

FISILOGI TUMBUHAN DALAM PRAKTEK

NIO SONG AI



Penerbit
CV. PATRA MEDIA GRAFINDO
BANDUNG

FISIOLOGI TUMBUHAN Dalam Praktek

NIO SONG AI



Penerbit
CV. PATRA MEDIA GRAFINDO BANDUNG
2017

iii

FISIOLOGI TUMBUHAN

Dalam Praktek

NIO SONG AI

Copyright © 2017 Nio Song Ai

Penyunting : Parluhutan Siahaan
Desain Sampul : Benedicta Ludong

Hak Cipta @ pada Penulis Dilindungi (All right reserved)

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya, dalam bentuk dan dengan cara apapun juga, baik secara mekanis maupun elektronik, termasuk fotocopy, rekaman dan lain-lain tanpa izin tertulis dari penulis.



Penerbit
CV. PATRA MEDIA GRAFINDO
BANDUNG

Jl. Jend. Sudirman No. 736 - Bandung
Telp./Fax: 022-6040938 HP: 081214466604
e-mail: luhut68@yahoo.co.id
website: www.patramedia.com

Anggota IKAPI

Cetakan Pertama: Januari 2017
Dicetak oleh: CV. Patra Nedua Grafindo - Bandung

ISBN 978-602-6529-05-3



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa dan Maha Tahu sehingga penyusunan buku ini dapat diselesaikan dengan baik.

Fisiologi Tumbuhan merupakan salah satu cabang biologi yang mempelajari berbagai fungsi yang terjadi di dalam tubuh tumbuhan, yaitu berbagai reaksi kimia yang menyusun proses metabolisme yang berlangsung di dalam tubuh tumbuhan. Untuk lebih mempermudah pemahaman tentang konsep-konsep fisiologi tumbuhan di dalam kegiatan pembelajaran dibutuhkan kegiatan praktikum di samping kegiatan tatap muka di dalam kelas. Oleh sebab itu disusunlah buku **Fisiologi Tumbuhan dalam Praktek** yang dapat dipakai sebagai salah satu referensi dalam kegiatan pembelajaran bidang biologi, khususnya fisiologi tumbuhan.

Buku ini merupakan kumpulan beberapa kegiatan praktikum fisiologi tumbuhan yang sederhana dan dapat dilakukan di laboratorium-laboratorium yang mempunyai fasilitas laboratorium standar dari tingkat sekolah dasar dan menengah sampai di tingkat universitas. Penuntun kegiatan praktikum yang ditampilkan dalam buku ini terbagi dalam tujuh topik besar dan masing-masing topik menampilkan contoh-contoh percobaan sederhana yang bisa dipilih sesuai dengan fasilitas laboratorium yang dimiliki oleh tiap institusi pendidikan. Ketujuh topik yang dimaksud ialah **difusi dan osmosis** (4 kegiatan praktikum), **air dan tumbuhan** (5 kegiatan praktikum), **aliran air dalam tumbuhan** (2 kegiatan praktikum), **stomata** (3 kegiatan praktikum), **fotosintesis** (7 kegiatan praktikum), **respirasi** (3 kegiatan praktikum), **nutrisi tumbuhan** (2 kegiatan praktikum) dan **pertumbuhan dan perkembangan** (2 kegiatan praktikum).

Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada para guruku yang memotivasi penyusun untuk membuat karya tulis (teristimewa Prof. Dr. A.D. Corebima dan Prof. Dr. Herawati Susilo) serta inspirator di dalam hidupku (kedua orang tuaku yang sudah kembali ke pangkuan Tuhan, suamiku dan putriku, saudara-saudariku, sanak keluargaku, para sobatku dan kolegaku, para mahasiswaku dan murid-muridku serta pihak lain yang tidak bisa kusebutkan satu-persatu).

Buku ini masih belum sempurna, oleh sebab itu masukan dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Besar harapan penyusun buku ini akan bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan secara lebih khusus di bidang biologi untuk mencerdaskan anak bangsa.

Manado, 01 Januari 2017

DAFTAR ISI

	Halaman
DIFUSI DAN OSMOSIS.....	1
AIR DAN TUMBUHAN.....	11
ALIRAN AIR DALAM TUMBUHAN.....	23
STOMATA.....	29
FOTOSINTESIS.....	37
RESPIRASI.....	53
NUTRISI TUMBUHAN.....	61
PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN.....	69

DIFUSI DAN OSMOSIS

A. Difusi Molekul Kalium Permanganat dalam Air

1. Pengantar

Difusi merupakan proses fisika yang penting bagi kehidupan tumbuhan yang berkaitan dengan perpindahan air dan zat-zat terlarut di dalamnya masuk keluar sel. Difusi terjadi karena adanya gerak kinetik dari satu titik ke titik lainnya, sehingga menghasilkan gerakan akhir dengan arah tertentu.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat mengamati proses difusi yang terjadi dan menjelaskan pengertian difusi.

3. Alat dan bahan

Alat: sebuah cawan petri

Bahan:

- a. kristal kalium permanganat
- b. akuades

4. Cara Kerja

- a. Tuangkan 15 mL akuades ke dalam cawan petri.
- b. Letakkan cawan petri di tempat datar yang dialasi dengan kertas putih.
- c. Masukkan 1 kristal kalium permanganat yang kecil di tengah cawan petri yang telah berisi air.
- d. Perhatikan proses difusi kalium permanganat dalam air dan ukuran diameter sebaran molekul kalium permanganat tersebut.
- e. Ukurlah diameternya setelah 5 dan 10 menit.

