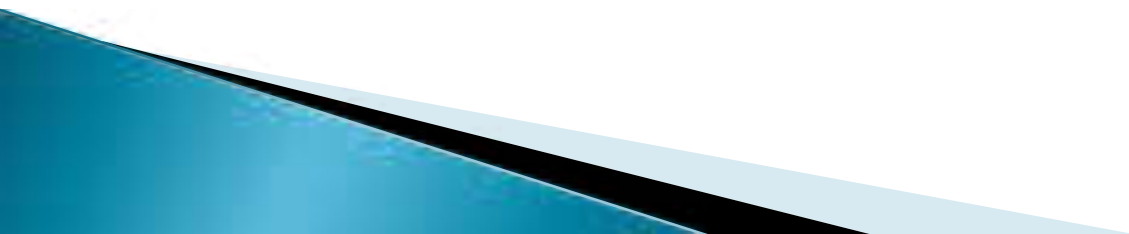


# MANAJEMEN PRODUKSI TANAMAN TROPIS DAN PERUBAHAN IKLIM

Oleh :  
Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, MS



# **RESPON FISIOLOGI TANAMAN TROPIS AKIBAT PERUBAHAN IKLIM**



. Gas rumah kaca utama yang terus meningkat adalah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).

. Sebagian karbon dioksida dapat diserap kembali, antara lain melalui proses fotosintesis yang merupakan bagian dari proses pertumbuhan tanaman atau pohon.



- ▶ Namun, kini kebanyakan negara memproduksi karbon dioksida secara jauh lebih cepat ketimbang kecepatan penyerapannya oleh tanaman atau pohon, sehingga konsentrasinya di atmosfer meningkat secara bertahap.



- ▶ Ada beberapa gas rumah kaca yang lain. Salah satunya adalah metan ( $\text{CH}_4$ ), yang dapat dihasilkan dari lahan rawa dan sawah serta dari tumpukan sampah dan kotoran ternak.

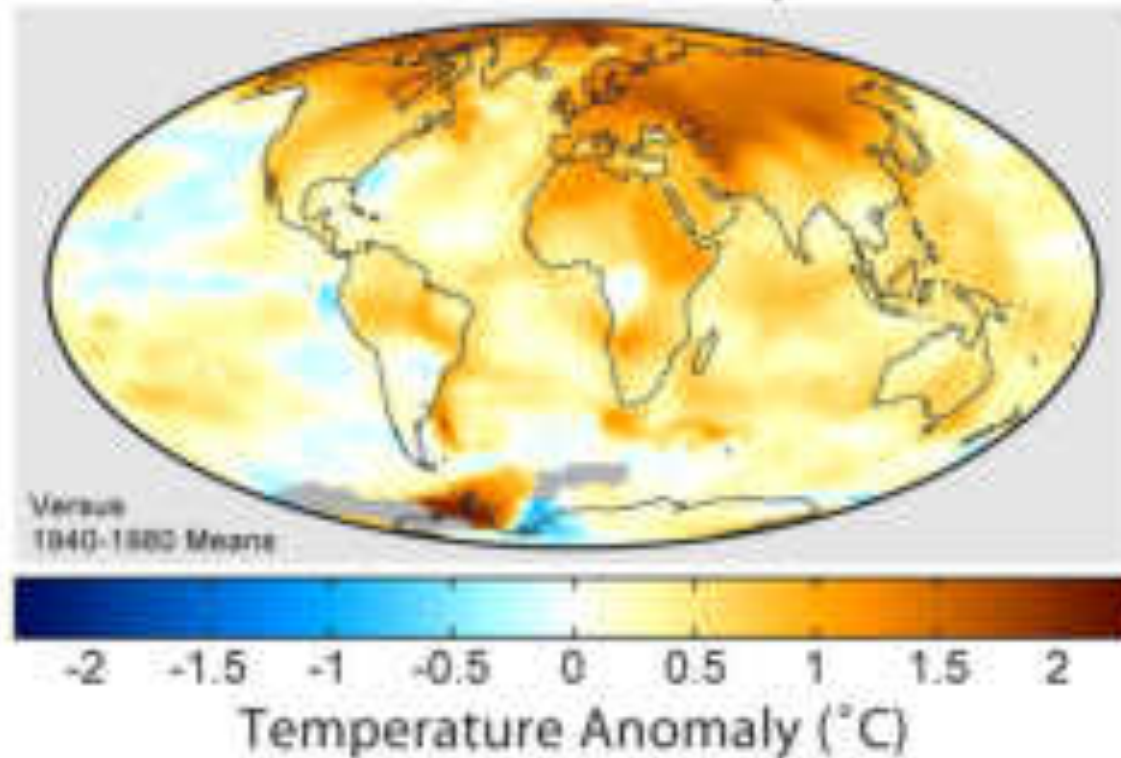


- ▶ Gas-gas rumah kaca lainnya, meski jumlahnya lebih sedikit, antara lain adalah nitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dan sulfur heksaflorida ( $\text{SF}_6$ )

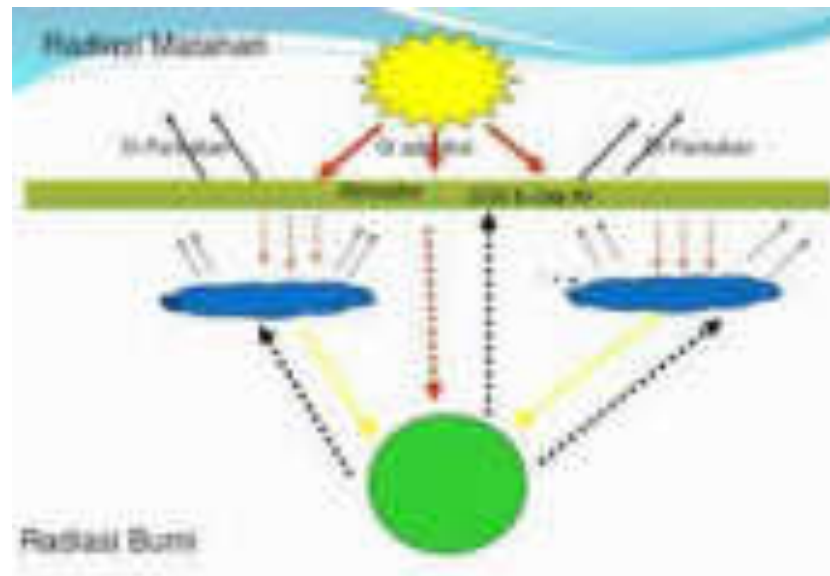


- ▶ Kalau konsentrasi dari gas-gas ini di atmosfer meningkat, radiasi yang keluar dari permukaan bumi akan terhambat, sehingga suhu permukaan bumi bertambah besar

### 1999-2008 Mean Temperatures



- ▶ Beberapa jenis gas di atmosfer, seperti  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , dan  $\text{N}_2\text{O}$  mempengaruhi iklim permukaan bumi karena kemampuannya dalam membantu proses transmisi radiasi dari matahari ke permukaan bumi, dan juga menghambat keluarnya sebagian radiasi dari permukaan bumi.

