

## **BAB II NUTRISI TUMBUHAN**

### **A. PENDAHULUAN**

#### **Deskripsi Singkat**

Bab ini akan menjelaskan tentang nutrisi pada tumbuhan. Pada bab ini dibahas :

1. Unsur-unsur hara dalam tubuh tumbuhan
2. Penyerapan unsur hara
3. Peranan zat hara dan tanda kahat / kekurangan hara

#### **Relevansi**

Bab ini berhubungan dengan bagian bab sebelumnya. Tumbuhan untuk tumbuh dan berkembang membutuhkan nutrisi / zat hara yang dapat diperoleh dari lingkungan tempat hidupnya, seperti dari tanah, air dan udara. Akan tetapi, kadang-kadang zat hara yang ada, tidak dapat mencukupi kebutuhan hidup dari tumbuhan sehingga tumbuhan menampilkan gejala defisiensi / kekurangan hara.

### **B. PENYAJIAN**

Setiap makhluk hidup, apakah itu manusia, hewan ataupun tumbuhan, memerlukan zat makanan agar makhluk hidup tersebut dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

Tumbuhan memerlukan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), gas oksigen ( $\text{O}_2$ ) dan unsur-unsur esensial agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik dan dapat memproduksi atau membuat makanan sendiri berupa karbohidrat, lemak, protein, vitamin dan mineral

yang nantinya dimanfaatkan sebagai sumber zat makanan bagi manusia dan hewan herbivora.

Tumbuhan dapat memperoleh unsur-unsur hara esensial, yaitu bisa langsung dari tanah atau dari media tempat tumbuhnya, dari air, udara serta dapat juga memperolehnya melalui pemupukan yang kita berikan.

## 2.1 UNSUR-UNSUR HARA DALAM TUBUH TUMBUHAN

### Unsur hara esensial

Unsur hara esensial adalah unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara normal, tanpa unsur hara esensial, suatu tanaman tidak akan dapat melengkapi siklus hidupnya. Kekurangan salah satu unsur hara esensial tidak bisa digantikan oleh unsur hara yang lainnya.

### Jenis-Jenis Unsur Hara Esensial

Unsur hara esensial terdiri dari : unsur hara **makro**, yaitu unsur hara esensial yang diperlukan tanaman dalam jumlah yang relatif banyak; dan unsur hara **mikro** yaitu unsur hara esensial yang diperlukan dalam jumlah yang relatif sangat sedikit. Unsur hara makro dibagi atas unsur hara makro primer dan unsur hara makro sekunder.

Unsur hara makro yang termasuk unsur hara makro primer, yaitu : C (Carbon), H (Hidrogen), dan O (oksigen), N (nitrogen), P (phosphor), dan K (kalium); sedangkan unsur hara makro yang termasuk unsur hara makro sekunder yaitu : Ca (Calcium), Mg (Magnesium) dan S (Sulphur).

Unsur hara mikro terdiri atas : Fe (Ferrum), Mn (Mangan), B (Boron), Mo (Molybdenum), Cu (Cuprum), Zn (Zink), dan Cl (Chlor).

**Tabel 1. Unsur Esensial bagi sebagian besar Tumbuhan Tingkat tinggi dan konsentrasi yang dianggap memadai**

Unsur	Lambang kimia	Bentuk yang tersedia bagi Tumbuhan <sup>*)</sup>	Bobot Atom	Konsentrasi pada jaringan kering	
				mg/kg	(%)
Karbon	C	CO <sub>2</sub>	12,01	450.000	45
Hidrogen	H	H <sub>2</sub> O	1,01	60.000	6
Oksigen	O	O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	16,00	450.000	45
Nitrogen	N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	14,01	15.000	1.5
Fosfor	P	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	30,98	2.000	0.2
Kalium	K	K <sup>+</sup>	39,10	10.000	1.0
Kalsium	Ca	Ca <sup>2+</sup>	40,08	5.000	0.5
Magnesium	Mg	Mg <sup>2+</sup>	24,32	2.000	0.2
Sulfur/Belerang	S	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	32,07	1.000	0.1
Ferrum / Besi	Fe	Fe <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup>	55,85	100	0.010
Mangan	Mn	Mn <sup>2+</sup>	54,94	50	0.0050
Boron	B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10,82	20	0.002
Molybdenum	Mo	MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	95,95	0.1	0.00001
Cuprum/Tembaga	Cu	Cu <sup>-</sup> , Cu <sup>2+</sup>	63,54	6	0.0006
Zink / Seng	Zn	Zn <sup>2+</sup>	65,38	20	0.0020
Chloor / Klorin	Cl	Cl <sup>-</sup>	35,46	100	0.010

