

# **KULIAH IV**

# **UNSUR HARA DAN SIMPTOM**

# **DEFISIENSI**

**Isnaini Nurwahyuni**



**JURUSAN BIOLOGI, FMIPA**

**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

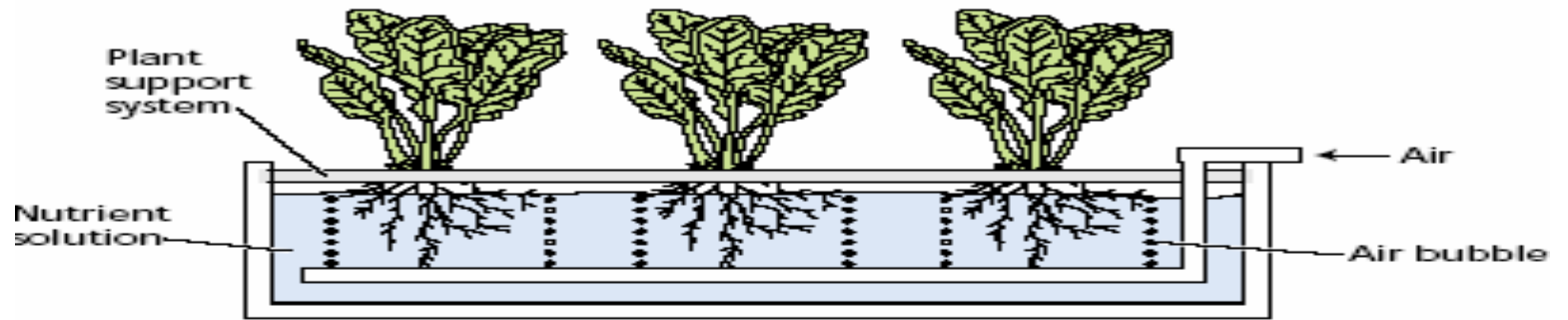
# NUTRISI MINERAL

- ❑ **TUMBUHAN TIDAK BERPINDAH TEMPAT DAN AUTOTROF**
- ❑ **KEBUTUHAN HIDUP TUMBUHAN**
  - 16 unsur esensial t.d 3 molekul dan 13 unsur hara
- ❑ **ANALISIS BAHAN ANORGANIK PENYUSUN TUMBUHAN**

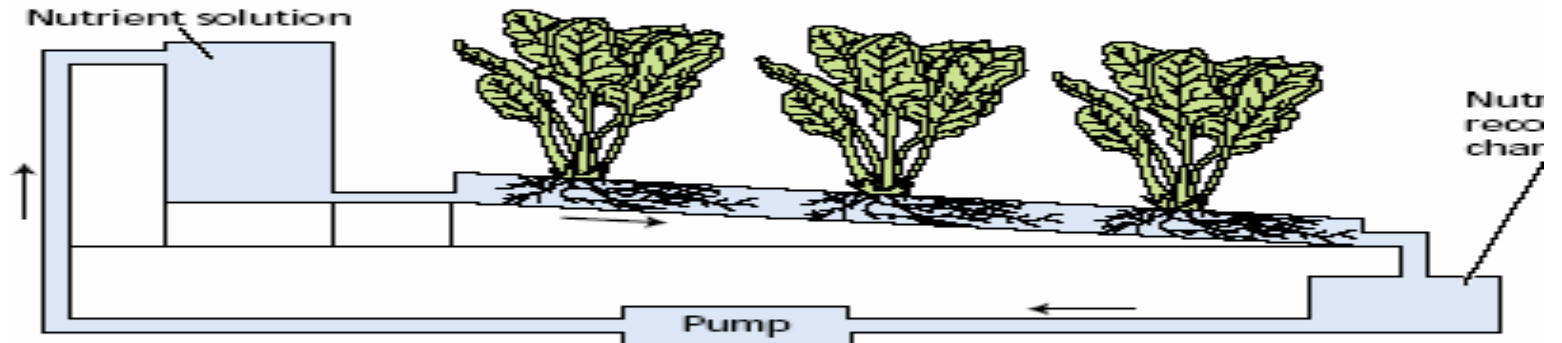
**TABLE 5.2****Classification of plant mineral nutrients according to biochemical function**

Mineral nutrient	Functions
<b>Group 1</b>	<b>Nutrients that are part of carbon compounds</b>
N	Constituent of amino acids, amides, proteins, nucleic acids, nucleotides, coenzymes, hexoamines, etc.
S	Component of cysteine, cystine, methionine, and proteins. Constituent of lipoic acid, coenzyme A, pyrophosphate, glutathione, biotin, adenosine-5'-phosphosulfate, and 3-phosphoadenosine.
<b>Group 2</b>	<b>Nutrients that are important in energy storage or structural integrity</b>
P	Component of sugar phosphates, nucleic acids, nucleotides, coenzymes, phospholipids, phytic acid. Key role in reactions that involve ATP.
Si	Deposited as amorphous silica in cell walls. Contributes to cell wall mechanical properties, including strength and elasticity.
B	Complexes with mannitol, mannan, polymannuronic acid, and other constituents of cell walls. Involved in cell wall elongation and nucleic acid metabolism.
<b>Group 3</b>	<b>Nutrients that remain in ionic form</b>
K	Required as a cofactor for more than 40 enzymes. Principal cation in establishing cell turgor and maintaining cell electroneutrality.
Ca	Constituent of the middle lamella of cell walls. Required as a cofactor by some enzymes involved in the hydrolysis of ATP and phospholipids. Acts as a second messenger in metabolic regulation.
Mg	Required by many enzymes involved in phosphate transfer. Constituent of the chlorophyll molecule.
Cl	Required for the photosynthetic reactions involved in O <sub>2</sub> evolution.
Mn	Required for activity of some dehydrogenases, decarboxylases, kinases, oxidases, and peroxidases. Works with other cation-activated enzymes and photosynthetic O <sub>2</sub> evolution.
Na	Involved with the regeneration of phosphoenolpyruvate in C <sub>4</sub> and CAM plants. Substitutes for potassium in some functions.
<b>Group 4</b>	<b>Nutrients that are involved in redox reactions</b>
Fe	Constituent of cytochromes and nonheme iron proteins involved in photosynthesis, N <sub>2</sub> fixation, and nitrogen metabolism.
Zn	Constituent of alcohol dehydrogenase, glutamic dehydrogenase, carbonic anhydrase, etc.
Cu	Component of ascorbic acid oxidase, tyrosinase, monoamine oxidase, uricase, cytochrome oxidase, laccase, and plastocyanin.
Ni	Constituent of urease. In N <sub>2</sub> -fixing bacteria, constituent of hydrogenases.
Mo	Constituent of nitrogenase, nitrate reductase, and xanthine dehydrogenase.

