama antara kelima kelompok hormon tersebut. Berikut dapat dilihat secara garis besar peran masing-masing hormon secara terpisah terhadap berbagai proses pertumbuhan.

Auksin

Auksin merupakan zat pengatur tumbuh yang berperan dalam pembesaran sel, menstimulir pembelahan sel dalam menginisiasi pembentukan akar adventif dan juga berperan dalam pembelahan sel pada kambium. Pada konsentrasi tertentu, auksin dapat mendorong fase perkembangan tetapi akan menghambat bila konsentrasinya dinaikkan, dan suatu konsentrasi yang mendorong pembesaran sel pada pucuk mungkin akan menghambat pembesaran sel pada akar dari tumbuhan yang sama. Sifat kerja auksin men-“dua” ini bergantung pada kepekaan jaringan, konsentrasi auksin endogen di dalam jaringan atau keadaan fisiologis lain dari jaringan.

Sitokinin

Sitokinin merupakan zat pengatur tumbuh yang banyak didapatkan pada organ muda terutama ujung akar. Sitokinin berfungsi dalam memacu pembelahan sel, menunda penuaan daun dan meningkatkan aktivitas wadah penampung hara. Selain itu, sitokinin juga memacu perkembangan kloroplas dan sintesis klorofil sehingga proses penuaan dapat ditunda.

Giberelin

Seperti halnya auxin, peran giberelin pada tingkat sel dengan cara mempengaruhi sejumlah proses fisiologi yang belum dapat diterangkan secara jelas. Pada beberapa peristiwa peran giberelin itu berupa pemacuan terhadap sintesis RNA dan protein. Dalam hal ini terbentuknya enzim hidrolase merupakan efek giberelin yang paling besar, sehingga berbeda dengan auxin, giberelin mampu memacu penguraian bahan organik cadangan misalnya pada biji yang berkecambah atau kuncup dorman yang tumbuh kembali. Peran giberelin terlihat nyata bila terdapat bersama dengan hormon lain, misalnya pembentukan enzim amilase pada perkecambahan biji merupakan kerjasama giberelin dengan sitokinin.

Absisin (Asam Absisat)

Absisin menghambat sintesis RNA karena efek alosterik. Absisin juga memacu produksi senyawa karbohidrat yang akan disimpan sebagai cadangan makanan. Absisin menghambat kerja ATPase, sehingga transport zat hara pada membran terhambat. Termasuk di sini hambatan masuknya K^+ ke dalam sel penutup stoma, sehingga stomata menutup. Absisin merupakan hormon yang menyebabkan tumbuhan mampu mempertahankan diri terhadap kekeringan. Pada jaringan tua absisin memacu sintesis etilen.

Gas Etilen

Sifat etilen yang lipofil tidak mempunyai pengaruh langsung terhadap enzim atau protein struktural dan kromosom. Diduga hanya bagian membran plasma yang bersifat lipid tempat kerjanya sehingga transport zat hara dan bahan organik pada membran ini berubah. Etilen mampu menghambat transport auxin di dalam parenkim. Proses ini menjadi penyebab terjadinya pengguguran daun dan buah.

Pengaruh etilen diduga juga berhubungan dengan persaingannya dengan CO_2 untuk memperoleh titik ikat yang sama, sehingga etilen mampu mempengaruhi enzim secara tidak langsung. Hal ini terlihat misalnya terjadinya pacuan etilen terhadap aktivitas enzim fenilalaninamoniumlyase dan selulase di zone pengguguran pada tangkai daun. Pengaruh pemberian etilen sangat berkurang bila pada saat yang sama diberikan CO_2 .