*\*) Yang lebih lazim dipakai di antara kedua bentuk itu dituliskan tebal.*

**Sumber :** Salisbury dan Ross. 1995.

## Absorpsi dan Translokasi Unsur-unsur Hara Esensial

### a. Absorpsi Unsur Hara Esensial

Unsur hara C (Carbon), diabsorpsi oleh mulut-mulut daun (stomata) dari atmosfer, dalam bentuk CO<sub>2</sub>, yang selanjutnya digunakan sebagai bahan baku dalam proses fotosintesis, yang menghasilkan karbohidrat.

Unsur hara H (Hidrogen), diabsorpsi oleh bulu-bulu akar (*pillus radialis*) dan oleh jaringan muda akar dari pori-pori tanah, dalam bentuk H<sub>2</sub>O (air), yang selanjutnya digunakan sebagai bahan baku dalam proses fotosintesis, yang menghasilkan karbohidrat.

Unsur hara O (Oksigen), diabsorpsi oleh mulut-mulut daun (stomata) dari atmosfer, dan oleh bulu-bulu akar (*pillus radialis*) dari pori-pori tanah, dalam bentuk O<sub>2</sub>, yang selanjutnya digunakan dalam proses respirasi seluler yang menghasilkan energi untuk kegiatan metabolisme lainnya. O (Oksigen) dapat pula bersumber dari CO<sub>2</sub> dan dari H<sub>2</sub>O.

Sebanyak 96 % dari bobot kering tumbuhan terdiri dari unsur C (45 %), unsur H (6 %) dan unsur O (45 %).

Unsur-unsur hara lainnya seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Mo, Cu, Zn dan Cl, diabsorpsi oleh bulu-bulu akar dan oleh jaringan muda akar, dari dalam tanah, dalam bentuk ion-ion yang terlarut di dalam air.

#### **b. Translokasi Unsur Hara Esensial**

Ion-ion unsur hara dari dalam tanah yang terlarut dalam air dan tersedia bagi tanaman, setelah diabsorpsi oleh bulu-bulu akar dan oleh jaringan muda akar; ada yang berosmosis melalui sitoplasma sel-sel korteks akar dan ada yang berdiffusi melalui dinding-dinding sel korteks akar menuju ke xylem untuk ditranslokasikan ke bagian-bagian lain tanaman.

Ion-ion nitrat yang berosmosis, sesampainya di sitoplasma sel-sel korteks akar akan membentuk asam-asam amino, yang sebagian dipergunakan untuk pertumbuhan akar dan sebagian lagi ditranslokasikan melalui phloem ke bagian-bagian lain tanaman yang memerlukannya.

Ion-ion unsur hara lainnya yang berdiffusi melalui dinding-dinding sel korteks akar, setelah pergerakannya terhenti di pita kaspari, akan berpenetrasi melalui membran plasma sel-sel peresap, lalu sebagian masuk ke sitoplasma endodermis untuk disekresikan ke dalam vakuola dengan menggunakan transport aktif yang dibantu oleh energi hasil respirasi selluler ; sedangkan sebagian lagi ditranslokasikan melalui xylem ke bagian-bagian lain tanaman.

## **2.2 PENYERAPAN UNSUR HARA**

### **Penyerapan Unsur hara lewat Akar**

Unsur hara mineral yang dapat diserap oleh akar hanyalah unsur hara yang tersedia, yaitu yang terdapat dalam bentuk larutan (ion) atau dalam keadaan dapat ditukar (exchangeable) karena terjerap partikel tanah.