5. Pertanyaan

- a. Berapa lama difusi kalium permanganat tersebut mencapai diameter 1 cm?
- b. Berdasarkan pengukuran saudara, apakah laju difusinya konstan? Jelaskan!
- c. Apakah yang dimaksud dengan difusi?
- d. Ceritakan sedikit tentang difusi gas dan difusi air!

6. Daftar Pustaka

- Loveless, A.R. 1987. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. California.
- Sasmitamihardja, D. 1990. *Penuntun Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. ITB. Bandung.

B. Proses Osmosis

1. Pengantar

Pada dasarnya osmosis merupakan suatu proses yang tidak berbeda dengan difusi, yaitu suatu istilah untuk menyatakan difusi bahan pelarut melalui membran semipermeabel. Gerakan air dari larutan yang pekat ke larutan yang kurang pekat (encer) melalui membran semipermeabel merupakan contoh osmosis.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat mengamati terjadinya osmosis dan menjelaskan proses osmosis.

3. Alat dan Bahan

Alat: Sebuah tabung reaksi

Bahan:

- a. Larutan tembaga sulfat 5%
- b. Kristal kalium ferrosianida

4. Cara Kerja

- a. Masukkan 5mL larutan tembaga sulfat 5% ke dalam tabung reaksi.
- b. Lalu masukkan sebutir kecil (kira-kira sebesar biji beras) kristal kalium ferrosianida dengan hati-hati ke dalam tabung di atas.
- c. Letakkan tabung dalam keadaan tegak dan sekali-kali jangan dikocok atau digoyang-goyang.
- d. Perhatikan pembentukan endapan coklat dari membran tembaga ferrosianida ($\text{Cu Fe}(\text{CN})_6$) dan amatilah sifat membran tersebut.

5. Pertanyaan

- a. Mengapa membran tembaga ferrosianida terus-menerus pecah dan terbentuk kembali? Jelaskan!
- b. Larutan apa yang ada di sebelah dalam membran dan zat apa yang dapat melalui membran tersebut? Mengapa proses ini terjadi?
- c. Apakah yang dimaksud dengan osmosis? Jelaskan!

6. Daftar Pustaka

Loveless, A.R. 1987. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik*. PT Gramedia. Jakarta.

Sasmitamihardja, D. 1990. *Penuntun Praktikum Fisiologi Tumbuhan*.
ITB. Bandung.

C. Pengaruh Konsentrasi Larutan terhadap Kecepatan Difusi

1. Pengantar

Partikel-partikel yang terkandung dalam larutan akan bergerak dari tempat yang konsentrasi partikelnya tinggi ke tempat yang konsentrasi partikelnya rendah. Pergerakan partikel-partikel dari tempat yang mempunyai konsentrasi tinggi ke tempat yang mempunyai konsentrasi rendah disebut difusi. Difusi ini akan berlangsung sampai konsentrasi larutan seimbang dan keseimbangan dinamis tercapai.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan pengaruh konsentrasi larutan terhadap kecepatan difusi.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- a. *beaker glass* 50 mL
- b. silet cukur
- c. penggaris

Bahan:

- a. kentang
- b. larutan iodium 1%
- c. larutan iodium 10%
- d. larutan iodium 100%
- e. kertas pengisap
- f. kertas grafik

4. Cara Kerja

- a. Potonglah kentang menjadi 15 kubus yang masing-masing berukuran $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$.
- b. Siapkan 3 buah *beaker glass* 50 mL, lalu berilah kode A, B dan C.
- c. Tuangkan :
 - Larutan iodium 1% ke dalam *beaker glass* A.
 - Larutan iodium 10% ke dalam *beaker glass* B.
 - Larutan iodium 100% ke dalam *beaker glass* C.
- d. Masukkan 5 kubus kentang ke dalam masing-masing *beaker glass*.

- e. Setiap interval waktu 5 menit, keluarkan sebuah kubus kentang dari masing-masing *beaker glass* dan potonglah menjadi 2 bagian dengan memakai silet cukur.
- f. Ukurlah jarak larutan iodium yang berdifusi ke dalam kubus kentang tersebut mulai dari tepian irisan kubus menuju ke daerah tengah yang masih dapat teramati larutan iodiumnya.
- g. Hitunglah rata-rata jarak difusinya, lalu masukkanlah data ke dalam tabel berikut ini:

Waktu (menit)	Rata-rata jarak difusi (mm)		
	Iodium 1%	Iodium 10%	Iodium 100%
0			
5			
10			
15			
20			
25			

5. Pertanyaan

- a. Bagaimanakah pengaruh konsentrasi larutan terhadap kecepatan difusi?
- b. Bilamanakah keseimbangan dinamis tercapai?
- c. Tulislah faktor-faktor lain yang mempengaruhi kecepatan difusi! Berikan penjelasan!
- d. Apakah perbedaan antara difusi dan osmosis?

6. Daftar Pustaka

- Hastuti, U.S. 1986. *Petunjuk Kegiatan Fisiologi Tumbuhan*. IKIP Malang. Malang
- Loveless, A.R. 1987. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. California.

