

# **KEGUNAAN MASING-MASING UNSUR HARA BAGI TANAMAN DAN SYMPTOMS ( GEJALA ) DEFESIENSI UNSUR HARA**

**Dibedakan dalam golongan :**

- a. Unsur hara makro, yaitu : C, H, O, N, P,  
K, Ca, Mg, S**
- b. Unsur hara mikro, yaitu : Fe, Mn, B,  
Mo, Cu, Zn, Cl**

# UNSUR HARA MAKRO

## • 1. NITROGEN

- **Nitrogen merupakan komponen utama berbagai senyawa dalam tubuh tanaman, yaitu :** asam amino, amida, protein, khlorofil dan alkaloid. **40 - 45 % protoplasma** tersusun atas senyawa yang mengandung N.
- **Jumlah  $N_2$  di udara 79 - 80 %**
- Diserap oleh akar dalam bentuk ion-ion  **$NO_3^-$  dan  $NH_4^+$** , **kecuali tanaman legum** ( kacang-kacangan ) karena hidup

- bersimbiose dengan **bakteri *Rhizobium*** sehingga dapat memfiksasi Nitrogen bebas dari udara dalam bentuk  $N_2$  .
- **Suplai N yang berlebihan menyebabkan :**
  1. Pertumbuhan vegetatifnya subur
  2. Daun-daun hijau gelap (tua) tebal
  3. Mudah roboh karena pertumbuhan batangnya lemah
  4. Jika pemberian N yang berlebihan tanpa diimbangi oleh unsur yang lain, misal P dan K, maka masa berbunga atau panen akan tertunda.

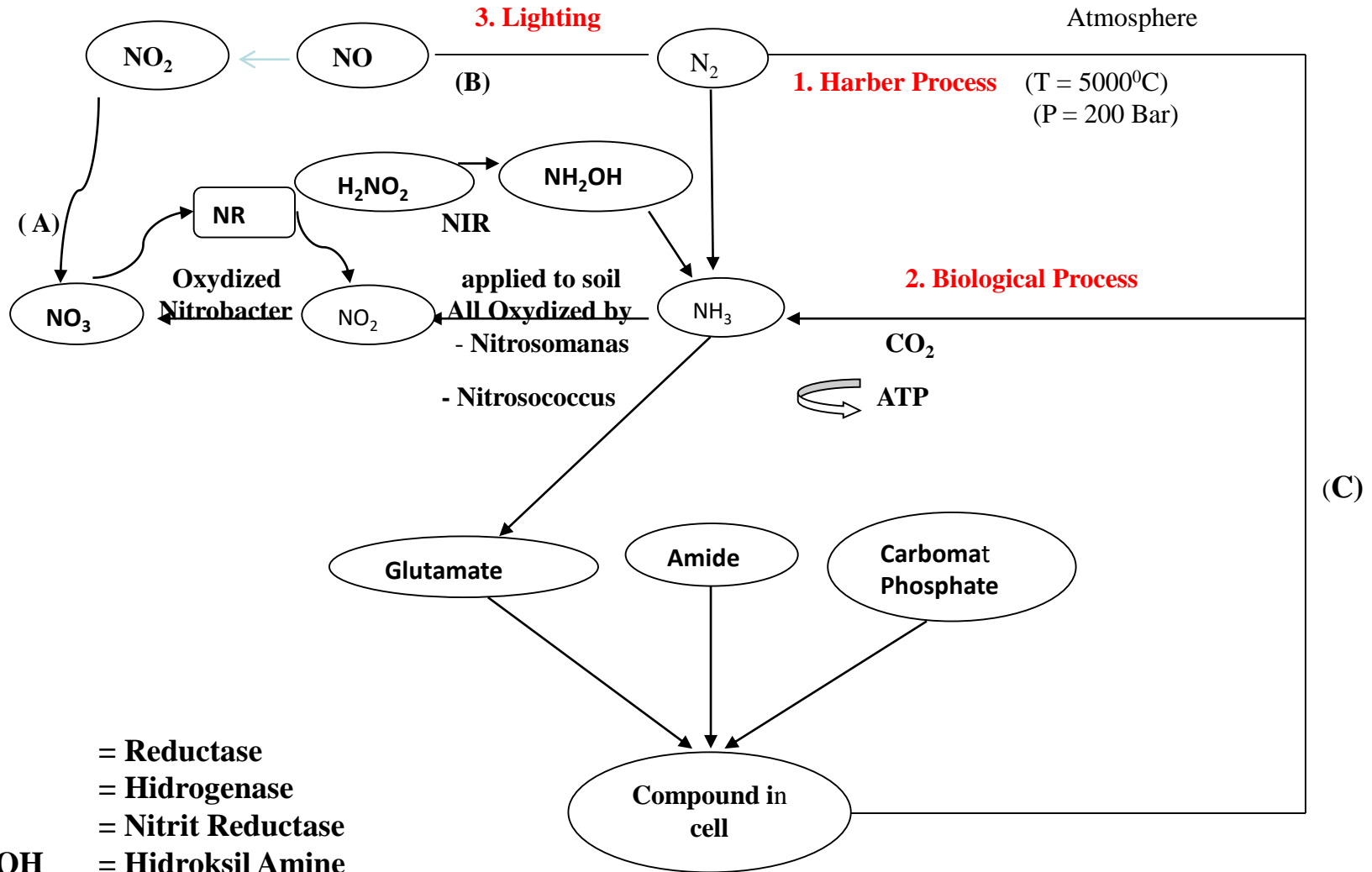
- **Peranan/fungsi Nitrogen :**
- 1. Merupakan bahan penyusun **khlorofil daun**, protein dan lemak
- 2. Merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan khususnya batang, cabang dan daun (**vegetatif**) dan merangsang pertumbuhan anakan
- 3. Pembentukan hijau daun yang berguna sekali dalam **proses fotosentesis**