Unsur hara yang tersedia ini berasal dari proses pelarutan atau pelapukan batuan induk atau proses penguraian sisa bahan organik oleh jasad renik pengurai.

Pada dasarnya penyerapan ini serupa dengan penyerapan air, hanya harus diperhatikan bahwa karena ion ini bermuatan maka timbul beberapa masalah. Masalah tersebut antara lain adanya antagonisme dan sinergisme antara ion.

### **Mekanisme Penyerapan Unsur Hara :**

**a. Penyerapan pasif :** Penyerapan tanpa menggunakan energi hasil metabolisme.

1. **diffusi bebas** : ion masuk ke dalam ruang bebas dinding sel dan ruang antar sel. Mekanisme ini tidak banyak menyerap karena setelah terjadi keseimbangan akan berhenti.
2. **Pertukaran ion** : ion yang terjerap di permukaan dinding sel atau membran sel dapat dipertukarkan dengan ion dari larutan atau yang terjerap partikel tanah. Yang dipertukarkan adalah  $H^+$  dan  $HCO_3^-$  dari sel dengan kation atau anion yang setara.
3. **arus massa / aliran massa** : ion terserap ke dalam sel akar mengikuti arus air yang terserap oleh daya hisap daun (arus transpirasi)
4. **keseimbangan Donnan** : mekanisme ini menganggap bahwa di dalam sel terdapat ion tetap (fixed ions), dapat berupa kation atau anion yang tidak dapat meninggalkan sel. Kalau membran plasma permeabel untuk ion maka baik kation maupun anion akan masuk sampai terjadi keseimbangan. Bila ion tetap itu berupa kation maka sel akan dimasuki anion yang lebih besar. Sebaliknya bila ion tetap itu bermuatan negatif (anion) maka sel akan dimasuki kation yang lebih besar.

**b. Penyerapan aktif** : Penyerapan menggunakan energi metabolisme, misalnya ATP.

1. **Teori Carrier** : teori ini menyatakan bahwa ion dapat menembus membran plasma yang differensial permeabel karena dibantu oleh carrier, yaitu senyawa hipotetik yang mengikat ion di permukaan luar dan melepaskannya lagi di bagian dalam membran sel. Untuk dapat membentuk carrier-ion kompleks diperlukan ATP. Teori ini dapat menerangkan adanya antagonisme antar ion, karena ion-ion itu dianggap mempunyai titik ikat yang sama pada carrier.
2. **Pompa ion (respirasi anion)** : Teori ini menganggap bahwa masuknya anion terjadi karena melewati pompa sitokrom dengan elektron yang berasal dari proses dehidrogenase sebagai penukar. Di permukaan luar, elektron itu bergabung kembali dengan  $H^+$  dan  $O_2$  dari luar membentuk air, sedangkan kation secara pasif, hanya untuk mengimbangi ion yang masuk.

### **Penyerapan lewat daun**

Berbagai senyawa kimia disemprotkan ke permukaan daun dalam bentuk larutan atau suspensi, misalnya fungisida, insektisida atau pupuk daun. Pemupukan lewat daun dilakukan bila pemupukan lewat tanah tidak efektif. Pemupukan daun dapat lebih ekonomis terutama untuk unsur hara mikro. Efektifitas penyerapan zat hara lewat daun tergantung pada kemampuan zat hara tersebut menembus kutikula dan dinding sel epidermis dan seterusnya masuk

mesofil daun. Mekanismenya terutama dengan difusi lewat retakan, celah atau sambungan pada kutikula. Setelah melewati kutikula, ion masuk sel epidermis, lewat ektodesmata. Setelah mencapai plasma epidermis, transport selanjutnya seperti penyerapan pada akar.

