

BAB II

TUMBUHAN DAN LINGKUNGANNYA (Mekanisme Penyerapan, Pengaliran dan Kehilangan Air)

Kompetensi Dasar:

1. Mampu menjelaskan Hubungan Tumbuhan dan air
2. Mampu melakukan analisis pada proses membuka dan menutupnya stomata.
3. Mampu mendiskripsikan proses osmosis pada tubuh tumbuhan

Air merupakan molekul terbesar dalam kehidupan dan memiliki sifat fisik dan kimia yang unik.

Fungsi Air Dalam Kehidupan (Tumbuhan) :

1. Berperan dalam reaksi biokimia di dalam protoplasma, yang kerjanya dikontrol oleh enzim. Komponen-komponen reaktif dalam rangkaian reaksi metabolisme terlarut dalam air, sehingga memberi fasilitas bagi reaksi-reaksi biokimia. Air bereaksi secara langsung dalam komponen reaktif dalam metabolisme, contohnya yaitu dalam proses sintesa dan perombakan asam lemak.
2. Untuk pembentukan koloid protoplasma. Protoplasma yang terdiri dari antara lain protein, asam nukleat. Enzim mengkatalisis proses pembentukan protein ini dan dibantu dengan keberadaan air. Dalam pembentukan koloid pati dan pektin juga demikian, pati dan pektin berasosiasi dengan air membentuk koloid.
3. Untuk sistim hidrolis. Air memberikan tekanan hidrolis pada sel dan menimbulkan turgor pada sel-sel tumbuhan sehingga dapat memberi sokongan/tumpangan pada jaringan struktural yang tidak mempunyai

sokongan. Contoh: a) Tumbuhan yang hidup di daerah basah (teratai, genjer), jika sel-selnya kekurangan air maka akan kelihatan layu terutama daun akan layu jika kekurangan air. b) Tekanan hidrolik juga sangat berperan pada proses membuka dan menutupnya stomata.

4. Sebagai sistem transport. Air sebagai alat transport untuk mengangkut bahan-bahan dari satu sel ke sel lain, dari jaringan ke jaringan lain, dari tanah hingga ke daun dan seluruh tubuh tumbuhan.
5. Sebagai stabilisator dan pemindah panas. Sebagai pengatur suhu tubuh tumbuhan, air mempunyai panas jenis yang tinggi. Pada proses ini, air berfungsi sebagai dapur (buffer), sebagai penyerap sejumlah panas sehingga kenaikan dan penurunan suhu tidak terlalu besar.
6. Merupakan 90 – 95% penyusun tubuh tanaman
7. Aktivator enzim
8. Sumber H dalam fotosintesis
9. Penghasil O₂ dalam fotosintesis
10. Pengatur pemanjangan sel dan pertumbuhan, dll

Beberapa sifat air terkait dengan kepentingan tumbuhan:

Sifat Fisik

1. Berbentuk cair pada suhu kamar
2. Panas jenis air tinggi/besar. Air dapat menyerap banyak panas tanpa menyebabkan suhu tubuh tumbuhan menjadi naik dan relatif stabil sehingga metabolisme berjalan stabil. Penelitian menemukan: menaikkan suhu 1 gr air menjadi 1°C diperlukan 1,515 jkkalori.
3. Mengembang pada waktu membeku. Volume air menjadi bertambah dalam keadaan beku, berat jenis air beku adalah lebih kecil dari air biasa.
4. Viskositas/ kekentalan/ daya alir. Viskositas air sangat rendah, sehingga mudah mengalir dan mudah dipindah-pindahkan di dalam tubuh, hal ini memudahkan proses transportasi.
5. Adhesi dan kohesi. Adhesi adalah kemampuan suatu molekul untuk berikatan dengan molekul lain yang berlainan jenis. Kohesi adalah kemampuan suatu molekul untuk berikatan dengan molekul lain yang sejenis. Molekul air mempunyai kemampuan kuat mengikat molekul lain, contoh : pada kemampuan air dalam mengikat molekul pati dan selulosa, sifat ini sangat membantu dalam proses pengangkutan air di dalam Xylem.

6. Panas latent, penguapan, pencairan. Contoh: 1 gram air untuk menjadi uap pada temperatur 10°C , maka dibutuhkan E sebesar 586 kalori ($E = \text{panas latent penguapan}$), Untuk mengubah 1 gram es 0°C menjadi cair dibutuhkan $E = 80$ kalori ($E = \text{panas latent pencairan}$).