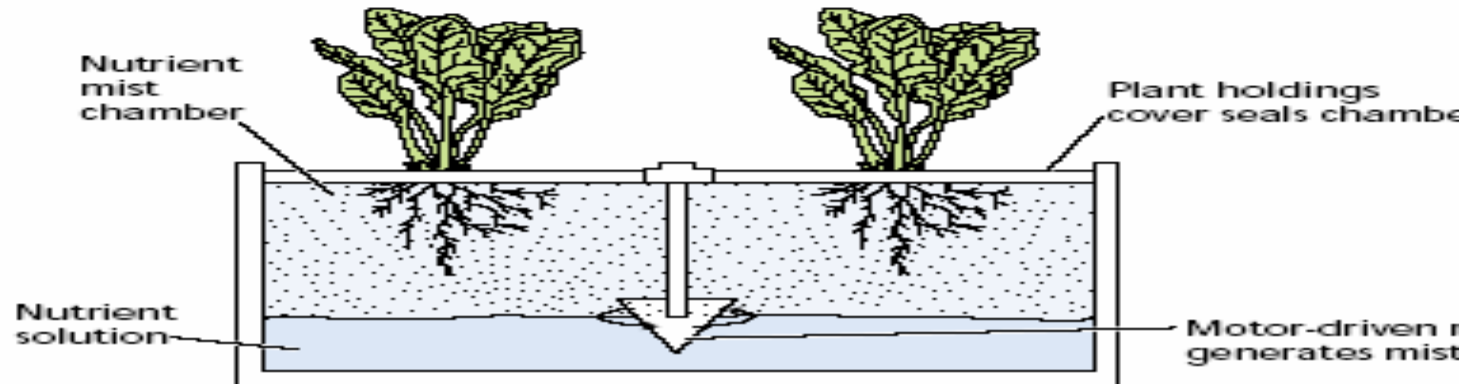
### Hydroponic growth system



### Nutrient film growth system



### Aeroponic growth system

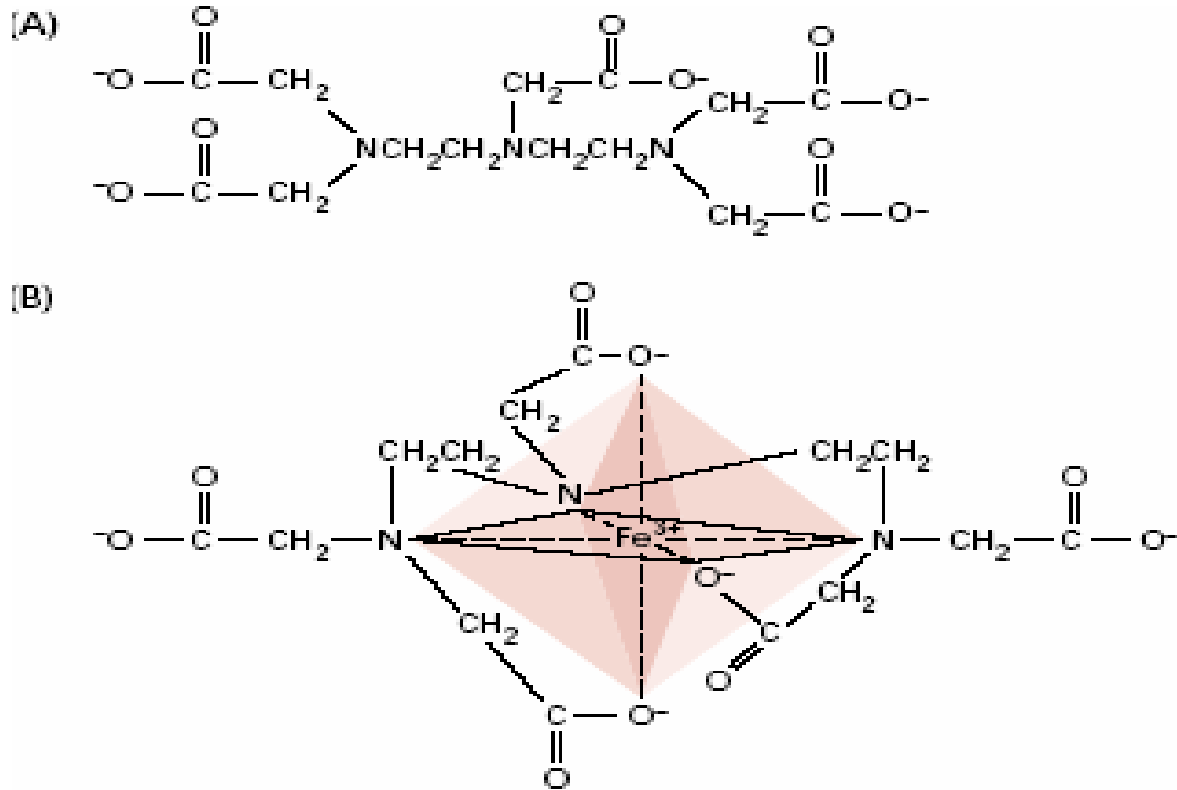


**TABLE 5.3**

Composition of a modified Hoagland nutrient solution for growing plants

Compound	Molecular weight	Concentration of stock solution	Concentration of stock solution	Volume of stock solution per liter of final solution	Element	Final concentration of element	
	g mol <sup>-1</sup>	mM	g L <sup>-1</sup>	mL		μM	ppm
<b>Macronutrients</b>							
KNO <sub>3</sub>	101.10	1,000	101.10	6.0	N	16,000	224
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	236.16	1,000	236.16	4.0	K	6,000	235
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	115.08	1,000	115.08	2.0	Ca	4,000	160
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	246.48	1,000	246.49	1.0	P	2,000	62
					S	1,000	32
					Mg	1,000	24
<b>Micronutrients</b>							
KCl	74.55	25	1.864	2.0	Cl	50	1.77
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	61.83	12.5	0.773		B	25	0.27
MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	169.01	1.0	0.169		Mn	2.0	0.11
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	287.54	1.0	0.288		Zn	2.0	0.13
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	249.68	0.25	0.062		Cu	0.5	0.03
H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> (85% MoO <sub>3</sub> )	161.97	0.25	0.040		Mo	0.5	0.05
NaFeDTPA (10% Fe)	468.20	64	30.0	0.3–1.0	Fe	16.1–53.7	1.00–3.00
<b>Optional<sup>a</sup></b>							
NiSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O	262.86	0.25	0.066	2.0	Ni	0.5	0.03
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	284.20	1,000	284.20	1.0	Si	1,000	28

Source: After Epstein 1972.



**Gambar 4.1. Struktur kimia senyawa pengkelat DTPA ( A) dan yang sudah mengkelat Fe 3+Melalui interaksi dengan 3 atom Nitrogen dan 3 oksigen terionisasi dari gugus karboksilat (Sievers dan Bailar, 1962). Hasilnya adalah struktur cincin mengikat Ion metal dan menetralsir larutan di lingkungan. Selama pengambilan zat besi Pada permukaan akar, Fe 3+ direduksi menjadi Fe 2+ dan dihasilkan DTPA-Besi kompleks. Senyawa pengkelat kemudian mengikat ion Fe 3+ yang tersedia lagi**

# HARA ESENSIAL DAN DEFISIENSI

## Perlu pengamatan visual defisiensi

- \*Sebagai alat diagnostik :cermat,catat waktu dan lokasi simptom

- \*Gejala sering mirip dapat rancu dengan stres lingkungan lain (keseimbangan ion,pH,dsb) dan patogen

## Perkembangan simptom

- \*Penyakit akut dan penyakit kronis

## Mobilitas nutrisi

- \*Unsur mobil:N,K simptom pada daun tua

- \*UNSUR Semi mobil:S,Mg Simptom dari semua bagian

- \*Unsur immobil:Ca,B,Fe Simptom pada pucuk

## Kompetisi antar unsur

- \*Fe Kompetisi dengan Cu,Zn,Cr Dan Ni

- \*Mg Kompetisi dengan K atau Ca

- \*Toksitas pH rendah

**TABLE 5.4**

Mineral elements classified on the basis of their mobility within a plant and their tendency to retranslocate during deficiencies

Mobile	Immobile
Nitrogen	Calcium
Potassium	Sulfur
Magnesium	Iron
Phosphorus	Boron
Chlorine	Copper
Sodium	
Zinc	
Molybdenum	

*Note:* Elements are listed in the order of their abundance in the plant.

