

II. Unsur-unsur hara bagi pertumbuhan tanaman.

Unsur-unsur hara penyusun tanaman telah dilakukan penelitian oleh para ahli bahwa tanaman terdiri dari air ($\pm 90\%$) dan bahan kering atau dry matter ($\pm 10\%$). Bahan kering terdiri dari bahan-bahan organik dan an-organik. Menurut analisa kimia bahwa bahan organik terdiri dari :

- Karbon (C)sekitar 47%;
- Hidrogen (H)sekitar 7%;
- Oksigen (O)sekitar 44%;
- Nitrogen (N)sekitar 0,2% - 2%.

Sedangkan bahan an-organik (persenyawaan an-organik) adalah merupakan bagian-bagian mineral atau abu (sebagaimana dijelaskan bahwa bagian-bagian tanaman itu berisi mineral dan abu).

Berdasarkan analisa, ternyata tanaman terdiri dari sekitar 50 elemen atau unsur. Sedangkan yang dibutuhkan oleh tanaman selama masa pertumbuhan dan perkembangannya ada 16 unsur yang merupakan unsur hara esensial makro dan mikro. Unsur hara makro adalah unsur hara yang diperlukan oleh tanaman relative dalam jumlah banyak. Sedangkan unsure hara mikro juga sama pentingnya dengan unsur hara makro hanya kebutuhan tanaman terhadap zat-zat tersebut hanya sedikit.

Beberapa unsur hara makro itu adalah :

- a. Carbon (C)
- b. Oksigen (O)
- c. Hidrogen (H)
- d. Nitrogen (N)
- e. Fosfor (P)
- f. Kalium (K)
- g. Calcium (Ca)
- h. Magnesium (Mg)
- i. Sulfur (S)

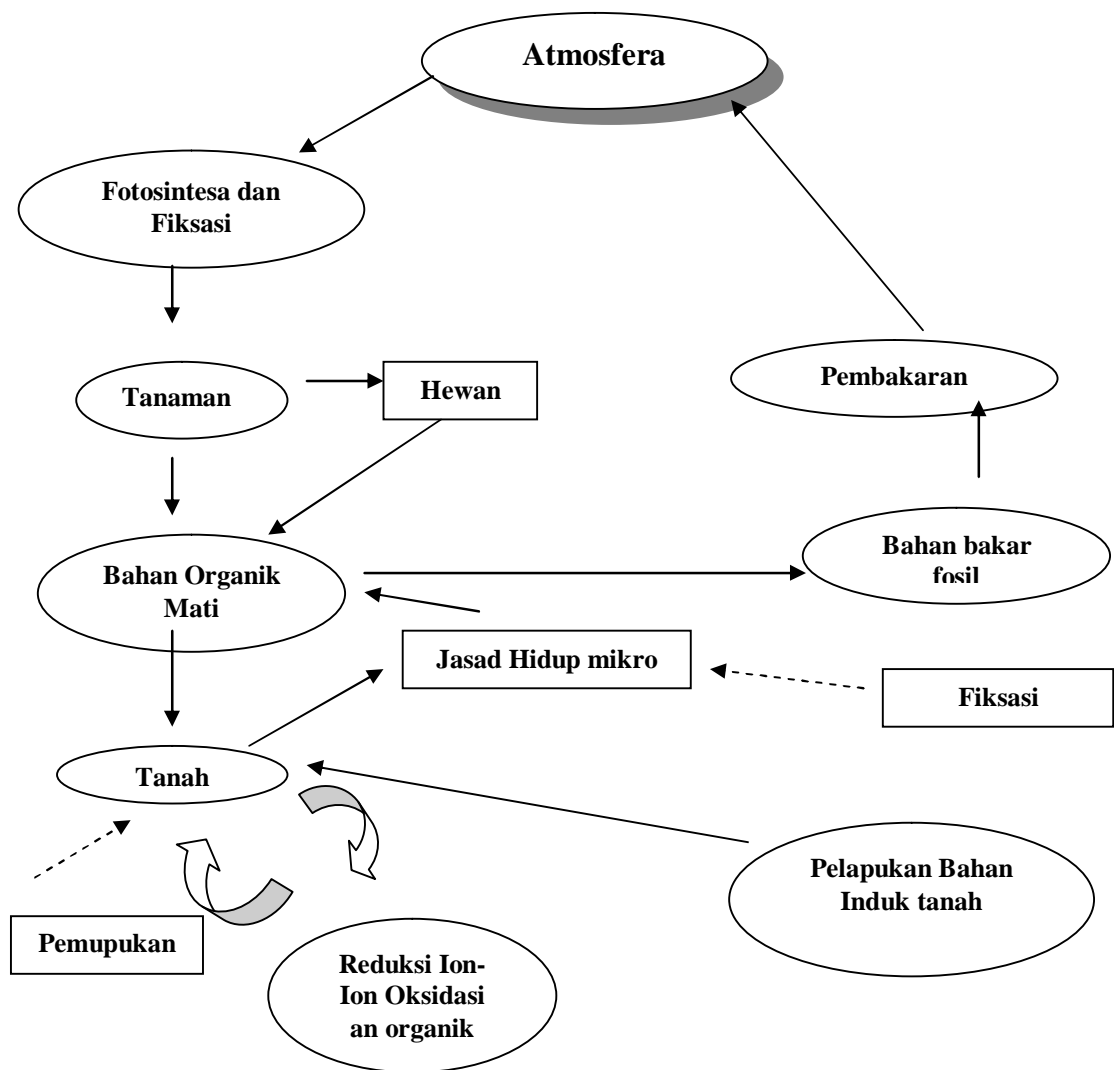
Sedangkan unsur hara mikro yang diperlukan oleh tanaman adalah :