### **Faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan zat hara**

#### **1. Temperatur.**

Sampai batas tertentu, kenaikan temperatur akan mempercepat penyerapan, karena kenaikan temperatur menaikkan kecepatan difusi ion ke akar dan juga mempercepat respirasi akar. Temperatur tinggi menghambat penyerapan karena pada temperatur tinggi respirasi terhambat dan membran plasma menjadi lebih permeabel sehingga mudah terjadi kebocoran zat hara keluar.

#### **2. Cahaya.**

Tumbuhan yang hidup pada intensitas cahaya yang tinggi menyerap ion lebih banyak daripada dalam cahaya kurang. Karena fotosintesis yang lebih besar memberi gula lebih banyak pada akar untuk direspirasi. Cahaya juga mempengaruhi temperatur dan selanjutnya berpengaruh terhadap arus transpirasi.

#### **3. Aerasi**

Aerasi yang tidak baik menghambat penyerapan karena  $O_2$  diperlukan untuk respirasi dan kenaikan kadar  $CO_2$  dapat meracuni akar.

#### **4. pH**

Pengaruh pH terhadap penyerapan, misalnya pada pH rendah ion  $H^+$  akan bersaing dengan kation, misalnya  $K^+$ , sehingga



penyerapan kation terhambat dan penyerapan anion terpacu. pH juga berpengaruh terhadap penyerapan P. Pada pH tinggi, P berada dalam bentuk  $\text{PO}_4^{2-}$  yang tidak dapat diserap. Fosfat yang dapat diserap adalah dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  yang terbentuk pada pH rendah.

### 5. Interaksi antar ion

Penyerapan suatu ion dipengaruhi oleh ion lain (antagonis atau sinergis). Pada umumnya ion bervalensi satu lebih mudah diserap daripada ion bervalensi dua. Persaingan mendapat titik ikat pada carrier diduga menjadi penyebab antagonisme. Sinergisme misalnya tumbuhan yang banyak mengandung N akan menyerap fosfat dan sulfat lebih cepat.

### 6. Pertumbuhan

Pertumbuhan jaringan atau organ akan menambah luas permukaan, menambah jumlah sel dan menambah jumlah carrier. Pertumbuhan juga berarti menambah bahan organik, ini akan menurunkan kadar zat hara tertentu (efek pengenceran) yang dapat menyebabkan pemacuan penyerapan.

### Sirkulasi Zat hara dalam tubuh Tumbuhan

Setelah zat hara diserap akar, masuk xylem akar, ditransport ke bagian-bagian lain melalui xylem batang. Analisis terhadap cairan floem menunjukkan bahwa zat hara mineral dari bawah juga ada yang ditransport melalui floem. Diduga terjadi transport radial di dalam batang yang diatur oleh kambium, sehingga bagian-bagian di

luar xylem memperoleh zat hara lebih cepat. Hal itu dimungkinkan lewat sel-sel parenkim xylem dan jari-jari empulur yang terdapat di antara sel-sel kambium. Sel-sel itu dinamakan "sel transfer". Transport ion di dalam floem juga terjadi misalnya pada pemindahan unsur hara dari organ tua ke organ muda. Unsur-unsur yang mobilitasnya rendah, misalnya Ca tidak dijumpai dalam floem. Sirkulasi unsur hara dalam tubuh floem paling cepat bila unsur tersebut konsentrasinya dalam tubuh rendah.

### **Lepasnya zat hara dari tubuh tumbuhan**

Zat hara yang telah diserap masuk tubuh tumbuhan dapat terlepas kembali ke dalam lingkungan dengan cara :

#### **1. Pelindian / Pencucian**

Proses tercucinya zat hara dari jaringan tumbuhan karena difusi dari jaringan yang disebabkan air hujan. Zat hara lebih mudah terlindi dari daun tua daripada daun muda. Pelindian pada daun terjadi dalam jumlah besar, misalnya K sampai 90 % dan Ca sampai 60 % dari jumlah yang terserap akar.

#### **2. Kebocoran dari akar**

Terjadi karena proses difusi dari ruang bebas dinding sel epidermis akar ke larutan tanah.

