

UNSUR HARA MIKRO

Dosen :

1. Dr. Ir. Sumihar Hutapea, MS
2. Indah Apriliya, SP, M.Si

UNSUR HARA MIKRO

- Unsur diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang sedikit/ kecil
- Meskipun jumlahnya kecil namun kekurangan unsur ini dapat menghambat pertumbuhan tanaman bahkan akan berpengaruh mengurangi potensi hasil pertanian (mengacu konsep faktor pembatas)
- Kadar hara mikro umumnya dinyatakan dalam ppm (mg/kg)

UNSUR HARA MIKRO

- Yang tergolong unsur mikro :
Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), Tembaga (Cu), Molibden (Mo), Boron (B), Klor (Cl).
- Unsur mikro mulai menjadi perhatian, karena :
 1. Penggunaan varietas unggul tanaman yang memproduksi tinggi
 2. Semakin sedikitnya konsentrasi unsur mikro yang terkandung di dalam pupuk unsur makro yang diproduksi
 3. Semakin meningkatnya teknik analisis untuk mendeteksi unsur hara mikro, sehingga semakin diketahui peran dan fungsi hara mikro bagi tanaman,
 4. Semakin tinggi tuntutan efisiensi produksi pertanian.



BESI (Fe)

Besi (Fe)

- Diserap oleh tanaman dalam bentuk ion feri (Fe^{3+}) ataupun ion fero (Fe^{2+})
- Kadar Fe di dalam tanah berkisar antara 0.7 – 55%
- Fe dalam tanaman sekitar 80% yang terdapat dalam kloroplas atau sitoplasma.
- Fungsi Fe :
 1. Pelaksana pemindahan electron dalam proses metabolisme (transport elektron)
 2. Penyusun klorofil, enzim, komponen protein, dan berperan dalam perkembangan kloroplas.
 3. Terlibat dalam sintesis protein dan perkembangan meristematik ujung akar

Besi (Fe)

- Jenis mineral yang mengandung Fe :
 - Hematit (Fe_2O_3)
 - Goetit (FeOOH)
 - Pirit (FeS_2)
 - Siderit (FeCO_3)
 - Jarosit ($(\text{KFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_4$)
 - Olivin ($(\text{Mg}, \text{Fe})_2\cdot\text{SiO}_4$)
- Senyawa $\text{Fe}(\text{OH})_3$ merupakan bentuk Fe yang signifikan sebagai pemasok Fe untuk tanaman.
- Kekurangan Fe menyebabkan terhambatnya pembentukan klorofil dan akhirnya juga penyusunan protein menjadi tidak sempurna selain itu menyebabkan kenaikan kadar asam amino pada daun dan penurunan jumlah ribosom secara drastis.

Besi (Fe)

- Gejala kekahatan Fe muncul pertama kali pada daun-daun muda, mengalami khlorosis di antara tulang daun, kemudian menyebar ke seluruh daun, pada kondisi paling parah daun muda mengering dan tulang daun tetap hijau, pucuk daun berwarna coklat.
- Kekurangan Fe juga dapat menyebabkan Penurunan kadar pigmen dan protein dapat disebabkan oleh kekurangan Fe. Juga akan mengakibatkan pengurangan aktivitas semua enzim.
- Gejala defisiensi Fe sering terjadi pada tanah-tanah dengan pH di atas 7.5 atau alkalin/basa.