- **Defisiensi N :**
- **1).** mengganggu proses pertumbuhan (membatasi pembesaran dan pembelahan sel menyebabkan tanaman kerdil ),
- **2).** menguning ( daun tidak tampak hijau segar, melainkan agak kekuning-kuningan),
- **3).** jika kekurangan itu agak banyak dan terus-menerus, maka daun-daun yang di bagian bawah menjadi kuning sekali, kering dan rontok,
- **4).** juga berkurang hasil panen berat keringnya.

**Tanaman menguning (saja) kemungkinan disebabkan :** drainase kurang baik, rendahnya kandungan air, dan dapat dikarenakan diserang /serangan hama dan penyakit.

- **Nitrogen dapat dimanfaatkan oleh tanaman melalui berbagai proses, yaitu : (3 proses)**
- **1. Harber Proses** → Pabrik, melalui pemupukan
- **2. Fiksasi N langsung dari udara** → hanya untuk **tanaman jenis legum bersimbiose dengan bakteri *Rhizobium*.**
- **3. Lighting** → dengan adanya Petir

# NITROGEN CYCLE



- R** = Reductase
- H** = Hydrogenase
- NR** = Nitrit Reductase
- NH<sub>2</sub>OH** = Hidroksil Amine
- (A)** = Hydrotion Process
- (B)** = Hiponitrik (unsoluble)
- (C)** = Oxydation

# PROSES TERBENTUKNYA BINTIL AKAR

- Bintil akar dapat terbentuk pada tanaman muda jenis legum atau kacang-kacangan setelah ada akar rambut pada akar utama atau akar cabang.

Bintil akar dibentuk oleh **BAKTERI *Rhizobium***.

- Di dalam tanah banyak terdapat mikro-organisme, salah satunya adalah bakteri *Rhizobium*.
- Akar tanaman legum mengeluarkan **triptofan dan substansi lain** yang menyebabkan perkembangan pesat dari populasi bakteri dan mikroba tanah lainnya di sekitar akar ( Dart dan Mercer, 1964; dan Nutman, 1959 ).



- **Triptofan digunakan oleh bakteri dan diubah menjadi IAA ( Indol Acetic Acid ) yang menyebabkan akar rambut melengkung sebelum bakteri menyerbu ke dalamnya.**
- **Gejala melengkung ini terjadi apabila infeksi pada akar berlangsung pada saat pertumbuhan akar rambut, namun tidak tampak apabila infeksi terjadi pada akhir pertumbuhan akar rambut ( Bieberdorf, 1938 ).**

- **Diduga bakteri merangsang terbentuknya enzim polygalacturonase atau enzim pectin lainnya di daerah infeksi** yang menyebabkan dinding sel melunak karena sebagian bahan dinding sel melarut.
- **Hal ini memungkinkan sel-sel *Rhizobium*** yang berekor menyelinap masuk melalui **jaringan mikrofibriler** pada tahap awal infeksi ( Dart dan Mercer, 1964 ).
- Namun **sebagian peneliti berpendapat bahwa baik pektinilase maupun polygalacturonase TIDAK berperan penting pada proses infeksi,**