#### **3. Sekresi**

Kelenjar garam dan kelenjar madu mengeluarkan sekret yang berisi zat hara mineral. Senyawa-senyawa yang mengandung

nitrogen dapat membebaskan amonia atau bentuk gas lain yang dapat menguap, berdiffusi ke atmosfer.

#### 4. Translokasi / Sirkulasi

Organ-organ tumbuhan dapat kehilangan zat hara karena ditranslokasikan ke bagian lain atau tumbuhan lain misalnya parasit.

### 2.3 PERANAN ZAT HARA DAN TANDA KAHAT/KEKURANGAN HARA

Agar mudah, hara yang esensial bagi pertumbuhan tanaman dapat dikelompokkan menjadi empat kategori yang berhubungan dengan peranan utamanya dalam nutrisi tanaman :

- (1) struktur dasar
- (2) penyimpanan energi dan transfer ikatan energi
- (3) keseimbangan muatan listrik
- (4) aktivasi enzim dan transpor elektron

#### 1. Struktur dasar : Karbon, Hidrogen, dan Oksigen

Karbohidrat ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) $_n$  menyusun kerangka atau struktur tumbuhan dan merupakan sumber energi metabolik. Karbohidrat meliputi macam-macam organik, gula sederhana dan kompleks, serta polimer gula, seperti tepung, selulosa, dan hemiselulosa. Asam-asam organiknya merupakan prekursor dari asam amino, yang berpolimerisasi dengan ikatan peptida membentuk protein. Berdasarkan beratnya, kira-kira 45 % tersusun dari karbon, 6 % tersusun dari hidrogen, dan kira-kira 45 % tersusun dari Oksigen. Oleh karena itu, lebih dari 90 % dari berat kering tanaman atau hasil panen tanaman budidaya berasal dari udara dan air.

## 2. Penyimpanan energi dan transfer ikatan energi : Nitrogen, Belerang, Fosfor

### **Nitrogen (N) :**

*Sumber* : N diserap dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  ( Nitrat) atau  $\text{NH}_4^+$  (Amonium) dari larutan tanah

*Fungsi* : bahan penyusun asam amino, amida, basa bernitrogen seperti purin, dan protein serta nukleoprotein.

Tanda Kahat / Defisiensi / kekurangan :

klorosis pada daun tua, kandungan protein turun, pertumbuhan terhambat.

### **Belerang (S) :**

*Sumber* : S diserap dalam bentuk  $\text{SO}_4^{2-}$

*Fungsi* : penyusun asam amino, vitamin, koenzim A dan minyak atsiri.

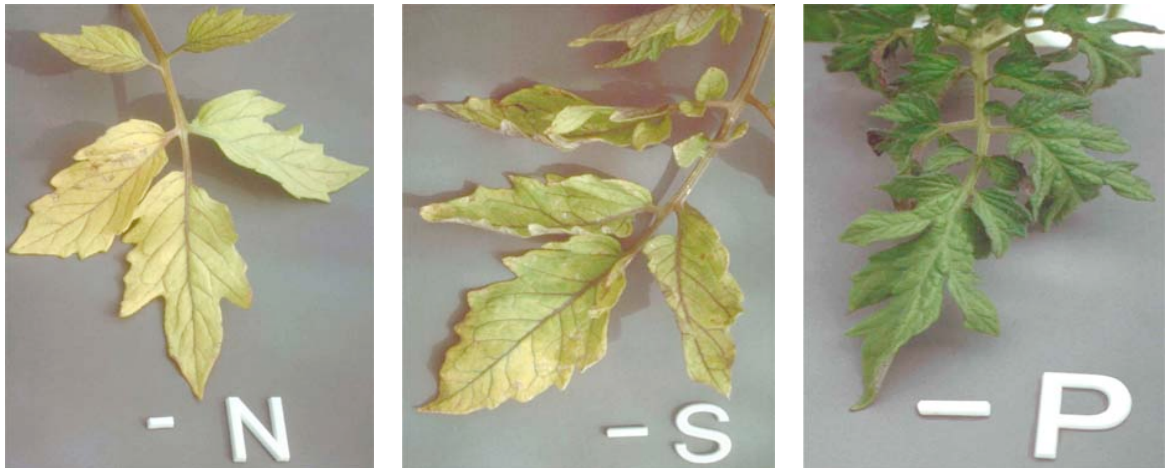
Tanda Kahat : klorosis pada daun muda, menyebabkan pertumbuhan terhambat (kerdil).

