



Abdullah Taufiq

UNSUR HARA BAGI TANAMAN KEDELAI DAN PENGELOLAANNYA



UNSUR HARA BAGI TANAMAN KEDELAI DAN PENGELOLAANNYA

Penulis:
Abdullah Taufiq



**Badan Standarisasi Instrumen Pertanian
Pusat Standarisasi Instrumen Tanaman Pangan
Balai Pengujian Standar Instrumen
Tanaman Aneka Kacang
2023**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, kami bisa menyelesaikan penulisan buku “Unsur Hara Bagi Tanaman Kedelai dan Pengelolaannya”. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi suatu tanaman, salah satunya adalah unsur hara. Buku ini berisi paparan ringkas tentang hal-hal yang berkaitan dengan unsur hara tanaman.

Buku ini ditulis berdasarkan referensi dan hasil-hasil penelitian yang bisa diakses secara online, dan juga diperkaya dengan pengalaman penulis selama lebih dari 30 tahun bekerja dibidang penelitian dan pengembangan, serta diseminasi di berbagai agroekologi. Foto-foto yang digunakan dalam buku ini sebagian besar adalah dari koleksi penulis, dan sebagian diperoleh dari berbagai sumber (foto kahat Cu, Mo, B, dan keracunan B).

Kami berusaha menyajikan informasi secara ringkas dan jelas agar mudah dipahami dan memberikan manfaat bagi pengguna dari berbagai kalangan. Informasi dalam buku ini masih banyak kekurangan sehingga masih perlu disempurnakan.

Malang, Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
PENDAHULUAN	1
UNSUR HARA	2
HUBUNGAN UNSUR HARA DENGAN pH TANAH.....	4
UNSUR HARA BAGI TANAMAN KEDELAI	5
• Nitrogen (N).....	5
• Fosfor (P)	6
• Kalium (K).....	6
• Sulfur (S)	7
• Kalsium (Ca).....	8
• Magnesium (Mg)	8
• Tembaga (Cu)	8
• Mangan (Mn).....	9
• Besi (Fe)	9
• Seng (Zn)	10
• Molibdenum (Mo)	10
• Boron (B)	10
• Natrium (Na).....	11
• Cobalt (Co)	11
• Nikel (Ni).....	11
• Klor (Cl)	12
IDENTIFIKASI MASALAH KEHARAAN	13
Langkah-langkah Identifikasi.....	13
Identifikasi Gejala Kekahatan.....	15
• Kahat Nitrogen (N)	15
• Kahat Fosfor (P)	16
• Kahat Kalium (K)	18
• Kahat Sulfur (S).....	20

• Kahat Kalsium (Ca)	21
• Kahat Magnesium (Mg)	22
• Kahat Mangan (Mn)	23
• Kahat besi (Fe)	24
• Kahat Seng (Zn)	24
• Kahat Tembaga (Cu).....	25
• Kahat Molibdenum (Mo).....	26
• Kahat Natrium (Na)	26
• Kahat Nikel (Ni)	26
• Kahat Klor (Cl).....	27
• Kahat Boron (B)	27
Identifikasi Gejala Keracunan.....	27
• Keracunan Aluminum (Al)	27
• Keracunan Mangan (Mn)	29
• Keracunan Boron (B)	29
• Keracunan Akibat Herbisida.....	30
• Keracunan Akibat Salinitas (kegaraman).....	31
PUSTAKA.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Hubungan pH tanah dengan ketersediaan unsur hara. Semakin lebar garis berarti ketersediaan semakin tinggi, dan sebaliknya.....	4
Gambar 2.	Skema cara mengenal kekahatan unsur hara.....	14
Gambar 3.	Gejala kekahatan nitrogen (N) pada tanaman kedelai.....	16
Gambar 4.	Gejala kekahatan fosfor (P) pada tanaman kedelai, daun dan batang berwarna kuning keunguan.....	17
Gambar 5.	Gejala kekahatan fosfor (P) pada tanaman kedelai, daun hijau gelap, bunga tidak berkembang menjadi polong.....	18
Gambar 6.	Gejala kahat kalium (K) pada tanaman kedelai. Kahat K pada kedelai di tanah Vertisol Ngawi (A), dan di tanah Vertisol Bojonegoro (B).	19
Gambar 7.	Gejala kahat sulfur (S) pada tanaman tanaman kedelai.....	20
Gambar 8.	Gejala kahat kalsium (Ca) pada tanaman kedelai	21
Gambar 9.	Gejala kahat magnesium (Mg) pada tanaman kedelai.....	22
Gambar 10.	Gejala kahat mangan (Mn) pada tanaman kedelai.....	23
Gambar 11.	Gejala kahat besi (Fe) pada tanaman kedelai.	24
Gambar 12.	Gejala kahat seng (Zn) pada tanaman kedelai.....	25
Gambar 13.	Gejala kahat tembaga (Cu) pada tanaman kedelai.	25
Gambar 14.	Gejala kahat molibdenum (Mo) pada tanaman kedelai.....	26
Gambar 18.	Gejala keracunan unsur Boron (B) tanaman kedelai.	30
Gambar 19.	Tanaman kedelai yang terkena herbisida berbahan aktif paraquat.	30
Gambar 20.	Gejala akibat salinitas tanah tinggi. Pada genotipe toleran salin, daun tetap hijau	31

PENDAHULUAN

Tanah yang subur merupakan faktor penting dalam keberhasilan budidaya tanaman. Kesuburan tanah ditentukan oleh kombinasi sifat fisika tanah (seperti tekstur, struktur, kedalaman tanah, kapasitas menahan air, porositas, drainase) dan sifat kimia tanah (seperti pH, unsur hara tersedia, kapasitas tukar kation, salinitas).

Kesuburan tanah secara visual dinilai berdasarkan keragaan pertumbuhan dan hasil tanaman. Artinya, tanah dinilai mempunyai kesuburan tinggi bila tanaman yang diusahakan dapat tumbuh subur dengan hasil tinggi. Di laboratorium, kesuburan tanah dinilai berdasarkan sifat fisika dan kimia tanah. Pertumbuhan optimal setiap jenis tanaman memerlukan kombinasi sifat fisik dan kimia tertentu yang dapat berbeda antar jenis tanaman.