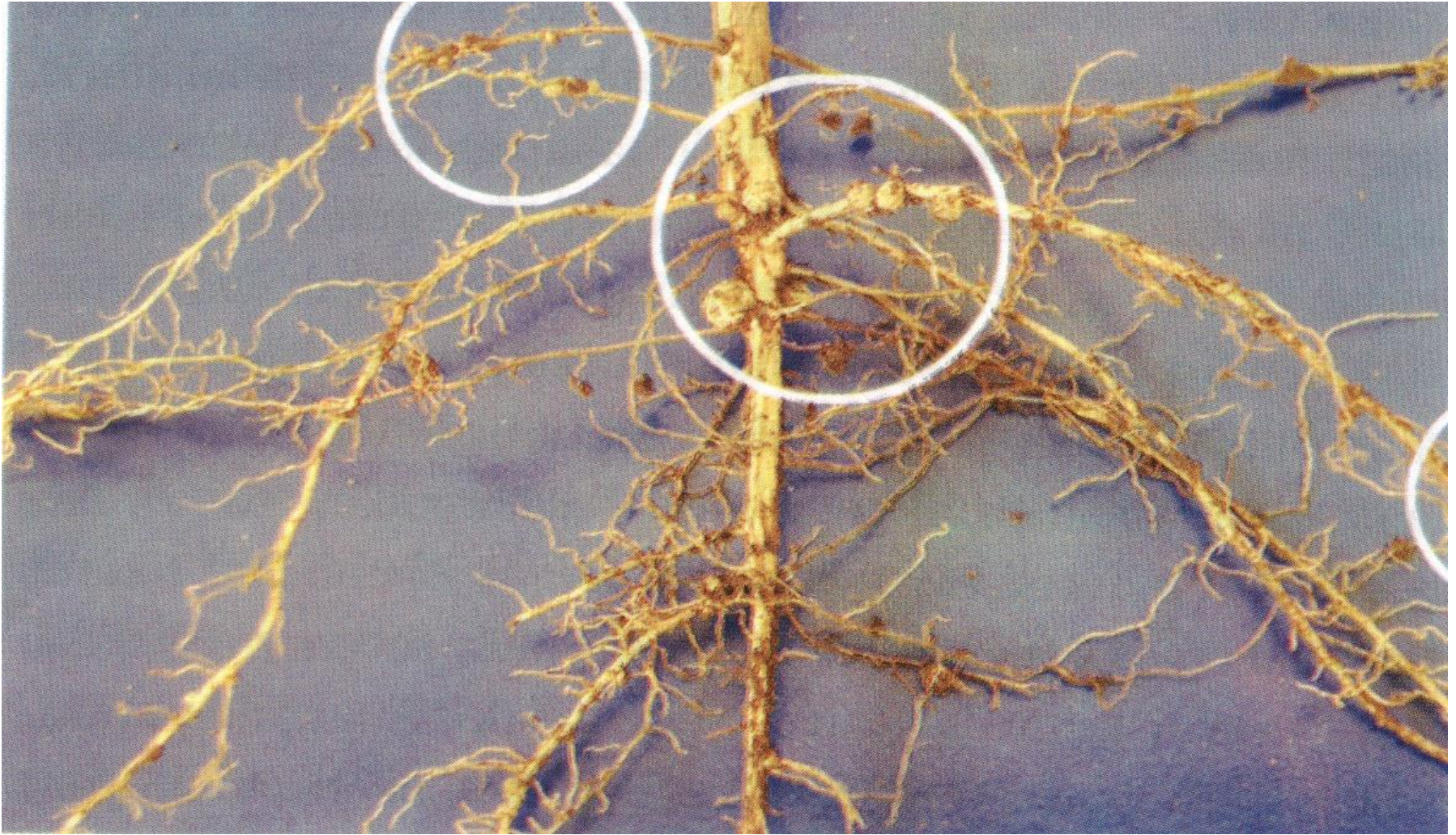
- **sehingga pengertian dari mekanisme infeksi awal ini masih belum jelas** (Lillich and Elkan, 1968 dan Macmilian and Cooke, 1969 ).
- Pada saat bakteri masuk ke dalam sel akar rambut, **maka sitoplasma sel akar membentuk benang infeksi yang menyatu dengan dinding sel.**
- Benang infeksi yang mengandung bakteri tumbuh ke arah dasar dari sel epidermis yang **memakan waktu sekitar 2 hari (Bieberdorf, 1938 )**.

- Melalui benang infeksi ini sel **bakteri menembus dua sampai lima lapisan sel ke dalam korteks** ( Bieberdorf, 1938. , Ikeda, 1955. dan Nutman, 1959 ).
- Benang infeksi yang terbentuk merupakan rangkaian segmen yang saling berhubungan.
- **Penetrasi benang infeksi tidak pernah mencapai ke dalam endodermis** ( Bieberdorf, 1938 ).
- Sel-sel yang ditembus benang infeksi inilah yang dapat **dirangsang menjadi sel primordial bintil.**

- Pada saat benang infeksi menembus sel primordium bintil, tampak becak-becak kecil pada dinding selulosa dari benang infeksi, tempat satu atau dua bakteri masuk ke dalam sel akar.
- Baik bakteri maupun sel akar memperbanyak secara cepat.
- Sel-sel primordial bintil dan sel-sel disekelilingnya yang tidak terinfeksi membagi, berdiferensiasi, dan berkembang membentuk bintil akar.

- Dalam proses ini jaringan xylem dan phloem pada bintil menyatu dengan unsur yang sama dari akar ( Hinson dan Hartwig, 1977 ).
- Pada akhir minggu ke empat setelah infeksi bakteri, **bintil berhenti membesar.**
- Bintil-bintil yang matang berisi massa **berwarna merah muda yang terdiri dari sel-sel bakteroid** bercampur dengan sel-sel yang tidak terinfeksi.
- Warna merah dikarenakan **leghemoglobin (leg = legume hemoglobin).**

- Bintil-bintil yang **berwarna merah ini dianggap aktif dalam fiksasi nitrogen**, sedang bintil dengan massa hijau tidak aktif dalam fiksasi nitrogen ( **Hinson and Hartwig, 1977** ).
- Walaupun banyak faktor mempengaruhi lamanya bintil aktif, namun pada umumnya **pada minggu ke enam atau ke tujuh bintil mulai melapuk** ( **Bergersen, 1958** ).