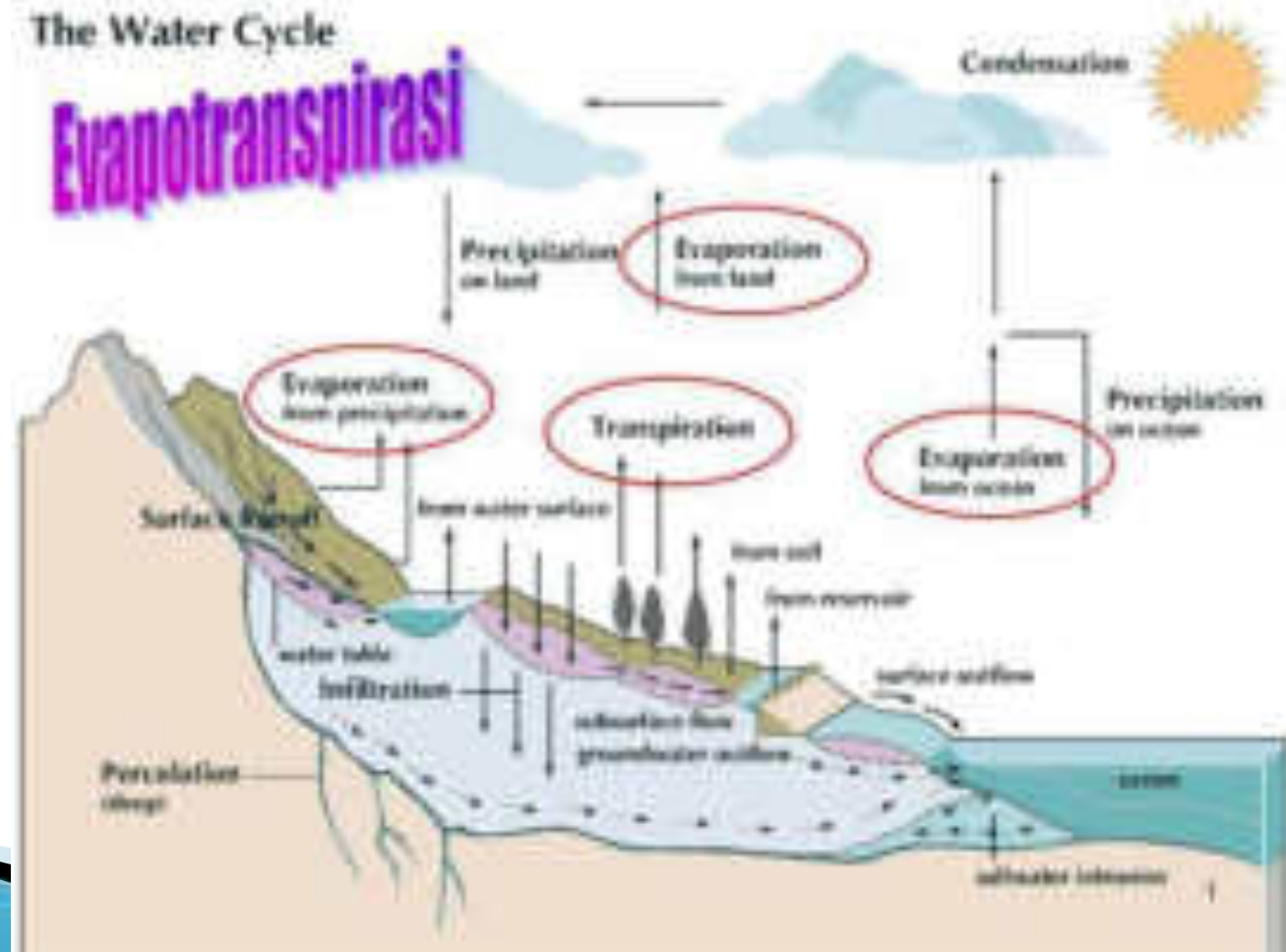




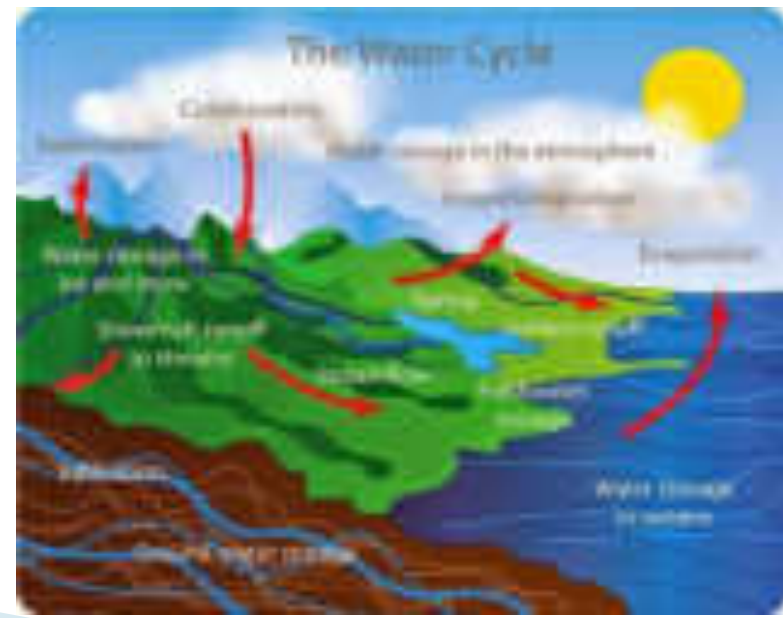
- ▶ Prediksi peningkatan suhu bumi bukanlah suatu hal yang mudah iklim di suatu daerah merupakan hasil interaksi dari proses–proses fisika dan mekanik yang saling berhubungan.



- ▶ Peningkatan suhu, akan menyebabkan peningkatan evapotranspirasi yang berdampak pada meningkatnya konsentrasi



- ▶ Apabila konsentrasi dari gas-gas ini di atmosfer meningkat, radiasi yang berupa uap air,  $H_2O(gas)$ . Uap air juga merupakan gas penghambat keluarnya radiasi dari permukaan bumi, sementara di lain pihak keberadaan uap air tersebut juga menimbulkan umpan balik negatif karena peningkatan pertumbuhan awan, menyebabkan terhambatnya transmisi radiasi matahari ke permukaan bumi.