- a. Besi (Fe)
- b. Borium (Bo)

- c. Mangan (Mn)
- d. Tembaga (Cu)
- e. Seng (Zn)
- f. Molibdenum (Mo)
- g. Klor (Cl)

Unsur hara makro yang diserap oleh tanaman relatif banyak yang diperlukan, kekurangan unsur hara makro menimbulkan defisiensi yang tidak dapat digantikan oleh unsur lain sedangkan kelebihan unsur hara makro tidak menimbulkan pengaruh karena akan terlarut ke dalam tanah atau larut oleh air.

Unsur hara mikro diperlukan oleh tanaman dalam jumlah sedikit, kekurangan unsur hara mikro biasanya dapat digantikan oleh unsur-unsur hara mikro yang lainnya, sedangkan kelebihan unsur hara mikro dapat menjadi racun.



Gambar 1. Siklus unsur hara tanaman secara umum

2.1. Unsur Hara Makro

N (Nitrogen)

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar, tetapi apabila terlalu banyak dapat menghambat pembungaan dan pematangan pada tanaman.

Fungsi Nitrogen bagi tanaman adalah :

- a. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman
- b. Dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman warnanya lebih hijau, kekurangan N menyebabkan khlorosis
- c. Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman
- d. Meningkatkan berkembangbiaknya mikro-organisme di dalam tanah. Sebagaimana diketahui hal itu penting sekali bagi kelangsungan pelapukan bahan organis.

Nitrogen diserap oleh akar tanaman dalam bentuk NO_3^- (Nitrat) dan NH_4^+ (Amonium), akan tetapi nitrat ini segera ter-reduksi menjadi amonium melalui enzim yang mengandung molibdinum. Apabila unsur N tersedia lebih banyak daripada unsur lainnya, akan dapat menghasilkan protein lebih banyak.

Udara merupakan sumber Nitrogen yang terbesar. Akan tetapi pemanfaatannya bagi tanaman harus mengalami perubahan terlebih dahulu dalam bentuk Amoniak, Nitrat dan hal ini dapat dihasilkan oleh :

- a. Terjadinya halilintar di udara ternyata dapat menghasilkan zat Nitrat, yang kemudian dibawa air hujan meresap ke bumi
- b. Bahan organis dalam bentuk sisa-sisa tanaman di alam terbuka (misalnya pupuk kandang)
- c. Pabrik-pabrik pupuk buatan (seperti Urea, ZA, dll)
- d. Oleh bakteri-bakteri

Pemberian zat N terlalu banyak bagi tanaman penghasil buah akan kurang baik karena :

- a. Akan banyak menghasilkan daun dan batang
- b. Batang lembek dan mudah rebah
- c. Kurang menghasilkan buah
- d. Dapat melambatkan masakannya biji atau buah.

P (Fosfor)

Fosfor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein dan fosfatide, merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel, demikian pula bagi perkembangan jaringan

meristem, pertumbuhan jaringan muda dan akar, mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, penyusun protein dan lemak.

Fosfor diambil tanaman dalam bentuk H_2PO_4^- , dan $\text{HPO}_4^{=}$.