- **Gambar 1. Bintil akar pada tanaman kedelai**



<b>TIPE INANG</b>	<b><i>Spesies Rhizobium</i></b>
<b>1. Ercis</b>	<b><i>Leguminosarum</i></b>
<b>2. Semanggi</b>	<b><i>trifolii</i></b>
<b>3. Buncis</b>	<b><i>phaseoli</i></b>
<b>4. Alfalfa</b>	<b><i>meliloti</i></b>
<b>5. Kedelai</b>	<b><i>japonicum</i></b>
<b>6. Kacang Tanah</b>	<b><i>Tidak terdefiniskan</i></b>

# Tabel 1. Tahapan pembentukan bintil akar ( Bergersen, 1958., Bieberdorf, 1938., Carison, 1973. , dan Ikeda, 1955 ).

Umur Bintil ( hari )	Tahap Nodulasi
0	<i>Rhizobium</i> masuk ke dalam akar rambut atau sel epidermis
1 - 2	Benang infeksi mencapai dasar sel epidermis dan memasuki korteks
3 - 4	Suatu massa kecil sel-sel terinfeksi dalam primordium bintil
5	<b>Pembagian pesat dari sel-sel bakteri dan sel-sel akar inang</b>
7 - 9	<b>Bintil mulai tampak</b>
12 - 18	Pertumbuhan lanjut dari jaringan bintil, jaringan bakteroid berwarna merah muda, <b>dan mulai terjadi fiksasi nitrogen</b>
23	Sebagian besar pembagian sel dari bakteri dan sel inang berhenti, tetapi pembesaran bintil tetap berlanjut karena pembesaran sel. <b>Periode aktif fiksasi nitrogen.</b>
28 - 37	Bintil mencapai besar maksimum, fiksasi nitrogen berlanjut sampai awal pelapukan bintil.
50 - 60	<b>Pelapukan bintil</b>

**Ketahanan hidup *Rhizobium* di alam sangat tergantung pada kondisi tanah, terutama :**

1. pH
  2. Kelembaban
  3. BO
  4. Dan lamanya jarak antara tanaman-tanaman budidaya yang menjadi inangnya → 10 th setelah penanaman kedelai, populasi ***Rhizobium japonicum*** masih cukup besar (Elkins, dkk, 1976 ).
- \* **Rhizobium** dapat bertahan hidup secara heterotrop dalam tanah selama ber-tahun<sup>2</sup> walaupun tanpa inangnya.

# Faktor-faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Fiksasi N<sub>2</sub>

## 1. Rasio C-N

Pembintilan dan fiksasi N<sub>2</sub> pada legum dibatasi oleh N yang tersedia (Fred, dkk., 1932)  
NH<sub>3</sub> → Menurunkan fiksasi N<sub>2</sub> pada legum.

## 2. Nutria Mineral

Pada tanah yang kurang Molibdenum, besi atau belerang (penyusun Nitrogenase), K dan Fosfor. Tembaga → peranannya dalam sitokrom dan Respirasi Oksidatif.

### 3. Pestisida

Pestisida tertentu terutama Fungisida Air Raksa yang digunakan pada benih-benih dapat mengurangi jumlah organisme pemfiksasi N, dan mengurangi pembentukan bintil ( Vincent, 1974 ).

### 4. Faktor Cuaca

Panas dan kekeringan dapat mengurangi populasi dan merendahkan fiksasi N<sub>2</sub>.

- Suhu dingin (5°C) → dapat mengurangi fiksasi N<sub>2</sub> hingga **NOL**
- Kelembaban > 80 % agar bintil tetap hidup
- Kelembaban kapasitas lapang

## 5. Ca dan pH

Ca mempengaruhi meristem bintil.  
pH yang tinggi, 3-5 hari bintil mulai muncul ( Lie, 1974 ).

Pembengkokan akar peka pH.

## 6. $\text{CO}_2 \rightarrow 4\%$

- **Ciri bintil akar yang Efektif :**
- **1. terletak pada akar utama**
- **2. bila dibelah akan berwarna merah**
- **3. bintil berat dan besar-besar**
  
- **Untuk terbentuknya leghaemoglobin diperlukan unsur-unsur hara mikro :  
Fe; Co; Mo**

- **Bagaimana Nitrogen dilepas pada tanaman ? ( Ada beberapa teori ) :**
- **1. Sel-sel dalam bakteri mengalami lisis melepaskan senyawa-senyawa Nitrogen ke dalam sitoplasma sel.**
- **2. Bukan sel-sel bakteri yang mengalami lisis, tetapi sel-sel bakteri mengekresikan senyawa-senyawa Nitrogen yang larut ke dalam sitoplasma dalam akar rambut**



## 2. FOSFOR :

- Tanaman menyerap fosfor dari tanah dalam bentuk ion **Orthophosphat Primer** ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) atau juga sedikit dalam bentuk ion **Ortophosphat Sekunder** ( $\text{HPO}_4^{=}$ ).  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  sepuluh kali lebih banyak dari  $\text{HPO}_4^{=}$ .
- **Jika  $\text{p}^{\text{H}}$  asam akan meningkatkan absorpsi  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  (Orthophosphat Primer)**
- **dan jika  $\text{p}^{\text{H}}$  tinggi atau alkali akan meningkatkan absorpsi  $\text{HPO}_4^{=}$  .**
- **(Ortophosphat Sekunder)**

- **Pada tanah yang alkali, fosfor** akan diendapkan oleh Calcium dalam bentuk  $(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2)$  = mono Calcium phosphat,  $\text{Ca}_2\text{HPO}_4$  ; tri calcium phosphat  $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$ .
- **Sedangkan pada tanah yang asam** (yang dominan unsur  $\text{Al}^{3+}$ ) fosfor akan diikat oleh unsur Al dan diendapkan dalam bentuk  $(\text{Al}(\text{HPO}_4)_2)$ .