Ada tujuh jenis tanah yang mendominasi lahan pertanian di Indonesia, yaitu Entisol, Inceptisol, Alfisol, Vertisol, Andisol, Oxisol, dan Ultisol. Jenis-jenis tanah tersebut mempunyai sifat fisika dan kimia yang berbeda-beda, yang mengindikasikan potensi kesuburan yang berbeda. Penggunaan lahan pada jenis tanah tersebut juga beragam, ada yang digunakan sebagai lahan kering, lahan sawah tada hujan, dan lahan sawah irigasi. Komoditas yang diusahakan dan pola tanam yang diterapkan juga berbeda-beda. Hal ini mengindikasikan kesuburan tanah dan kebutuhan pengelolaannya berbeda-beda.

Hal utama yang menjadi tujuan berusaha tani adalah produksi tinggi dengan pengelolaan minimal. Pencapaian produksi yang tinggi ditentukan oleh kombinasi pengelolaan faktor tanah, tanaman, dan iklim. Faktor tanah yang menentukan kesuburan tanah terdiri atas sifat fisika dan kimia tanah. Buku ini hanya membahas sebagian dari aspek sifat kimi tanah, yaitu tentang unsur hara tanaman dan pengelolaannya.

UNSUR HARA

Nutrisi tanaman dan unsur hara merupakan dua istilah yang sering digunakan ketika membahas unsur kimia yang diperlukan tanaman. Nutrisi tanaman adalah semua unsur kimia yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Nutrisi tanaman ada yang diperoleh dari udara, yaitu karbon (C), oksigen (O), dan hidrogen (H). Ada yang berpendapat bahwa C, O, dan H bukan nutrisi tanaman melainkan unsur struktur tanaman. Nutrisi tanaman yang diserap dari tanah disebut unsur hara atau sering juga disebut unsur hara mineral.

Jumlah unsur hara yang diperlukan tanaman hingga tahun 2006 diketahui ada 26 unsur yaitu: N (Nitrogen), P (Fosfor), K (Kalium), S (Sulfur), Ca (Kalsium), Mg (Magnesium), Cl (Klor), Fe (Besi), Mn (Mangan), Zn (Seng), Cu (Tembaga), B (Boron), Mo (Molibdenum), Ni (Nikel), Co (Kobalt), Si (Silikon), Na (Natrium), V (Vanadium), Sr (Strontium), Al (Aluminum), I (Iodin), Ag (Perak), Rb (Rubidium), Li (Litium), Se (Selenium), dan Ti (Titanium).

Berdasarkan fungsinya bagi tanaman, unsur hara dikelompokkan kedalam esensial dan non-esensial atau benefisial.

1. Unsur hara yang sudah diketahui esensial ada 15, yaitu: N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Na, Cl, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Ni.
2. Unsur hara non-esensial atau benefisial ada 11, yaitu: Co, V, Sr, Al, I, Ag, Rb, Li, Se, Ti, dan Si.

Unsur hara disebut esensial jika memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Ketiadaan unsur menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak normal, gagal menyelesaikan pertumbuhan vegetatif maupun reproduktif.
2. Unsur mempunyai fungsi spesifik dan tidak dapat digantikan oleh unsur lain.

3. Unsur mempunyai pengaruh langsung terhadap pertumbuhan atau metabolisme tanaman.

Berdasarkan jumlah yang dibutuhkan oleh tanaman, unsur hara esensial dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Unsur hara makro: diperlukan tanaman dalam jumlah banyak (0,5-3%), terdiri atas N, P, K, S, Ca, dan Mg.
2. Unsur hara mikro: diperlukan tanaman dalam jumlah sedikit (<0,5%), terdiri atas Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Ni, dan Si.

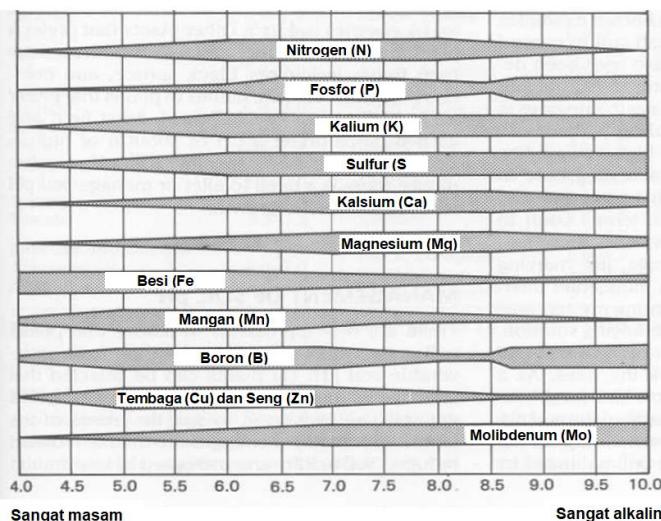
Berdasarkan pergerakannya dalam tanaman, unsur hara esensial dikelompokkan menjadi:

1. Unsur hara *mobile*, yaitu dapat berpindah dari suatu bagian tanaman ke bagian lainnya yang membutuhkan.
 - a. Terdiri atas unsur N, P, K, Mg, S, Ni.
 - b. Pergerakan dalam tanaman melalui jaringan xilem maupun floem.
 - c. Gejala awal kekahatan (defisiensi) terjadi pada daun bawah atau yang lebih tua. Jika kekahatan tidak segera diatasi, maka gejala juga akan terjadi pada seluruh daun.
 - d. Mengatasi kekurangan unsur hara dapat dilakukan aplikasi pupuk melalui daun maupun tanah.
2. Unsur hara *immobile*, yaitu tidak dapat atau sulit berpindah dari suatu bagian tanaman ke bagian lainnya yang membutuhkan.
 - a. Terdiri atas unsur Ca, Fe, Zn, Cu, Mn, B, dan Mo.
 - b. Pergerakan unsur dalam tanaman melalui jaringan xilem.
 - c. Gejala awal kekahatan terjadi pada titik tumbuh atau daun muda. Jika kekahatan tidak segera diatasi, maka gejala juga akan terjadi pada daun yang lebih tua.
 - d. Mengatasi kekurangan unsur hara yang efektif adalah aplikasi pupuk melalui tanah. Aplikasi melalui daun kurang efektif.