Difusi Dan Osmosis

a. Difusi

Difusi adalah proses perembesan senyawa kimia tertentu secara spontan dari daerah yang memiliki konsentrasi tinggi ke daerah yang berkonsentrasi rendah. Proses ini terjadi akibat mobilitas dan energi kinetik dari molekul atau ion yang berdifusi tersebut. Arah gerakan tidak tentu, ini dikarenakan adanya hantaman molekul-molekul tersebut. Mekanisme ini menjadi penting dalam menghubungkan sel dengan lingkungannya.

Proses difusi digerakkan oleh gaya dorong yang terjadi karena adanya beda potensial dari tinggi ke rendah baik dalam hal temperatur, listrik, tekanan hidrostatik, konsentrasi dan lain-lain.

Kecepatan transportnya dihitung dalam **Flux** (besarnya massa yang melewati satu luas permukaan tertentu pada satuan waktu tertentu). Contoh; a) pada proses perembesan yang terjadi tanpa melewati sekat/ membran di dalam protoplasma, seperti dari ujung retikulum endoplasma ke bagian lain, b) pada proses perembesan yang terjadi dengan melewati sekat seperti dari intra ke ekstra sel, dari sitoplasma ke nukleoplasma, dari sitoplasma ke organel-organel sel.

Difusi Gas di alam: minyak wangi, gas amoniak, H_2S , proses difusi berjalan tanpa sekat/membran, dengan tujuan untuk menyamakan konsentrasi. Proses difusi gas ini di dalam tubuh tumbuhan juga berlangsung, misalnya pada proses pertukaran gas di dalam daun pada gas CO_2 , O_2 , etilen, minyak atsiri.

Pada proses fotosintesis terjadi pemindahan O_2 dari daun ke udara bebas dan pemindahan CO_2 dari udara ke daun. Pada peristiwa ini, O_2 dapat di bebaskan dan CO_2 dapat digunakan jika kandungan O_2 daun lebih tinggi dari lingkungan sekitar dan kandungan CO_2 udara bebas lebih besar dari di daun.

Difusi Kristal Zat Warna

Contoh : $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{air} \rightarrow \text{merah}$

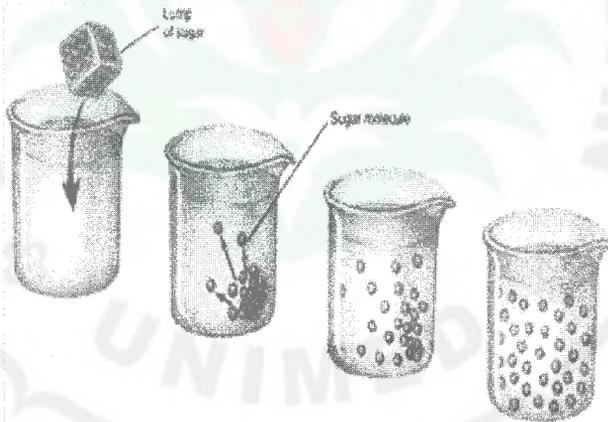
$\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{air} \rightarrow \text{biru}$

Keduanya dapat berdifusi ke segala arah

Difusi melalui membran, terjadi karena 2 hal yaitu gradien konsentrasi dan gradien listrik. Berdasarkan ada tidaknya pembawa (carier) pada membran, difusi dibedakan atas: Difusi bebas yaitu difusi zat tanpa pembawa (carier) yang terjadi pada membran (zat-zat dapat secara bebas berdifusi sendiri). Contoh: ion dan gula, mengalami transport secara difusi terikat dan juga difusi bebas. Sedangkan difusi terikat adalah difusi pada zat dengan bantuan carrier.