## **Peranan atau Fungsi P :**

- **1. Berperan penting di dalam transfer energi di dalam sel tanaman, misal : ADP dan ATP, NAD, NADPH dan senyawa sistem informasi genetik DNA, dan RNA.**
- **2. Berperan dalam pembentukan membran sel, misal : lemak fosfat.**
- **3. Bahan penyusun fosfolipid, seperti : Lesitin dan Kolin yang memegang peranan penting dalam hal integritas membran.**

- **4.** Berpengaruh terhadap struktur  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , dan  $Mn^{2+}$  terutama terhadap fungsi unsur-unsur tersebut mempunyai kontribusi terhadap stabilitas struktur dan konformasi makro molekul, **misal :** gula fosfat, Nukleotida dan Koenzim.
- **5.** Berperan dalam proses pembentukan akar tanaman dan dalam proses pemasakan buah dan biji.
- **6.** Memperbesar persentase pembentukan bunga menjadi buah atau biji.

## 7. Meningkatkan efisiensi fungsi dan penggunaan N

- **DEFISIENSI P :**
- **Gejala defisiensi P** daun-daun berwarna hijau gelap atau hijau ke biru-biruan,
- terjadi penimbunan gula yang ditunjukkan **dalam bentuk pigmentasi Antosianin atau warna yang ke ungu-unguan** pada bagian dasar batang dan urat-urat daun terutama pada jagung,

- dalam beberapa hal kekurangan P akan nampak atau **timbul Nekrotik** pada daun, tunas, dan buah.
- **Fosfor itu bergerak (mobil)** dan diretribusi dari jaringan tua ke jaringan muda, sehingga gejala/symptoms **defisiensi pertama kali ditunjukkan oleh daun-daun tua.**

### 3. KALIUM / POTASIUM

- **Peranan / Fungsi K :**
- **1. Mengaktifkan kerja** beberapa enzim yang terlibat di dalam N metabolisme dan sintesa protein, yaitu : Asetik Thiokinase, Aldolase, Piruvat kinase, Glutamilsistein sintetase, Formil tetrahydrofolat sintetase, Suksinil- CoA sintetase, induksi nitrat reduktase, sintesis tepung, ATP ase.
- **2. Terlibat dalam karbohidrat metabolisme** (terkait dengan proses fotosintat), yaitu dalam pembentukan,

- pemecahan atau penguraian dan **memacu translokasi karbohidrat (pati) atau gula dari daun ke organ tanaman yang lain**, terutama organ tanaman penyimpan karbohidrat atau gula, **misal : ubi, tebu, jagung manis.**
- **Tebu** memerlukan lebih banyak unsur K daripada N dan P. Jika diberikan K dalam jumlah tinggi, maka kandungan gulanya tinggi.
- **3. Sebagai pengontrol atau mengatur aktifitas beberapa unsur mineral.**



- **4. Sebagai penetral proses-proses fisiologis penting dari beberapa unsur esensial.**
- **5. Mengaktifkan pertumbuhan jaringan meristematik.**
- **6. Mengatur gerak membuka dan menutupnya stomata, serta merupakan komponen penting di dalam mekanisme pengaturan osmotik di dalam sel.**
- **7. Mengatur gerakan air dalam tanaman/ sel dan kehilangan air lewat Respirasi.**

**8. Berpengaruh langsung terhadap tingkat semipermeabilitas membran dan fosforilasi di dalam khloroplast.**

- **Defisiensi K :**

- 1. Menyebabkan jatuh rebah batang dan akar.
- 2. Nampak adanya khlorosis, dan diikuti dengan berkembangnya **bintik Nekrotik kecil antara urat daun dengan pucuk**, dan tepi daun yang terbakar pada daun-daun yang lebih tua pada banyak spesies tanaman.

- **3.** Dalam beberapa hal tendensi pucuknya menggulung ke bawah dan pada tanaman kentang menggulung ke dalam menuju ke permukaan daun sebelah atas.
- **4.** Pertumbuhan terhambat karena adanya pemendekan dari buku-buku atau ruas-ruas.
- 5.** Terhambatnya fotosintesis dan bertambah giatnya Respirasi
- 6.** Pada tanaman tomat kekurangan Kalium / potasium menyebabkan desintegrasi dari sel-sel empulur dan menghasilkan peningkatan sel-sel parenchym floem.