Besi (Fe)

- Kelebihan Fe : tanaman akan mengalami nekrosis pada bagian daun dengan ciri-ciri bagian permukaan daun terlihat adanya bintik-bintik hitam.
- Faktor yang mempengaruhi ketersediaan dan pergerakan Fe
 - a) Kesimbangan ion: Kahat dapat terjadi karena kelebihan Cu, Ni, Mn
 - b) Pengaruh pH: Kelarutan Fe paling rendah terjadi pada pH 7.4 – 8.5
 - c) Kelebihan air: banyak S dari bahan organik yang terdekomposisi secara anaerobik
 - d) Bahan organik : pengaruhnya beragam



MANGAN (Mn)

Mangan (Mn)

- Mangan diserap dalam bentuk ion Mn^{2+}
- Fungsi Mn :
 1. Penyusun ribosom dan juga mengaktifkan polimerase, sintesis protein, karbohidrat.
 2. Berperan sebagai activator bagi sejumlah enzim utama dalam siklus krebs, dibutuhkan untuk fungsi fotosintetik yang normal dalam kloroplas, ada indikasi dibutuhkan dalam sintesis klorofil.
 3. Esensial dalam fotosistem II, bertindak sebagai penghubung ATP kompleks fosfokinase, fosfotransferase, dan mengaktifkan IAA oksidase

Mangan (Mn)

- Kadar Mn dalam tanah berkisar antara 300 sampai 2000 ppm
- Kadar dalam tanaman: umumnya dalam keadaan cukup berkisar antara 10 – 15 ppm.
- Jenis mineral yang mengandung Mn :
 - Pirolusit (MnO_2)
 - Braunit ($(\text{MnSi})_2\text{O}_3$)
 - Rodokrosit (MnCO_3)
 - Rodonit (MnSiO_3)
- Mn umumnya terdapat dalam batuan primer, terutama dalam bahan ferro magnesium. Mn dilepaskan dari batuan karena proses pelapukan batuan.
- Hasil pelapukan batuan adalah mineral sekunder terutama pyrolusit (MnO_2) dan manganit ($\text{MnO}(\text{OH})$).

Mangan (Mn)

- Mn unsur yang tidak mobil dalam tanaman, sehingga gejala awal kekurangan akan terlihat pada daun muda.
- Defisiensi Mn :
 - a) Terjadinya klorosis di bagian atau diantara tulang-tulang daun yang ditandai dengan warna kuning dan apabila terus berlanjut daun akan menjadi putih.
 - b) Bagian tulang daun tidak mengalami klorosis yang artinya tetap berwarna hijau, daun yang telah mati akan rontok kecuali bagian tulang daun sehingga daun tanaman kelihatan bergerigi

Mangan (Mn)

➤ Defisiensi Mn :

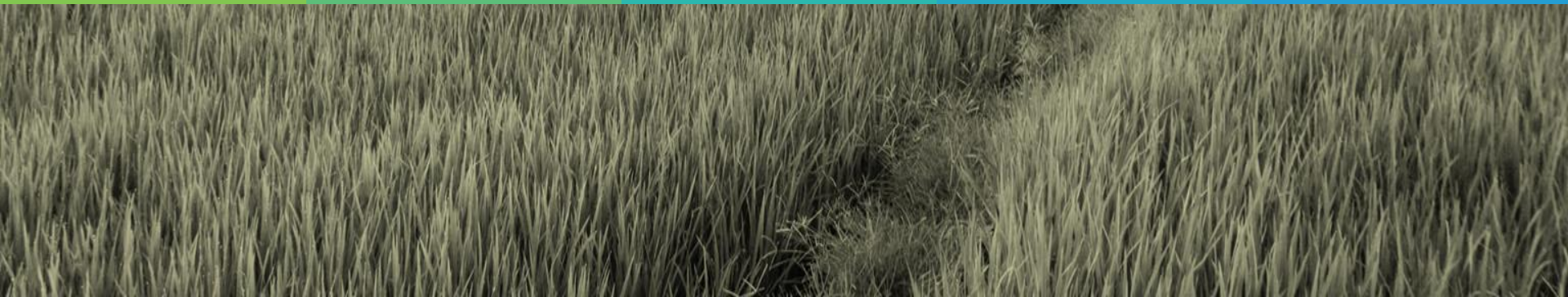
- c) Terhambatnya pertumbuhan dan pembentukan tunas baru yang mengakibatkan tanaman tumbuh kerdil, dan kualitas biji yang terbentuk menjadi berkurang dan apabila biji-biji tersebut ditanam tidak akan bisa tumbuh.
- d) Pada tanaman berdaun lebar, interveinal chlorosis pada daun muda mirip kekahatan Fe tapi lebih banyak menyebar sampai ke daun yang lebih tua,
- e) Pada serealia bercak-bercak warna keabu-abuan sampai kecoklatan dan garis-garis pada bagian tengah dan pangkal daun muda,
- f) Menghambat pertumbuhan akar