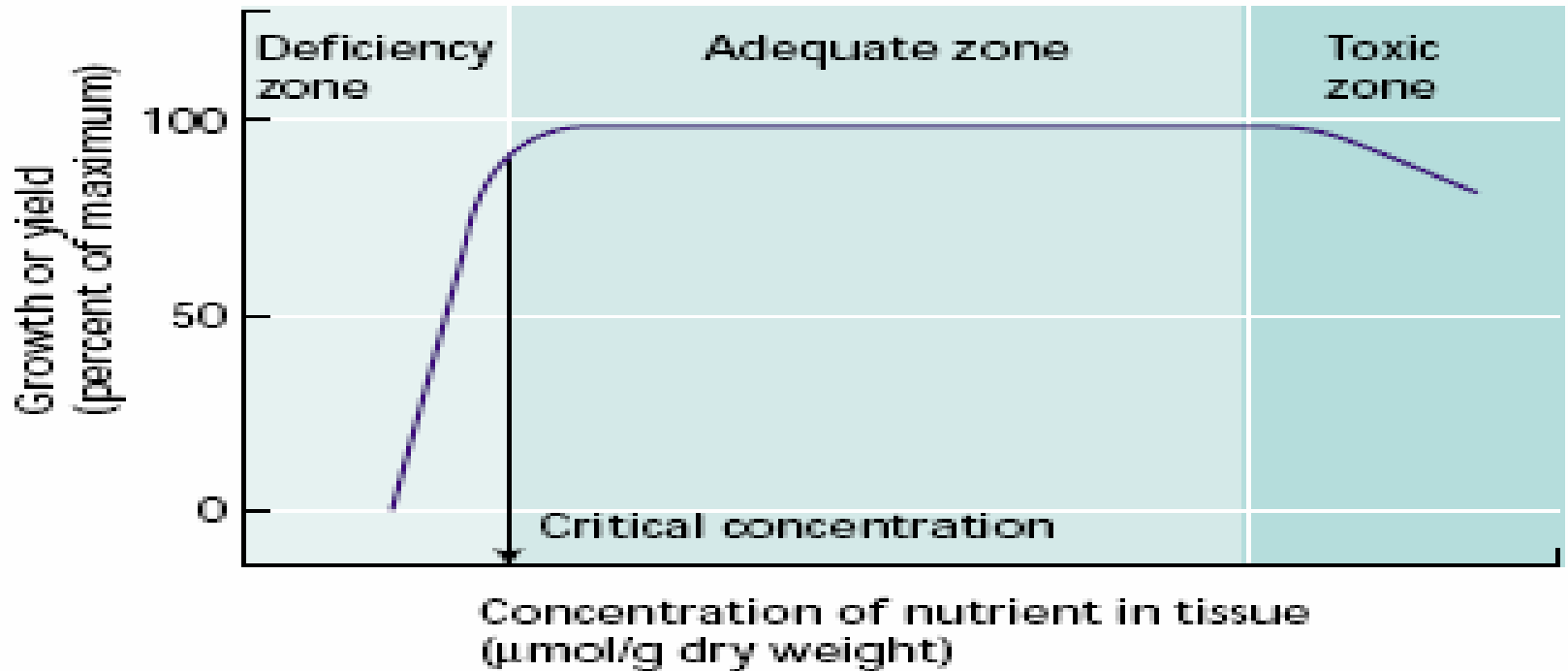


# **KERAGAMAN STATUS NUTRIEN**

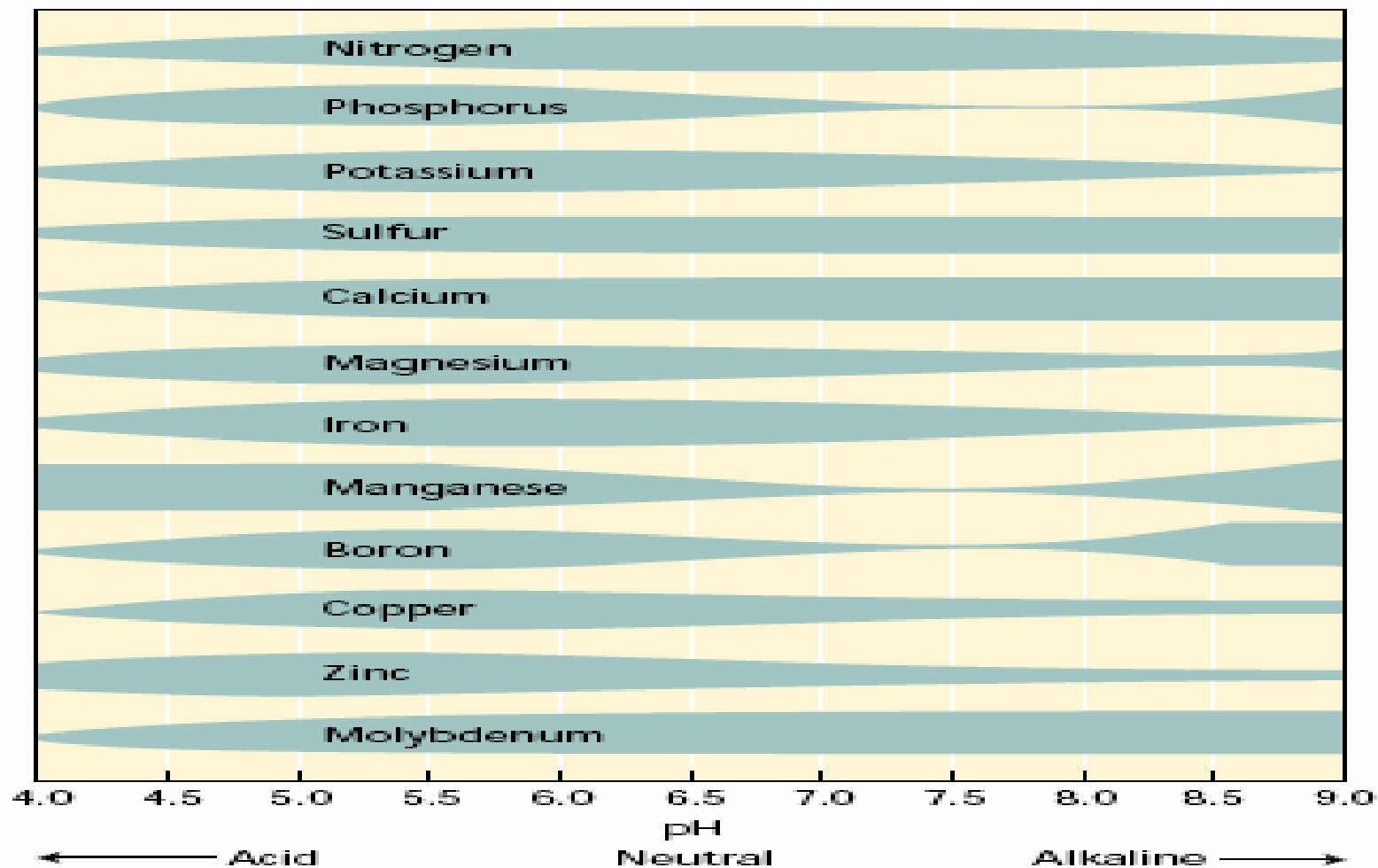
- \*Kebutuhan nutrisi tergantung cekaman, cahaya, umur**
- \*Jarak bagian tumbuhan dari akar trtm utk unsur immobil**
- \*Gejala penyembuhan awal terlihat pada berkas pengangkut misal defisiensi fe**

## **ALAT-ALAT DIAGNOSTIK**

**STUDI MIKROSKOP,  
ANALISIS SPEKTRUM,  
ANALISIS JARINGAN DAN  
ANALISIS TANAH**



**Gambar 4.2. Hubungan antara hasil atau tumbuh dan kandungan nutrisi pada jaringan tanaman. Parameter ditunjukkan dengan berat kering dan tinggi. Kurva dibagi 3 bagian yaitu defisiensi, cukup dan toksik. Untuk memperoleh data tersebut, tumbuhan ditumbuhkan dalam kondisi salah satu nutrisi divariasikan sedangkan nutrisi lainnya dicukupi. Parameter diamati pertumbuhan dan hasil panen. Konsentrasi kritis adalah konsentrasi rendah yang hasil dan pertumbuhannya lebih rendah.**