## 4. SULFUR/BELERANG = S

- **Peranan/ Fungsi Sulfur :**
- **1. Sebagai struktur molekul tiga asam amino esensial, yaitu : Sistin, Sistein, dan Metionin.**
- **2. Koenzim, yaitu : Thiamin, Biotin, Koenzim A bahan yang terlibat di dalam rantai transfer elektron pada respirasi dan fotosintesis, yaitu : Ferredoksin.**
- **3. Bahan produksi sekunder yang mudah menguap, yaitu : Allyl Sulfit pada**

- **bawang-bawangan, mustrad, sulfat flavonoid. Sulfolipid (Sulfoquinovosil digliserida) terdapat pada membran khloroplast.**
- **4. Sulfat organik membantu mencegah melarutnya bahan organik di dalam air. Hal ini penting di dalam mekanisme cekaman terhadap salinitas.**
- **5. Menambah kandungan protein dan vitamin.**

- **Defisiensi S :**

- 1. Defisiensi S seperti halnya tanaman yang kekurangan N, yaitu : **secara umum terjadi khlorosis** dan diikuti terjadinya pigmen Anthosianin yang berlebihan, batangnya kurus, pertumbuhan kerdil.
- 2. Pada **tanaman makanan ternak** defisiensi **S** menyebabkan terjadinya **Akumulasi senyawa-senyawa non protein dalam tanaman yang menyebabkan keracunan pada pencernaan ternak.**

## 5. KALSIUM/ Ca

- **Peranan /Fungsi Ca :**
- 1. **Berperan penting sebagai elemen struktural dinding sel**, khususnya Ca-pektat di dalam penyusun lamela tengah.
- 2. **Esensial di dalam mengatur struktur membran dan aktivitasnya**, terutama pada aliran ion di akar.
- 3. **Berperan dalam Nitrat Reduktase, Amilase, ATP ase, Fosfolipase P.**

- **4. Jembatan penghubung suatu bahan makro molekul, **misal** : tepung.**
- **5. Memacu pertumbuhan “Pollen Tubes”.**
- **6. Berperan dalam detoksifikasi cairan sel dengan cara membentuk garam yang tidak larut, misalnya ; kristal kalsium oksalat.**



## Defisiensi dari Ca :

- 1. Menyebabkan kegagalan tunas-tunas tanaman untuk berkembang dan juga kegagalan dari pucuk akar untuk berkembang.
- 2. Pada tanaman polong ditunjukkan oleh **pertumbuhan yang kerdil dan menguning**.
- 3. Dalam pertumbuhan buah, defisiensi Ca **menyebabkan busuk ujung merah muda pada tomat dan hati coklat pada kacang tanah**.

- **4. Pada jagung** defisiensi Ca mencegah munculnya daun-daun baru dan pucuknya tidak berwarna, dan ditutupi semacam bahan yang lengket yang menyebabkan daun yang satu dengan yang lainnya itu saling melengket.
- **5. Pada tomat** defisiensi Ca akan nampak pendek, gemuk dan coklat (stubby).

## 6. MAGNESIUM/ Mg :

- Merupakan unsur hara makro dan **bersifat mobil**, diserap tanaman dalam bentuk  $Mg^{2+}$ ,
- **Peranan/Fungsi Mg :**
  - **1. Penyusun khlorofil**
  - **2. Pembawa fosfat terutama dalam pembentukan biji berkadar minyak tinggi yang mengandung Lesitin.**

- **3.** Aktif di dalam fungsi penggabungan antara Enzim dan “Substrat Sife”, **misalnya** : memompa  $Mg^{++}$  dari tilakoid ke stroma, pada keadaan ada cahaya dapat mengaktifkan RuBP Karboksilase.
- **4.** Berperan di dalam metabolisme Nitrogen dan Sintesis Protein.
- **5.** Dan diperkirakan menunjang integritas Ribosom

## Defisiensi Mg :

- 1. **Terjadinya khlorosis** antara urat-urat daun/tulang-tulang daun pada daun-daun tua tetapi mungkin berlanjut mempengaruhi daun-daun yang lebih muda. Jika kekurangan berlanjut daun akan berwarna kuning pucat dan juga terjadi Nekrotik.
- 2. Khlorosis mulai dari pinggir daun dan ujung daun yang meluas ke bagian dalam, yaitu ke sel-sel parenchym daun. **Urat daun tetap hijau.**

- 3. Pada tanaman buncis, defisiensi Mg juga ditunjukkan **mempengaruhi sub struktur khloroplast**, menyebabkan pengurangan jumlah dan ukuran grana.
- **Symptoms/gejala defisiensi Mg :**
- Mg dapat didistribusikan kembali dalam tanaman , sehingga defisiensi pertamakali **tampak pada daun-daun tua sebagai khlorosis antar urat daun.**

# UNSUR HARA MIKRO :

- **1. BESI/Fe :**

- Unsur Fe dalam jaringan tanaman sedikit **kurang mobil atau immobil, mobilitasnya dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti :**
  - 1). ada tidaknya unsur Mn,
  - 2). kekurangan K,
  - 3). kandungan P yang tinggi, dan
  - 4). intensitas cahaya yang tinggi.
- **Karena immobil**, besi/Fe tidak bergerak dalam tanaman dan tidak didistribusikan kembali.