D. Plasmolisis

1. Pengantar

Jika sel-sel tumbuhan terdapat dalam larutan yang hipertonik terhadap sitoplasma, maka air akan berdifusi dari sitoplasma ke luar sel. Apabila hal ini berlangsung terus, maka membran sel akan terlepas dari dinding sel. Keadaan ini disebut plasmolisis.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat:

- a. mengamati peristiwa plasmolisis,
- b. mengamati titik plasmolisis pada sel,
- c. mempelajari pengaruh berbagai konsentrasi larutan terhadap sel tumbuhan.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- a. mikroskop
- b. kaca benda
- c. kaca penutup
- d. pipet kecil
- e. silet

Bahan:

- a. daun *Canna* sp. (yang berwarna merah) atau daun *Rhoeo discolor*.
- b. akuades
- c. larutan glukosa 0,1 M
- d. larutan glukosa 0,2 M
- e. larutan glukosa 0,3 M
- f. larutan glukosa 0,4 M

4. Cara Kerja

- a. Sediakan kaca benda dan kaca penutup yang bersih.
- b. Sayatlah lapisan epidermis daun *Canna* sp. atau daun *Rhoeo discolor*, lalu letakkan di atas kaca benda.
- c. Teteskan setetes akuades di atas sediaan tersebut, tutuplah dengan kaca penutup, lalu isaplah cairan yang keluar dari sisi kiri kaca

- penutup dengan memakai kertas pengisap. Amatilah perubahan yang terjadi pada sitoplasma sel-sel epidermis tersebut.
- d. Teteskan setetes larutan glukosa 0,1 M pada sisi kanan kaca penutup, lalu isaplah cairan yang keluar dari sisi kiri kaca penutup dengan memakai kertas pengisap. Amatilah perubahan yang terjadi pada sitoplasma sel-sel epidermis tersebut.
 - e. Ulangilah perlakuan di atas dengan menggunakan larutan glukosa 0,2 M, larutan glukosa 0,3 M, larutan glukosa 0,4 M dan larutan glukosa 0,5 M.

5. Pertanyaan

- a. Jelaskan pengertian plasmolisis!
- b. Di antara larutan-larutan glukosa yang tersedia, konsentrasi manakah yang dapat menyebabkan plasmolisis pada sel epidermis daun?
- c. Jelaskan terjadinya peristiwa plasmolisis dalam percobaan tersebut!
- d. Mengapa pemupukan dengan konsentrasi tinggi dapat mematikan tanaman? Jelaskan alasannya!

6. Daftar Pustaka

- Hastuti, U.S. 1986. *Petunjuk Kegiatan Fisiologi Tumbuhan*. IKIP Malang. Malang.
- Kimball, J.W. 1991. *Biologi Jilid I (terjemahan)*. Edisi V. Erlangga. Jakarta.
- Loveless, A.R. 1987. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik*. PT Gramedia. Jakarta.
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. California.

AIR DAN TUMBUHAN

Air, elemen-elemen mineral tertentu, zat-zat organik terlarut seperti gula dan asam amino penting untuk pertumbuhan dan perkembangan yang normal pada tumbuhan.

A. Air sebagai Sistem Penyokong Tumbuhan

1. Pengantar

Pada dasarnya larutan di dalam sel terpisah dari larutan di luar sel oleh dua buah selaput. Selaput di sebelah dalam adalah plasmalema yang bersifat semipermeabel, sedangkan selaput di sebelah luar adalah dinding sel yang bersifat permeabel. Jika terdapat perbedaan potensial air di antara kedua larutan tersebut, sistem ini memungkinkan air berdifusi dari daerah yang potensial airnya tinggi ke daerah yang potensial airnya rendah.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan fungsi air bagi tumbuhan.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- a. timbangan analitis
- b. pencatat waktu

Bahan:

sehelai daun *Acalypha* sp. yang masih segar

4. Cara Kerja

- a. Ambillah sehelai daun *Acalypha* sp. yang masih segar dan berbentuk normal.
- b. Timbanglah daun itu dengan segera dan catat beratnya.
- c. Amatilah morfologi daun tersebut di tempat terbuka, jika perlu digambar.
- d. Biarkan daun tersebut di tempat terbuka.
- e. Timbang kembali beratnya dan catat perubahan morfologi yang terjadi tiap 30 menit.

5. Pertanyaan

- a. Berapa lama daun tersebut menjadi benar-benar layu?

- b. Berapa banyak air yang hilang dari daun tersebut?
- c. Apa saja fungsi air bagi tumbuhan?

6. Daftar Pustaka

- Kaufman, P.B., Labavitch J., Anderson–Prouty A., Gosheh N.S.
1975. *Laboratory Experiments in Plant Physiology*. Macmillan
Publishing Co., Inc. New York.
- Loveless, A.R. 1987. *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan untuk
Daerah Tropik*. PT Gramedia. Jakarta.
- Sasmitamihardja D. 1990. *Penuntun Praktikum Fisiologi Tumbuhan*.
ITB. Bandung.