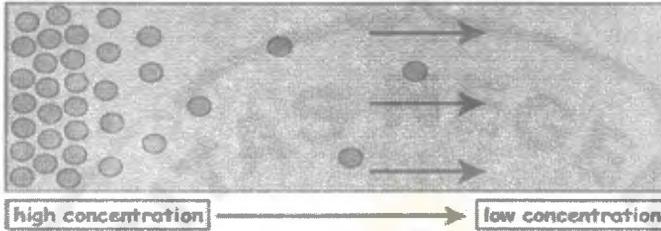
Faktor yg mempengaruhi difusi :

1. Suhu, makin tinggi difusi makin cepat
2. BM makin besar difusi makin lambat
3. Kelarutan dalam medium, makin besar difusi makin cepat
4. Beda potensial kimia, makin besar beda difusi makin cepat



Gambar : Proses Difusi (<http://gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookPS.html>)

Diffusion



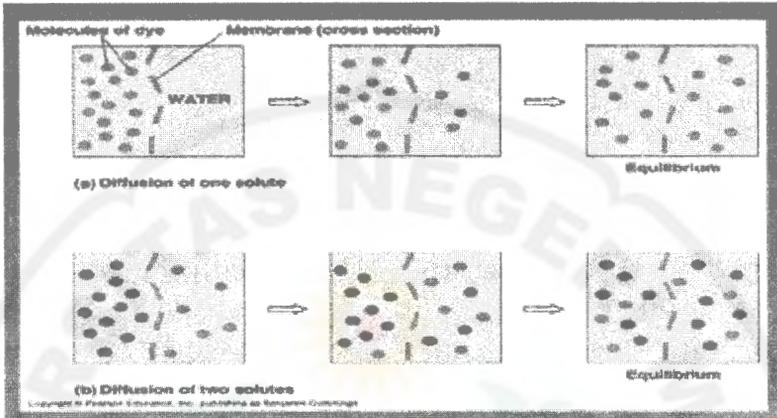
● solute

Solute transport is from the left to the right; movement of the solutes is due to the concentration gradient (dC/dx).

(<http://gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookPS.html>)

Laju difusi antara lain tergantung pada suhu dan densitas (kepadatan) medium. Pertukaran udara melalui stomata merupakan contoh dari proses difusi. Pada siang hari terjadi proses fotosintesis yang menghasilkan O_2 sehingga konsentrasi O_2 meningkat. Peningkatan konsentrasi O_2 ini akan menyebabkan difusi O_2 dari daun ke udara luar melalui stomata. Sebaliknya konsentrasi CO_2 di dalam jaringan menurun (karena digunakan untuk fotosintesis) sehingga CO_2 dari udara luar masuk melalui stomata.

Transpor pasif merupakan difusi melintasi suatu membran. Molekul memiliki energi kinetik intrinsik yang disebut gerak termal (kalor). Suatu akibat gerak yang ada setiap molekul bergerak secara acak, namun difusi populasi molekul mungkin mempunyai arah. Misalnya, suatu membran yang memisahkan air murni dari larutan zat pewarna dalam air. Anggaplah bahwa membran ini permeable. Setiap pewarna akan mengembara secara acak tetapi akan terdapat gerak neto (selisih) molekul pewarna melintasi membran kesisi semula yaitu air murni. Penyebaran zat pewarna melintasi membran akan berlanjut hingga ke dua larutan memiliki konsentrasi pewarna yang sama. Begitu titik itu tercapai, akan terdapat kesetimbangan dinamik yaitu molekul pewarna yang melintasi membran dalam satu arah jumlahnya sebanyak molekul pewarna yang melintasi membran dalam arah sebaliknya setiap detik. Dengan kata lain setiap substansi akan berdifusi menuruni gradien konsentrasinya.



Gambar : Difusi zat terlarut melintasi membran (<http://gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookPS.html>)

Larutan zat pewarna yang berbeda dipisahkan oleh membrane yang permeable terhadap kedua zat tersebut maka setiap zat pewarna tersebut berdifusi menuruni gradien konsentrasinya sendiri. Difusi sewaktu substansi melintasi membran biologi disebut transport pasif, karena sel tidak harus mengeluarkan energi untuk membuat hal itu terjadi. Gradien konsentrasi itu sendiri merupakan energi potensial dan mengarahkan difusi. Akan tetapi harus diingat membrane permeable selektif mempengaruhi laju difusi berbagai molekul.

b. Osmosis

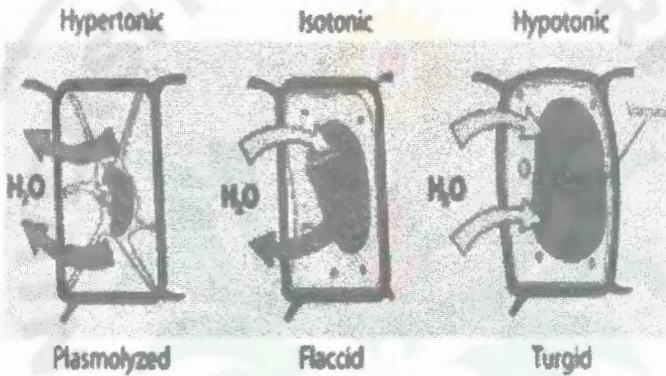
Osmosis adalah pergerakan air dari suatu larutan yang potensial airnya tinggi ke larutan yang potensial airnya rendah yang terjadi melalui membran.