Mangan (Mn)

- Ion Mn^{2+} bergerak menuju ke akar tanaman umumnya melalui proses difusi.
- Faktor yang mempengaruhi ketersediaan dan pergerakan Mn
 - a) Keseimbangan dengan logam berat : Jika Cu, Fe, Zn tinggi maka akan menurunkan serapan Mn.
 - b) pH Tanah
 - c) Kelebihan Air / aerasi buruk :
Penggenangan \rightarrow redoks $<$ \rightarrow Mn naik
 - d) Bahan organik
 - e) Unsur-unsur lain



Seng (Zn)



Seng (Zn)

- Zn diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Zn^{2+} dan dalam tanah alkalis dapat diserap dalam bentuk monovalen $Zn(OH)^+$.
- Fungsi Zn :
 1. Pengaktif enzim anolase, aldolase, asam oksalat dekarboksilase, lesitimase, sistein desulfhidrase, histidin deaminase, super okside demutase (SOD), dehidrogenase, karbon anhidrase, proteinase dan peptidase.
 2. Berperan dalam biosintesis auxin, pemanjangan sel dan ruas batang.

Seng (Zn)

- Kadar Zn dalam tanah berkisar antara 16-300 ppm, sedangkan kadar Zn dalam tanaman umumnya berkisar antara 20-70 ppm
- Hara Zn merupakan unsur mikro yang paling sering kahat dari unsur mikro lainnya, kahat Zn biasanya terjadi jika konsentrasinya dalam tanah 10-20 ppm.
- Jenis mineral yang mengandung Zn :
 - Sfalerit (ZnS)
 - Hemimorfit ($(\text{Zn}_4(\text{OH})_2\cdot\text{Si}_2\text{O}_7\text{H}_2)$)
 - Smitsonit (ZnCO_3)
- Zn tidak mobile dalam tanaman sehingga gejala defisiensi terlihat pada titik tumbuh.

Seng (Zn)

- Gejala defisiensi Zn diantaranya yaitu tanaman kerdil, ruas-ruas batang memendek, daun mengecil dan mengumpul dan klorosis pada daun-daun muda dan intermedier serta adanya nekrosis.
- Faktor yang mempengaruhi ketersediaan dan Pergerakan Zn :
 - a) pH Tanah
 - b) Dijerap pada oksida : sesquioksida, karbonat, dan bahan organik mampu mengikat Zn. Namun, mekanisme secara pasti belum diketahui.
 - c) Dijerap pada mineral liat dan karbonat
 - d) Interaksi dengan unsur lain



Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu)

- Tembaga (Cu) diserap dalam bentuk ion Cu^{2+} dan juga dapat diserap dalam bentuk senyawa kompleks organik, misalnya Cu-EDTA (Cu-ethilen diamine tetra acetate acid) dan Cu-DTPA (Cu diethilen triamine penta acetate acid).
- Fungsi Cu bagi tanaman yaitu untuk mengaktifkan enzim sitokrom-oksidadase, askorbit-oksidadase, asam butirat-fenolase dan laktase. Berperan dalam metabolisme protein dan karbohidrat, berperan terhadap perkembangan tanaman generatif, berperan terhadap fiksasi N secara simbiotis dan penyusunan lignin.