HUBUNGAN UNSUR HARA DENGAN pH TANAH

Nilai pH tanan merupakan indikator tingkat kemasaman tanah yang berpengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap tanaman. Pengaruh tidak langsung pH tanah terhadap tanaman melalui pengaruhnya terhadap ketersediaan unsur hara. Hubungan pH tanah dengan ketersediaan unsur hara seperti pada Gambar 1.

Dari Gambar 1 ditunjukkan bahwa ketersediaan tertinggi unsur hara N, P, K, S, Ca, dan Mg terjadi pada pH 6,5-8,0. Pada pH masam (pH 4-4,5) unsur hara N, P, K, S, Ca, Mg, dan Mo ketersediaannya rendah, sedangkan unsur Mn, Fe, Al tersedia dalam jumlah tinggi sehingga dapat meracuni tanaman. Mengetahui pH tanah sangat membantu dalam mengidentifikasi potensi kesuburan tanah, unsur hara yang berpotensi kurang (kahat) maupun yang berpotensi meracuni tanaman.



Gambar 1. Hubungan pH tanah dengan ketersediaan unsur hara. Semakin lebar garis berarti ketersediaan semakin tinggi, dan sebaliknya (diadaptasi dari Foth 1990).

UNSUR HARA BAGI TANAMAN KEDELAI

Jumlah unsur yang diperlukan tanaman untuk tumbuh optimal dapat berbeda antar spesies. Tanaman kedelai membutuhkan 15 unsur hara mineral agar tumbuh optimal, yaitu: nitrogen (N), fosfor (P), kalim (K), sulfur (S), kalsium (Ca), magnesium (Mg), tembaga (Cu), besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), boron (B), klor (Cl), molibdenum (Mo), kobal (Co), dan nikel (Ni).

Masing-masing unsur hara mempunyai fungsi dan peran yang berbeda, dan dibutuhkan dalam jumlah yang berbeda. Terdapat interaksi antar unsur hara, yang berarti antar unsur hara dapat saling mempengaruhi. Interaksi tersebut dapat bersifat positif dan negatif. Hal ini mengindikasikan perlunya unsur hara yang berimbang.

Fungsi dan peran, serta interaksi antar unsur hara perlu diketahui agar pengelolaannya menjadi lebih optimal. Memahami fungsi dan peran unsur hara bagi tanaman juga sangat membantu dalam upaya mengenali atau identifikasi gejala kekahatan maupun keracunannya.

■ Nitrogen (N)

- Kedelai membutuhkan 78–80 kg N untuk menghasilkan 1 ton biji.
- Diserap dalam bentuk ion NO_3^- , NH_4^+ . Dalam tanaman bersifat mobile. Kecepatan akumulasi maksimum terjadi pada fase R5 (awal pembentukan biji).
- Fungsi N sebagai penyusun klorofil, komponen utama asam amino, komponen utama asam nukleotida yang diperlukan dalam pembentukan dan pembelahan sel, komponen enzim dalam reksi-reaksi kimia dalam tanaman.
- Berinteraksi positif dengan P, artinya peningkatan N akan meningkatkan serapan P. Bila pasokan P tanah kurang, dapat menyebabkan kekahatan P.
- Menghambat penyerapan K bila K tanah rendah, dan meningkatkan serapan K bila K tinggi.

- Menghambat penyerapan Ca, Cu.
- Menurunkan serapan Mo karena kurang tersedia akibat penurunan pH yang disebabkan oleh pemupukan N.

■ Fosfor (P)

- Kedelai membutuhkan 13,7–25 kg P₂O₅ untuk menghasilkan 1 ton biji.
- Diserap dalam bentuk ion HPO₄²⁻, H₂PO₄⁻. Dalam tanaman bersifat mobile. Kebutuhan P tinggi selama fase pembentukan polong dan pemasakan biji. Kecepatan akumulasi maksimum terjadi pada fase R5 (awal pembentukan biji).
- Fungsi P sebagai komponen senyawa ATP (adenosin trifosfat) yang berfungsi sebagai sumber energi untuk pertumbuhan tanaman, penyusun DNA, RNA yang penting dalam pembelahan sel dan reproduksi, penyusun membran sel.
- Berinteraksi positif dengan N dan Mn, artinya peningkatan P akan meningkatkan serapan N dan Mn. Bila pasokan N dan Mn tanah kurang, dapat menyebabkan kekahatan N dan Mn.
- Berinteraksi positif dengan Mg karena Mg sebagai aktivator dalam reaksi yang melibatkan transfer P. Bila pasokan Mg tanah kurang, dapat menyebabkan kekahatan Mg.
- Aplikasi pupuk P berlebihan dapat menghambat penyerapan Fe, Zn, B.

■ Kalium (K)

- Kedelai membutuhkan 53 kg K₂O untuk menghasilkan 1 ton biji.
- Diserap dalam bentuk ion K⁺. Dalam tanaman bersifat mobile. Kebutuhan K rendah selama fase awal pertumbuhan, dan meningkat selama pertumbuhan vegetatif. Kecepatan akumulasi maksimum terjadi pada fase R1 (awal pembentukan bunga). Selama fase pengisian polong, K dari bagian vegetatif tanaman dipindahkan ke biji.

- Fungsi K menjaga tekanan turgor sel sehingga membantu tanaman melindungi diri dari serangan penyakit, mengatur menutup dan membukanya stomata sehingga mampu mengendalikan atau mengatur penguapan air dari tanaman, mengatur translokasi dan akumulasi senyawa karbohidrat, aktivasi enzim dalam pembentukan bintil akar, membantu ketahanan tanaman terhadap cekaman dan meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit.
- Berinteraksi positif dengan N, artinya peningkatan K akan meningkatkan serapan N. Bila pasokan N tanah kurang, dapat menyebabkan kekahatan N.
- Pada konsentrasi berlebihan menghambat penyerapan Ca, Mg, P, dan B. Oleh karena itu, pemupukan K yang berlebihan dapat menyebabkan kekahatan Ca, Mg, P, dan B.