Peranan Osmosis :

- Penting dalam pengabsorbsian air yang dilakukan oleh sel-sel tumbuhan. Tumbuhan tingkat tinggi mengandung 70 % air yang terdapat di dalam sel tumbuhan dewasa (air vakuola) yang masuk dengan cara **osmosis**.
- Peristiwa plasmolisis (protoplas yang kehilangan air, sehingga volume sel menyusut dan akhirnya dapat terlepas dari dinding sel) sangat tergantung pada peristiwa osmosis.
- Proses Osmosis akan berhenti jika konsentrasi zat di kedua sisi membran tersebut telah mencapai keseimbangan (Anonim, 2009).

Membran semipermeabel adalah selaput pemisah yang hanya bisa ditembus oleh air dan zat tertentu yang larut di dalamnya.

Setiap sel hidup merupakan sistem osmotik. Jika sel ditempatkan dalam larutan yang lebih pekat (**hipertonik**) terhadap cairan sel, air dalam sel akan terhisap keluar sehingga menyebabkan sel mengkerut. Peristiwa ini disebut plasmolisis.



(<http://gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookPS.html>)

Osmosis adalah difusi melalui membran semipermeabel. Masuknya larutan ke dalam sel-sel endodermis merupakan contoh proses osmosis. Keadaan tegang yang timbul antara dinding sel dengan dinding isi sel karena menyerap air disebut turgor, sedang tekanan yang ditimbulkan disebut tekanan turgor. Sel yang turgid banyak berperan dalam menegakkan tumbuhan yang tidak berkayu (Salisbury, 1995). Prinsip osmosis: transfer molekul solvent dari lokasi *hypotonik* (potensi rendah) *solution* menuju *hypertonik solution*, melewati membran. Jika lokasi *hypertonik solution* kita beri tekanan tertentu, osmosis dapat berhenti, atau malah berbalik arah (*reversed osmosis*), besarnya tekanan yang dibutuhkan untuk menghentikan osmosis disebut sebagai osmotik press.

Air yang ada di tanah masuk karena adanya perbedaan konsentrasi air dan akan masuk melalui akar dan akan melewati Epidermis – korteks – endodermis perisikel – xylem. Xylem yang merupakan pengangkut air akan membawa air keseluruh bagian tumbuhan hingga ke dalam sel – sel tumbuhan itu sendiri dan akan dipakai untuk fotosintesis dan lain – lain.

Osmosis Merupakan Transpor Pasif Air

Dalam membandingkan dua larutan, jika konsentrasi zat terlarut lebih tinggi disebut hipertonik. Larutan dengan konsentrasi zat terlarut yang lebih rendah disebut hipotonik. Ini merupakan istilah relatif yang hanya bermakna bila terdapat suatu perbandingan. Misalnya air PAM bersifat hipertonik terhadap air destilasi tetapi hipotonik terhadap air laut. Larutan dengan konsentrasi zat yang sama disebut isotonik.

Dalam gambar bejana bentuk U dengan membran permeabel selektif memisahkan dua larutan gula yang berbeda konsentrasinya. Pori membran terlalu kecil untuk dilewati oleh molekul gula tetapi cukup besar untuk dilewati molekul air. Akibatnya larutan dengan konsentrasi hipertonik memiliki konsentrasi air yang lebih rendah sehingga air berdifusi melintasi membran dari larutan hipotonik ke larutan hipertonik. Difusi air melintasi membran permeabel selektif merupakan suatu kasus khusus transport pasif yang disebut osmosis.

Arah osmosis ditentukan hanya oleh perbedaan konsentrasi zat terlarut total. Air berpindah dari larutan hipotonik ke hipertonik sekalipun larutan hipotoniknya lebih banyak jenis zat terlarut.