B. Mengukur Turgiditas Relatif

1. Pengantar

Dinding sel tumbuhan hanya dapat mengembang sedikit saja, sehingga tekanan dinding sel ke arah dalam makin besar saat protoplas mengembang ke luar. Pada akhirnya dapat dicapai suatu keadaan saat tekanan dinding ke arah dalam sama dengan potensial osmotik cairan di dalam sel, sehingga sel tidak mampu menyerap air. Sel yang demikian dikatakan dalam keadaan *turgor* atau *turgid*.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat mengetahui dan melakukan cara pengukuran turgiditas relatif.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- a. sebuah cawan petri beserta tutupnya
- b. *cork borer* (alat pelubang gabus) berdiameter 0,8-1,0 cm
- c. timbangan analitis
- d. botol timbang
- e. oven yang bersuhu 100°C

Bahan:

- a. daun *Acalypha*
- b. kertas saring

4. Cara Kerja

- a. Buatlah 10 potongan daun *Acalypha* sp. dengan *cork borer*.
- b. Segera masukkan semua potongan daun ke dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya, lalu tutup rapat.
- c. Timbanglah kembali botol timbang beserta semua potongan daun untuk mengetahui berat total potongan-potongan daun tersebut. Berat daun ini disebut **berat segar** (BS).
- d. Masukkan semua potongan daun tadi ke dalam cawan petri yang telah berisi akuades secukupnya, lalu tutuplah dan letakkan di dekat jendela atau di bawah lampu neon.
- e. Biarkan potongan daun itu dalam air selama 2-3 jam.

- f. Selanjutnya ambillah semua potongan daun, hilangkan air berlebihan yang menempel pada permukaan daun dengan kertas saring.
- g. Timbang kembali semua potongan daun dengan menggunakan botol timbang yang sama. Berat yang diperoleh adalah **berat dalam keadaan turgor** (BT).
- h. Panaskan semua potongan daun dalam oven sampai kering dan timbang berat keringnya (BK).
- i. Hitunglah turgiditas relatif dengan menggunakan rumus :

$$TR = (BS-BK)/(BT-BK) \times 100$$

5. Pertanyaan

- a. Mengapa cawan petri tertutup yang telah berisi potongan daun harus diletakkan di dekat jendela atau di bawah lampu neon? Jelaskan!
- b. Apakah yang dimaksud dengan turgiditas relatif?
- c. Adakah faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pengukuran turgiditas relatif?

6. Daftar Pustaka

- Kaufman P.B., Labavitch J., Anderson-Prouty A., Gosheh N.S. 1975. *Laboratory Experiments in Plant Physiology*. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.
- Loveless A.R. 1987. *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik*. PT Gramedia. Jakarta.
- Sasmitamihardja D. 1990. *Penuntun Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. ITB. Bandung.

C. Mengukur Potensial Osmotik (PO) Sel dengan Cara Plasmolisis

1. Pengantar

Potensial osmotik sel menggambarkan status suatu larutan dalam satuan tekanan atau energi yang sangat ditentukan oleh perbandingan antara pelarut dengan zat terlarutnya. Ada berbagai cara pengukuran potensial osmotik, di antaranya dengan cara plasmolisis. Plasmolisis adalah peristiwa lepasnya sitoplasma dari dinding sel akibat keluarnya air dari sel.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat menentukan potensial osmotik sel dengan cara plasmolisis.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- a. 7 buah tabung reaksi
- b. 7 buah pipet berkapasitas 10 mL
- c. pisau silet
- d. pinset berujung runcing atau jarum bertangkai
- e. mikroskop dengan gelas objek dan gelas penutup

Bahan:

- a. daun *Rhoeo discolor* yang masih segar
- b. larutan sukrosa 0,26 ; 0,24 ; 0,22 ; 0,20 ; 0,18 ; 0,16 ; 0,14 M

4. Cara Kerja

- a. Isilah tabung reaksi dengan 5 mL larutan sukrosa, tiap tabung untuk 1 macam konsentrasi larutan sukrosa.
- b. Buatlah beberapa sayatan permukaan epidermis bawah daun *Rhoeo discolor*, paling sedikit mengandung 25 buah sel yang berwarna merah (masih mengandung antosianin).
- c. Masukkan 2-3 sayatan ke dalam masing-masing tabung reaksi yang sudah berisi larutan sukrosa dan biarkan selama 30 menit.
- d. Setelah 30 menit, periksa sayatan epidermis tadi di bawah mikroskop dengan larutan sukrosa tempat menyimpan sayatan.
- e. Carilah konsentrasi sukrosa menunjukkan 50% sel-sel epidermis tadi telah berplasmolisis. Keadaan ini disebut **insipien**

plasmolisis. Sel pada keadaan **insipien plasmolisis** mempunyai potensial osmotik (PO) yang sama dengan PO larutan yang digunakan.

- f. Tentukan PO sel pada keadaan **insipien plasmolisis** berdasarkan Tabel 1.

5. Pertanyaan

Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pengukuran potensial osmotik (PO) sel dengan cara plasmolisis? Jelaskan!

6. Daftar Pustaka

- Kaufman, P.B., Labavitch, J., Anderson–Prouty, A., Gosheh, N.S. 1975. *Laboratory Experiments in Plant Physiology*. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. California.
- Sasmitamihardja, D. 1990. *Penuntun Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. ITB. Bandung.

