



**PENGERTIAN  
KESUBURAN TANAH ( SOIL FERTILITY)**

Kemampuan tanah utk menyediakan unsur hara (*ability of the soil to supply nutrients*) yg menyangkut kualitas hara, ketersediaan & serta upaya utk menahannya dari pelindian

**Foth and Ellis 1997:**

Kesuburan tanah adalah kondisi suatu tanah yg mampu menyediakan unsur hara esensial utk tanaman tanpa efek racun dari hara yg ada.

**SOIL FERTILITY DEFINED**

- **Brady:** Kemampuan tanah utk menyediakan unsur hara esensial dalam jumlah & proporsi yg seimbang utk pertumbuhan
- **Anonymous:** ...bag dr ilmu yg mempelajari sumber & ketersediaan unsur hara esensial utk pertumbuhan tanaman dari aspek kualitas & kuantitas produksinya

Abbott & Murphy, 2003. *SOIL BIOLOGICAL FERTILITY. "A key to Sustainable Land Use in Agriculture"*.

**SOIL FERTILITY :**  
The capacity of soil to provide **PHYSICAL, CHEMICAL and BIOLOGICAL REQUIREMENTS** for growth of plants for productivity, reproduction and quality relevant to plant type, soil type, land use and climatic conditions.

**SOIL BIOLOGICAL FERTILITY :**  
The capacity of **ORGANISMS LIVING IN SOIL** (microorganisms, fauna and roots) to contribute to the **NUTRITIONAL REQUIREMENTS** of plants and foraging animals for productivity, reproduction and quality while maintaining biological processes that contribute positively to the physical and chemical of soil.

**SOIL CHEMICAL FERTILITY :**  
The capacity of soil to provide a **SUITABLE CHEMICAL AND NUTRITIONAL ENVIRONMENT** for plants and foraging animals for productivity, reproduction and quality in a way that **SUPPORTS BENEFICIAL SOIL PHYSICAL AND BIOLOGICAL PROCESSES**, including those involved in nutrient cycling.

**SOIL PHYSICAL FERTILITY :**  
The capacity of soil to provide **PHYSICAL CONDITIONS** that support plant productivity, reproduction and quality **WITHOUT LEADING TO LOSS** of soil structure or erosion and **SUPPORTING SOIL BIOLOGICAL AND CHEMICAL PROCESSES**.

## KESUBURAN TANAH

Tanah Subur : mempunyai sifat kimia, fisika biologinya mendukung bagi pertumbuhan / produksi tanaman

### Kesuburan

- Potensial : kesuburan menjamin jangka panjang; sulit berubah dan untuk merubah perlu masukan tinggi
- Aktual : kesuburan untuk jangka pendek; berubah-ubah setiap musim

### Suplai hara

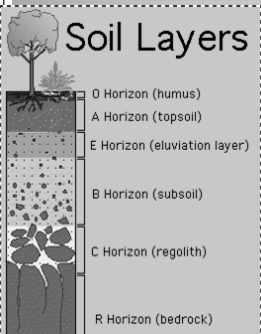
- Kapasitas : mensuplai hara semasa pertumbuhan tanaman
- Intensitas : mensuplai hara secara kontinyu sesuai fase pertumbuhan

### Problema kesuburan tanah :

- Pengurusan hara → terangkut hasil tanaman
- Ketimpangan hara dalam tanah → pemupukan yang tidak proposional & penggunaan pupuk berkadar tinggi
- Siklus pengharan terbuka → rusaknya hutan → adanya perladangan berpindahan dan akibat adanya *land clearing* → penurunan hara, erosi / aliran permukaan → hara terangkut
- Tersembulnya unsur / zat beracun → Al, sulfat dan kumulasi logam berat dari limbah
- Akumulasi garam
- Tekstur tanah pasir
- Pengatusan buruk (rawa-rawa)

# SOIL

## Soil Layers



### • Komponen kesuburan tanah

- Komponen penyusun mutu kesuburan suatu tanah adalah:

jeluk medan perakaran : solum, erosi, konservasi, daerah jelajah akar  
 struktur tanah:imbangan air-udara, kemudahan ditembus akar  
 reaksi tanah: kelarutan unsur, dominansi mikrobia  
 hara cukup dan seimbang : macam, jumlah & nisbah  
 penyimpanan hara dan lengas: KPK, *buffering capacity*, retensi lengas  
 humus: C-organik tanah, khelasi, energi untuk mikrobia  
 mikrobia bermanfaat: sinergisme, daur hara & materi bebas bahan meracun: toksin, limbah

### UNSUR HARA

(Bentuk/Status Hara Dalam Tanah)

#### Sumber hara dalam tanah

- Perombakan bahan organik tanah.
- Pelapukan mineral tanah.
- Pemupukan.
- Pembena organik: kompos
- Penambatan N : legum.
- Batuan: batuan fosfat, *greensand*.
- Buangan industri: kapur, gipsum.
- Pengendapan udara: N, S.
- Pengendapan air: sedimen, erosi, banjir.