Percobaan a. Uji Biologis 2,4-Dichlorophenoxyaceticacid pada Pertumbuhan Akar

Tujuan:

Melihat pengaruh 2,4-D dalam perkecambahan dan pertumbuhan akar

Bahan dan Alat:

- Bahan tanaman : 105 biji mentimun (*Cucumis sativus*) atau biji jenis tanaman lainnya
- Bahan kimia : 10 ml larutan baku 2,4-D 100 ppm
- Alat-alat : Kertas merang/saring, 6 buah cawan petri

Cara kerja:

1. Letakkan selembur kertas saring pada setiap cawan petri dari 6 cawan petri.
2. Dari larutan baku 2,4-D buat masing-masing 10 ml larutan-larutan 2,4-D dengan konsentrasi sebagai berikut: 0.0; 0.001; 0.01; 0.1; 1.0 dan 10.0 mg/l.
3. Tandai setiap cawan petri dengan angka 1 sampai dengan 6. Tuangkan 10 ml larutan 2,4-D ke dalam masing-masing cawan. Catat konsentrasi 2,4-D yang ada pada masing-masing cawan.
4. Letakkan 15 biji mentimun dalam masing-masing cawan petri. Simpan di tempat gelap selama 5 hari.
5. Pada akhir percobaan ukur panjang akar primer setiap kecambah. Hitung panjang rata-rata pada masing-masing perlakuan.
6. Buatlah grafik yang memperlihatkan hubungan antara konsentrasi 2,4-D dengan panjang akar primer sehingga dapat diketahui pengaruh dari pemakaian 2,4-D dalam pertumbuhan akar.

Percobaan b. Sitokinin dan Senescence pada Daun Tanaman

Tujuan:

Untuk melihat bahwa sitokinin merupakan zat pengatur tumbuh yang berperan dalam perlambatan proses senescence

Bahan dan alat:

- Bahan tanaman : daun tanaman dalam kondisi segar
Bahan kimia : kinetin konsentrasi 0,00 ; 0,001 ; 0,01 ; 0,1 ; 1 mg/L, aquadest
Alat-alat : 5 petridisk, cork borer

Cara kerja

1. persiapkan potongan daun tanaman dengan ukuran proporsional menggunakan cork borer masing-masing 5 potongan daun untuk 5 perlakuan percobaan.
2. Persiapkan larutan perlakuan yang terdiri dari aquadest dan larutan kinetin (0,00 ; 0,001 ; 0,01 ; 0,1 ; 1 mg/L) masing-masing 10 mL dalam petridisk.
3. Tempatkan pada masing-masing larutan potongan daun kemudian tutup petridisk agar jangan terjadi interaksi dengan lingkungan.
4. Amati apa yang terjadi pada warna daun tersebut selama satu minggu perendaman baik kontrol atau pada perlakuan dengan kinetin

Percobaan c : Peranan Giberelin (GA3) Dalam Perkecambahan Biji Tumbuhan

Tujuan:

Melihat pengaruh giberelin terhadap perkecambahan biji

Bahan dan alat:

- Bahan tanaman : Biji berbagai jenis tanaman
Bahan kimia : Larutan giberelin (GA3) 0 ; 0,001 ; 0,01 ; 0,1 ; 1 mg/L
Alat-alat : 5 Petridisk dan kertas saring

Cara Kerja:

1. Ambillah 100 biji tanaman yang seragam.
2. Tempatkan pada petridisk yang telah dilapisi dengan kertas saring untuk masing-masing perlakuan sebanyak 20 biji.
3. Simpan ditempat gelap dan lakukan pemeriksaan terhadap biji setiap hari apakah telah terlihat adanya biji yang berkecambah.
4. Lakukan penyiraman dengan larutan yang sama jika terjadi kekeringan.
5. Catat waktu yang diperlukan oleh masing-masing biji berkecambah sesuai dengan perlakuan dan bandingkan hasilnya diantara masing-masing perlakuan.

11. Apikal Dominansi dan Absisi Jaringan Tumbuhan

Apikal Dominansi

Auksin disintesis dalam jumlah besar dalam tunas apikal tumbuhan dan bergerak secara basipetal (ke arah pangkal batang) ke seluruh bagian tumbuhan. Aliran auksin ini berpengaruh mendorong pemanjangan sel batang dan sekaligus menghambat pertumbuhan tunas pada ketiak daun (tunas lateral). Hal ini mengakibatkan pertumbuhan ke atas yang cepat. Keadaan ini disebut **dominansi tunas apikal**.