Tabel 1. Hubungan molar sukrosa dengan potensial osmotiknya pada suhu 20°C (modifikasi data dari A. Ursprung dan G. Blum dalam Sasmitamihardja, 1990)

M sukrosa	PO (atm) pada suhu 20°C	M sukrosa	PO (atm) pada suhu 20°C	M sukrosa	PO (atm) pada suhu 20°C	M sukrosa	PO (atm) pada suhu 20°C
0,01	-0,3	0,41	-11,4	0,81	-26,0	1,21	-46,0
0,02	-0,5	0,42	-11,7	0,82	-26,4	1,22	-46,6
0,03	-0,8	0,43	-12,1	0,83	-26,8	1,23	-47,2
0,04	-1,1	0,44	-12,4	0,84	-27,2	1,24	-47,8
0,05	-1,3	0,45	-12,7	0,85	-27,6	1,25	-48,4
0,06	-1,6	0,46	-13,0	0,86	-28,0	1,26	-49,0
0,07	-1,9	0,47	-13,3	0,87	-28,4	1,27	-49,6
0,08	-2,1	0,48	-13,7	0,88	-28,8	1,28	-50,3
0,09	-2,4	0,49	-14,0	0,89	-29,3	1,29	-50,9
0,10	-2,6	0,50	-14,3	0,90	-29,7	1,30	-51,6
0,11	-2,9	0,51	-14,6	0,91	-30,2	1,31	-52,6
0,12	-3,2	0,52	-15,0	0,92	-30,7	1,32	-52,9
0,13	-3,4	0,53	-15,3	0,93	-31,1	1,33	-53,6
0,14	-3,7	0,54	-15,6	0,94	-31,6	1,34	-54,3
0,15	-4,0	0,55	-16,0	0,95	-32,1	1,35	-54,9
0,16	-4,2	0,56	-16,3	0,96	-32,6	1,36	-55,6
0,17	-4,5	0,57	-16,7	0,97	-33,1	1,37	-56,3
0,18	-4,7	0,58	-17,1	0,98	-33,6	1,38	-57,0
0,19	-5,0	0,59	-17,4	0,99	-34,1	1,39	-57,7
0,20	-5,3	0,60	-17,8	1,00	-34,6	1,40	-58,4
0,21	-5,6	0,61	-18,1	1,01	-35,1	1,41	-59,1
0,22	-5,9	0,62	-18,5	1,02	-35,7	1,42	-59,9
0,23	-6,1	0,63	-18,9	1,03	-36,2	1,43	-60,6
0,24	-6,4	0,64	-19,2	1,04	-36,7	1,44	-61,3
0,25	-6,7	0,65	-19,6	1,05	-37,2	1,45	-62,1
0,26	-7,0	0,66	-20,0	1,06	-37,7	1,46	-62,8
0,27	-7,3	0,67	-20,7	1,07	-38,2	1,47	-63,6
0,28	-7,5	0,68	-20,7	1,08	-38,8	1,48	-64,3
0,29	-7,8	0,69	-21,1	1,09	-39,3	1,49	-65,0
0,30	-8,1	0,70	-21,5	1,10	-39,8	1,50	-65,8
0,31	-8,4	0,71	-21,9	1,11	-40,4	1,51	-66,5
0,32	-8,7	0,72	-22,3	1,12	-40,9	1,52	-67,3
0,33	-9,0	0,73	-22,7	1,13	-41,5	1,53	-68,1
0,34	-9,3	0,74	-23,1	1,14	-42,0	1,54	-68,9
0,35	-9,6	0,75	-23,4	1,15	-42,5	1,55	-69,7
0,36	-9,9	0,76	-23,8	1,16	-43,1	1,56	-70,6
0,37	-10,2	0,77	-24,3	1,17	-43,7	1,57	-71,5
0,38	-10,2	0,78	-24,7	1,18	-44,8	1,58	-73,1
0,39	-10,8	0,79	-25,1	1,19	-44,8	1,59	-73,1
0,40	-11,1	0,80	-25,5	1,20	-45,4	1,60	-73,9

D. Mengukur Potensial Air Umbi Kentang atau Ubi Jalar

1. Pengantar

Potensial air atau tekanan difusi air menunjukkan kemampuan air untuk melakukan difusi dan merupakan salah satu komponen proses osmosis. Dua komponen potensial air adalah potensial tekanan dan potensial osmotik. Potensial tekanan disebabkan oleh bertambahnya tekanan dan sebanding dengan tekanan sistem, sedangkan potensial osmotik disebabkan oleh adanya partikel-partikel zat terlarut.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat melakukan pengukuran potensial air dalam suatu sistem.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- cork borer* yang berdiameter 0,8 cm
- pisau silet
- botol bermulut besar dengan kapasitas 50 ml
- mistar berskala mm

Bahan:

- umbi kentang atau ubi jalar
- larutan sukrosa dengan konsentrasi 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 M

4. Cara Kerja

- Pilihlah umbi kentang atau ubi jalar yang besar dan buatlah silinder umbi dengan *cork borer*.
- Potong silinder umbi sama panjang, yaitu 40 mm.
- Siapkan botol-botol, lalu isilah dengan 30 mL larutan sukrosa, tiap botol diisi satu macam konsentrasi.
- Masukkan 4 potongan umbi ke dalam tiap botol. Bekerjalah dengan cepat untuk memperkecil penguapan air dari permukaan silinder. Mengapa?
- Tutuplah tiap botol dengan *aluminium foil* selama percobaan.
- Biarkan silinder umbi selama 2 jam dalam larutan agar umbi mengadakan keseimbangan dengan larutan sukrosa.

- g. Setelah 2 jam, ambillah tiap silinder umbi dari masing-masing botol. Ukur kembali panjangnya (sampai pendekatan 0,5 mm) dan catat datanya.
- h. Hitunglah rata-rata panjang silinder umbi dari tiap konsentrasi sukrosa yang digunakan.
- i. Berdasarkan data di atas, buatlah grafik dengan molaritas larutan sebagai sumbu X dan rata-rata panjang silinder umbi sebagai sumbu Y. Buatlah juga garis sejajar sumbu X pada jarak 40 mm.
- j. Dengan menggunakan grafik tadi, tentukan pada konsentrasi sukrosa berapa panjang silinder umbi tidak berubah. Konsentrasi tersebut merupakan potensial air umbi tersebut dan nilainya dapat dilihat pada Tabel 1.