- ▶ Aktifitas–aktifitas yang menghasilkan GRK adalah perindustrian, penyediaan energi listrik, dan transportasi.
- ▶ Sedangkan dari peristiwa secara alam juga menghasilkan/ mengeluarkan GRK seperti dari letusan gunung berapi, rawa–rawa, kebakaran hutan, peternakan hingga kita bernafaspun mengeluarkan GRK.
- ▶ Komposisi dan konsentrasi gas rumah kaca yang berada di lapisan atmosfer akan sangat bergantung dari gas–gas emisi yang dihasilkan berbagai kegiatan manusia dalam merekayasa sistem tatanan ekologi di planet ini.



- ▶ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) mengklasifikasi enam jenis gas yang dapat menyerap radiasi matahari di lapisan atmosfer yaitu Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), Dinitroksida ( $\text{NO}_2$ ), Metana ( $\text{CH}_4$ ), Sulfurheksaflorida ( $\text{SF}_6$ ), Perfluorokarbon (PFCs) dan hidrofluorokarbon (HFCs). Gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), dinitroksida ( $\text{NO}_2$ ) dan metana ( $\text{CH}_4$ ) terutama dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil di sektor energi, transportasi dan industri.

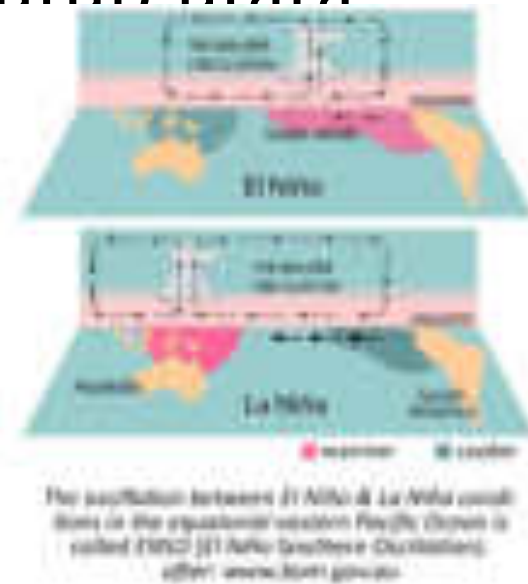


**United Nations**  
Framework Convention on  
Climate Change

- ▶ Gas metana ( $\text{CH}_4$ ) juga dihasilkan dari kegiatan pertanian dan peternakan. Sementara untuk gas sulfurheksaflorida ( $\text{SF}_6$ ), perfluorokarbon (PFCs) dan hidrofluorokarbon (HFCs) dihasilkan dari industri pendingin dan penggunaan aerosol (partikel kecil/debu) .



- ▶ Perubahan iklim global akan mempengaruhi setidaknya tiga unsur iklim dan komponen alam yang sangat erat kaitannya dengan pertanian, yaitu: (1) naiknya suhu udara yang juga berdampak terhadap unsur iklim lain, terutama kelembaban dan dinamika atmosfer, (2) berubahnya pola curah hujan, (3) makin meningkatnya intensitas kejadian iklim ekstrim (anomali iklim) seperti El-Nino dan La-Nina, dan (4) naiknya permukaan air laut akibat pencairan gunung es di kutub utara

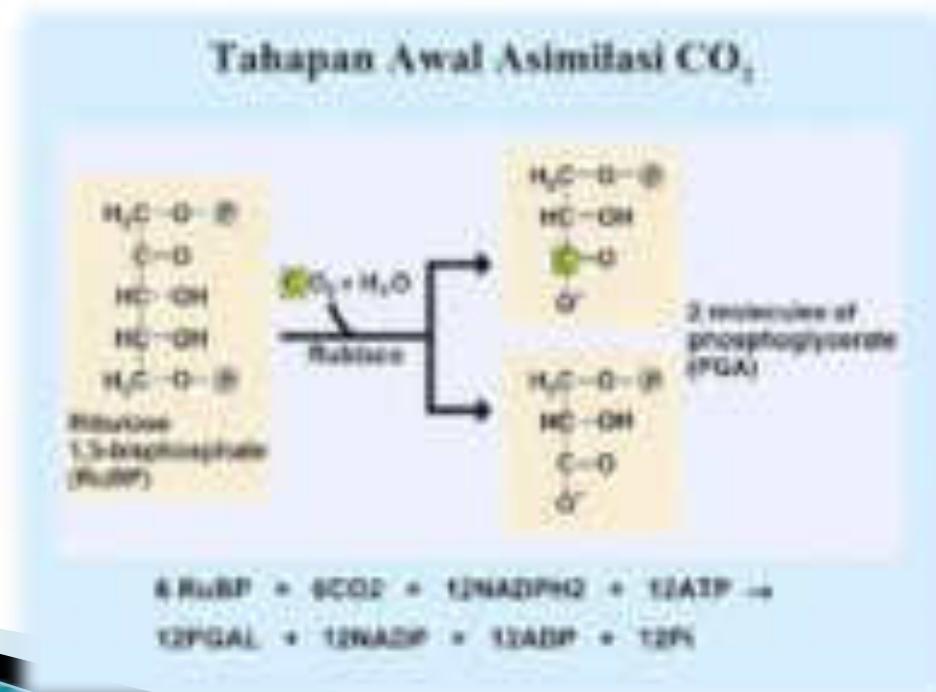


- ▶ . Dampak Peningkatan Konsentrasi  $\text{CO}_2$  di Atmosfer.
- ▶ Gas  $\text{CO}_2$  merupakan sumber karbon utama bagi pertumbuhan tanaman. Konsentrasi  $\text{CO}_2$  di atmosfer saat ini belum optimal, sehingga penambahan  $\text{CO}_2$  kepada tanaman di dalam industri pertanian di dalam rumah kaca merupakan kegiatan normal untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti tomat, selada, timun dan bunga potong.