- **Peranan/Fungsi Fe :**
- **1. Komponen struktural porfirin, sitokrom, hematine, ferrikrome, leghaemoglobin.**
- **2. Ikut di dalam proses oksidasi/reduksi di dalam fotosintesis dan respirasi.**
- **3. Sebagai Kofaktor beberapa Enzim, yaitu : Sitokrom oksidasi, Katalase, Peroksidase, Sintesa khlorofil, Nitrogenase bersama-sama Mo.**



- **Defisiensi besi/ Fe :**
- **1. Terjadi khlorosis** diantara tulang-tulang daun menjalar ke seluruh permukaan daun dan jika sudah lanjut daun berwarna keputih-putihan.
- **2. Menyebabkan berkurangnya jumlah dan ukuran khloroplas.**
- **3. Grana dan lamela khloroplas berkurang pada tanaman jagung.**

## **2. MANGAN = Mn**

- **Peranan/Fungsi Mn :**
- **1. Berperan dalam transport elektron pada fotosistem II.**
- **2. Elemen struktural membran khloroplas.**
- **3. Ikut berperan dalam beberapa fungsi Enzim, misalnya Enzim yang mengkatalisir pemecahan air, Respirasi, metabolisme N, dalam Siklus Krebs.**

- **4. Berperan dalam reduksi Nitrat, yaitu :**  
sebagai aktifator Enzim : Nitrat Reduktase, Nitrit Reduktase, Hyponitrit Reduktase, Hydroxylamina Reduktase (Enzim ini tidak ikut terlibat tetapi mengaktifkan).
- **5. Inaktivasi protektor IAA (Indol Acetat Acid).**
- **6. Merangsang perkecambahan biji dan pemasakan buah.**

## **Defisiensi Mn :**

- **1. Terjadi khlorosis, seperti luka-luka pada daun muda (penyakit)**
- **2. Pada tanaman Oat, muncul sebagai bintik atau bercak abu- abu pada daun muda.**
- **Symptoms defisiensi Mn :**
- **Unsur mikro Mn adalah immobol, sehingga pertama kali yang tampak gejala defisiensi seperti luka-luka pada daun muda.**

### **3. BORON = B**

- **Peranan/Fungsi B :**
- **1. Berpengaruh di dalam translokasi gula dari daun, metabolisme fenol dan RNA serta aktivitas asam Gibberellin dan Alpa (  $\alpha$  ) amilase.**
- **2. Berperan dalam proses pembiakan (reproduksi) tanaman, dan perkecambahan tepung sari.**
- **3. Penting dan ada kaitannya dengan tata air dalam sel, dan mengatur pemasukan air ke dalam sel.**

- **4. Sangat erat hubungannya dengan beberapa fungsi yang berhubungan dengan Ca di dalam tanaman yaitu : mengendalikan Ca lebih melarut dalam tubuh tanaman, sebagai regulator perimbangan K/Ca.**
- **5. Berperan dalam metabolisme Nitrogen, dan dalam perimbangan oksidasi-Reduksi dalam sel.**

## **Symptoms defisiensi B :**

- **1. Terhambatnya pertumbuhan tunas dan diikuti dengan matinya daun-daun yang muda.**
- **2. Daun-daun yang muda menjadi hijau pucat, selain itu juga pertumbuhan akan daun-daunnya kecil kemudian mudah rapuh/remuk.**
- **3. Pada akar pertumbuhan terhambat, juga tidak terbentuk bunga.**
- **4. Terjadi disintegrasi jaringan-jaringan, juga pertumbuhan jaringan aktif yang abnormal.**

## 4. SENG = Zn

- **Diserap tanaman dalam bentuk ion bivalen  $Zn^{2+}$  .**
- **Peranan/Fungsi Zn :**
  - **1. Diperlukan untuk pembentukan Triptopan sebagai prekursor IAA metabolisme Triptamin.**
  - **2. Sebagai kofaktor (katalis) Enzim dehidrogenase, piridin, Nukleotida, alkohol, Glukose -6-P dan Triose P, karbonok anhidrase, fosfodiesterase.**



- 3. Merangsang sintesa Sitokrom C.
- 4. Berperanan dalam proses Oksidasi - reduksi.
- **Defisiensi Zn :**
  - 1. Terjadi khlorosis antara tulang-tulang daun.
  - 2. Terhambatnya pertumbuhan daunnya, membentuk kecil-kecil tetapi rapat (**terbentuk Roset pucuk**) dan pengguguran daun lebih awal, jika defesiensinya kuat ( besar )  
**akan mati.**

- **3. Pengurangan sintesis RNA dan Stabilitas Ribosom.**
- **Symptoms defisiensi :**
- **Gejala pertama yang tampak adalah ukuran daun yang kecil, diikuti oleh khlorosis pada daun yang termuda.**

## 5. TEMBAGA = Cu

- Diserap tanaman **bentuk ion  $\text{Cu}^{2+}$** .
- **Peranan/Fungsi Cu :**
- 1, Berperan dalam transport elektron pada fotosintesis.
- 2. Penting selama pembentukan khlorofil.
- 3. Secara tidak langsung berperan di dalam pembentukan nodul akar.
- 4. Kofaktor beberapa Enzim penting, **yaitu : Enzim Oksaidase, misalnya : Tirosinase, asam askorbat, polifenol.**