5. Pertanyaan

- a. Bagaimanakah interpretasi saudara terhadap grafik yang diperoleh? Jelaskan!
- b. Faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi hasil percobaan?

6. Daftar Pustaka

- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. California.
- Sasmitamihardja, D. 1990. *Penuntun Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. ITB. Bandung.

E. Mengukur Potensial Air Daun Tumbuhan dengan Cara Shardakov

1. Pengantar

Potensial air atau tekanan difusi air menunjukkan kemampuan air untuk melakukan difusi dan merupakan salah satu komponen proses osmosis. Dua komponen potensial air adalah potensial tekanan dan potensial osmotik. Potensial tekanan disebabkan oleh bertambahnya tekanan dan sebanding dengan tekanan sistem, sedangkan potensial osmotik disebabkan oleh adanya partikel-partikel zat terlarut.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat menentukan potensial air daun tumbuhan dengan cara Shardakov.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- a. *cork borer*
- b. 6 buah pipet berkapasitas 10 mL
- c. 6 buah botol kultur
- d. 6 buah mikropipet atau *syringe*
- e. pinset

Bahan:

- a. daun *Acalypha* yang segar
- b. larutan sukrosa 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; dan 0,6 M
- c. kristal metilen blue

4. Cara Kerja

- a. Isilah tiap botol dengan larutan sukrosa yang berbeda, masing-masing sebanyak 10 mL.
- b. Buatlah potongan daun tanaman yang akan diukur potensial airnya dengan *cork borer*.
- c. Masukkan 10 atau 15 potongan daun ke dalam tiap botol.
- d. Tutuplah botol-botol dan biarkan potongan-potongan daun dalam larutan selama 80 menit. Goyangkan tiap botol dengan perlahan-lahan setiap 20 menit untuk mempercepat tercapainya keseimbangan.

- e. Setelah 80 menit, keluarkan semua potongan daun dari botol-botol dengan pinset.
Perhatian: Gunakan pinset yang berbeda untuk tiap tabung atau cucilah pinset dengan akuades tiap kali akan dipakai.
- f. Ujilah larutan sisa dengan larutan penguji, yaitu larutan asal yang konsentrasinya sama dan telah diwarnai dengan metilen biru.
- g. Teteskan larutan penguji dengan *syringe* di atas sisa larutan tadi perlahan-lahan dan amatilah gerakan larutan penguji tadi.

Catatan :

- Jika larutan penguji jatuh ke dasar larutan sisa, maka larutan sisa menjadi lebih encer dari semula.
 - Jika larutan penguji dipantulkan lagi ke atas, maka larutan sisa menjadi lebih pekat dari semula.
 - Carilah sisa larutan yang menunjukkan larutan penguji tidak jatuh ke dasar maupun dipantulkan ke atas, tapi melayang pada larutan sisa.
 - Larutan sisa yang menunjukkan larutan penguji melayang di dalamnya merupakan larutan yang tidak mengalami perubahan selama digunakan untuk merendam potongan daun tadi. Hal ini berarti keadaan daun seimbang dengan larutan sukrosa yang digunakan, sehingga dapat disimpulkan bahwa potensial air sama dengan potensial air larutan sukrosa.
- h. Lihatlah Tabel 1 untuk mengetahui besarnya nilai potensial air daun tersebut.

5. Pertanyaan

- a. Mengapa pinset yang dipakai untuk tiap tabung pada cara kerja e. harus berbeda atau dicuci dengan akuades? Jelaskan!
- b. Sebutkan 3 kelebihan dan kekurangan cara pengukuran potensial air dengan cara Shardaikov!

6. Daftar Pustaka

- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. California.
- Sasmitamihardja, D. 1990. *Penuntun Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. ITB. Bandung.

ALIRAN AIR DALAM TUMBUHAN

A. Angkutan Air

1. Pengantar

Tumbuhan menyerap air dari tanah melalui akar, mengalirkannya melalui batang dan lalu menguapkannya ke udara melalui daun. Sebagian besar air yang diserap oleh akar tidak disimpan dalam tumbuhan atau digunakan dalam berbagai proses metabolisme, tetapi hilang ke udara melalui evaporasi. Aliran air dapat melalui pembuluh angkut seperti xilem dan floem. Hal ini terjadi sebagai konsekuensi struktur tumbuhan yang berhubungan dengan lingkungan.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat mengamati bagian-bagian tanaman yang melakukan pengangkutan air dan zat-zat lain yang terlarut dalam air.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- a. mikroskop beserta gelas objek dan gelas penutup
- b. pipet Pasteur
- c. silet
- d. gelas pengaduk
- e. *beaker glass* 1000 mL

Bahan:

- a. larutan zat warna (eosin)
- b. tumbuhan pacar air (*Impatiens* sp.)
- c. air

4. Cara Kerja

- a. Sediakan larutan zat warna yang terdiri dari air dan eosin.
- b. Potonglah batang *Impatiens* sp. yang besar dan segar.
- c. Biarkanlah 1,5 jam, lalu amatilah yang terjadi pada batang, cabang, dan tulang daun tumbuhan tersebut.
- d. Buatlah sayatan melintang bagian batang, cabang, dan tulang daun tersebut setipis mungkin dengan silet. Amatilah di bawah mikroskop dan gambarlah!