■ Sulfur (S)

- Tanaman kedelai membutuhkan 5–8 kg S untuk menghasilkan 1 ton biji.
- Diserap dalam bentuk ion HSO_4^- , $\text{SO}_4^{=}$. Dalam tanaman bersifat mobile. Kecepatan akumulasi maksimum terjadi pada fase R4 (Polong penuh).
- Fungsi sebagai komponen utama penyusun asam amino sistein dan thiamin, aktivator enzim dan ko-enzim. pembentukan senyawa glukosida.
- Menurunkan terjadinya serangan penyakit, meningkatkan kandungan minyak.
- Meningkatkan penyerapan Fe, Mn, Zn, dan P pada tanah pH tinggi karena pupuk sumber S memasamkan tanah.
- Pada tanah dengan pH tinggi sering terjadi kekahatan P, Fe, Mn, dan Zn. Aplikasi pupuk S dapat membantu mengatasi kekahatan unsur-unsur tersebut.

■ Kalsium (Ca)

- Tanaman kedelai membutuhkan 28–32 kg Ca untuk menghasilkan 1 ton biji.
- Diserap dalam bentuk ion Ca^{2+} . Dalam tanaman bersifat immobile. Kecepatan akumulasi maksimum terjadi pada fase R4 (Polong penuh).
- Berfungsi sebagai penyusun dinding sel, menjaga integritas sel dan permeabilitas membran sel, mengaktifkan enzim yang berfungsi dalam pembelahan dan perpanjangan sel, menetralkan unsur-unsur logam berat yang ada dalam tanaman sehingga tanaman dapat terhindar dari keracunan.
- Berinteraksi negatif dengan unsur Mg, Na, P, K, Zn, Cu, Mn, Fe, B. Artinya pada konsentrasi Ca yang berlebihan dapat menghambat penyerapan unsur-unsur tersebut, dan sebaliknya kelebihan unsur-unsur tersebut dapat menghambat penyerapan Ca.

■ Magnesium (Mg)

- Tanaman kedelai membutuhkan 14–22 kg Mg untuk menghasilkan 1 ton biji.
- Diserap dalam bentuk ion Mg^{2+} . Dalam tanaman bersifat mobile. Kecepatan akumulasi maksimum terjadi pada fase R5 (awal pembentukan biji).
- Sebagai salah satu komponen klorofil. Pengaktif enzim dalam proses fosforilasi, yaitu pembentukan adenosin Trifosfat (ATP). Berperan positif dalam pembentukan minyak.
- Berinteraksi negatif dengan unsur Ca, Mn, NH_4 , dan K. Artinya konsentrasi Mg yang berlebihan dapat menghambat penyerapan unsur-unsur tersebut, dan demikian pula sebaliknya.

■ Tembaga (Cu)

- Tanaman kedelai membutuhkan 18 g Cu untuk menghasilkan 1 ton biji.

- Diserap dalam bentuk ion Cu^{2+} . Dalam tanaman bersifat immobile. Kecepatan akumulasi maksimum terjadi pada fase R3 (awal pembentukan polong).
- Terlibat dalam transfer elektron pada reaksi pertukaran energi di dalam sel, sebagai aktivator enzim. Sebagai komponen pada proses respirasi, fotosintesis, sintesa lignin, dan metabolisme karbohidrat.
- Berinteraksi negatif dengan unsur Ca, Mg, Fe, P. Artinya konsentrasi Cu yang tinggi dapat menghambat penyerapan unsur-unsur tersebut.
- Berinteraksi positif dengan unsur Zn. Artinya konsentrasi Cu yang tinggi dapat meningkatkan penyerapan Zn.

■ Mangan (Mn)

- Tanaman kedelai membutuhkan 106 g Mn untuk menghasilkan 1 ton biji.
- Diserap dalam bentuk ion Mn^{2+} . Dalam tanaman bersifat immobile. Kecepatan akumulasi maksimum terjadi pada fase R5 (awal pembentukan biji).
- Transpor elektron dalam sistem fotosintesis, berperan penting pada proses oksidasi-reduksi, sebagai aktivator pada lebih dari 35 macam enzim.
- Berinteraksi negatif dengan unsur Zn. Artinya konsentrasi Mn yang tinggi dapat menghambat penyerapan unsur tersebut.

■ Besi (Fe)

- Tanaman kedelai membutuhkan 242 g Fe untuk menghasilkan 1 ton biji.
- Diserap dalam bentuk ion Fe^{2+} . Dalam tanaman bersifat immobile. Kecepatan akumulasi maksimum terjadi pada fase R5 (awal pembentukan biji).
- Komponen penting dari sistem enzim yang berfungsi dalam transpor elektron, sebagai katalisator sistem enzim yang

berkaitan dengan pembentukan klorofil, berperan penting pada sintesa DNA, proses respirasi, fotosintesis.

- Dalam konsentrasi tinggi menghambat penyerapan Zn.

■ **Seng (Zn)**

- Tanaman kedelai membutuhkan 96 g Zn untuk menghasilkan 1 ton biji.
- Diserap dalam bentuk ion Zn^{2+} . Dalam tanaman bersifat immobile. Kecepatan akumulasi maksimum terjadi pada fase R5 (awal pembentukan biji)
- Sebagai aktivator beragam enzim, terlibat dalam sintesa klorofil dan protein yang menyusun DNA.
- Berinteraksi positif dengan unsur N, Mg, dan Cu. Artinya, peningkatan konsentrasi Zn dapat meningkatkan penyerapan unsur-unsur tersebut.
- Berinteraksi negatif dengan unsur P. Artinya, peningkatan konsentrasi Zn dapat menghambat penyerapan unsur tersebut.

■ **Molibdenum (Mo)**

- Diserap dalam bentuk ion MoO_4^{2-} . Dalam tanaman bersifat immobile.
- Berperan dalam pembentukan bintil akar oleh bakteri penambat N, sebagai aktivator enzim nitrogenase, berperan dalam proses konversi nitrat menjadi nitrit, terlibat dalam metabolisme protein.
- Berinteraksi dengan unsur S dan N.

■ **Boron (B)**

- Tanaman kedelai membutuhkan 55–93 g B untuk menghasilkan 1 ton biji.
- Diserap dalam bentuk H_3BO_3 . Dalam tanaman bersifat immobile. Kecepatan akumulasi maksimum terjadi pada fase R3 (awal pembentukan polong).