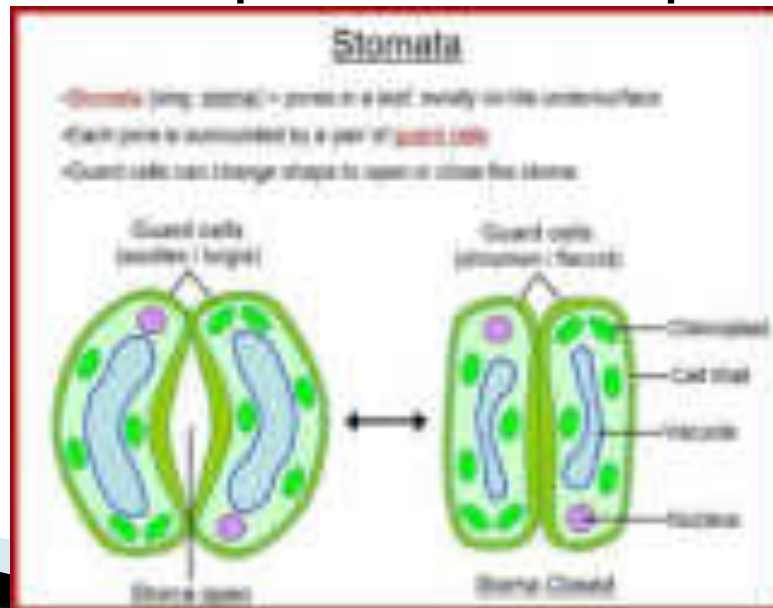




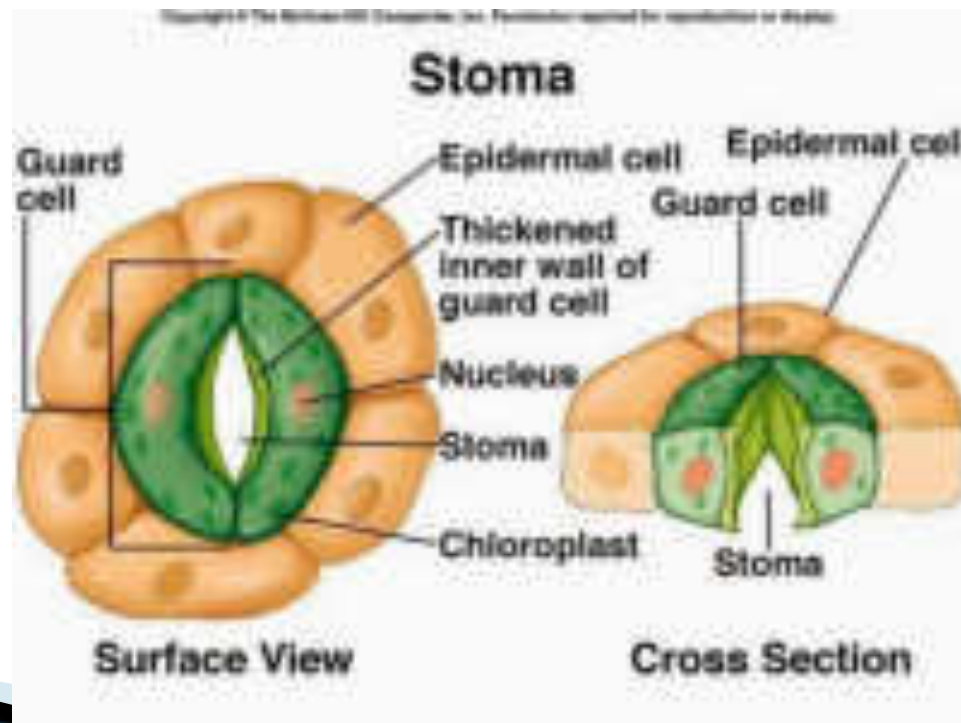
- ▶ Pengaruh fisiologis utama dari kenaikan  $\text{CO}_2$  adalah meningkatnya laju asimilasi (laju pengikatan  $\text{CO}_2$  untuk membentuk karbohidrat, fotosintesis) di dalam daun. Efisiensi penggunaan faktor-faktor pertumbuhan lainnya (seperti radiasi matahari, air dan nutrisi) juga akan ikut meningkat.



- ▶ Selain pengaruh positif terhadap proses fotosintesis, kenaikan  $\text{CO}_2$  juga akan mempunyai pengaruh positif terhadap penggunaan air oleh tanaman. Stomata mempunyai fungsi sebagai pintu gerbang masuknya  $\text{CO}_2$  dan keluarnya uap air ke/dari daun. Besar kecilnya pembukaan stomata merupakan regulasi terpenting yang dilakukan oleh tanaman, dimana tanaman berusaha memasukkan  $\text{CO}_2$  sebanyak mungkin tetapi dengan mengeluarkan  $\text{H}_2\text{O}$  sesedikit mungkin, untuk mencapai efisiensi pertumbuhan yang tinggi.



- ▶ Jika  $\text{CO}_2$  di atmosfer meningkat, tanaman tidak membutuhkan pembukaan stomata maksimum untuk mencapai konsentrasi  $\text{CO}_2$  optimum di dalam daun, sehingga laju pengeluaran  $\text{H}_2\text{O}$  dapat dikurangi. Dengan kondisi tersebut maka laju pembentukan biomassa akan meningkat.



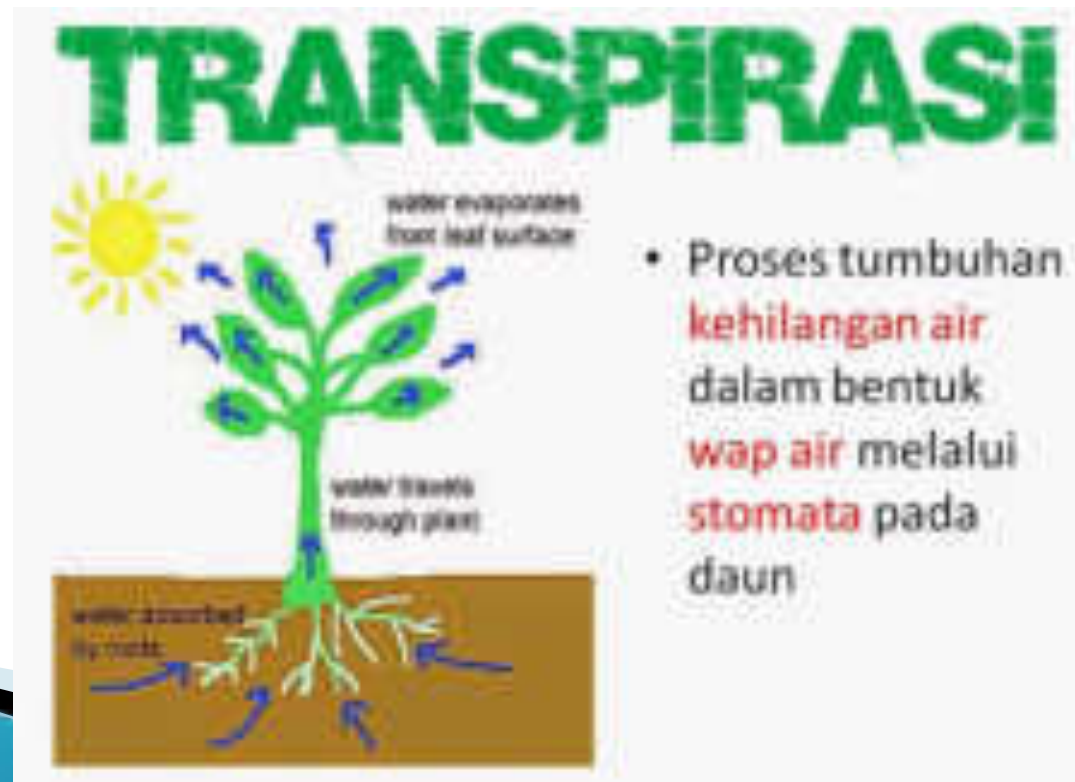
- ▶ Efek langsung dari meningkatnya CO<sub>2</sub>, berdampak positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sebagaimana dijelaskan diatas. Akan tetapi dampak pengikutan berupa peningkatan suhu dan perubahan siklus hidrologi menyebabkan pengaruh positif dari kenaikan CO<sub>2</sub> menjadi berkurang atau terhambat sama sekali .