5. Pertanyaan

- a. Faktor apakah yang menyebabkan air dapat diangkut oleh tumbuhan dengan arah yang berlawanan dengan gaya berat?
- b. Sebutkan 2 macam pembuluh angkut pada tumbuhan dan jelaskan fungsinya masing-masing!
- c. Apakah yang dimaksud dengan pengangkutan ekstra vasikular dan intra vasikular?

6. Daftar Pustaka

- Loveless, A. R. 1987. *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik*. PT Gramedia. Jakarta.
- Diana, S., Anggreini, S. dan Rahman, T. 1989. *Penuntun Kegiatan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan*. IKIP Bandung. Bandung.

B. Mengukur Laju Transpirasi dengan Penimbangan

1. Pengantar

Proses evaporasi yang terjadi pada seluruh bagian tumbuhan disebut transpirasi. Kehilangan air terbesar dalam transpirasi adalah melalui daun. Ada dua macam transpirasi yakni transpirasi kutikula dan transpirasi stomata. Dalam laboratorium dapat dilakukan berbagai cara pengukuran laju transpirasi, antara lain dengan kertas kobal klorida, dengan photometer, pengumpulan uap air yang ditranspirasi, penimbangan langsung, dengan lysimeter, pertukaran gas, dan metode aliran batang. Berikut ini kita akan mencoba untuk mengukur transpirasi dengan penimbangan.

2. Tujuan

- a. Para mahasiswa diharapkan dapat mengukur laju transpirasi tanaman dengan penimbangan.
- b. Para mahasiswa diharapkan dapat mengamati pengaruh faktor lingkungan terhadap transpirasi.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- a. 2 buah botol bermulut besar atau labu Erlenmeyer yang berkapasitas 250 mL
- b. 2 buah gabus penutup botol atau labu Erlenmeyer yang bagian tengahnya telah dilubangi
- c. timbangan

Bahan:

- a. vaselin
- b. satu spesies tanaman yang masih kecil atau sepotong pucuk tanaman, sepanjang 40 cm.

4. Cara Kerja

- a. Ambillah satu spesies tanaman yang masih kecil atau sepotong pucuk tanaman yang panjangnya 40 cm.
- b. Siapkan botol-botol dan isilah dengan air kira-kira sebanyak setengah bagian.
- c. Masukkan tanaman atau potongan pucuk tanaman ke dalam botol yang sudah berisi air melalui lubang penutup botol.

- d. Aturilah agar tidak terjadi penguapan selain melalui tanaman percobaan.
- e. Timbanglah botol beserta tanamannya dan catat beratnya.
- f. Letakkan 1 botol di ruang praktikum dan satu lagi di luar ruangan.
- g. Timbang kembali botol-botol tersebut tiap $\frac{1}{2}$ atau 1 jam dan catatlah pengurangan berat yang terjadi.
- h. Setelah penimbangan terakhir, ambilah tanaman percobaan dan ukur luas total daunnya.
- i. Hitunglah laju transpirasi tanaman dari masing-masing perlakuan dalam mg air/dm^2 luas daun.

5. Pertanyaan

- a. Kesalahan-kesalahan apakah yang mungkin terjadi pada pengukuran laju transpirasi dengan penimbangan? Jelaskan!
- b. Jelaskan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi laju transpirasi!

6. Daftar Pustaka

- Loveless, A. R. 1987. *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik*. PT Gramedia. Jakarta.
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. California.
- Sasmitamihardja, D. 1990. *Penuntun Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. ITB. Bandung.

STOMATA

A. Distribusi Stoma pada Berbagai Macam Tanaman

1. Pengantar

Transpirasi pada tumbuhan dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor internal dan eksternal. Yang merupakan faktor-faktor internal adalah banyak sedikitnya stomata, bentuk stomata, besar kecilnya daun, banyak sedikitnya bulu pada permukaan daun. Faktor-faktor eksternal dapat berupa radiasi, temperatur, kelembaban udara, tekanan udara, angin, keadaan air dalam tanah.

Tumbuhan darat umumnya mempunyai stomata di permukaan abaksial daun, tetapi ada pula tumbuhan darat tertentu mempunyai stomata yang lebih banyak pada permukaan abaksial daun. Tumbuhan xerofit menyesuaikan diri dengan lingkungan hidupnya dengan daun yang tebal, sedikit stomata, stomata yang tersembunyi. Stomata tumbuhan yang hidup di air biasanya terletak di permukaan atas daun.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat:

- a. Menghitung jumlah stomata pada satuan luas daun tertentu,
- b. Menentukan bentuk stomata yang diamati,
- c. Membandingkan distribusi stomata pada berbagai jenis daun berdasarkan lingkungan hidupnya.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- a. mikroskop
- b. kaca benda
- c. gunting
- d. counter

Bahan:

- a. daun *Ficus elastica* dan *Nerium oleander*
- b. daun *Alamanda chatartica*
- c. daun *Begonia* sp., *Asplenium* sp.
- d. daun *Nymphaea* sp., *Nelumbo* sp.
- e. cairan korektor
- f. isolasi

4. Cara Kerja

- a. Oleskan cairan korektor pada permukaan bawah daun.
- b. Letakkan isolasi pada olesan tersebut dan tunggulah beberapa saat, lalu lepaskan isolasi tersebut dari daun.
- c. Letakkanlah isolasi tersebut pada kaca benda, lalu amati di bawah mikroskop.
- d. Amati dan gambarlah stomata yang diamati. Hitunglah jumlah stomata pada empat medan pandangan mikroskop, lalu hitung rata-ratanya.
- e. Ulangilah kegiatan a-d dengan memakai permukaan atas daun.
- f. Bandingkan distribusi stomata pada berbagai jenis daun yang tersedia.