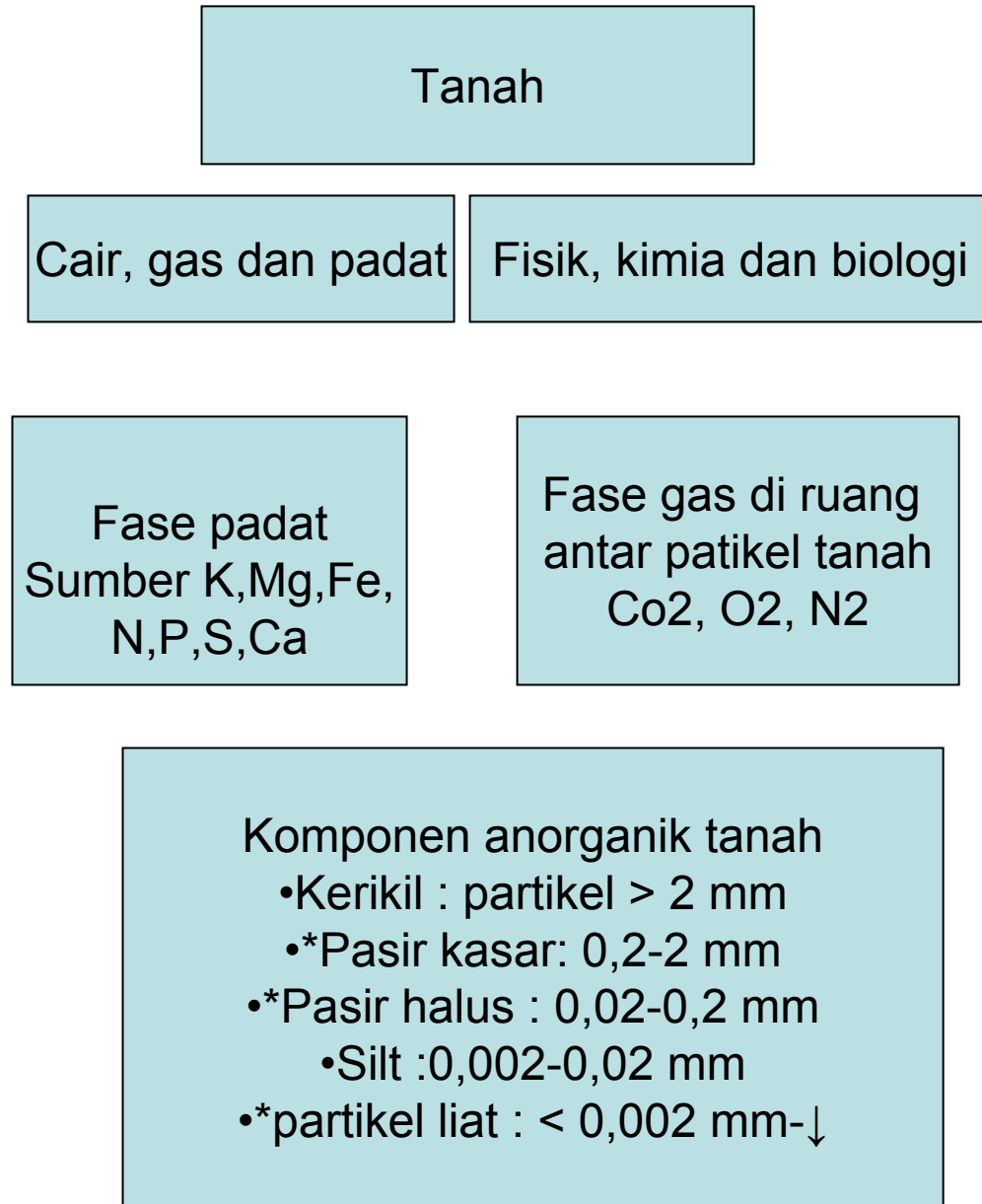


**Gambar 4.3. Pengaruh pH tanah terhadap unsur-unsur nutrisi dalam bahan organik tanah. Warna gelap menunjukkan derajat ketersediaan nutrisi untuk akar tumbuhan. Semua nutrisi tersedia pada kisaran pH 5,5 sampai 6,5 (Lucas dan Davis, 1961)**

**TABLE 5.5**  
Comparison of properties of three major types of silicate clays found in the soil

Property	Type of clay		
	Montmorillonite	Illite	Kaolinite
Size ( $\mu\text{m}$ )	0.01–1.0	0.1–2.0	0.1–5.0
Shape	Irregular flakes	Irregular flakes	Hexagonal crystals
Cohesion	High	Medium	Low
Water-swelling capacity	High	Medium	Low
Cation exchange capacity (milliequivalents $100\text{ g}^{-1}$ )	80–100	15–40	3–15

Source: After Brady 1974.