- Berperan penting dalam sintesa dinding sel, sintesa protein dan karbohidrat, pembentukan bintil akar, fiksasi nitrogen, transpor gula dalam tanaman, memperbaiki daya tumbuh dan vigor biji, mengurangi kegagalan pembentukan polong, menjaga fungsi membran sel secara umum, menjaga integritas struktur dinding sel.
- Berinteraksi positif dengan unsur K, N, Cu. Artinya, peningkatan konsentrasi B dapat meningkatkan penyerapan unsur tersebut.
- Berinteraksi negatif dengan unsur Zn, Fe, Mn. Artinya, peningkatan konsentrasi B dapat menghambat penyerapan unsur-unsur tersebut.

■ **Natrium (Na)**

- Diserap dalam bentuk ion Na^+ . Dalam tanaman bersifat immobile.
- Dalam jumlah kecil dapat mensubstitusi unsur K.

■ **Cobalt (Co)**

- Tanaman kedelai menyerap 2,49–3,46 mg per kg biomas.
- Diserap dalam bentuk Co^{2+} . Dalam tanaman bersifat immobile.
- Membantu pembentukan bintil akar

■ **Nikel (Ni)**

- Kadar normal dalam daun kedelai 26 g/kg.
- Diserap dalam bentuk ion Ni^{2+} . Dalam tanaman bersifat mobile.
- Sebagai komponen enzim urease, meningkatkan aktivitas enzim hidrogenase pada tanaman kedelai, memacu biosistesis prolin, mengurangi efek toksik kelebihan N pada tanaman legume.
- Berinteraksi negatif dengan unsur Fe. Artinya, peningkatan konsentrasi Ni dapat menghambat penyerapan unsur tersebut, dan berpeluang kahat Fe jika nisbah $\text{Ni}/\text{Fe} > 6$
- Penyerapan Ni terhambat oleh konsentrasi unsur Ca, Mg, Cu, Zn, Co yang tinggi.

■ Klor (Cl)

- Diserap dalam bentuk ion Cl^-
- Aktivator enzim yang terlibat dalam penguraian air pada proses fotosintesis, membantu mengatur membuka dan menutupnya stomata
- Menghambat proses nitrifikasi.
- Pada konsentrasi tinggi menghambat penyerapan sebagian besar unsur hara.

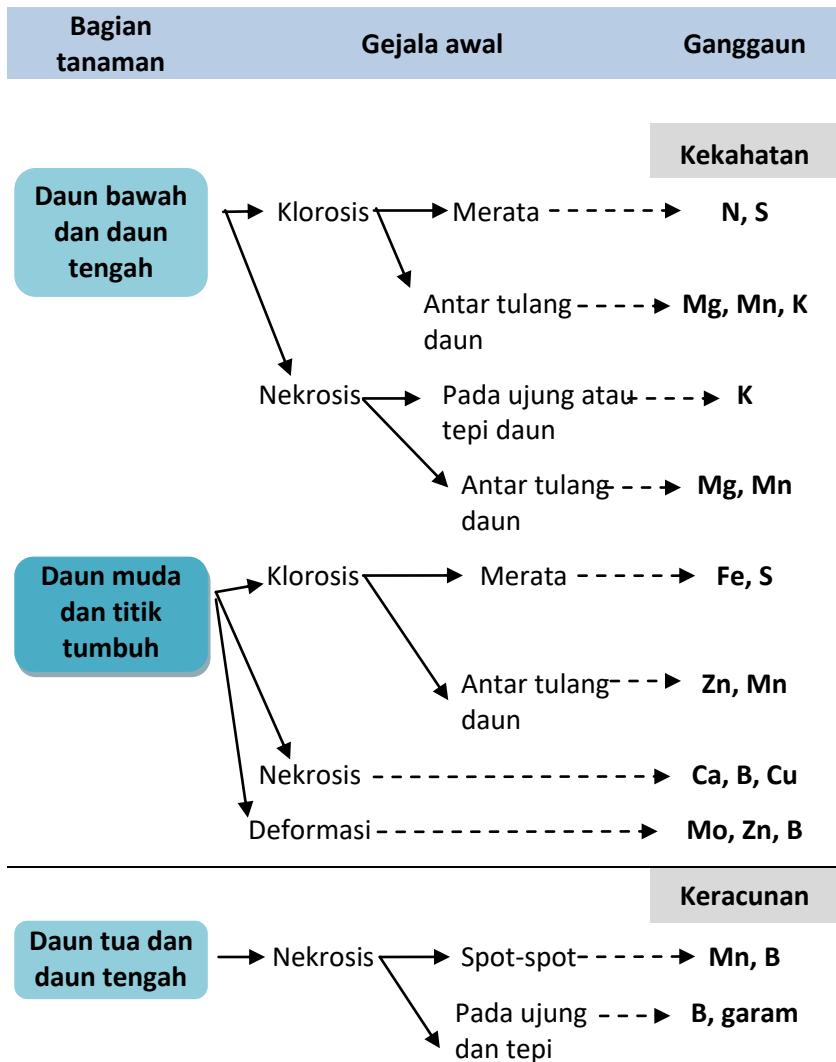
IDENTIFIKASI MASALAH KEHARAAN

Langkah-langkah Identifikasi

Masalah yang berkaitan dengan unsur hara tanaman meliputi kekahatan (defisiensi) dan keracunan (toksisitas). Masalah unsur hara dapat dikenali dari kondisi pertumbuhan tanaman, dan gejala yang muncul pada tanaman, terutama daun.

Istilah yang sering digunakan adalah klorosis, nekrosis, dan deformasi. Tanaman dikatakan kerdil jika jarak antar ruas atau daun pada batang berdekatan. Klorosis adalah jaringan daun yang menguning. Nekrosis adalah jaringan daun yang mengering. Deformasi adalah bentuk daun yang tidak normal. Langkah-langkah dalam identifikasi masalah keharaan tanaman adalah:

1. Mengamati posisi munculnya gejala pada tanaman. Posisi munculnya gejala berkaitan dengan mobilitas unsur hara. Unsur hara yang tergolong mudah berpindah (*mobile*), gejala awal muncul pada daun tua atau posisi daun bawah. Unsur hara yang kurang/tidak mudah berpindah (*immobile*), gejala awal muncul pada daun muda atau posisi daun atas.
2. Mengamati tanda gejala yang ditemukan. Gejala yang muncul ada kaitannya dengan fungsi dan peran unsur hara bagi tanaman. Misalnya unsur hara yang berperan dalam pembentukan klorofil, maka gejala kekahatan adalah daun klorosis.
3. Mengenali gejala. Masing-masing unsur hara mempunyai gejala yang spesifik yang dapat dibedakan dari unsur hara yang lain. Gejala yang muncul bisa sama, tetapi terjadinya gejala pada posisi daun yang berbeda. Gejala yang muncul bisa lebih dari satu karena adanya interaksi antar unsur hara. Untuk membantu identifikasi gejala unsur hara, secara skematik disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema cara mengenal kekahatan unsur hara.