#### Pangkalan hara (*nutrient pool*)

Larutan tanah (sifatnya tersedia untuk diserap oleh akar tanaman)  
 Bahan organik (mengalami proses perombakan)  
 Organisme tanah (komponen penyusun tubuhnya)  
 Mineral tanah (sifat antara cukup terlarut sampai sedikit terlarut)  
 Permukaan jerapan (hara dipegang permukaan tanah oleh berbagai mekanisme)  
 Pertukaran kation (tipe yang sangat penting dari jerapan permukaan tanah)

### Unsur hara yang dibutuhkan tanaman (fungsional/esensial)

Terdapat 20 unsur yang bersifat fungsional/esensial Kriteria (Arnon):

1. Kekurangan unsur tersebut menghambat pertumbuhan
2. Gejala kekurangan unsur tersebut dapat dihilangkan hanya dengan penambahan unsur tersebut
3. Unsur tersebut harus secara langsung terikat dalam nutrisi makanan tanaman

#### Atas dasa Konsentrasi dalam tanaman

Unsur hara makro (dibutuhkan dalam jumlah banyak)  
 C, H, O (sintesa karbohidrat)., N, P, K, (unsur primer) dan  
 Ca, Mg, S (unsur sekunder)

Unsur hara mikro (dibutuhkan dalam jumlah sedikit)  
 Fe, Mn, Mo, Cu, B, Zn, Cl, Na, Co, Ni, Si

## Peranan unsur hara tanaman

1. Penyusun dasar protein, polisakarida, lemak, asam nukleat: **N, P**.
2. Produksi tenaga ATP: **P, N**.
3. Penyusun pigmen fotosintesis: **Mg**.
4. Metabolisme karbohidrat (gula fosfat): **P**.
5. Alih tempat (translocation) gula dalam pembuluh floem: **K**.
6. Pengangkutan elektron (fotosintesis, mitokondria, struktural atau enzimatik): **Fe, S, Cl, Ni**.
7. Aktivator enzim: **K, Mg, Mn**.
8. Kofaktor enzim: **Fe, Zn, Mo**.
9. Berhubungan dengan zat pengatur tumbuh: **Zn**.
10. Berhubungan dengan air (pengaturan osmotik, membuka-menutup stomata): **K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>**.
11. Reproduksi (pembentukan bunga dan buah): **B**.
12. Untuk tanaman tertentu Ni dianggap sebagai hara esensial.

## PERLU DIKETAHUI

**Kekurangan unsur hara (esensial) akan menimbulkan gejala pada tanaman, seperti diserang penyakit (penyakit fisiologis)**

**Unsur hara dapat dipakai untuk indikasi kesuburan tanah**

## • HUBUNGAN TANAH – TANAMAN

- Tanah sebagai media bertanam
- Bentuk hara dalam tanah
- Gerakan hara dalam tanah

- Ion di dalam tanah akan bergerak menuju permukaan akar dengan mekanisme berikut: *root interception, mass flow* atau *diffusion*.

### Pemasokan dan pengangkutan hara:

- Intersepsi akar semata-mata berkaitan dengan pemasokan hara (*solely a supply mechanism*).
- Aliran massa dan difusi merupakan pemasokan dan pengangkutan hara (*mechanisms of supply and transport*).
- Memahami bagaimana hara bergerak, sangat penting untuk memahami dampaknya bagi lingkungan, juga dalam penyerapan hara.

### • Intersepsi akar

- Akar tumbuh menembus tanah, bersinggungan dengan permukaan partikel tanah, permukaan akar bersinggungan dengan ion hara yang terjerap, kemudian terjadi pertukaran secara langsung (*contact exchange*). Meskipun angkanya kecil, tetapi sumbangannya penting agar hara mencapai akar
- Aliran masa (*mass flow*)
- Hara terlarut terbawa bersama aliran air menuju akar tanaman, aliran air dipengaruhi oleh transpirasi, evaporasi dan perkolasi. Jumlahnya proporsional dengan laju aliran (volume air yang ditranspirasikan) dan kadar hara dalam larutan tanah.
- Difusi (*diffusion*)
- Ion bergerak dari wilayah yang memiliki kadar hara tinggi ke wilayah yang lebih rendah kadar haranya. Akar menyerap hara dari larutan tanah. Kadar hara di permukaan akar lebih rendah dibandingkan kadar hara tersebut larutan tanah di sekitar akar. Ion bergerak menuju permukaan akar. Mekanisme ini sangat penting bagi hara yang berinteraksi kuat dengan tanah.