Tembaga (Cu)

➤ Mineral yang mengandung Cu :

Kalkosit (Cu_2S)

Kovelit (CuS)

Kalkopirit (CuFeS_2)

Kuprit (Cu_2O)

Tenorit (CuO)

Malakit ($\text{Cu}_3(\text{OH})_2\text{CO}_3$)


Krisokola ($\text{CuSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

Brokantit ($\text{Cu}_4(\text{OH})_6 \cdot \text{SO}_4$)

➤ Kebanyakan Cu terdapat dalam kloroplas (>50%) dan diikat oleh plastosianin. Senyawa ini mempunyai berat molekul sekitar 10.000 dan masing-masing molekul mengandung satu atom Cu. Hara mikro Cu berpengaruh pada klorofil, karotenoid, plastokuinon dan plastosianin.

Tembaga (Cu)

- Gejala defisiensi / kekurangan Cu antara lain : pembungaan dan pembuahan terganggu, warna daun muda kuning dan kerdil, daun-daun lemah, layu dan pucuk mengering serta batang dan tangkai daun lemah.
- Kelebihan Cu : Keracunan Cu terjadi bila konsentrasi dalam tanaman $> 400\text{ppm}$. Dimana gejalanya yaitu pertumbuhan akar buruk , daun menguning dan akhirnya mati.
- Faktor yang mempengaruhi ketersediaan dan Pergerakan Zn :
 - a) pH Tanah
 - b) Tekstur tanah : suplai Cu pada tanah bertekstur pasir lebih rendah
 - c) Hubungan dengan ion lain

The image features a wide-angle landscape of terraced rice fields. The fields are arranged in neat, horizontal rows that recede into the distance. The sky is filled with large, dark, dramatic clouds, suggesting an overcast or stormy day. The overall color palette is muted, with various shades of blue and green. A horizontal bar with a color gradient from light green to dark blue is positioned across the middle of the image, containing the text 'Molibdenum (Mo)'.

Molibdenum (Mo)

Molibdenum (Mo)

- Molibdenum (Mo) diserap dalam bentuk ion MoO_4^{2-}
- Fungsi Mo yaitu untuk mengaktifkan enzim nitrogenase, nitrat reduktase dan xantine oksidase.
- Kadar Mo di dalam tanaman umumnya < 1 ppm, karena dalam larutan tanah kadar Mo sangat rendah (normalnya 0.34 – 1.5 ppm Mo)
- kandungannya dalam tanah berkisar antara 0.2 – 36 ppm
- Mineral yang mengandung Mo :
 - Molibdenit (MoS_2)
 - Ilsemanit ($\text{Mo}_3\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
 - Walfenit (PbMoO_4)

Molibdenum (Mo)

- Gejala defisiensi Mo :
 - a) Dimulai dari tengah dan daun bawah. Daun menjadi kering kelayuan, tepi daun menggulung dan daun umumnya sempit. Bila defisiensi berat, maka lamina hanya terbentuk sedikit sehingga kelihatan tulang-tulang daun lebih dominan.
 - b) Kekurangan Mo dapat menghambat pertumbuhan tanaman, daun menjadi pucat dan mati dan pembentukan bunga terlambat.
- Konsentrasi Mo berlebihan tidak akan berpengaruh pada tanaman, tetapi dapat mengakibatkan keracunan bagi ternak yang mengkonsumsinya lebih dari 5 ppm.



Boron (B)

Boron (B)

- Boron (B) umumnya diserap tanaman dalam bentuk H_3BO_3
- Fungsi B dalam tanaman :
 1. Berperan dalam metabolisme asam nukleat, karbohidrat, protein, fenol dan auksin.
 2. Berperan dalam pembelahan, pemanjangan dan diferensiasi sel, permeabilitas membran, serta perkecambahan serbuk sari.
 3. Memiliki peran dalam translokasi gula ke membran
 4. Mengatur kegiatan oksidasi oleh enzim polyphenolase,
 5. Modifikasi keseimbangan di dalam metabolisme fosfat ester

Boron (B)