Identifikasi Gejala Kekahatan

Identifikasi dapat dilakukan secara langsung dengan mengenali gejala kekahatan pada tanaman. Cara ini lebih murah dan cepat, bermanfaat untuk mengidentifikasi unsur hara yang kurang maupun berlebih, sehingga pupuk yang akan diberikan sesuai kebutuhan tanaman. Berikut contoh gejala-gejala kekahatan dan keracunan unsur hara pada pertanaman kedelai.

■ Kahat Nitrogen (N)

- Daun berwarna hijau pucat, ukuran daun lebih kecil, pada kondisi yang sangat parah seluruh daun berwarna kuning pucat dan akhirnya gugur, pertumbuhan tanaman kerdil (Gambar 3).
- Kekahatan N umumnya terjadi pada tanah bertekstur pasir, tanah masam (pH rendah) dimana aktivitas mikroorganisme penambat (fiksasi) N (*Rhizobium*) terganggu sehingga bintil akar tidak berkembang.
- Gejala kahat N juga sering terjadi pada lahan berdrainase buruk karena bakteri penambat N tidak berkembang, dan penyerapan N terhambat.
- Kedelai respon terhadap pemupukan N (dosis 23-35 kg N/ha) pada tanah dengan kandungan N-total <0,1% N.



Gambar 3. Gejala kekahatan nitrogen (N) pada tanaman kedelai.

■ **Kahat Fosfor (P)**

- Gejala umumnya mulai muncul pada tanaman umur 30 hari, dan dimulai pada daun bawah.
- Pertumbuhan kerdil, ukuran daun kecil, batang atau daun berwarna kuning keunguan karena adanya akumulasi antosianin (Gambar 4).
- Kedelai yang kahat P dapat mempunyai daun berwarna hijau gelap dan tebal kemudian dengan cepat berubah warna menjadi kuning dan cepat gugur, berbunga tetapi gagal membentuk polong (Gambar 5).
- Kekahatan P menghambat perkembangan akar, pembentukan bintil akar, serta pembentukan polong dan biji sehingga polong sedikit dan biji lebih kecil.

- Kekurangan P umumnya terjadi pada tanah masam atau tanah alkalis. Tanah masam mengandung besi (Fe) dan aluminium (Al) tinggi, sedangkan tanah alkalis mengandung Ca tinggi yang menyebabkan unsur P tidak tersedia bagi tanaman akibat terfiksasi.
- Kedelai respon terhadap pemupukan P dosis 22,5-36 kg P_2O_5 /ha pada tanah yang mengandung P tersedia rendah.



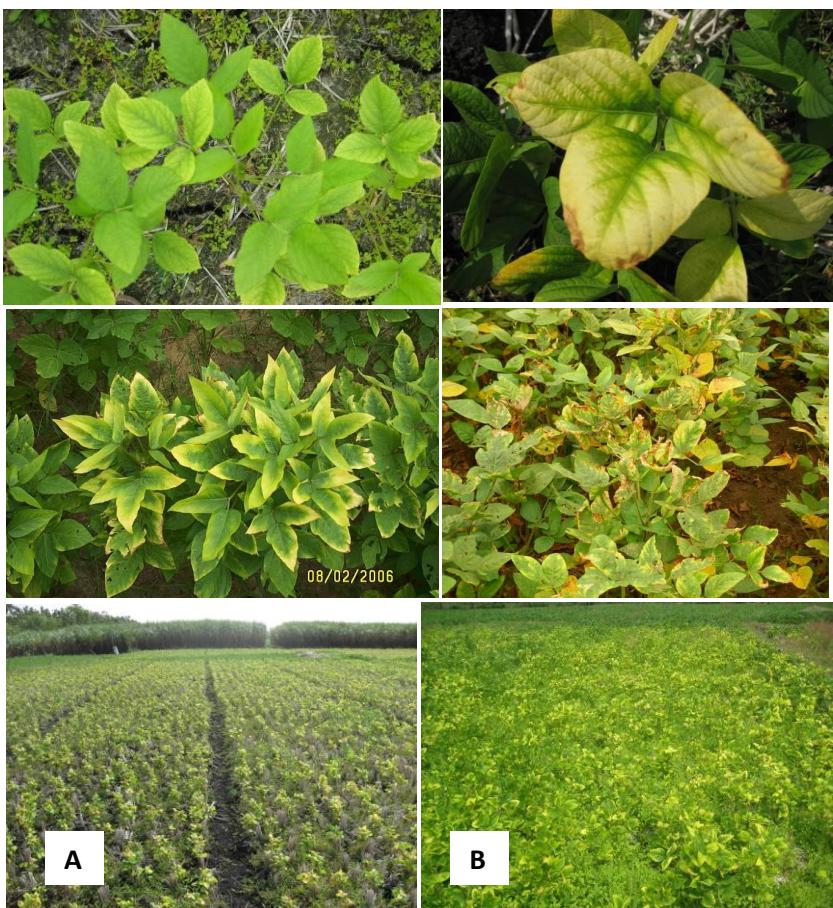
Gambar 4. Gejala kekahatan fosfor (P) pada tanaman kedelai, daun dan batang berwarna kuning keunguan.



Gambar 5. Gejala kekahatan fosfor (P) pada tanaman kedelai, daun hijau gelap, bunga tidak berkembang menjadi polong.