Bercabang tidaknya suatu tumbuhan biasanya bergantung pada banyaknya auksin yang dihasilkan dalam tunas apikal. Perkembangan tunas lateral tidak saja dapat dirangsang dengan menghilangkan tunas apikal, tetapi juga dengan memberikan senyawa-senyawa kimia tertentu atau dengan memberikan lingkungan fisik tertentu yang dapat menurunkan kandungan auksin tumbuhan. Pemangkasan pucuk untuk mengatasi dominasi apikal diterapkan dalam praktek budidaya tanaman dengan tujuan membentuk tanaman atau membuatnya tumbuh "menyemak".

Pemberian auksin pada tumbuhan yang telah dipangkas dapat menghambat pula perkembangan tunas lateral, suatu keadaan yang mirip dengan dominasi tunas apikal. Dengan demikian tunas lateral tetap dorman. Salah satu respon jaringan tumbuhan terhadap perlakuan auksin adalah pembelahan sel secara acak, yang mengakibatkan terjadinya perbanyakan sel. Kumpulan sel yang tidak atau sedikit terorganisasi semacam ini disebut **kalus**. Batang yang terluka atau dipotong sering didapati membentuk kalus bila diberi auksin.

Absisi Jaringan Tumbuhan

Berbagai bagian atau organ tumbuhan dapat mengalami absisi (keguguran). Misalnya daun, cabang atau ranting, daun mahkota bunga, bunga dan buah. Proses ini berada di bawah pengaruh auksin.

Absisi daun (dan bagian tumbuhan lainnya) terjadi karena berlangsungnya diferensiasi pada suatu lapisan sel tertentu (daerah absisi) pada pangkal petiol, disusul dengan larutnya (hilangnya) senyawa-senyawa pekat sehingga sel-sel terpisah satu dengan lainnya, kecuali sel-sel jaringan pembuluh. Selanjutnya daun akan gugur secara mekanis, baik karena gaya berat maupun karena angin, hujan dan lain-lain.

Pembentukan daerah absisi itu dipengaruhi oleh aliran (suplai) auksin dari helai daun ke batang. Selama suplai auksin cukup, daerah absisi tidak terbentuk. Tetapi jika suplai auksin ini berkurang atau hilang karena berbagai sebab (daun menua, helaian daun rusak atau mati secara berangsur-angsur) maka daerah absisi mulai terbentuk.

Kenyataan bahwa auksin dapat mengontrol proses absisi memungkinkan dilakukannya tindakan-tindakan untuk mengontrol gugur daun, bunga dan buah. Kini berbagai cara telah banyak digunakan pada tanaman budidaya, baik untuk merangsang maupun menghambat absisi. Untuk mencegah absisi daun kol pada masa panen, dapat digunakan penyemprotan 2,4-D dengan konsentrasi 25 ppm. Gugur buah apel yang sedang mengalami pematangan dapat dihambat dengan penyemprotan NAA 5-10 ppm. Selain itu beberapa tindakan dilakukan untuk mengurangi kandungan auksin dalam organ, sehingga absisi dipercepat. Misalnya, untuk memudahkan panen kapas secara mekanis, menjelang panen tanaman kapas disemprot dengan senyawa tertentu yang dapat mematikan helai daun. Lain halnya lagi dengan tanaman buah-buahan yang berbuah terlalu lebat. Untuk mengusahakan produksi buah yang optimum (agar tanaman tidak merana), tanaman dapat disemprot NAA 10-20 ppm pada saat bunga mekar. Diduga, bahwa dengan

perlakuan ini gugur buah muda yang normal tertunda, sehingga kemudian terjadi absisi buah yang lebih banyak. Tindakan penjarangan menjadi lebih efektif.