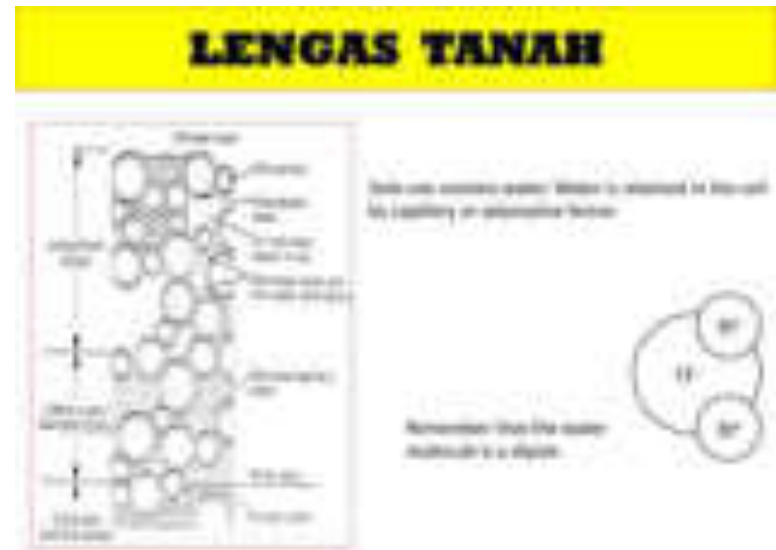
- ▶ **Naiknya Suhu Udara yang Juga Berdampak Terhadap Unsur Iklim Lain.**
- ▶ Suhu merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Suhu udara dipengaruhi oleh radiasi yang diterima di permukaan bumi sementara tinggi rendahnya suhu disekitar tanaman ditentukan oleh radiasi matahari, kerapatan tanaman, distribusi cahaya dalam tajuk tanaman, kandungan lengas tanah. Umumnya laju metabolisme makhluk hidup akan bertambah dengan meningkatnya suhu hingga titik optimum tertentu. Beberapa proses metabolisme tersebut antara lain bukaan stomata, laju transpirasi, laju penyerapan air dan nutrisi, fotosintesis, dan respirasi



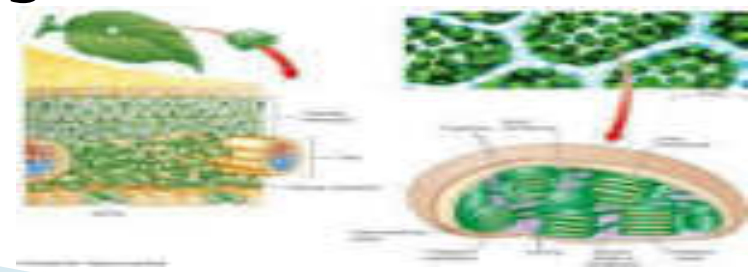
- ▶ Beberapa proses metabolisme tersebut antara lain bukaan stomata, laju transpirasi, laju penyerapan air dan nutrisi, fotosintesis, dan respirasi. Setelah melewati titik optimum, proses tersebut mulai dihambat: baik secara fisik maupun kimia, menurunnya aktifitas enzim (enzim terdegradasi)



- ▶ Pengaruh peningkatan suhu dapat mengurangi atau bahkan mengurangi dampak positif yang diberikan dari meningkatnya konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer. Peningkatan suhu disekitar iklim mikro tanaman akan menyebabkan cepat hilangnya kandungan lengas tanah (kadar air tanah) akibat evaporasi. Hal tersebut dapat berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman terutama pada daerah yang lengas tanahnya terbatas.



- ▶ Setiap tanaman memiliki suhu dasar yang merupakan suhu minimum bagi tanaman untuk bermetabolisme. Besaran suhu dasar ini akan mempengaruhi besarnya Thermal unit yang diperlukan oleh tanaman untuk melewati setiap fase perkembangannya. Hubungan antara thermal unit dengan suhu lingkungan adalah berbanding lurus sementara berbanding terbalik dengan umur tanaman. Artinya semakin tinggi suhu, maka umur tanaman akan semakin pendek yang akhirnya berdampak pada waktu penumpukan fotosintat dan pembentukan biomassa yang lebih rendah .





- ▶ Dampak peningkatan suhu terhadap tanaman pangan adalah terjadinya peningkatan transpirasi yang menurunkan produktivitas, peningkatan konsumsi air, percepatan pematangan buah/biji yang menurunkan mutu hasil, dan perkembangan beberapa organisme pengganggu tanaman. Bahkan dirjen IRRI (International Rice Research Institute) menyatakan bahwa dengan peningkatan suhu udara rata-rata 1°C dapat menurunkan produktivitas beras dunia sekitar 5–10 %.

# IRRI

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE

- ▶ Peningkatan temperatur dapat menyebabkan penurunan produksi pada berbagai jenis tanaman pangan,
- ▶ Pada tanaman padi, fase pembentukan malai sangat sensitif terhadap temperatur tinggi. Selama tahap ini, stress akibat panas sangat memungkinkan untuk terjadinya sterilitas floret, menurunnya kesuburan dan kehilangan hasil. Hal ini terutama disebabkan oleh menurunnya aktifitas serta perkecambahan polen, terbatasnya pertumbuhan tabung polen, rendahnya daya *dehiscence* polen dan penyerbukan yang tidak sempurna.