■ Kahat Kalium (K)

- Gejala klorosis (warna kuning) di antara tulang daun atau pada tepi daun, dimulai pada daun bawah. Pada kekahatan yang parah, klorosis meluas hingga mendekati pangkal daun dan hanya meninggalkan warna hijau pada tulang daun, dan selanjutnya daun nekrosis (Gambar 6).
- Kekahatan K umumnya terjadi pada tanah masam dengan kejemuhan basa rendah, tanah bertekstur pasir, tanah Vertisol saat kondisi kekurangan air.
- Kedelai respon terhadap pemupukan K dosis 22,5-45 kg K₂O/ha pada tanah yang mengandung K dapat ditukar (K-dd) 0,2-0,3 me/100 g.



Gambar 6. Gejala kahat kalium (K) pada tanaman kedelai. Kahat K pada kedelai di tanah Vertisol Ngawi (A), dan di tanah Vertisol Bojonegoro (B).

■ Kahat Sulfur (S)

- Daun klorosis seperti kahat N tetapi lebih dominan terjadi pada daun muda, pada kondisi parah seluruh daun klorosis. Pertumbuhan terhambat, tanaman kerdil (Gambar 7).
- Umum terjadi pada tanah bertekstur pasir, tanah yang mengandung kapur tinggi, tanah alkalin (pH tinggi).



Gambar 7. Gejala kahat sulfur (S) pada tanaman tanaman kedelai.

■ Kahat Kalsium (Ca)

- Gejala yang umum adalah daun berbentuk seperti mangkuk atau keriting mirip gejala serangan virus. Pada kondisi kekahatan yang parah, ujung akar dan pucuk tanaman mati.
- Bintik-bintik coklat atau hitam pada permukaan bawah daun, dan bila kekahatan berlanjut terjadi nekrosis sehingga daun menjadi berwarna coklat (Gambar 8).
- Kahat Ca umum terjadi pada tanah bertekstur pasir, tanah masam, tanah dengan kejenuhan basa rendah dan Aluminum dapat ditukar ($Al-d$) tinggi.



Gambar 8. Gejala kahat kalsium (Ca) pada tanaman kedelai

■ Kahat Magnesium (Mg)

- Klorosis spot-spot dari tepi daun kemudian berkembang ke bagian tengah di antara tulang daun. Pada kondisi yang parah tepi daun menjadi merah kekuningan kemudian gugur. Gejala gahat Mg seringkali bersama-sama dengan kahat Ca (Gambar 9).
- Kahat Mg umum terjadi pada tanah bertekstur pasir, tanah masam seperti Oxisol, Ultisol, tanah dengan kejemuhan basa rendah.



Gambar 9. Gejala kahat magnesium (Mg) pada tanaman kedelai.

■ Kahat Mangan (Mn)

- Klorosis di antara tulang daun. Gejala kahat Mn mirip dengan kahat besi (Fe), tetapi terjadi pada daun bawah (Gambar 10).
- Kahat Mn umumnya terjadi pada tanah dengan pH tinggi atau tanah yang banyak mengandung kapur.
- Kekahatan Mn dapat diatasi dengan aplikasi melalui daun dosis 8 kg/ha $MnSO_4$ dalam 200 L air (konsentrasi 4% $MnSO_4$).



Gambar 10. Gejala kahat mangan (Mn) pada tanaman kedelai.

■ Kahat besi (Fe)

- Klorosis antar tulang daun pada daun muda. Pada kondisi yang parah, klorosis terjadi hampir pada semua daun, dan bahkan daun berwarna putih, perakaran sedikit, pertumbuhan kerdil, bintil akar sedikit (Gambar 11).
- Kahat Fe umumnya terjadi pada tanah berkapur, tanah dengan pH tinggi ($>7,4$), dan tanah yang drainasenya sangat buruk.
- Kekahatan Fe dapat diatasi dengan aplikasi melalui daun dosis 1-2% FeSO_4 .



Gambar 11. Gejala kahat besi (Fe) pada tanaman kedelai.

■ Kahat Seng (Zn)

- Klorosis antar tulang daun disertai bintik-bintik yang menyebabkan nekrosis, tulang daun tetap hijau, ukuran daun kecil, tanaman kerdil. Gejala awal terjadi pada daun muda. Pada kekahatan yang parah gejala terjadi pada seluruh daun, gejala yang lebih parah terjadi pada daun tua (Gambar 12).
- Kekahatan sering terjadi pada tanah tekstur pasir, tanah masam seperti Oxisol dan Ultisol, tanah berkapur, tanah alkalin (pH tinggi), dan tanah yang rendah bahan organik.
- Kekahatan Zn dapat diatasi dengan pemupukan dosis 2-5 kg/ha Zn, atau melalui daun dengan konsentrasi 0,5% ZnSO_4 .



Gambar 12. Gejala kahat seng (Zn) pada tanaman kedelai.

■ **Kahat Tembaga (Cu)**

- Klorosis yang tidak beraturan di antara tulang daun muda dan daun tengah, klorosis di dekat ujung daun muda dan kemudian berkembang menjadi nekrosis, daun menggulung, tunas muda dapat mengalami kematian (Gambar 13).
- Kekahatan sering terjadi pada tanah organik, tanah pasir, tanah alkalin (pH tinggi).
- Kekahatan Cu dapat diatasi dengan pemupukan dosis 1-6 kg/ha Cu, atau dapat juga melalui daun dosis 2,2 kg CuSO₄ (atau konsentrasi 0,5-0,7% CuSO₄).



Gambar 13. Gejala kahat tembaga (Cu) pada tanaman kedelai.

■ Kahat Molibdenum (Mo)

- Klorosis di antara tulang daun mirip klorosis akibat kahat Fe dan Mn tetapi tersebar pada seluruh daun, tepi daun menggulung, pembentukan bintil akar berkurang (Gambar 14).
- Gejala mirip kahat N, tetapi daun tua dan daun tengah mengalami klorosis terlebih dahulu, tepi daun menggulung.
- Kekahatan Mo umumnya terjadi pada tanah pasir, tanah masam.
- Kekahatan Mo dapat diatasi dengan pemupukan dosis 0,5 kg/ha Mo, atau dapat juga melalui daun dengan dosis 85 g/ha Mo, atau melalui perlakuan benih dosis 7 g/ha Mo.



Gambar 14. Gejala kahat molibdenum (Mo) pada tanaman kedelai.