### **Fosfor :**

*Sumber* : P diserap terutama dalam bentuk ion bervalensi tunggal ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ )

*Fungsi* : P merupakan komponen struktural dari sejumlah senyawa penting; molekul pentransfer energi ADP dan ATP, NAD, NADPH, dan senyawa sistem informasi genetik (DNA dan RNA). Penyusun membran plasma (fosfolipid), asam nukleat.

Tanda Kahat : Pertumbuhan terhambat, daun gugur lebih cepat, differensiasi jaringan terganggu.



Gambar : Gejala Defisiensi N, S, P pada Tanaman Tomat (Epstein dan Bloom, 2004)

### 3. Keseimbangan muatan listrik : Kalium, Kalsium, Magnesium

#### Kalium (K) :

Sumber : K sedikit yang terlarut dalam larutan tanah, K terutama terdapat sebagai bentuk yang dapat ditukar karena terjerap di permukaan partikel tanah.

Fungsi : K merupakan ion yang terdapat bebas dalam vakuola. Mobilitasnya dalam tubuh tumbuhan sangat tinggi. K tidak menjadi penyusun molekul tertentu, berfungsi mengatur keseimbangan air dalam tubuh tumbuhan, berperan pada sintesis karbohidrat dan proteinm sebagai aktivator enzim.

Tanda kahat : Pertumbuhan terhambat, nekrosis atau daun keriting.

#### Kalsium (Ca) :

Sumber : Ca diserap sebagai kation bivalen  $Ca^{2+}$ .

Fungsi : Ca menjadi penyusun dinding sel dan lamela tengah dalam bentuk Ca-pektat, sebagai penetral asam organik, aktivator enzim. Mobilitasnya sangat rendah.

Tanda Kahat : Daun muda dan meristem menunjukkan pertumbuhan tidak normal, misalnya keriting, nekrotis, tangkai daun lemas.

#### **Magnesium (Mg) :**

Sumber : Mg tanah terutama berasal dari pelapukan mineral primer yaitu biotit, serpentin, dolomit, dan olivin. Selain itu, dijumpai pada mineral sekunder yaitu Montmorilonit, Illit, dan Vermikulit.

Fungsi : sebagai penyusun klorofil dan berperan dalam transport fosfat dalam tubuh tumbuhan. Mobilitasnya dalam tubuh tinggi.

Tanda Kahat : klorosis pada daun tua.



Gambar : Gejala Defisiensi K, Ca dan Mg pada Tanaman Tomat (Epstein dan Bloom, 2004)

#### **4. Aktivasi enzim dan transpor elektron : Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo, Cl**

##### **Ferrum / Besi (Fe) :**

Sumber : Besi berasal dari mineral primer fero-magnesium silikat, yang meliputi olivin, augit, biotit. Oksida besi yang

umum terdapat dalam tanah, berupa hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetit ( $\text{FeO}_4$ ), dan siderit ( $\text{FeCO}_3$ ).

Fungsi : penyusun enzim-enzim pada transpor elektron, misalnya : sitokrom dan ferredoksin, yang aktif dalam fotosintesis dan dalam respirasi mitokondria. Besi juga merupakan penyusun enzim-enzim katalase dan peroksidase, yang mengkatalis pembongkaran  $\text{H}_2\text{O}_2$  menjadi  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{O}_2$ , sehingga mencegah keracunan  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Besi, bersama-sama dengan Mo, merupakan unsur penyusun enzim-enzim nitrit dan nitrat reduktase dan enzim fiksasi  $\text{N}_2$  nitrogenase. Walaupun Fe bukan merupakan bagian penyusun molekul klorofil, keberadaannya mempengaruhi tingkat klorofil karena Fe dibutuhkan dalam pembentukan ultrastruktur klorofil.