Zat Terlarut dan Tekanan Mempengaruhi Potensial Air

Pengaruh konsentrasi zat terlarut dan tekanan disebut Potensial Air (Ψ) Dimana air akan bergerak melewati membran dari larutan dengan potensial yang tinggi ke larutan dengan potensial yang rendah. Para ahli biologi mengukur Ψ dalam satuan megapascal yang disingkat MPa. Pengaruh gabungan dari tekanan dan konsentrasi zat terlarut terhadap potensial air ditulis dalam persamaan berikut :

$$\Psi = \Psi_s + \Psi_p$$

$$\Psi = (\text{potensial air})$$

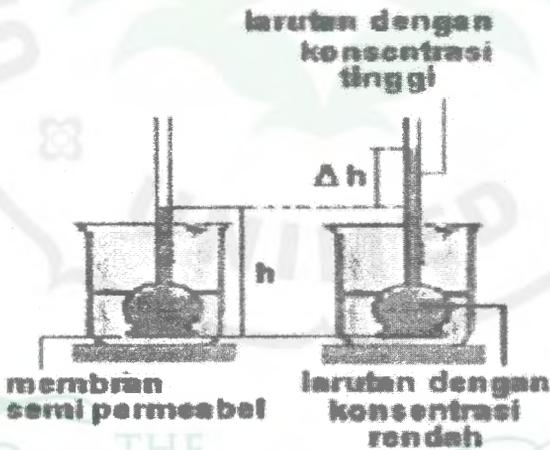
$$\Psi_s = (\text{potensial solute})$$

$$\Psi_p = (\text{potensial tekanan / fisik})$$

Tekanan pada suatu larutan bisa berupa bilangan positif atau negatif. Sebaliknya potensial zat terlarut suatu larutan selalu negatif, dan semakin besar konsentrasi zat terlarut semakin negatif nilai Ψ_s . Contoh dibawah :

- Keadaan awal
 - A. $\Psi = \Psi_s + \Psi_p$
 $= -30 + 0 = -30$ bar
 - B. $\Psi = \Psi_s + \Psi_p$
 $= -10 + 0 = -10$ bar
- Keseimbangan
 - A. $\Psi = \Psi_s + \Psi_p$
 $= -30 + 20 = -10$ bar
 - B. $\Psi = \Psi_s + \Psi_p$
 $= -10 + 0 = -10$ bar

Tekanan osmotik atau osmosa adalah tekanan yang diperlukan, sehingga terjadi penghentian aliran pelarut ke dalam larutan. Pada Gambar 11.7 besarnya tekanan setara dengan perubahan dari Δh .



<http://gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookPS.html>

Tekanan osmotik larutan berbanding lurus dengan konsentrasi molar zat. Dalam bentuk persamaan dapat ditulis sebagai berikut.

$$\pi \approx M \text{ atau } \pi = k.M$$

k adalah tetapan kesetaraan yang bergantung pada suhu. Untuk larutan encer harga k sama dengan RT , dimana R tetapan gas dan T adalah suhu mutlak.

Oleh karena kemolaran memiliki satuan mol per liter larutan, maka tekanan osmotik larutan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\pi = M RT \text{ atau } \pi = (n/V) RT$$

Keterangan:

π = Tekanan osmotik

M = Molaritas larutan

R = Tetapan gas (0,082 L atm/mol.K)

T = Suhu (K)

Contoh :

- Berapakah potensial air pada larutan sukrosa 1m pada temperatur 30°C
- $$\begin{aligned} \pi_{\text{air}} &= \text{mol} / \text{l air} \times R \times T \\ &= - (1)(1)(0,00831)(303) \\ &= -2,518 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Keseimbangan Air pada Sel Tanpa Dinding

Sel tumbuhan bila dimasukkan kedalam larutan yang hipertonik terhadap sel tersebut maka akan kehilangan air dan berpindah ke lingkungan. Sel akan mengkerut dan mungkin saja mati. Namun jika kita tempatkan sel tersebut dalam larutan yang hipotonik terhadap sel itu air akan masuk lebih cepat dari pada yang meninggalkannya sehingga sel akan membengkak dan pecah.

Sel tanpa dinding akan kaku dan tidak dapat menerima penyerapan atau pelepasan air yang berlebihan. Masalah keseimbangan air dapat terselesaikan jika sel tersebut hidup dalam lingkungan yang isotonic. Hewan dan organisma lain yang tidak memiliki dinding sel kaku hidup dalam lingkungan hipertonik atau hipotonik harus memiliki adaptasi khusus untuk osmoregulasi yaitu kontrol keseimbangan air. Misalnya protista hidup dalam air kolam yang hipotonik terhadap sel, tetapi memiliki vakuola kontraktil suatu organel yang berfungsi sebagai pompa memaksa air keluar dari sel secepat air itu masuk melalui osmosis.