■ Kahat Natrium (Na)

- Kahat Na dicirikan dengan ketidak mampuan tanaman untuk berfotosintesis.
- Kahat Na jarang terjadi di lapang.

■ Kahat Nikel (Ni)

- Kekahatan sangat jarang terjadi di lapang.
- Di laboratorium, gejala kekahatan muncul pada daun bawah, klorosis pada tepi daun, ukuran daun kecil, daun melengkung, penurunan pertumbuhan, penuaan daun dini dan rontok,

penurunan kadar Fe dalam jaringan, terhambatnya pembentukan biji.

■ **Kahat Klor (Cl)**

- Defisiensi ditandai terbentuknya daun berwarna biru kehijauan mengkilat yang akhirnya berubah menjadi warna perunggu. Dalam kasus ekstrim, tanaman menjadi layu atau menjadi kerdil, klorosis dan nekrosis.
- Kekahatan Cl dapat diatasi dengan pemupukan dosis 11-22 kg/ha Cl, sumber pupuk Cl dapat berasal dari pupuk KCl.

■ **Kahat Boron (B)**

- Ruas menjadi lebih pendek, daun bagian atas menguning atau berubah warna, dan ujung titik tumbuh atau akar berubah bentuk atau mati (Gambar 15).



Gambar 15. Gejala kahat boron (B) pada tanaman kedelai.

Identifikasi Gejala Keracunan

■ **Keracunan Aluminum (Al)**

- Gejala awal keracunan Al nampak pada sistem parakaran, akar tumbuh tidak normal, percabangan akar tidak normal.
- Gejala pada daun adanya bercak-bercak klorosis di antara

tulang daun yang diawali pada daun muda dan tulang daun tetap hijau. Pada gejala yang parah tanaman kerdil dan daun berbentuk seperti mangkuk, tepi daun mengering (Gambar 16).

- Keracunan Al dapat terjadi sejak tanaman muda.
- Keracunan Al sering terjadi pada tanah masam dengan kejemuhan basa rendah. Nilai kritis kejemuhan Al untuk kedelai adalah 15-27%.



Gambar 16. Gejala keracunan aluminium (Al) pada tanaman kedelai.

■ Keracunan Mangan (Mn)

- Gejala awal ditandai adanya warna putih pada tepi daun, kemudian berkembang menjadi berwarna coklat dan akhirnya nekrosis (Gambar 17).
- Gejala yang sering ditemui juga bintik-bintik nekrosis pada daun muda yang diikuti dengan keriting seperti terserang virus, pertumbuhan tunas terganggu sehingga pembentukan daun baru terhambat.



Gambar 17. Gejala keracunan unsur mangan (Mn) pada tanaman kedelai.

■ Keracunan Boron (B)

- Kedelai sensitif terhadap keracunan Boron.
- Gejala keracunan ditandai adanya tepi daun mengering seperti terbakar (Gambar 18).



Gambar 18. Gejala keracunan unsur Boron (B) tanaman kedelai.

■ Keracunan Akibat Herbisida

- Herbisida yang banyak digunakan pada budidaya kedelai adalah berbahan aktif glifosat ($C_3H_8NO_5P$), mekanisme kerja menghambat sintesa protein. Herbisida lainnya adalah berbahan aktif paraquat ($C_{12}H_{14}Cl_2N_2$), mekanisme kerja menghambat fotosistesis. Herbisida tersebut spektrumnya luas.
- Tanaman kedelai yang terkena herbisida tersebut mengalami keracunan, gejalanya mirip dengan keracunan unsur hara.



Gambar 19. Tanaman kedelai yang terkena herbisida berbahan aktif paraquat.

■ Keracunan Akibat Salinitas (kegaraman)

- Indikator salinitas yang umum digunakan adalah daya hantar listrik (DHL), satuan mmhos/cm, dS/m (1 mmhos/cm= 1 dS/m).
- Toleransi genotipe kedelai beragam, dan nilai kritis 5 dS/m.
- Gejala keracunan daun layu meskipun tanah cukup lembab, karena tingginya tekanan osmotik air. Tanaman kerdil, ukuran daun kecil dengan warna daun hijau tua tetapi kemudian cepat menjadi kuning dan akhirnya cepat gugur.
- Pada kondisi yang parah, daun klorosis, tepi daun mengering mirip gejala kahat kalium (K), karena pada kondisi salinitas tinggi penyerapan unsur K terganggu, daun tua mengalami nekrosis dan kemudian gugur.



Gambar 20. Gejala akibat salinitas tanah tinggi. Pada genotipe toleran salin, daun tetap hijau

PUSTAKA

- Bagale, S. 2021. Nutrient management for soybean crops. Hindawi International Journal of Agronomy. Article ID 3304634. <https://doi.org/10.1155/2021/3304634>.
- Barker, A.V. and D.J. Pilbeam. 2007. Handbook of Plant Nutrition. Taylor and Francis Group. NY.
- Bell, R.W., D. Brady, D. Plaskett, and J. F. Loneragan. 1987. Diagnosis of potassium deficiency in soybean. *J. of Plant Nutrition* vol. 10(9-16):1947-1953
- Bender, R.R., J.W. Haegle, F.E. Belo. 2015. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern soybean varieties. *Agronomy Journal* 107(2):563–573
- Fageria, N. K., 2009. The Use of Nutrients In Crop Plants. CRC Press, New York.
- Fageria, V.D. 2001. Nutrient interactions in crop plants, *Journal of Plant Nutrition*, 24:8, 1269-1290.
- Jayakumar, K and Ch.A. Jaleel. 2009. Uptake and accumulation of cobalt in plants: A study based on exogenous cobalt in soybean. *Botany Research International* 2 (4): 310-314.
- Levy, C.C.B, E.V Mellis, M.K. Murrer, C.R Inglés, C.N. Daynes, E. Cavalli, M.K Chiba. 2019. Effects of nickel fertilization on soybean growth in tropical soils. *Soil and Plant Nutrition* 78(3):432-443.
- Salvagiotti, F., K.G. Cassman, J.E. Specht, D.T. Walters, A. Weiss and A. Dobermann. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research* Vol. 108 (1):1-13.
- Wiedenhoeft, A.C. 2006. Plant Nutrition. Chelsea House pub., NY.



Standard - Services – Globalization
www.bsip.pertanian.go.id