Sumber zat fosfat berada di dalam tanah sebagai fosfat mineral yang terdapat pada :

- a. Dalam bentuk batu kapur-fosfat (misalnya Cirebon fosfat, Muria fosfat, dll)
- b. Dalam bentuk sisa-sisa tanaman dan bahan organik
- c. Dalam bentuk pupuk buatan (Superfosfat, Dobel superfosfat, Cirebon fosfat, dll)

Sebagian besar P bersenyawa dengan Ca, Fe, dan Al

$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{CaF}_2$ (Apatit flour) tidak tersedia

$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{CaCO}_3$ (Apatit Karbonat)

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (Fosfat Trikalsium)

$3\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \text{CaO}$ (Apatit Oksida)

Ca HPO_4 (Fosfat di Kalsium) mudah tersedia

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$ (Fosfat Mono Kalsium) mudah tersedia.

Penyebaran Fosfat anorganik dapat digunakan untuk mengukur tingkat hancuran iklim.

Tanah yang belum mengalami tingkat hancuran iklim lanjut didominasi oleh fraksi **Fosfat Kalsium**. Tanah yang sudah mengalami tingkat hancuran iklim lanjut didominasi oleh fraksi

- Fosfat Aluminium
- Fosfat Besi.

Pemberian Pupuk P berlebihan, pada tanah liat, pupuk P dapat berubah menjadi padat, sukar larut dan tidak tersedia, terbentuk fosfat aluminium dan fosfat besi.

Tanah-tanah muda didominasi oleh fosfat Kalsium, sedangkan tanah-tanah tua didominasi oleh fosfat Al dan Fe. Kelarutan fosfat Aluminium lebih besar dari fosfat besi, membuat tanah-tanah tua didominasi oleh fosfat besi.

Pada tanah berkapur, fosfat diendapkan pada permukaan CaCO_3 , membentuk fosfat Kalsium yang kurang larut. Sama halnya dengan Nitrogen, bagian terbesar fosfat didalam tanah terdapat dalam bentuk organis, fosfat didalam tanah sukar larut, sehingga sebagian terbesar tidak tersedia bagi tanaman.

Tersedianya fosfat sangat dipengaruhi oleh pH tanah, pada pH rendah ion fosfat membentuk senyawa yang tidak larut dengan Aluminium dan besi. Sedang pada pH tinggi fosfat terikat sebagai senyawa Kalsium. pH optimum untuk fosfat 6,5.

Pemberian pupuk fosfat, tidak seluruhnya tersedia untuk tanaman, karena terikat pada partikel tanah. Agar tanaman dapat memperoleh fosfat sesuai kebutuhan, maka pemberian fosfat harus melampaui daya fiksasi tanah.

K (Kalium)

Kalium sangat penting dalam proses metabolisme tanaman, Kalium juga penting di dalam proses fotosintesis. Bila Kalium kurang pada daun, maka kecepatan asimilasi CO_2 akan menurun.

Kalium berfungsi :

- a. Membantu pembentukan protein dan Karbohidrat
- b. Mengeraskan jerami dan bagian kayu tanaman
- c. Meningkatkan resisten terhadap penyakit
- d. Meningkatkan kualitas biji atau buah.

Kalium diserap dalam bentuk K^+ (terutama pada tanaman muda). Menurut penelitian Kalium banyak terdapat pada sel-sel muda atau bagian tanaman yang banyak mengandung protein, inti sel tidak mengandung kalium.

Sumber-sumber Kalium adalah :

- a. Beberapa jenis mineral
- b. Sisa-sisa tanaman dan jasad renik
- c. Air irigasi serta larutan dalam tanah
- d. abu tanaman dan pupuk buatan.

Ca (Kalsium)

Kalsium termasuk unsur hara yang esensial, unsur ini diserap dalam bentuk Ca^{++} . Sebagian besar terdapat dalam daun dalam bentuk kalsium pektat yaitu dalam lamella pada dinding sel. Selain itu terdapat juga pada batang, berpengaruh baik pada pertumbuhan ujung dan bulu-bulu akar. Kalsium berfungsi sebagai berikut :

- a. Ca terdapat pada tanaman yang banyak mengandung protein
- b. Ca ada hubungannya dalam pembuatan protein atau bagian yang aktif dari tanaman
- c. Ca dapat menetralkan asam-asam organik pada metabolisme
- d. Kekurangan Ca pada tanaman gejalanya pada pucuk
- e. Ca penting bagi pertumbuhan akar
- f. Ca dapat menetralkan tanah asam, dapat menguraikan bahan organik, tersedianya pH dalam tanah tergantung pada Ca.