5. Pertanyaan

- a. Ada berapa macam bentuk stomata yang diamati? Sebutkan dan jelaskan ciri-cirinya!
- b. Sebutkan dan jelaskan juga macam-macam stomata lain yang tidak teramati!
- c. Berdasarkan letak dan distribusi stomata pada daun-daun yang saudara amati, dapatkah saudara menentukan macam tanaman berdasarkan lingkungan hidupnya?

6. Daftar Pustaka

- Kartini, E., Lukiati, B dan Purwantisari, S. 1991. *Fisiologi Tumbuhan (Buku Penunjang Perkuliahan)*. H. Susilo (Ed), IKIP Malang. Malang.
- Loveless, A. R. 1987. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik*. Erlangga. Jakarta.
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. California.

B. Perilaku Membuka dan Menutupnya Stomata

1. Pengantar

Transpirasi dapat terjadi karena membukanya stomata. Perubahan membuka dan menutupnya stomata akan berpengaruh terhadap laju transpirasi. Pengukuran laju transpirasi secara periodik (interval waktu 15 menit) dapat memberikan gambaran tentang perilaku stomata selama periode tersebut.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan peristiwa membuka menutupnya stomata berdasarkan hasil pengukuran laju transpirasi dalam interval tertentu.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- a. sebuah botol bermulut besar
- b. alumunium foil
- c. sebuah jarum suntik
- d. timbangan semi analitik

Bahan:

- a. daun *Acalypha* sp.
- b. vaselin
- c. air

4. Cara Kerja

- a. Isilah botol dengan air sampai setinggi $\frac{3}{4}$ bagian.
- b. Tutup botol tersebut dengan alumunium foil.
- c. Potonglah sehelai daun *Acalypha* sp. pada pangkal tangkai daunnya dan langsung masukkan ke dalam air.
- d. Masukkan tangkai daun ke dalam botol yang telah disiapkan melalui lubang yang dibuat pada alumunium foil.
- e. Tusukkan jarum suntik ke dalam botol yang telah disiapkan melalui alumunium foil.
- f. Tutup setiap lubang yang terjadi akibat pemasukan tangkai daun dan jarum suntik dengan vaselin.

- g. Timbanglah daun beserta botolnya dengan timbangan yang tersedia.
- h. Catatlah perubahan berat botol beserta daunnya setiap 15 menit selama 1½ jam.
- i. Buatlah grafik dengan interval waktu sebagai sumbu x dan kehilangan air sebagai sumbu y.
- j. Jangan lupa catat keadaan ruang percobaan seperti suhu dan kelembaban.

5. Pertanyaan

- a. Apa tujuan menusukkan jarum suntik ke dalam botol melalui alumunium foil pada kegiatan e?
- b. Mengapa setiap lubang yang terjadi akibat pemasukan tangkai daun dan jarum suntik harus ditutup dengan vaselin?
- c. Bagaimanakah perubahan berat botol beserta daunnya setiap 15 menit selama 1½ jam? Jelaskan!
- d. Berdasarkan grafik yang saudara buat, apakah kesimpulan yang dapat saudara ambil?
- e. Jelaskan hubungan perilaku stomata dan transpirasi!

6. Daftar Pustaka

- Loveless, A. R. 1987. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik*. Gramedia. Jakarta.
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. California.
- Sasmitamihardja, D. 1990. *Penuntun Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. ITB. Bandung.

C. Pengaruh Turgor terhadap Membuka Menutupnya Stomata

1. Pengantar

Stomata akan membuka apabila turgor sel penutup tinggi dan akan menutup apabila turgor sel penutupnya rendah.

2. Tujuan

Para mahasiswa diharapkan dapat membuktikan bahwa stomata akan membuka apabila turgor sel penutup tinggi dan akan menutup apabila turgor sel penutupnya rendah.

3. Alat dan Bahan

Alat:

- a. mikroskop beserta gelas objek dan gelas penutupnya
- b. pipet Pasteur
- c. silet

Bahan:

- a. daun *Rhoeo discolor* yang masih segar
- b. larutan sukrosa 10%
- c. kertas saring

4. Cara Kerja

- a. Buatlah sayatan epidermis bawah daun *Rhoeo discolor* dan letakkan pada gelas objek dengan setetes air, lalu tutuplah dengan gelas penutup.
- b. Amati keadaan stomata di bawah mikroskop, membuka atau menutup.
- c. Sambil diamati di bawah mikroskop, teteskan larutan sukrosa 10% pada salah satu sisi gelas penutup dan isaplah kelebihanannya dengan kertas saring pada sisi yang lain.
- d. Perhatikan stomatanya dan amatilah perubahan yang terjadi.

5. Daftar Pustaka

- Loveless, A. R. 1987. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik*. Gramedia. Jakarta.
- Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. 1992. *Plant Physiology*. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. California.