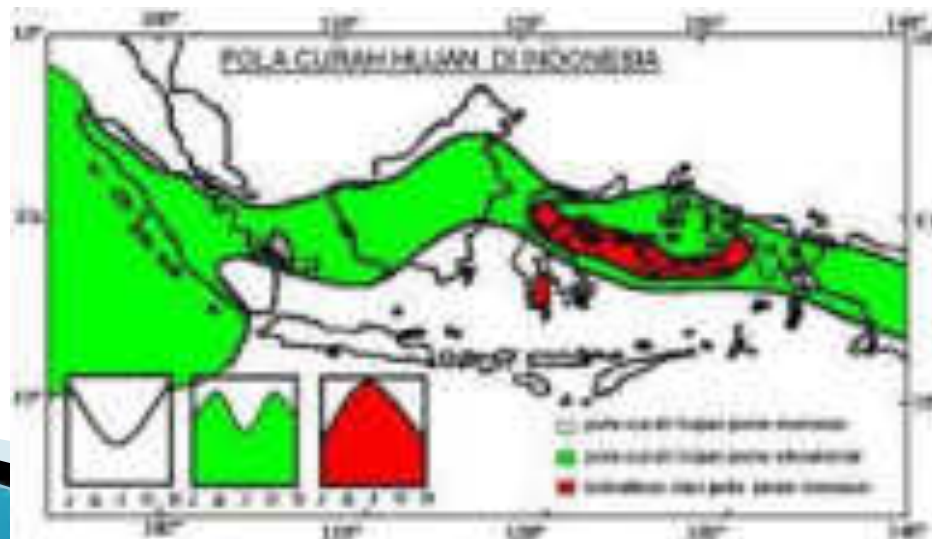
- ▶ Di samping itu temperatur juga secara langsung berperan terhadap perkembangan biji seperti pengisian biji dan laju produksi bahan kering pada biji
- ▶ Temperatur tinggi dapat menghambat perkembangan biji pada padi dan gandum .



- ▶ Peningkatan temperatur selama pemasakan juga dapat menyebabkan penurunan kualitas biji terutama yang diakibatkan oleh terhambatnya akumulasi cadangan makanan pada biji .
- ▶ Munculnya bagian “putih buram” yang biasanya di dapatkan pada bagian gabah yang kurang sempurna pada musim panas diperkirakan mempunyai hubungan yang erat dengan sistem transfer dan transportasi cadangan makanan selama pembentukan biji. Bagian putih buram ini adalah bagian dari kerusakan yang disebabkan oleh temperatur tinggi selama pemasakan.



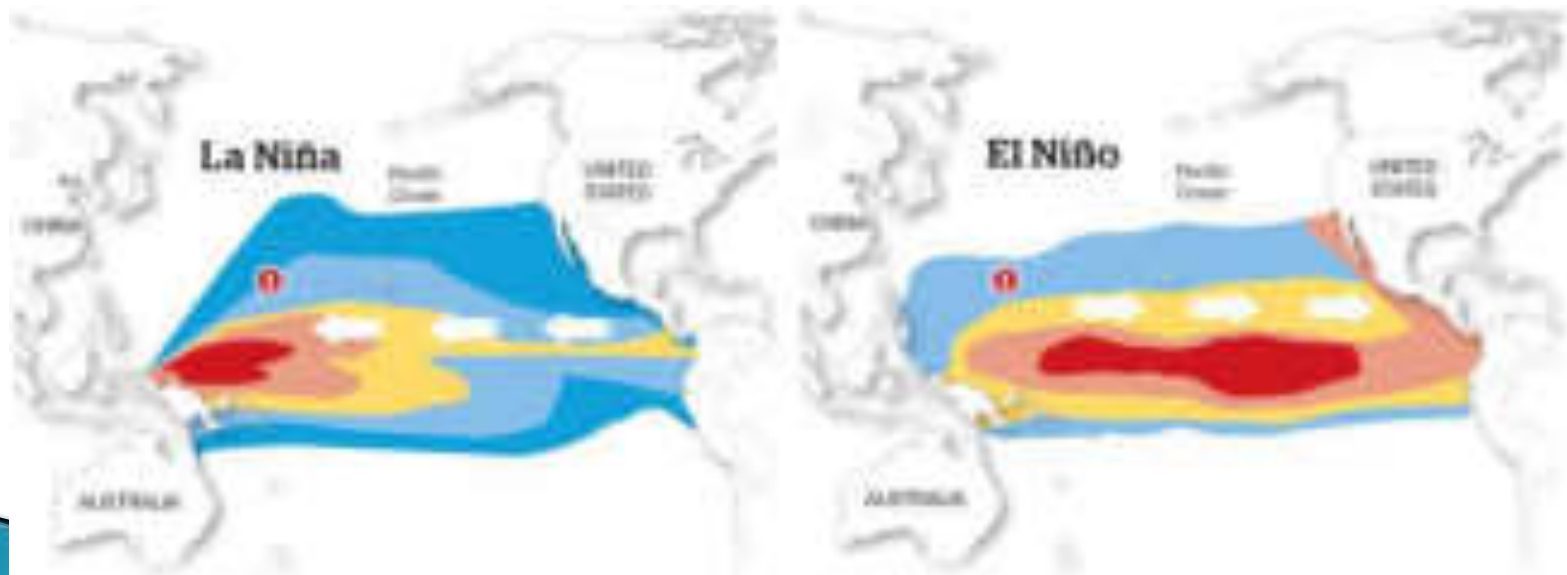
- ▶ **Berubahnya Pola Curah Hujan.**
- ▶ Perubahan iklim juga menyebabkan terjadinya perubahan jumlah hujan dan pola hujan yang mengakibatkan pergeseran awal musim dan periode masa tanam. Penurunan curah hujan telah menurunkan potensi satu periode masa tanam padi. Dampak perubahan pola hujan diantaranya mempengaruhi waktu dan musim tanam, pola tanam, degradasi lahan, kerusakan tanaman dan produktivitas, luas areal tanam dan areal panen, serta perubahan dan kerusakan keanekaragaman hayati.



- ▶ Kondisi suhu muka laut di samudra pasifik yang dingin menimbulkan tekanan udara tinggi, sementara kondisi hangat perairan Indonesia yang berada di sebelah barat pasifik menimbulkan tekanan udara rendah. Kondisi ini menyebabkan mengalirnya massa udara dari pasifik ke wilayah Indonesia. Aliran tersebut mendorong terjadinya konvergensi massa udara yang kaya uap air. Akibatnya semakin banyak awan yang terkonsentrasi dan menyebabkan turunnya hujan yang lebih banyak di daerah tersebut (lebih dari 40 mm/bulan di atas rata-rata normalnya).



- ▶ Kebalikan dari La-Nina adalah El-Nino ketika suhu permukaan laut di Samudra Pasifik menghangat dan menyebabkan terjadinya musim kemarau yang kering dan panjang di Indonesia. Penurunan curah hujan pada saat El-Nino dapat mencapai 80 mm/bulan.