Tanda Kahat : Defisiensi Fe menyebabkan berkurangnya jumlah dan ukuran kloroplas. Pada jagung, Grana dan lamela kloroplasnya berkurang.

#### **Mangan (Mn) :**

Sumber : berasal dari Mineral feromangan. Mn berada dalam tanah sebagai ion bivalen  $\text{Mn}^{2+}$  yang dapat saling bertukar, dan sebagai oksida  $\text{Mn}^{3+}$  dan  $\text{Mn}^{4+}$  dalam keseimbangan dengan bentuk Mn lainnya.

Fungsi : Mn merupakan pengaktif beberapa enzim, terutama enzim-enzim yang terlibat dalam sintesis asam lemak dan sintesis nukleotida dan penting dalam respirasi serta fotosintesis. Dalam fotosintesis  $\text{Mn}^{2+}$  dioksidasi menjadi  $\text{Mn}^{3+}$  dengan transfer satu elektron dari air ke molekul klorofil. Mn juga mengaktifkan asam indolasetat oksidase ( IAA oksidase), yang mengakibatkan berkurangnya konsentrasi IAA dalam jaringan

Tanda Kahat : luka-luka pada daun muda.

### Seng (Zn) :

Sumber : Dalam tanah, seng berasal dari mineral feromagnesium augit, biotit, yang dijumpai dalam batuan beku dasar. Seng juga terdapat dalam mineral sekunder sfalerit (ZnFe)S, zinsit (ZnO), dan smithsonit (ZnCO<sub>3</sub>). Seng berinteraksi dengan bahan organik untuk membentuk kompleks Zn-organik. Sekitar 60 % dari chelat ini dapat larut dan penyusun sumber utama dalam tanah.

Fungsi : Seng ternyata penting untuk enzim-enzim dalam sintesis triptofan, prekursor dari IAA. Seng juga merupakan penyusun anhidrase karbonat yang mengkatalis reaksi :  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Tanda Kahat : Kekurangan Zn akan menyebabkan kandungan triptofan dan IAA rendah. Daunnya kecil-kecil serta pengguguran daun lebih awal. Defisiensi yang akut menunjukkan klorosis permulaan dalam parenkim antar urat daun, kemudian pertumbuhan daun yang terhambat, dan akhirnya mati ujung-ujung cabangnya.





Gambar : Gejala Defisiensi Fe, Mn, dan Zn pada Tanaman Tomat  
(Epstein dan Bloom, 2004)

**Boron (B) :**

Sumber : terutama berasal dari mineral primer, seperti : borosilikat. Boron terdapat dalam larutan tanah pada tingkatan yang sangat rendah sebagai asam borat atau borat ( $\text{HBO}_3$ ) dan diadsorpsi oleh partikel-partikel tanah sebagai borat.

Fungsi : Boron berfungsi pada translokasi gula dan terlibat pada perkecambahan polen, pada metabolisme N dan keseimbangan redoks dalam sel.

Defisiensi B : Menyebabkan gagalnya pembungaan dan fase reproduktif, terbentuknya roset pucuk, daun kecil dan klorosis.

**Cuprum / Tembaga (Cu) :**

Sumber : Tembaga terutama ditemukan dalam mineral primer dan sekunder, namun terutama terdapat dalam kompleks organik.

Fungsi : berperan dalam fotosintesis, karena merupakan bagian penyusun enzim kloroplas plastosianin dalam sistem transpor elektron antara fotosistem I dan II. Tembaga merupakan bagian dari beberapa oksidase, seperti asam askorbat oksidase dan polifenol oksidase.

Defisiensi Cu : Pada tanaman Serealia, ujung daun menjadi memutih dan melipat, dan secara keseluruhan tampak seperti bersemak. Malai tidak berkembang dan tidak membentuk biji.