➤ Mineral yang mengandung Boron :

- Borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)
- Lugwinit ($\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
- Turmalin:
 - Schorlet (Fe-Turmalin) ($\text{NaFeBAl}_3(\text{OH})_4(\text{Al}_3\text{Si}_6\text{O}_{27})$)
 - Dravit (Mg-Turmalin) ($\text{NaMg}_3\text{B}_3\text{Al}_3(\text{OH})_4(\text{Al}_3\text{Si}_6\text{O}_{27})$)
 - Elbait (Li-Turmalin) ($\text{Na}_2\text{Li}_3\text{B}_3\text{Al}_9(\text{OH})_8(\text{Al}_3\text{Si}_6\text{O}_{27})$)
- Mineral lain yang mengandung boron adalah kernit ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), kolamit ($\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), uleksit ($\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) dan aksinat.

Boron (B)

- Kandungan Boron di dalam tanah berkisar antara 7-80 ppm. Umumnya tinggi pada tanah bertekstur liat, rendah pada tanah tekstur pasir.
- Boron yang tersedia untuk tanaman hanya sekitar 5% dari kadar total boron dalam tanah.
- Boron ditransportasikan dari larutan tanah ke akar tanaman melalui proses aliran masa dan difusi.
- Gejala defisiensi Boron menyebabkan Pertumbuhan terhambat pada jaringan meristematik (pucuk akar), Mati pucuk (*die back*), mobilitas rendah, buah yang sedang berkembang sangat rentan, mudah terserang penyakit.



Klor (Cl)



Klor (Cl)

- Klor/ Klorin (Cl) diserap tanaman dalam bentuk Cl-
- Fungsi Cl dalam tanaman :
 1. Meningkatkan tekanan osmotik sel, regulasi stomata dan meningkatkan hidrasi jaringan tanaman
 2. Berperan dalam fotosistem II dari proses fotosintesis, khususnya dalam evolusi oksigen
 3. Berfungsi sebagai pemindah hara tanaman, mencegah kehilangan air yang tidak seimbang, memperbaiki penyerapan ion lain.
- Klor dalam tanah tidak diikat oleh mineral, sehingga sangat mobil dan mudah tercuci oleh air drainase.

Klor (Cl)

- Kadar Cl dalam tanaman sekitar 2000-20.000 ppm berat tanaman kering. Umumnya kadar Cl yang terbaik pada tanaman adalah berkisar antara 340-1200 ppm dan dianggap masih dalam kisaran hara mikro.
- Gejala defisiensi Cl yaitu pola percabangan akar abnormal, gejala wilting (daun lemah dan layu), warna kemasaman (bronzing) pada daun, pada tanaman kol daun berbentuk mangkuk.
- Kelebihan Cl akan mengakibatkan peningkatan tekanan osmotis air tanah sehingga mengakibatkan berkurangnya ketersediaan air sehingga tanaman layu.

Besi (Fe)

Bentuk pupuk organik dan anorganik, organik lebih efektif.

Mangan (Mn)

Pemberian lewat tanah dan daun: cenderung mempunyai pengaruh residu

Seng (Zn)

Cara pemberian

- sebar menjelang tanam
- Dalam baris disamping tanaman
- *Seed treatment, seed coating*

Tembaga (Cu)

Cara pemberian : lewat tanah atau tanaman, tanaman lebih umum, dengan cara :

- Sebar
- Larikan disamping tanaman
- *Foliar application*
- *Seed treatment*

Molibdenum (Mo)

Cara pemberian :

- Melalui tanah
- *Seed treatment*

Boron (B)

Cara pemberian :

- Dicampur dengan pupuk lain bentuk padat atau cair
- Dalam baris;
- Disebar
- Tidak disarankan melalui benih

Klor paling jarang diberikan karena kontaminasi dari pemberian pupuk lainnya



TERIMA KASIH

Semoga Kita selalu dilindungi Tuhan YME, Aamiin