Sedangkan sel tumbuhan prokariot dan fungi memiliki dinding. Apabila sel itu berada dalam larutan hipotonik maka dindingnya akan membantu mempertahankan keseimbangan air sel tersebut. Osmosis juga dapat terjadi dari sitoplasma ke organel-organel bermembran. Osmosis dapat dicegah dengan menggunakan tekanan. Oleh karena itu, ahli fisiologi tanaman lebih suka menggunakan istilah potensial osmotik yakni tekanan yang diperlukan untuk mencegah osmosis.

Masuknya air ke dalam sel akan menyebabkan tekanan terhadap dinding sel sehingga dinding sel meregang. Hal ini akan menyebabkan timbulnya tekanan hidrostatik untuk melawan aliran air tersebut. Tekanan hidrostatik dalam sel disebut tekanan turgor. Tekanan turgor yang berkembang melawan dinding sebagai hasil masuknya air ke dalam vakuola sel disebut potensial tekanan. Tekanan turgor penting bagi sel karena dapat menyebabkan sel dan jaringan yang disusunnya menjadi kaku. Potensial air suatu sel tumbuhan secara esensial merupakan kombinasi potensial osmotik dengan potensial tekannya. Jika dua sel yang bersebelahan mempunyai potensial air yang berbeda, maka air akan bergerak dari sel yang mempunyai potensial air tinggi menuju ke sel yang mempunyai potensial air rendah.

Konsentrasi suatu zat adalah ukuran yang menunjukkan jumlah suatu zat dalam volume tertentu. Difusi partikel zat itu akan berhenti jika konsentrasi zat di kedua tempat tersebut sudah sama. Proses osmosis juga terjadi pada sel hidup di alam. Perubahan bentuk sel terjadi jika terdapat pada larutan yang berbeda. Sel yang terletak pada larutan isotonik, maka volumenya akan konstan. Dalam hal ini, sel akan mendapat dan kehilangan air yang sama. bersifat isotonik dengan lingkungannya. Jika sel terdapat pada larutan yang hipotonik, maka sel tersebut akan mendapatkan banyak air, sehingga bisa menyebabkan lisis (pada sel hewan), atau turgiditas tinggi (pada sel tumbuhan).

Sebaliknya, jika sel berada pada larutan hipertonik, maka sel banyak kehilangan molekul air, sehingga sel menjadi kecil dan dapat menyebabkan kematian. Pada hewan, untuk bisa bertahan dalam lingkungan yang hipotona atau hipertona, maka diperlukan pengaturan keseimbangan air, yaitu dalam proses osmoregulasi. Banyak hewan-hewan laut, seperti bintang laut (Echinodermata) dan kepiting (Arthropoda) cairan selnya bersifat isotonik dengan lingkungannya.

Transpirasi

Transpirasi adalah penguapan dalam bentuk uap air. Jumlah air yang ditranspirasikan sangat tergantung pada jenis tanamannya, sehingga bersifat khas untuk tanaman.

Transpirasi dilakukan melalui :

1. Stomata, disebut transpirasi stomata
2. Kutikula, disebut transpirasi kutikula
3. Lentisel, disebut transpirasi lentisel

Pengeluaran air dalam bentuk tetesan air disebut gutasi, yang terjadi melalui hidatoda yaitu lubang yang terdapat pada ujung urat daun, contoh pada talas.

Organ tumbuhan yang paling banyak melakukan transpirasi adalah daun, karena memiliki jumlah stomata banyak dibanding organ yang lainnya.

Transpirasi mempunyai beberapa peran pada tumbuhan:

1. Mengatur Suhu tubuh dengan cara melepas kelebihan panas dari tubuh
2. Mengatur turgor optimum dalam sel
3. Membantu meningkatkan laju angkutan air dan garam mineral.

Mekanisme Transpirasi Melalui daun :

- Transpirasi dimulai dengan penguapan oleh sel-sel mesofil ke rongga antar sel (terutama yang mempunyai jaringan spon)
- Penguapan akan terus berlanjut selama rongga antar sel belum jenuh dengan uap air.
- Uap air di dalam rongga antar sel akan tetap, sampai dengan stomata membuka.
- Stomata membuka yang merupakan penghubung antara rongga antar sel dengan atmosfer.
- Jadi transpirasi mempersyaratkan adanya penguapan di dalam sel dan membukanya stomata.