- **5. Berperan dalam oksidasi terminal oleh Sitokrom Oksidase.**
- **Defisiensi Cu :**
- **1. Daun muda menjadi kuning dan terhambat, jika berlanjut menjadi pucat (memutih) dan melipat, daun secara keseluruhan tampak seperti semak (serealia).**
- **2. Pada beberapa kejadian bila keadaan lanjut terjadi mati jaringan-jaringan sepanjang tepi daun, dan gejala nampak seperti kekurangan Potasium.**

- **3. Pada tanaman jagung menyebabkan akumulasi, malai mungkin tidak berkembang ( kegagalan pembentukan bunga ) dan tidak membentuk biji.**
- **4. Pada tanaman buah-buahan, pucuk di ujung kerdil dan akan mengalami kematian (yang dimulai dari ujung-ujung cabang) pada musim panas.**

## 6. MOLIBDENUM = Mo

- Molibdenum diserap tanaman dalam bentuk  $\text{MoO}_4^{2-}$ .
- Mo diperlukan dalam jumlah kecil, jika terlalu banyak diserap oleh tanaman khususnya tanaman makanan ternak, itu akan membahayakan bagi ternak atau menyebabkan toksisitas.
- **Peranan/Fungsi Mo :**
  1. Komponen struktural Enzim Riboproteinase, Nitrogenase dan Nitrat Reduktase.

- **2. Berperan di dalam serapan dan translokasi besi.**
- **Symptoms Defisiensi Mo :**
- **1. Terjadi klorosis antar urat /tulang-tulang daun, khususnya dimulai dari daun sebelah bawah berkembang menjadi nekrotik, dan daun susah menggulung atau tegak kaku.**
- **2. Pada tanaman kubis jika kekurangan Mo, maka daunnya tidak dapat membentuk krop, karena daunnya tidak menggulung tetapi kaku.**

## 7. KHLOR = Cl

- Khlor diserap oleh koloid **sebagai anion  $Cl^-$** , unsur yang **immobil/tidak bergerak** dalam tanaman dan berakumulasi di bagian-bagian yang tua.
- **Peranan/Fungsi  $Cl^-$  :**
  - 1. Berpengaruh terhadap turgor.
  - 2. Berpengaruh terhadap evolusi  $O_2$  di dalam khloroplast
  - 3. Dalam jumlah kecil mungkin essensial di dalam fotosistem II



- **4. Membantu dalam stabilitas proses oksidasi**
- **5. Pada tanaman tembakau telah dapat dibuktikan dapat menaikkan kadar air jaringan dan berpengaruh dalam metabolisme kharbohidrat.**
- **6. Telah dapat dibuktikan in vitro dapat mempercepat fotosintesis.**
- **Symptoms defisiensi Cl :**
- **Muncul pertama kali sebagai layunya daun-daun yang segera diikuti dengan chlorosis dan warna daun merah tua.**

## **8. COBALT = Co**

- **Peranan/Fungsi :**

- **1. Berperan dalam fiksasi Nitrogen**
- **2. Berperan dalam metabolisme leghemoglobin**
- **3 Berperan dalam Reduktase Ribonukleotida.**

- **9. NATRIUM/ SODIUM = Na**

- **Diserap tanaman dalam bentuk  $\text{Na}^+$  , tetapi bukan merupakan unsur esensial.**

## **Peranan/Fungsi Na:**

- **1. Berperan dalam akumulasi asam Oksalat**
- **2. Berperan dalam membukanya stomata, sebagai pengganti unsur K, dan dianggap mampu menggantikan sebagian dari peran K, tetapi belum ada bukti bahwa seluruh fungsi fisiologis K dalam kondisi kekurangan akan unsur K.**
- **3. Mampu meningkatkan daya tahan tanaman bit gula ( dan tanaman lain) terhadap kekeringan dalam kondisi kurang air.**

## 10. SILIKON = Si

- Peranan Si untuk tanaman tingkat tinggi belum diketahui dengan pasti, **tetapi Si diperlukan untuk pertumbuhan ganggang Diatomeae, suku Grammineae dan beberapa suku lainnya, seperti ketimun dan barley.**
- Dalam penelitian di pot pada padi, dilaporkan bahwa Si meningkatkan karena perpanjangan batang, jumlah anakan dan meningkatkan berat kering dan berat basah tanaman padi.

- **Dapat mengurangi efek racun elemen yang lain.**
- **Defisiensi Si :**
- **Selama periode Reproduksi (pada tanaman padi ) akan menurunkan jumlah gabah dan juga menurunkan produksi gabah yang masak.**

**Catatan** : Untuk terbentuknya leghaemoglobin diperlukan unsur-unsur hara mikro : Fe, Co, Mo

- **Bagaimana Nitrogen dilepaskan pada tanaman legume??**
- ( Ada beberapa teori ), diantaranya mengatakan :
- 1. Sel-sel dalam **bakteri mengalami lisis** melepaskan senyawa-senyawa Nitrogen ke dalam Cytoplasma sel.
- 2. Bukan sel-sel bakteri yang mengalami lisis, **tetapi sel-sel bakteri mengekrisikan** senyawa-senyawa Nitrogen yang larut ke dalam Cytoplasma dalam akar rambut.