Percobaan a. Hubungan Auksin dengan Apikal Dominan

Tujuan:

Mengamati hubungan antara aktifitas auksin dengan dominansi tunas apikal

Bahan dan alat:

Bahan tanaman : 3 pot tanaman *Coleus* sp satu varietas per kelompok
Bahan kimia : vaselin, 400 ppm IAA vaselin
Alat-alat : Pisau silet, 3 pot tanaman per grup

Cara kerja :

1. Pilih 3 pucuk *Coleus* sp yang bagus.
2. Pucuk pertama dibiarkan saja pucuk kedua dipotong lalu diberi vaselin. Pucuk ketiga dipotong dan diberi pasta IAA vaselin. Pemotongan dilakukan tepat di bawah pucuk.
3. Pada hari ketujuh vaselin dan pasta IAA vaselin diganti dengan yang sama dan diamati efek yang terjadi.
4. Tanaman dibiarkan tumbuh di dalam labor sampai berumur 28 hari sesudah pemakaian IAA vaselin.
5. Ukur panjang tunas samping yang tumbuh dan amati hal-hal yang terlihat dipengaruhi akibat perlakuan yang diberikan.

Percobaan b. Auksin dan Absisi Jaringan atau Organ Tumbuhan

Tujuan:

Meneliti peranan auksin terhadap proses absisi daun

Bahan dan Alat:

Bahan tanaman : 3 pot tanaman *Coleus* sp.
Bahan kimia : pasta IAA 400 ppm, pasta vaselin
Alat-alat : kertas label, kertas millimeter, pisau silet, sudip untuk memberikan pasta

Cara kerja:

1. Pilih 2 pasang daun (empat daun) untuk masing-masing pot dan potong dengan pisau silet pada pangkal helai daunnya, serta biarkan petiolnya.
2. Bubuhkan pasta vaselin pada ujung 4 petiol pot 1, dan pasta IAA pada ujung 4 petiol pot kedua. Untuk kontrol adalah potongan tanpa pemberian pasta pada pot ketiga.
3. Setiap petiol diberi label sesuai dengan perlakuannya.
4. Ukur panjang petiol pada saat percobaan dimulai, dan setiap 3 hari sekali selama 21 hari.
5. Catat kapan petiol gugur. Untuk ini perlu diadakan pengamatan setiap hari.

12. Tropisme dan Pergerakan pada Tanaman

Gerak dalam dua kategori alami:

1. Tropisme, (bahasa Yunani, trope, artinya membengkok) yang berarti arah rangsangan lingkungan menentukan arah gerakan. Contohnya, batang yang tumbuh menjauhi gravitasi atau menuju sumber cahaya.
2. Nastik, (bahasa Yunani, nastos, artinya dipaksa mendekat) yang terpicu oleh rangsangan dari luar, namun arah rangsangan tidak menentukan arah gerakan. Contohnya, gerakan harian dedaunan, atau pembukaan dan penutupan stomata.

Perubahan lingkungan yang menginduksi gerakan tumbuhan atau respons lainnya disebut **rangsangan**. Bagian tumbuhan yang menerima rangsangan dinamakan **reseptor**. Setelah rangsangan diterima ia akan diubah (ditransduksi) menjadi bentuk lain, yang sering dikenal sebagai isyarat, yang kemudian diteruskan menjadi respons motor. Itulah yang menyebabkan timbulnya gerak tumbuhan.

Tiga tahapan gerakan tumbuhan:

1. Penerimaan
2. Transduksi
3. Respons

Gerak Nasti

Gerakan daun atau anak daun pada daun majemuk sering menunjukkan gerak nastik. Pembengkokkan organ ke atas disebut **hiponasti**, pembengkokkan ke bawah disebut **epinasti**. Gerak daun ini disebabkan oleh adanya pulvinus di pangkal tangkai daun, helai daun, atau anak daun, tetapi gerak ini juga terjadi pada tumbuhan yang tidak memiliki pulvinus. Pembengkokkan epinastik daun disebabkan oleh pertumbuhan sel yang lebih cepat dibagian atas tangkai daun dan helai daun, dibandingkan dengan di bagian bawah. Pembengkokkan berubah menjadi hiponastik ketika sel disisi bawah berubah tumbuh lebih cepat.