**Molibdenum (Mo) :**

Sumber : Molibdenum mungkin berasal dari pelapukan sejumlah mineral yang meliputi  $\text{MoS}_2$  (tereduksi), kompleks

oksida seperti  $\text{CaMoO}_4$  dan bentuk terhidrasi. Mo diserap dalam bentuk anion divalen ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ) yang terutama ada dalam larutan tanah dalam konsentrasi rendah  $2 \times 10^{-8}$  M sampai  $8 \times 10^{-8}$  M.

Fungsi : dalam enzim nitrit reduktase dan nitrat reduktase, di sini Mo berlaku sebagai suatu carrier elektron antara tahap teroksidase dan tahap tereduksi.

Defisiensi Mo : meliputi penyakit ujung cambuk dan kematian ujung cabang pada bunga kol dan brokoli. Sering terjadi klorosis antar urat daun.

#### **Klor (Cl) :**

Sumber : Klor merupakan anion yang paling umum terdapat di alam dan mungkin sangat optimal di daerah-daerah dekat laut. Di tanah, klor diadsorpsi oleh koloid sebagai anion  $\text{Cl}^-$ .

Fungsi : Klor bukan merupakan penyusun bahan metabolit tanaman apapun, tetapi ditemukan esensial untuk pengeluaran oksigen dalam fotosistem II.

Defisiensi Cl : layunya daun-daun yang segera diikuti dengan klorosis warna merah tua.



Gambar : Gejala Defisiensi B, Cu, Mo, Cl pada Tanaman Tomat (Epstein dan Bloom, 2004)

### **C. PENUTUP**

#### **a. Pertanyaan :**

1. Jelaskan perbedaan unsur hara makro dan unsur hara mikro !
2. Apa yang dimaksudkan dengan unsur hara esensial ?
3. Jelaskan bagaimana mekanisme penyerapan unsur hara !
4. Jelaskan perbedaan penyerapan hara melalui akar dan daun !
5. Mengapa pertumbuhan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi penyerapan zat hara bagi tumbuhan ?
6. Jelaskan peranan zat hara bagi tumbuhan dan sebutkan gejala defisiensinya ! (minimal 3 macam zat hara).

#### **b. Umpan balik dan Tindak Lanjut**

Anda dapat menguasai bagian ini bila melakukan hal-hal berikut :

- Membuat ringkasan materi dan berdiskusi dengan aktif pada pembelajaran yang dilaksanakan di kelas.
- Membuat portofolio yang berkaitan dengan nutrisi pada tumbuhan.

Selanjutnya kerjakan latihan di atas dan cocokkan hasil jawaban anda dengan panduan kunci jawaban di bawah. Bila jawaban saudara mencapai tingkat penguasaan 80 % ke atas ; Bagus !. Anda dapat meneruskan dengan kegiatan belajar selanjutnya. Kalau tingkat penguasaan anda di bawah 80 % anda harus mengulangi kegiatan belajar 4 terutama pada bagian yang tidak anda kuasai.

#### **c. Kunci Jawaban**

Dapat dilihat pada uraian sebelumnya.

#### D. DAFTAR PUSTAKA

- Berry, W. 2004. **Visual Symptoms of Nutrient Deficiency In Plants**. [http : //www.plantphys.net](http://www.plantphys.net). Accessed 2005 Mar 23.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, R. L. Mitchell. 1991. **Physiology of Crop Plants**. *Terjemahan* Herawati Susilo. p : 98 – 128. UI-Press, Jakarta.
- Neil. A. Campbell, Jane B. Reece, Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, Robert B Jackson. 2011. *Biology* 9<sup>th</sup> ed. Benjamin Cummings.
- Salisbury, F.B. , dan C.W. Ross. 1995. **Plant Physiology**, 4<sup>th</sup>. Ed. *Terjemahan* Diah R. Lukman dan Sumaryono. Jilid 1. p : 128 – 142. ITB Bandung.
- Santosa, 1990. **Fisiologi Tumbuhan**. p : 22 – 29. Yogyakarta : Fakultas Biologi - UGM.
- Taiz, L and E.Zeiger. 2002. *Plant Physiology* , Third Edition. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Masschusetss.