- ▶ Bencana kekeringan sering terjadi di Indonesia. Hasil pengamatan jangka panjang menunjukkan bahwa terjadinya musim kemarau panjang akibat adanya fenomena anomali iklim global El-Nino pada umumnya terjadi secara periodik setiap 5 tahun sekali .
- ▶ Pada tahun El-Nino 1991, 1994, 1997 dan 2003 luas pertanaman tanaman padi telah mengalami kekeringan berturut-turut seluas 868 ribu ha, 544 ribu ha, 504 ribu ha dan 568 ribu ha dengan luasan gagal panen (puso) masing-masing seluas 192 ribu ha (22%), 161 ribu ha (30%), 88 ribu ha (18%) dan 117 ribu ha (21%).





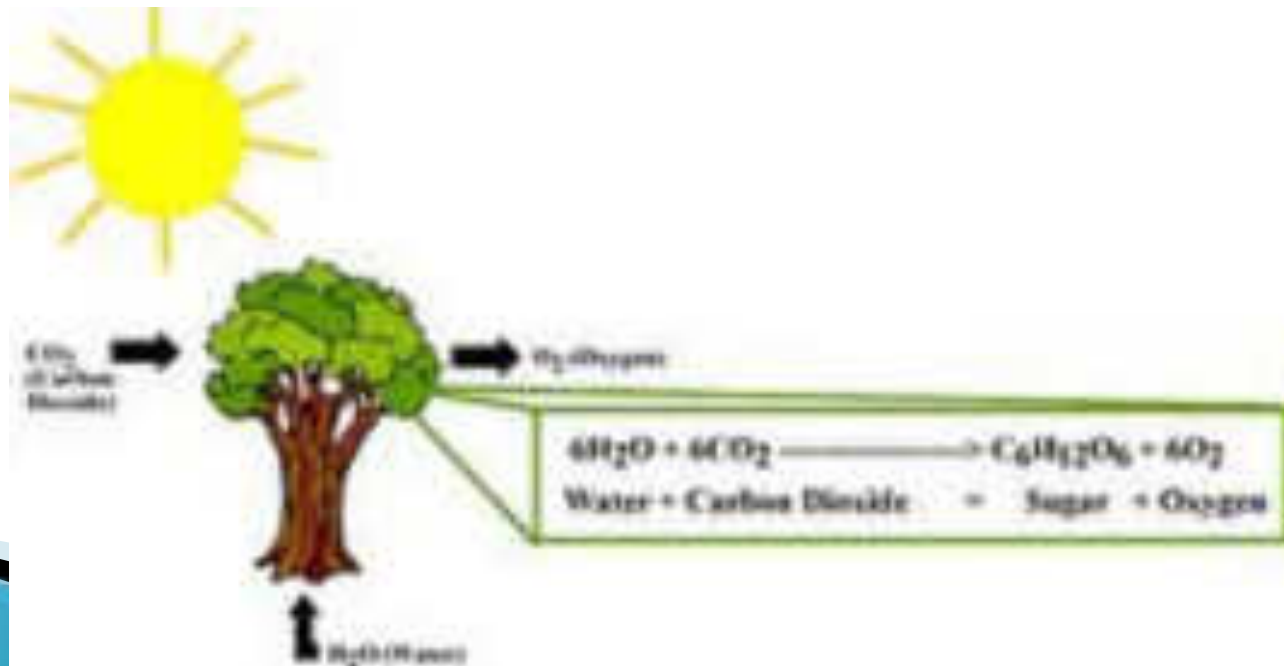
- ▶ Kekeringan merupakan faktor lingkungan utama yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan produksi bergantung pada besarnya tingkat cekaman yang dialami dan fase pertumbuhan tanaman ketika mendapat cekaman kekeringan. Pada periode cekaman kekeringan yang panjang akan mempengaruhi seluruh proses metabolisme di dalam sel dan mengakibatkan penurunan produksi tanaman.



- ▶ Pada saat terjadi kekeringan, sebagian stomata daun menutup sehingga terjadi hambatan masuknya  $\text{CO}_2$  dan menurunkan aktivitas fotosintesis. Selain menghambat aktivitas fotosintesis, cekaman kekeringan juga menghambat sintesis protein dan dinding sel. Pengaruh cekaman kekeringan tidak saja menekan pertumbuhan dan hasil bahkan menjadi penyebab kematian tanaman.



- ▶ Penurunan laju fotosintesis akibat cekaman kekeringan, merupakan kombinasi dari beberapa proses, yaitu : (1) penutupan stomata secara hidroaktif mengurangi suplai  $\text{CO}_2$  kedalam daun, (2) dehidrasi kutikula, dinding epidermis, dan membran sel mengurangi permeabilitas terhadap  $\text{CO}_2$ , (3) bertambahnya tahanan sel mesofil terhadap pertukaran gas, dan (4) menurunnya efisiensi sistem fotosintesis berkaitan dengan proses biokimia dan aktifitas enzim dalam sitoplasma. Dimana dalam proses fotosintesis terdapat proses hidrolisis yang memerlukan air.



- ▶ Sedangkan La-Nina menyebabkan kerusakan tanaman akibat banjir, dan meningkatkan intensitas serangan hama dan penyakit. La-Nina menyebabkan kelembaban dan curah hujan tinggi yang disukai oleh Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Pada daerah rawan banjir, kehadiran La-Nina menyebabkan gagal panen akibat terendamnya tanaman. Pengaruh kelebihan air terhadap tanaman akan lebih sensitif pada tanaman muda dibandingkan tanaman dewasa



# Naiknya Permukaan Air Laut

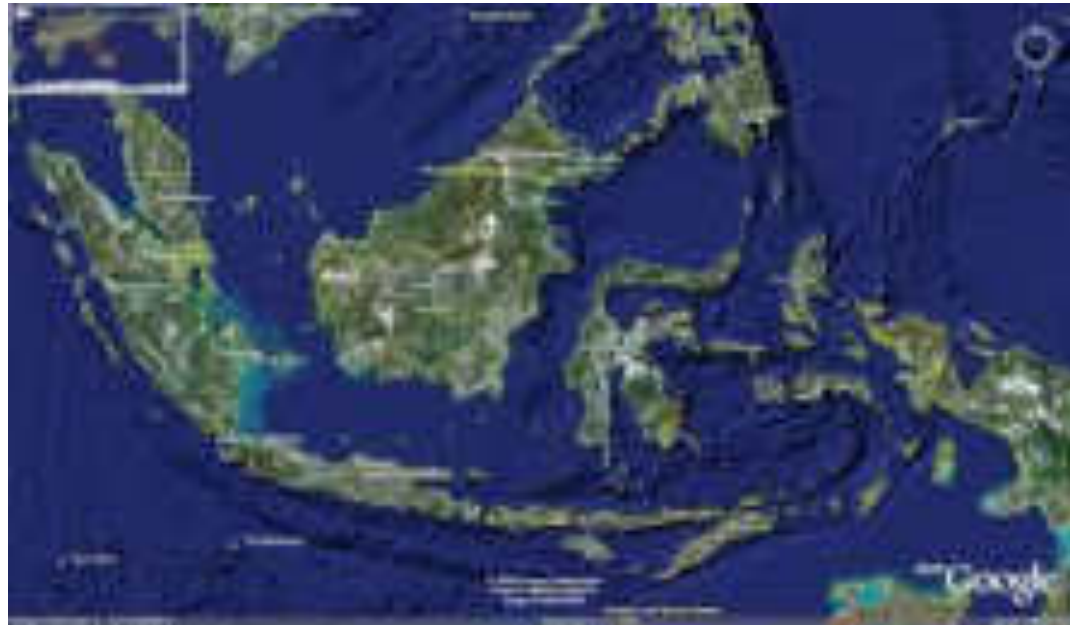
- ▶ Dampak naiknya muka air laut di sektor pertanian terutama adalah pengurangan lahan pertanian di pesisir pantai, kerusakan infrastruktur pertanian, dan peningkatan salinitas yang merusak tanaman