Selain faktor dalam yang mempengaruhi mekanisme transpirasi, faktor luar juga sangat menentukan, seperti: suhu, kelembaban, radiasi sinar matahari, keadaan air tanah, angin. Angin dapat langsung memberi kemudahan untuk pemindahan massa udara.

Pemindahan Panas Antara Tumbuhan dengan Lingkungan

Pengaturan panas tubuh tergantung pada pemindahan panas antara tumbuhan dengan lingkungan, dengan rumus sebagai berikut :

$$O = Q + C + V + B + M$$

Keterangan : Q, C, V, B, M adalah faktor yang mempengaruhi proses pemindahan panas pada tubuh, jumlahnya setara keseluruhannya, yakni = 0

- Q = radiasi netto
- (-) = daun meradiasi banyak energi ke lingkungan
- (+) = daun menerima/ menyerap banyak energi dari lingkungan
- C = konversi
- (-) = panas yang pindah dari daun ke udara
- (+) = panas yang pindah dari udara ke daun
- V = Kadar cepat untuk konsumsi panas.
- (-) = air yang diuapkan dari daun.
- (+) = air yang mengembun pada permukaan daun
- B = penyimpanan
- (-) = suhu daun turun
- (+) = suhu daun naik
- M = metabolisme dan faktor lain-lainnya (panas yang diserap atau dihasilkan pada proses metabolisme (fotosintesis dan respirasi))

B dan M pengaruhnya sangat kecil, sehingga dapat diabaikan.

Maka rumus menjadi $\rightarrow O = Q + C + V$

Pengaturan Membuka dan Menutupnya Stomata

- Stomata membuka karena air dari sel tetangga mengalir ke sel penutup menyebabkan turgor naik. Keadaan ini menyebabkan sel tetangga kekurangan air dan selnya mengerut dan menarik sel penutupnya ke belakang sehingga mengakibatkan stomata terbuka.
- Stomata menutup karena air dari sel penutup kembali ke sel tetangga, keadaan ini menyebabkan sel tetangga mengembang dan mendorong sel penutup ke muka dan menyebabkan celah stomata tertutup

Beberapa Teori Tentang Penyebab Terjadinya Perubahan:

- Fotosintesis
Pengamatan pada proses fotosintesis tidak cukup untuk menimbulkan turgor pada sel penutup untuk membuat stomata membuka
- Perubahan pati menjadi Gula
Teori ini timbul karena diketahui Gula hasil fotosintesis di dalam sel penutup tidak cukup menimbulkan turgor yang dapat menyebabkan

stomata tertutup. Pada malam hari gula hilang dari sel penutup sehingga menyebabkan potensial air pada sel penutup menjadi tinggi dan menyebabkan air keluar dari sel penutup, hal ini menyebabkan tekanan turgor menurun dan pada akhirnya menyebabkan stomata menutup. Timbul dan munculnya gula dari sel penutup terjadi karena perubahan gula menjadi pati dan sebaliknya.

3. Modifikasi teori klasik

Teori Syark (1923) mengemukakan bahwa perubahan pH tidak sepenuhnya benar.