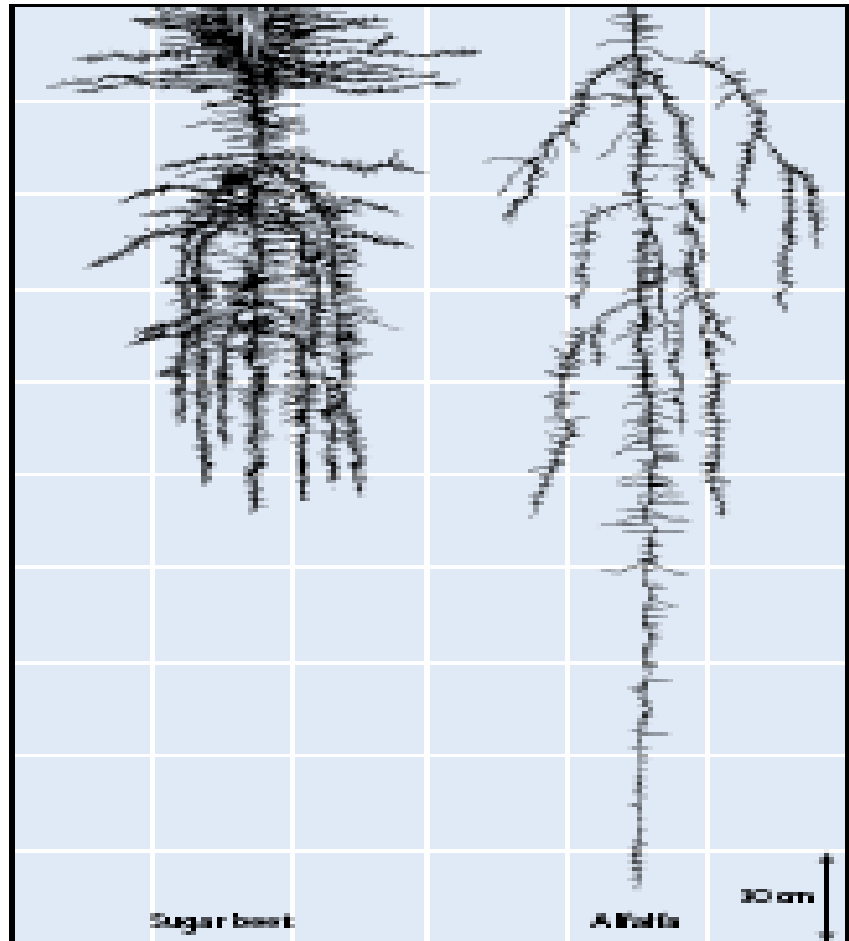


(A) Dry soil

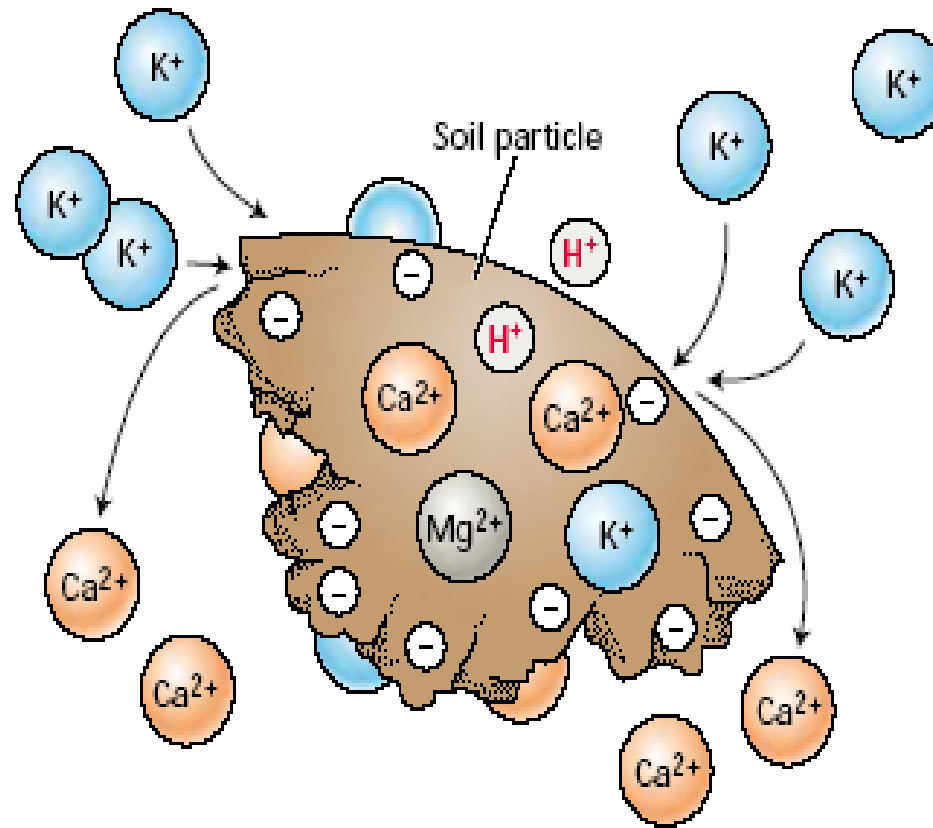
(B) Irrigated soil



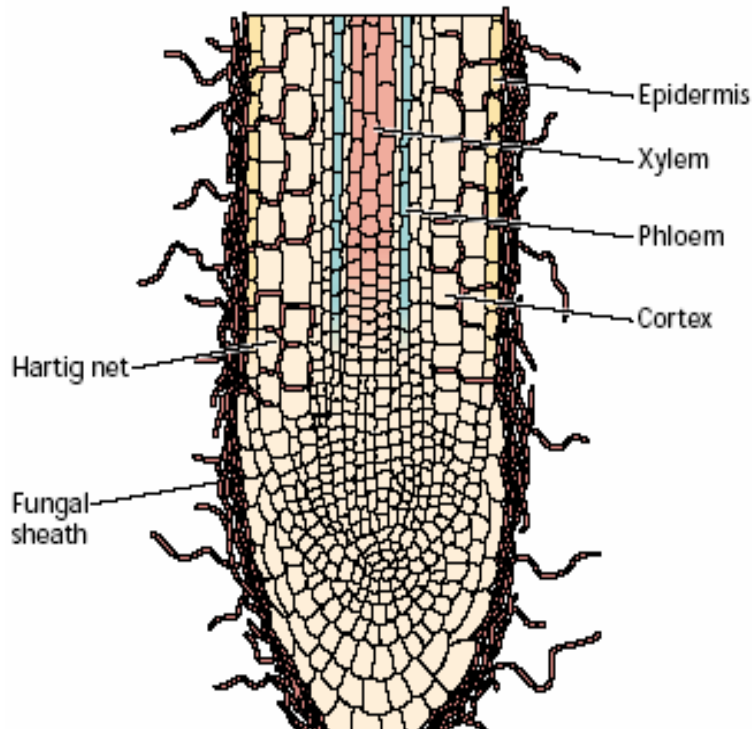
**Gambar 4.4. Akar serabut gandum (monokotil) (A) Sistem akar pada tanaman gandum tua (3 bulan ) pada tanah kering dan (B) Sistem akar pada tanah beririgasi baik. Sistem perakaran sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air tanah. Pada sistem akar serabut aksis akar primer tidak lama dapat dibedakan (Weaver, 1926)**



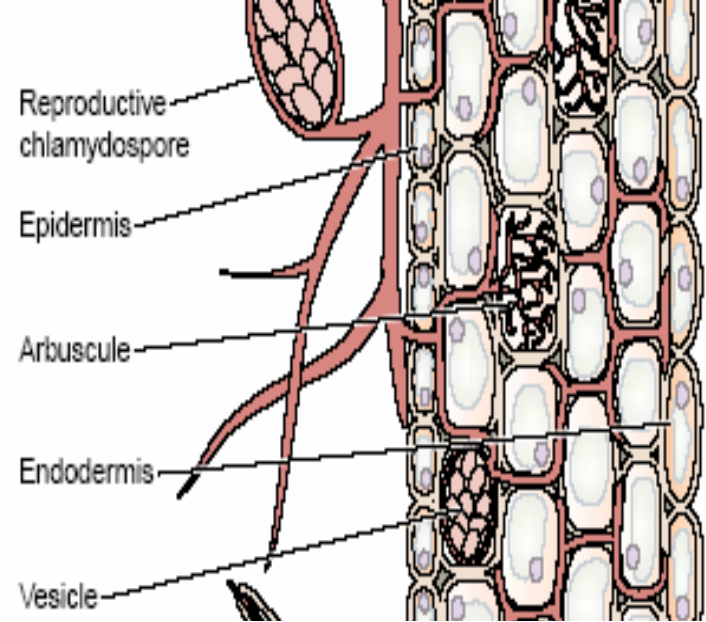
**FIGURE 5.7 Taproot system of two adequately watered dicotyl sugar beet and alfalfa. The sugar beet root system is typical of 5 months of growth; the alfalfa root system is typical of 2 years of growth. In both dicots, the root system shows a major vertical root axis. In the case of sugar beet, the upper portion of the taproot system is thickened because of its function as storage tissue. (After Weaver 1926.)**