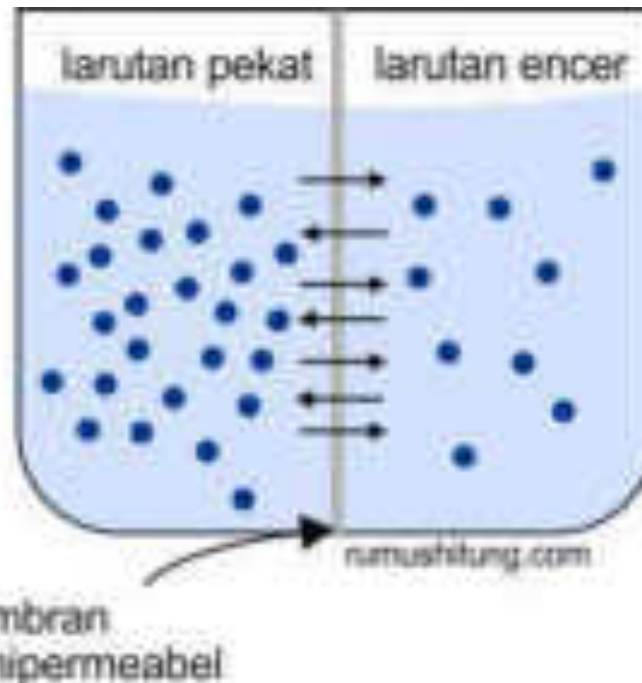
- ▶ Salinitas pada tanah bersifat racun bagi tanaman sehingga mengganggu fisiologis dan fisik pada tanaman, kecuali tumbuhan laut dan pantai atau varietas adaptif. Salinitas pada padi sangat erat kaitannya dengan keracunan logam berat, terutama Fe dan Al.



- ▶ Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai garis dan hamparan pantai yang sangat panjang, sehingga penciptaan lahan pertanian akibat peningkatan permukaan air laut menjadi sangat luas

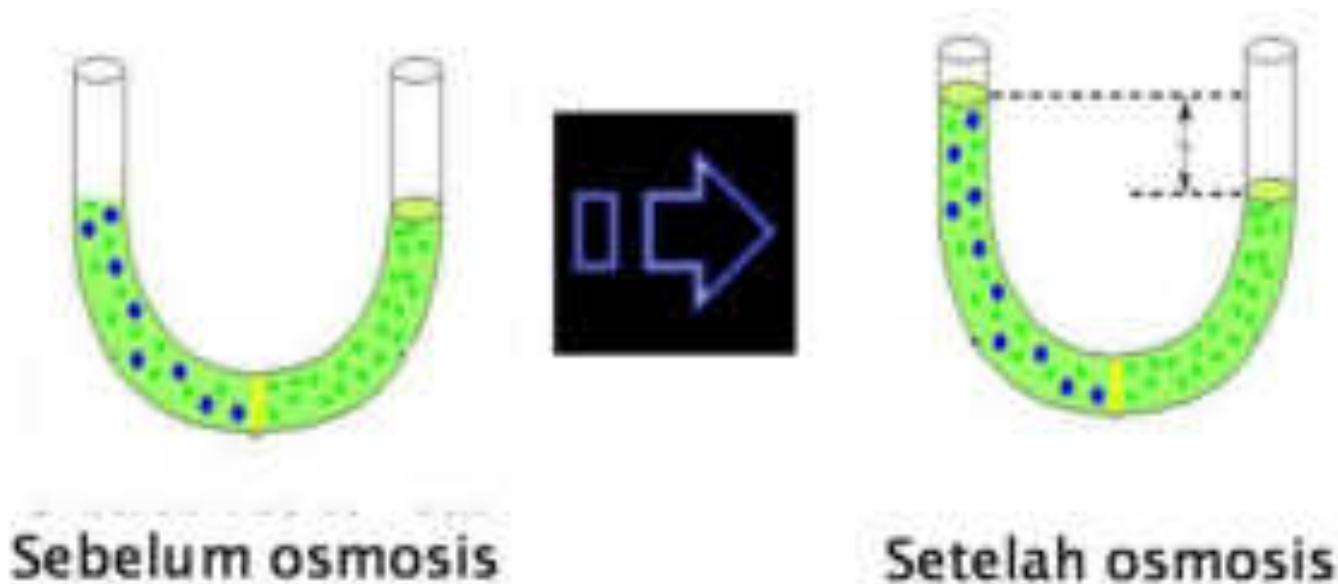


- ▶ Pengaruh garam terlarut terhadap tanaman adalah melalui osmotik karena konsentrasi garam yang tinggi menyulitkan tanaman menyerab air. Akar tanaman memiliki membran semi permeabel yang melalukan air tapi tidak dapat melewatkan hampir semua garam terlarut.





- ▶ Tanaman yang tumbuh pada media salin pada tingkat tertentu dapat meningkatkan konsentrasi osmotik internalnya melalui produksi asam-asam organik atau peningkatan serapan garam. Proses ini disebut sebagai penyesuaian osmotik (*osmotic adjustment*). Pengaruh salinitas terhadap tanaman nampaknya berupa perubahan energi dari proses pertumbuhan menjadi untuk mempertahankan perbedaan osmotik.



- ▶ Salah satu proses pertama adalah deversi energi pertumbuhan untuk perpanjangan sel. Jadi, untuk dapat mempertahankan perbedaan osmotik, sel jaringan daun membelah tetapi tidak menyebabkan pemanjangan. Gejala terjadinya penambahan jumlah sel tapi tidak diikuti dengan perpanjangan sel dikarenakan adanya stres osmotik ini adalah terjadinya warna daun yang menjadi hijau gelap