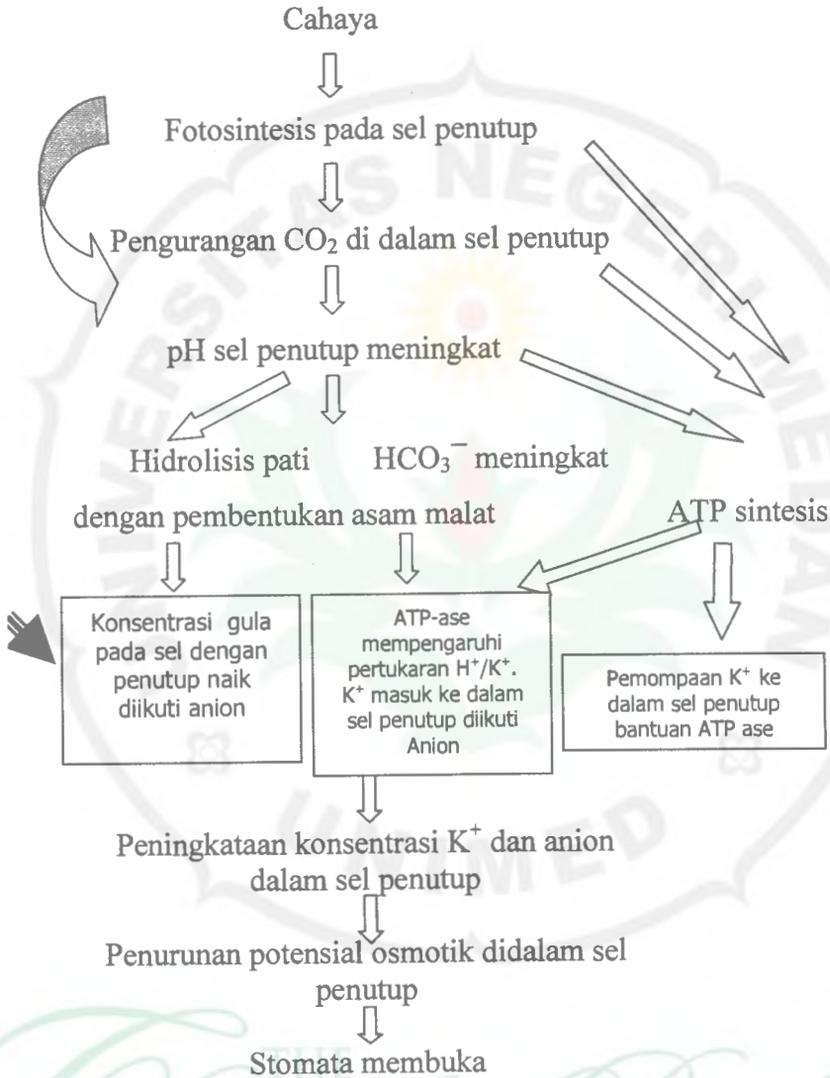
Levilt (1967) mengatakan bahwa perubahan pH pada sel di malam hari bukan karena terakumulasinya asam karbonat, tetapi kadar CO_2 yang tinggi pada malam hari akan menunjang terbentuknya asam organik di dalam sel sehingga pHnya menjadi turun.

4. Pemompaan ion K^+

Keadaan osmotik sel penutup dapat diatur dengan cara pemompaan ion secara aktif. Ion K dipompakan (didukung dengan fakta pada penambahan ATP), contoh pada sayatan sel epidermis yang diapungkan pada larutan KCl, kondisi ini menyebabkan kadar ion K meningkat. Hal ini menyebabkan stomata cepat membuka (dalam keadaan terang) Digunakannya CO_2 pada proses fotosintesis menyebabkan pH akan naik, meningkatnya pH akan mempengaruhi hidrolisisnya menjadi gula.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi membuka/menutupnya stomata:

- CO_2
- Cahaya
- Suhu
- Air
- Angin



Bagan Alir Proses Membuka Menutupnya Stomata

Tugas:

1. Jelaskan 3 peranan air bagi tumbuhan
2. Bagaimana mekanisme membuka dan menutupnya stomata pada tumbuhan
3. Diskripsikan salah satu contoh proses osmosis pada tubuh tumbuhan

GLOSARIUM

Transpor Pasif:

merupakan difusi melintasi suatu membran.

Difusi:

Gerakan molekul zat dari konsentrasi zat terlarut tinggi ke konsentrasi rendah melalui tanpa selektif membran permeabel karena energi kinetiknya sendiri sampai terjadi keseimbangan dinamis.

Osmosis:

Proses perpindahan air dari daerah yang berkontrasi zat terlarut rendah (hipotonik) ke daerah yang berkonsentrasi tinggi (hipertonik) melalui membran semipermeabel atau disebut juga. pergerakan air dari suatu larutan yang potensial airnya tinggi ke larutan yang potensial airnya rendah yang terjadi melalui membran.

Membran Semipermeabel:

Selaput pemisah yang hanya bisa ditembus oleh air dan zat tertentu yang larut di dalamnya.

Plasmolisis:

Jika sel ditempatkan dalam larutan yang lebih pekat (hipertonik) terhadap cairan sel, air dalam sel akan terhisap keluar sehingga menyebabkan sel mengkerut.

Peristiwa ini disebut plasmolisis.

Turgor:

Keadaan tegang yang timbul antara dinding sel dengan dinding isi sel karena menyerap air disebut turgor