Niktinasti ; Gerak niktinasti merupakan proses berirama yang dikendalikan oleh interaksi antara lingkungan dan waktu biologis. Misalnya gerakan daun, dari hampir mendatar pada siang hari sampai hampir tegak pada malam hari.

Hidronasti (atau higronasti) ; Hidronasti merupakan gerakan pelipatan atau penggulangan daun, namun penggulangan daun terjadi akibat responsnya terhadap keadaan rawan air, bukan terhadap cahaya. Gerakan ini terjadi akibat hilangnya turgor dalam sel motor berdinding tipis yang disebut sel membusul (buliform). Ketika tekanan turgor menurun, turgiditas sel yang tetap disisi bawah daun mengakibatkan daun terlipat.

Tigmonasti ; Merupakan gerak nasti akibat sentuhan (bahasa Yunani, thigma, artinya sentuhan). Gerakan ini terlihat pada beberapa famili tertentu seperti mimosaceae, fabaceae. Contoh paling jelas adalah pada putri malu (*Mimosa sp.*). Kegunaan respons ini bagi tumbuhan belum dapat dipastikan namun salah satu dugaan ialah bahwa pelipatan anak daun akan mengagetkan dan mengusir serangga sebelum mereka sempat memakan daunnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gerak nasti dikendalikan oleh suatu hormon tumbuhan kelas baru yang dinamakan turgorin.

Geotropisme

Selama pertumbuhannya, organ tumbuhan dipengaruhi oleh berbagai faktor luar. Di antaranya dapat menentukan arah pertumbuhannya. Tumbuhan dapat bereaksi terhadap rangsang itu

(misalnya cahaya dan gravitasi) dengan cara melakukan gerak tumbuh (growth movement), gerak reversibel atau pertumbuhan tropi yaitu arah pertumbuhannya tergantung pada datangnya rangsang. Geotropi, yaitu arah pertumbuhan ditentukan oleh rangsang gravitasi. Organ tumbuhan dapat tumbuh mengikuti geotropi positif, negatif, diageotropi atau plagiotropi. Bahwa arah pertumbuhan itu ditentukan oleh gravitasi dapat ditunjukkan dengan percobaan menggunakan klinostat. Penerima rangsang geotropi diduga butir amilum yang terdapat pada sel-sel tertentu di ujung akar.

Mekanisme geotropi diterangkan dengan teori auxin yaitu bahwa produksi auxin di akar dan batang ditransport ke basal. Bila akar atau batang direbahkan maka kadar auxin lebih tinggi di sisi bawah sehingga bagian itu akan terpacu pertumbuhannya (pada batang) atau terhambat (pada akar) dan mengakibatkan pembengkokan. Keterangan yang sama dapat digunakan untuk menjelaskan peristiwa fototropi (rangsangnya berupa cahaya). Pertumbuhan tropi lainnya misalnya hidrotropi, aerotropi, kemotropi dan lainnya.

Percobaan a. Tropisme Sebagai Respon Terhadap Rangsangan dari Lingkungan

Tujuan:

Untuk melihat beberapa gerak tanaman yang termasuk gerak tropis yaitu:

a. Fototropisme b. Geotropisme c. Hidrotropisme

Bahan dan alat:

Bahan tanaman : Biji tanaman kacang hijau

Alat-alat : Tanah, polibag ukuran 2,5 kg, kotak karton berlobang, kotak kaca, petridisk, kapas, karet gelang, selotip atau dobletip.