Sumber Ca terutama batu-batu kapur dan sisa-sisa tanaman. Ternyata bahwa banyak tanah yang kekurangan unsur Ca sehingga bagi tanaman tertentu perlu mendapatkan pengapuran terlebih dahulu, hasilnya ternyata sangat memuaskan.

Mg (Magnesium)

Magnesium diserap dalam bentuk Mg^{++} , merupakan bagian dari klorofil. Kekurangan zat ini maka akibatnya adalah klorosis, gejalanya akan tampak pada permukaan daun sebelah bawah. Mg ini termasuk unsur yang tidak mobil dalam tanah. Mg merupakan salah satu bagian enzim yang disebut Organic pyrophosphates dan Carboxy peptisida.

Kadar Mg di dalam bagian-bagian vegetatif dapat dikatakan rendah daripada kadar Ca, akan tetapi di dalam bagian generatif malah sebaliknya. Mg banyak terdapat dalam buah dan juga di dalam tanah.

Sumber-sumber Mg adalah :

- a. $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ (Dolomitic limestone)
- b. Sulfat of Potash Magnesium (kandungan Magnesium 11,1%)

- c. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Epson salt)
- d. $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Kleserit) kandungan Mg 18,3%.
- e. MgO (Magnesia)
- f. $\text{Mg}_3\text{SiO}_2(\text{OH})_4$ (Terpentin)
- g. MgCO_3 (Magnesit)
- h. $\text{MgCl}_2\text{KCl}_6\text{H}_2\text{O}$ (Karnalit)
- i. Basic slag kandungan Mg-nya adalah 3,4%

Menurut hasil penelitian ternyata ada beberapa faktor (seperti temperature, kelembaban, pH dan beberapa faktor lainnya) yang dapat mempengaruhi tersedianya Magnesium di dalam tanah.

S (Belerang)

Sulfur diserap tanaman dalam bentuk SO_4^- , zat ini merupakan bagian dari protein yang terdapat dalam bentuk; cystein, methionin serta thiamine. Belerang yang larut dalam air akan segera diserap akar tanaman, karena zat ini sangat diperlukan tanaman (terutama tanaman muda) pada pertumbuhan pemula dan perkembangannya. Selanjutnya dapat diketahui pula bahwa pada bagian biji tanaman, kandungan zat belerangnya ternyata cukup banyak yaitu sekitar 50% dari jumlah kandungan unsur fosfat. Tanaman yang biasanya mempunyai kandungan belerang yang cukup tinggi ialah jenis legume, lili (seperti misalnya bawang). Pada tanaman jenis legume sulfur adalah penting untuk pembentukan nodula (bintil-bintil akar, kekurangan sulfur gejalanya khlorosis, kecuali pada pucuk).

Tentang sumber sulfur, yang terutama sisa-sisa tanaman dan jasad renik atau serangga. Zat sulfur dari sisa-sisa ini baru terlepas bilamana telah ada pelapukan khususnya dari zat protein.

Pupuk yang di dalamnya terdapat senyawa belerang yaitu;

- a. Amonium sulfat, kandungan S lebih besar dibandingkan kandungan N-nya.
- b. superfosfat, kandungan fosfat dan sulfurnya seimbang.

Bila kita memakai pupuk TSP, TSP mempunyai kandungan fosfat dan Sulfur kurang lebih berimbang.

2.2. Unsur Hara Mikro

Unsur-unsur hara mikro merupakan unsur-unsur hara yang sama pentingnya dengan unsur-unsur hara makro bagi tanaman, walaupun dalam hal ini kebutuhannya hanya sedikit. Unsur hara mikro biasa juga disebut unsure hara minor atau trace element. Kalau terdapat dalam jumlah yang berlebihan dapat menjadi racun bagi tanaman.

Unsur mikro berasal :

- a. Mineral-mineral dalam bahan induk tanah
- b. Bahan organik

Tanah yang kekurangan unsur mikro :

- a. Tanah pasir (karena proses pencucian)
- b. Tanah organik (tanah gambut)
- c. Tanah dengan pH sangat tinggi
- d. Tanah yang ditanami sangat intensif, dan hanya dipupuk dengan unsur makro.

Faktor penentu tersedianya unsur mikro

- a. pH

pH rendah unsur mikro larut kecuali Mo, dapat menjadi racun.