**Gambar 4.5. Prinsip pertukaran kation pada permukaan partikel tanah. Kation terikat pada partikel tanah karena permukaannya bermuatan negatif. Penambahan kation seperti misalnya K<sup>+</sup> dapat menggantikan kation lain misal Ca<sup>2+</sup> pada perlekatannya pada partikel tanah dan menjadi tersedia untuk diserap akar**

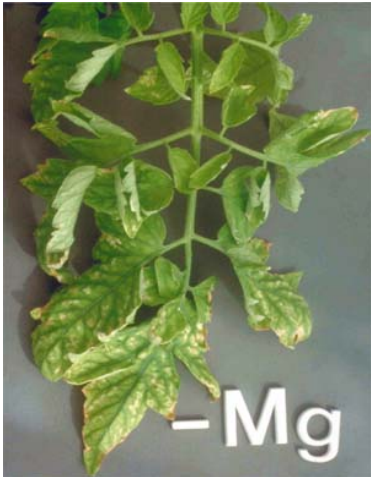


**Gambar 4.6. Akar diinfeksi cendawan mikoriza ektotropik. Pada akar terinfeksi, hifa cendawan mengelilingi permukaan akar dan masuk ke dalam ruang-ruang antar sel pada korteks untuk membentuk jaringan Hartig. Massa total hifa cendawan dapat dibandingkan dengan massa akar (Rovira et al, 1983)**



**Gambar 4.7. Asosiasi cendawan mikoriza arbuskular dengan akar tumbuhan. Hifa cendawan dalam sel-sel korteks dari luar dinding sel. Walaupun meluas sampai sel-sel korteks lainnya, cendawan tidak merusak membran sel atau tonoplas sel inang. Tetapi hifa dikelilingi membran dan membentuk struktur yang dikenal dengan sebutan arbuskula yang berperan dalam pertukaran ion antara tumbuhan inang dan cendawan (Mauseth, 1988)**

# Magnesium



**Absorpsi dalam bentuk  $Mg^{2+}$  -**

**Peranan: kofaktor klorofil dan aktivator enzim**

**Ketersediaannya**

**Kekurangan perlu penambahan**

**Simptom: klorosis intervenal, daun menggulung, nekrosis tepi dan ujung daun, pada brassicaceae daun oranye atau kuning**

**Gambar : Daun tomat. Dengan simtom defisiensi Magnesium (Epstein and Bloom 2004)**



# MANGAN

**Absorpsi dalam bentuk  $Mn^{2+}$**

**Peranan; komponen PS II, kofaktor beberapa enzim**

**Ketersediaannya**

**Kekurangan perlu penambahan**

**Simptom:klorosis intervenal ringan mulai daun muda  
daun tua vena seperti jaring-jaring, seperti def.**

**Fe, stadium Lanjut warna metalik-gelap-nekrosis pada  
vena, Permukakaan atas keunguan, pd Serealia bintik  
abu2 sepanjang daun-layu-mati**



**Gambar : daun tomat. Dengan simptom defisiensi mangan (Epstein and Bloom 2004.)**

# MOLIBDENUM



**Absorpsi dalam bentuk  $\text{Mo}^{2+}$  -**

**Peranan: fiksasi  $\text{N}_2$  dan reduksi  $\text{NO}_3$**

**Ketersediaannya**

**Kekurangan perlu penambahan**

**Simptom: klorosis seperti def. N, pada kubis daun gagal berkembang (spt. Ekor cambuk), daun spt mangkuk, burik, dsb. Mo Kons. Tinggi-toksik daun oranye**

**Gambar : Daun tomat dengan simtom defisiensi molibdenum (Epstein and Bloom 2004)**

# POSFOR

Absorpsi dalam bentuk anion,  $\text{H}_2\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{3-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$

Peranan penyusun atp(senyawa energi tinggi),komponen posfolipid(membran sel),gula-P dan asam nukleat

Ketersediaannya terbatas

Kekurangan perlu penambahan pupuk NPK

Simptom:bercak nekrosis,cebol,batang petiol permukaan bawah daun ungu-abu2-biru,daun tua vena coklat



Gambar : daun tomat dengan simptom defisiensi posfor (Epstein and Bloom 2004)

# sulfur

Absorpsi dalam bentuk anion,  $\text{SO}_4^{2-}$

Peranan penyusun asam amino tertentu, kofaktor enzim CoA

Ketersediaannya

Kekurangan perlu penambahan

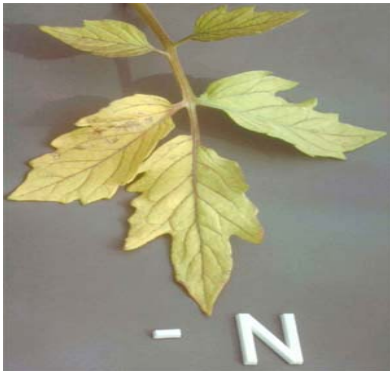
Simptom: klorosis menyeluruh termasuk daun muda dgn vena dan petiol kemerahan, mirip def. N, parah: luka, bercak, nekrosis, daun tegak, terpuntir/keriting

Gambar : daun tomat dengan simptom defisiensi Sulfur (Epstein and Bloom 2004)