Cara kerja:

a. Fototropisme

1. Bersihkan tanah dari kotoran-kotorannya, kemudian isikan ke dalam kantong plastik dan siram sampai kapasitas lapang.
2. Rendam 50 biji kacang hijau kira-kira 15 menit, tanam dalam kantong plastik yang telah berisi tanah.
3. Simpan kantong yang telah berisi biji di dalam kotak karton berlobang. Tempatkan karton pada beberapa arah sumber cahaya.
4. Amati respon perkecambahan biji tersebut setiap hari selama 1 minggu.

b. Geotropisme

1. Tempelkan kapas pada petridisk menggunakan dobletip, kemudian tempelkan biji kacang hijau yang telah direndam selama 15 menit pada kapas juga menggunakan dobletip. Usahakan arah semua biji disusun sama.
2. Siram kapas sampai lembab dan tutup petridisk.
3. Posisikan petridisk dalam posisi tegak sehingga kelihatan biji sewaktu berkecambah dengan cara menegakkan petridisk pada satu posisi serta tahan menggunakan kayu agar petridisk tidak bergerak.
4. Amati setiap hari, setelah terlihat perkecambahan dan akar telah mencapai panjang 1-2 cm, putar sedikit posisi petridisk sehingga posisi akar yang semula vertikal menjadi horizontal, tahan posisi petridisk pada kondisi tersebut.
5. Amati setiap hari respon dari akar kecambah selama satu minggu pengamatan.

c. Hidrotropisme

1. Bersihkan tanah dari kotoran dan isikan ke dalam kotak kaca.
2. Rendam biji kacang hijau dalam air selama 15 menit dan tanamkan pada kotak kaca tersebut. Biji ditanam pada bagian pinggir saja (pada sudut-sudutnya).
3. Siram tanah bagian tengah yang kosong sehingga ada daerah yang basah
4. Amati perkecambahan biji dengan melihat sikap akar pada tanaman selama satu minggu.
5. Siram bagian tengah yang menjadi daerah basah dengan air kalau terjadi kekeringan dan usahakan jaraknya dengan biji jauh agar dapat diamati respon akar terhadap air yang diberikan.

Percobaan b. Nasti Sebagai Gerak Tanggap Terhadap Stimulan dari Luar.

Tujuan:

Untuk melihat gerak nasti pada tanaman

Bahan dan alat:

Bahan tanaman : Tanaman *Mimosa pudica* dan biji mentimun

Alat-alat : Tanah, pot plastik kecil

Cara kerja :

- a. Gerak membuka dan menutupnya daun *Mimosa pudica*
 - Tanam tanaman Mimosa dalam pot dengan kondisi pertumbuhan yang baik
 - Lakukan penyentuhan terhadap daun mimosa pada bagian ujung, tengah dan pangkal tangkai daun majemuk
 - Amati respon gerak yang diberikan oleh daun mimosa dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menutup dengan sempurna semua daunnya yang memberi respon terhadap sentuhan yang diberikan
 - Biarkan daun mimosa kembali ke kondisi semula dan catat waktu yang diperlukan untuk melakukan hal tersebut
 - Tulis dan simpulkan hasil percobaan dengan mendeskripsikannya dan membuat grafik.
- b. Gerak Melilitnya Sulur Tanaman merambat
 - Tanam biji mentimun atau jenis tanaman lainnya yang memiliki sulur dan melilit dalam pot
 - Lakukan penyiraman secara teratur dan setelah mulai berkecambah dengan hipokotil yang telah terangkat dari permukaan tanah beri ajir untuk tempat melilit sulur tanaman tersebut
 - Lakukan pengamatan setiap dua hari selama 2-4 minggu
 - Amati arah pergerakan sulur
 - Catat faktor lingkungan yang mungkin mempengaruhi pergerakan tersebut (suhu, arah datangnya sinar matahari dan faktor lainnya)
 - Laporkan pengamatan dalam bentuk deskripsi

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Machlis, L., and J. G. Torrey. 1956. *Plants in Action A Laboratory Manual of Plant Physiology*. W. H. Freeman and Company. San francisco.

Meidner, H. 1984. *Class Experiments in Plant Physiology*. George Allen and Unwin (Publisher) Ltd. London.

Robert, J., and D. G. Whitehouse. 1976. *Practical Plant Physiology*. Longman Group Limited. New York.

Ross, C. W. 1974. *Plant Physiology Laboratory Manual*. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont – California.

Witham, F. H., D. F. Blaydes and R. B. Devlin. 1986. *Exercises in Plant Physiology Second Edition*. Prindle, Weber and Schmidt. Boston.