- b. Drainase

Dalam keadaan reduksi (Fe^{++} , Mn^{++}) lebih mudah larut, dalam keadaan oksidasi, unsur-unsur tersebut sukar larut.

- c. Jerapan liat

Unsur mikro banyak terdapat pada kompleks jerapan, mudah diserap tanaman.

Ikatan dengan bahan organik. Banyak unsur mikro berada dalam kompleks organik, sehingga sukar larut (Cu dan Zn).

Fe (Besi)

Zat besi penting bagi pembentukan hijau daun (klorofil), pembentukan zat karbohidrat, lemak, protein dan enzim. Jadi jika terjadi

kekurangan zat besi akan menghambat pertumbuhan klorofil. Tanah yang banyak mengandung zat besi yaitu Klorit dan Biotit. Jika dalam tanaman terjadi kekurangan Mn dan K atau kelebihan sulfat akan mengakibatkan pergerakan Ferro terhambat dan Ferro tidak sampai ke daun meskipun pengisapan Fe dalam tanah berlangsung terus.

Zat besi (Fe) terdapat dalam enzim :

- a. Catalase
- b. Peroksidase
- c. Prionodic hidrogenase
- d. Cytochrom oxidase.

Bo (Borium)

Borium diserap oleh tanaman dalam bentuk BO_3^- dan berperan dalam pembentukan atau pembiakan sel terutama dalam titik tumbuh pucuk, juga dalam pertumbuhan tepung sari, bunga dan akar. Pada legume berperan dalam pembentukan bintil-bintil akar. Unsur ini dapat memperbanyak cabang-cabang nodule untuk memberikan banyak bakteri dan mencegah bakteri parasit.

Kekurangan unsur ini dapat berpengaruh pada kuncup-kuncup dan pucuk-pucuk yang tumbuh dan akibatnya dapat mematikan. Juga dalam pertumbuhan meristem akan terganggu, dapat menyebabkan terjadinya kelainan-kelainan dalam pembentukan berkas pembuluh. Pengangkutan makananpun akan terganggu, pembentukan tepung sari juga jelek.

Kekurangan Borium banyak terjadi pada tanah pasir dan tanah-tanah yang kaya akan kapur. Di dalam tanah Borium banyak terdapat dalam bentuk : Tourmaline, Datolit ($\text{Ca}(\text{OH})_2\text{BoSiO}_4$), dan Borax ($\text{Na}_2\text{Bo}_4\text{O}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

Mn (Mangan)

Mangan diserap tanaman dalam bentuk Mn^{++} . Mangan diperlukan oleh tanaman untuk pembentukan zat protein dan vitamin terutama vitamin C. Selain itu, Mn penting untuk dapat mempertahankan kondisi hijau daun pada daun yang tua. Fungsi Mangan yaitu sebagai enzim feroksidase dan

sebagai aktifator macam-macam enzim. Diduga Mn ini berhubungan erat dengan reaksi Deoksidase dan Dehidrogenase.

Tanah yang kekurangan unsur Mn dapat diatasi dengan memberikan 1% $\text{MnSO}_4\text{H}_2\text{O}$. Pemberian Mn dalam bentuk larutan dapat langsung diserap oleh tanaman.

Tersedianya Mangan bagi tanaman tergantung pada pH tanah. Dimana pada pH rendah Mangan akan banyak tersedia.

Penyemprotan MnSO_4 melalui daun akan lebih efektif daripada melalui tanah, karena Mn^{2+} pada tanah akan cepat direduksi. Kelebihan Mn bias dikurangi dengan jalan menambah zat fosfor dan kapur.

Zn (seng)

Seng atau Zincum (Zn) diserap dalam bentuk Zn^{++} . Merupakan bagian yang penting dari asam Carboxylase, Carbonic anhidrosa. Dalam keadaan yang sangat sedikit Zn telah dapat memberikan dorongan terhadap perkembangan-perkembangan, kelebihan sedikit saja dari ketentuan penggunaannya akan merupakan racun, dapat dikatakan bahwa tanaman yang tahan dengan larutan makanan yang tercampur dengan Zn 1 mgr/liter jumlahnya adalah sangat sedikit sekali.

Diperkirakan bahwa persenyawaan-persenyawaan Zn berfungsi pula pada pembentukan hormone (auxin) dan penting bagi keseimbangan fisiologis. Defisiensi Zn dapat menyebabkan pertumbuhan vegetatif terhambat selain juga dapat menghambat pertumbuhan biji.