# NITROGEN

Absorpsi dalam bentuk kation ,  $\text{NH}_4^+$   
dan Anion,  $\text{NO}_3^-$



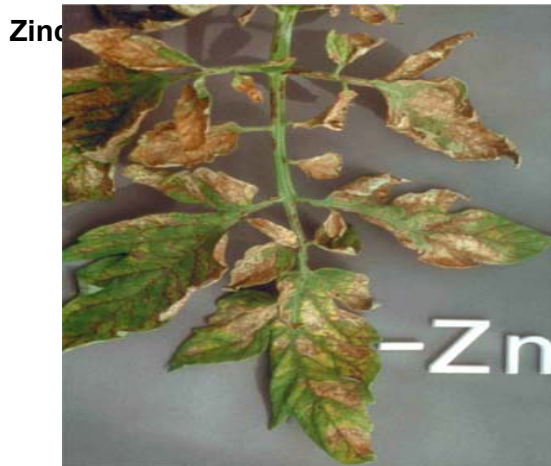
Peranan penyusun protein, asam nukleat, klorofil

Ketersediaannya

Kekurangan perlu penambahan pupuk urea atau npk

Simptom: klorosis semua bagian, vena dan petiol kemerahan, daun tua hijau pucat-kuning-putih kekuningan, pucuk pucat, ukuran tanaman kecil, pendek, percabangan kurang, tidak lurus

# zink



**Absorpsi dalam bentuk kation  $Zn^{2+}$**

**Peranan: kofaktor enzim**

**Ketersediaannya**

**Kekurangan perlu penambahan**

**Simptom: nekrosis inter vena,berlubanglubang,gutasi,beberapa tanaman daun kecil,internodus pendek,roset**

**Gambar : Daun tomat. Dengan defisiensi unsur Zink (Epstein and Bloom 2004)**

# BORON

Absorpsi dalam bentuk anion  $\text{BO}^{3-}$

Peranan : menanggulangi penggunaan Ca, sintesis asan nukleat, sintesis lignin

Ketersediaannya

Kekurangan perlu penambahan

Simptom: klorosis ringan, daun mengkerut, toleransi luas ada tanaman sensitif/toleran, transport lwt xilem kecuali dgn gula transport sorbitol, meristem nekrosis, hilang dominansi apikal, roset, batang berlubang2, buah nekrosis, petiol hitam rapuh, eksudasi di daun, layu.

Gambar : daun tomat dengan defisiensi Boron (Epstein and Bloom 2004)



# KALSIUM

**Absorpsi dalam bentuk kation  $\text{Ca}^{2+}$**

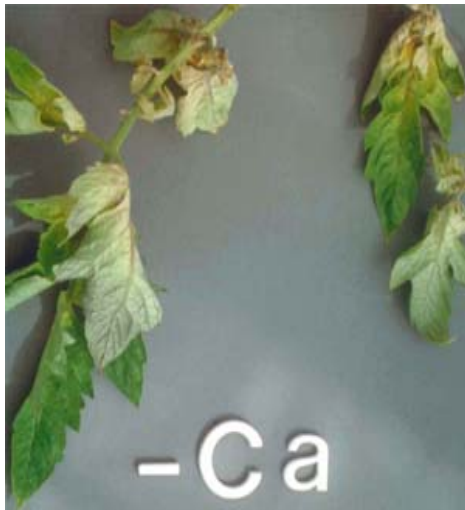
**Peranan komponen penyusun dinding sel, kofaktor enzim, komponen kalmodulin, mengatur permeabilitas membran**

**Ketersediaannya**

**Kekurangan perlu penambahan**

**Simptom: nekrosis bag. Basal daun, busuk pangkal buah, pucuk terbakar (slada), busuk tengah batang (seledri), mati pucuk**

**Gambar : Daun tomat. Dengan simptom defisiensi kalsium (Epstein and Bloom 2004)**





# KLOR

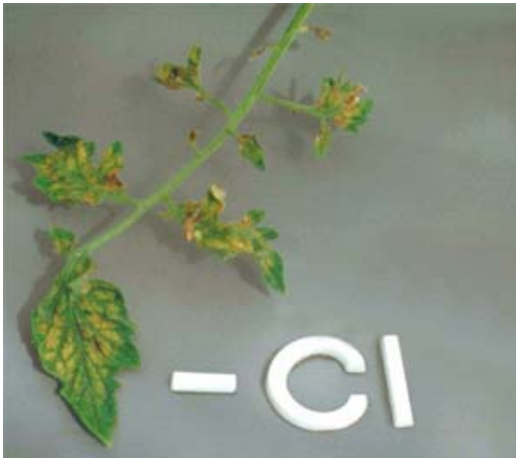
**Absorpsi dalam bentuk anion  $\text{Cl}^-$**

**Peranan komponen keseimbangan osmoregulasi (pembukaan dan penutupan stomata), komponen ps ii**

**Ketersediaannya**

**Kekurangan perlu penambahan**

**Gambar : Daun tomat. dengan simptom defisiensi Klor (Epstein and Bloom 2004)**



# KUPRUM

**Absorpsi dalam bentuk kation  $\text{Cu}^{2+}$**

**Peranan: kofaktor protein transfer elektron pada fotosintesis (plastocianin)**

**Kekurangan: pupuk**

**Simptom: daun muda layu, layu tunas ujung, daun hijau tua/nekrosis**

**Gambar : Daun tomat dengan simptom defisiensi kuprum/tembaga (Epstein and Bloom 2004).)**



# BESI



**Absorpsi dalam bentuk kation  $Fe^{2+}$  dan  $Fe^{3+}$**

**Peranan kofaktor sitokrom, sintesis klorofil**

**Ketersediaannya sangat tergantung pH**

**Kekurangan perlu penambahan FeEDTA, DTPA**

**Simptom: klorosis antar vena pada daun muda**

**Gambar : Daun tomat dengan simtom defisiensi besi (Epstein and Bloom 2004.)**

# KALIUM

**Absorpsi dalam bentuk kation  $K^+$**

**Peranan mengatur pembukaan dan penutupan stomata (osmoregulasi), aktivator enzim**



**Kekurangan sering terjadi di alam, cara mengatasi dengan pupuk**

**KCl atau pupuk campuran NPK**

**Simptom: daun klorosis hijau pucat atau kuning, bercak nekrosis, daun keriting atau keriput**

**Gambar : Daun tomat dengan simptom defisiensi kalium (Epstein and Bloom 2004.)**