Zn dalam tanah terdapat dalam bentuk :

- a. Sulfida ----- (ZnS)
- b. Calamine ----- (Zn CO_3)

Kekurangan Zn sering terjadi pada daerah-daerah yang lembab serta pada tanah-tanah yang asam sampai sedikit netral.

Cu (Copper/Cuprum/Tembaga)

Unsur tembaga diserap oleh akar tanaman dalam bentuk Cu^{++} . Tembaga sangat diperlukan dalam pembentukan macam-macam enzim seperti berikut:

- a. Ascorbic acid oxydase
- b. Lacosia
- c. Butirid Coenzim A.dehidrosenam

Umumnya tanah jarang sekali yang kekurangan Cu, akan tetapi apabila terjadi kekurangan Cu, maka pengaruhnya terhadap daun yang dalam hal ini daun menjadi bercoreng-coreng (belang), ujung daun memutih, keadaan demikian lazim disebut penyakit reklamasi (reclamation disease). Jika kekurangan Cu berkelanjutan, tanaman akan menjadi layu dan akhirnya mati.

Tembaga (Cu) mempunyai peranan penting dalam pembentukan hijau daun (klorofil). Di dalam tanah Cu terdapat dalam bentuk :

- a. Malachit ----- ($\text{CaCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$);
- b. Cuprit ----- (Cu_2O).

Defisiensi tembaga pada umumnya terjadi pada tanah-tanah gambut yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi tidak normal (layu dengan cepat dan batang tanaman melemah). Cu sebagai pupuk digunakan dalam bentuk $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ atau Cupri sulfat.

Mo (Molybdenum/Molibden)

Mo diserap tanaman dalam bentuk MoO_4 (ion Molibdat). Mo mempunyai peranan dasar dalam fiksasi N oleh mikroba pada leguminosa dan Mo sebagai katalisator dalam mereduksi N, tanpa bantuan Mo legume tidak dapat mereduksi unsur metal ini.

Mo dalam tanah terdapat dalam bentuk MoS_2 . Tersedianya Mo bagi tanaman dipengaruhi oleh pH. Dalam hal ini apabila pH rendah maka tersedianya Mo bagi tanaman akan berkurang. Dalam tanaman Mo terdapat dalam bentuk Nitrate reductase. Zat mikro ini diperlukan tanaman dalam ukuran yang sangat kecil, yang justru dengan jumlah yang sedikit ini akan sangat efektif.

Kelebihan sedikit saja dari ketentuan ukuran semestinya dapat merupakan racun bagi tanaman.

Cl (Clorine/Khlor)

Dari hasil analisa pada tanaman ternyata bahwa Cl banyak terdapat dalam abu tanaman (relatife besar) dan dari hasil penyelidikan Cl ternyata banyak terdapat pada tanaman yang mengandung serat, seperti kapas. Bagi tanaman yang menghasilkan tepung, Cl memberikan pengaruh jelek terhadap kualitas tepungnya.

Pada tanaman tembakau apabila Cl keadaannya lebih besar maka produksi tembakaunya akan jelek. Bentuk Cl yang beracun pada tanaman tergantung pada iklim, sifat tanah dan lain-lain. Dari hasil penyelidikan bentuk Cl yang lebih dari 0,1% bagi tanaman pada umumnya akan menimbulkan keracunan, sedangkan pada padi timbulnya keracunan apabila bentuk Cl adalah sekitar 0,3%.

Co (Cobalt/Kobal)

Unsur Co belum diketahui secara tepat fungsinya bagi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Namun demikian unsur ini sangat diperlukan oleh tanaman tingkat tinggi berdaun hijau. Unsur Co diperlukan oleh *rhizobia* untuk mengikat unsur N, sehingga dengan demikian unsur ini secara praktis mempengaruhi produksi tanaman kacang-kacangan. Unsur Co ini penting bagi *rhizobia* untuk membentuk vitamin B12 (*cynocobalamine*), yang kemudian diubah menjadi haemoglobin untuk pengikatan nitrogen.

Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa inokulasi *rhizobia* pada tanaman kacang-kacangan tidak dapat tumbuh dengan baik karena kekurangan unsur Co. Unsur Co berperan juga sebagai pengaktif enzim *arginase*, *lecithinase*, *oxalacetic decarboxylase*, dan *malic enzim*. Gejala kekurangan unsur Co belum dapat diidentifikasi dengan jelas.