### • Mekanisme penyerapan hara oleh akar

- Kebanyakan unsur diserap akar tanaman dalam bentuk anorganik. Setelah mencapai akar, ion hara diangkut sampai ke bagian daun melalui serangkaian tahapan, yaitu penyerapan pasif (*passive root uptake*), penyerapan aktif (*active root uptake*), alih tempat (*translocation*).
- Gerakan pasif
  - Difusi dan pertukaran ion epidermis → menembus kortek → ke endodermis
  - Apoplast (*apparent free space*) ruang di antara sel (*extracellular within and between cell walls*)
  - KPK akar ada pada dinding sel
- Gerakan aktif
  - Harus menembus membran sel
  - Symplast: Intracellular interconnected cytoplasmic pathway between cells
  - pengangkutan aktif melewati membran
  - pengambilan unsur hara secara selektif

## Mineral Concept



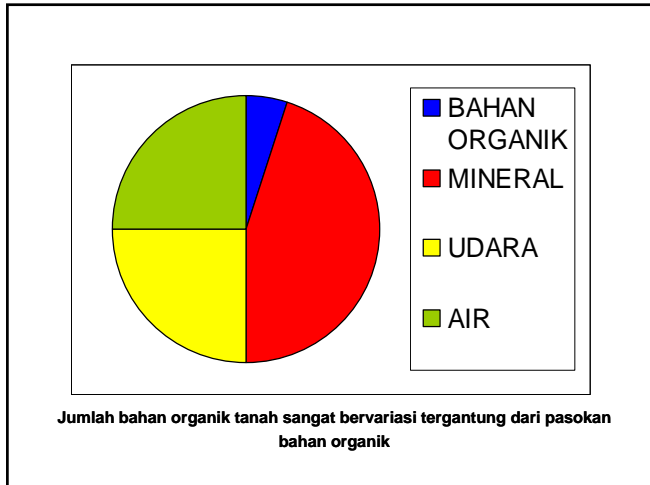
**Feed the plant directly and use the soil as a vehicle only to carry nutrient solution**

**VS**

## Bio-dynamic Concept



**Feed the soil life and soil will feed the plant**



## ROLE OF THE SOIL IN PLANT GROWTH

1. ANCHORAGE/tempat berjangkar takar tanaman,
2. STORAGE/Supply of Water,
3. STORAGE/Supply of O<sub>2</sub>,
4. Storage/Supply of Nutrients.

### Sifat-sifat tanah

Sifat Kimia Tanah → berhubungan dengan kesuburan

- pH
- KPK
- Kejenuhan basa
- Retensi keharaan
- Ada tidaknya zat racun
- Bahan organik tanah

### Sifat Fisika Tanah

- Tekstur tanah
- Struktur
- Aerasi
- Drainase
- Konsistensi

### Sifat Biologi Tanah

- Macam dan banyaknya mikrobia tanah → sebagai aktor dalam siklus keharaan
  - > Dekomposer
  - > Rhizobium, mycoriza
  - > berbagai enzim
- Bahan organik & bahan makanan mikrobia

Empat kemungkinan status kemampuan tanah menyediakan untuk hara :

1. Kapasitas dan Intensitas besar
2. Kapasitas besar, Intensitas kecil
3. kapasitas kecil, Intensitas besar
4. Kapasitas dan Intensitas kecil

Contoh :

1. Tanah Aluvial → intensif diusahakan (+ b.o. dan pupuk)
2. Tanah bermasalah atau retensi (ex. oxisol (latosol), ultisol (PMK))
3. Tanah-tanah berkadar b.o. Dan lempung rendah → berhubungan daya pegang hara (ex. entisol (regosol))
4. Tanah sangat jelek tidak disarankan untuk pertanian → kuarsa dsb

### Fungsi b.o. :

1. Sebagai granulator → membentuk struktur tanah
2. Sumber unsur hara N, P, S dsb
3. Menambah kemampuan tanah untuk menahan air
4. Menambah kemampuan tanah untuk menahan unsur hara
5. Sebagai sumber energi mikroorganisme

### Bahan organik tanah meliputi :

1. Organisme hidup
2. Senyawa turunan dari organisme
3. Bahan terhumifikasi
4. Bahan tidak terhumifikasi

Langkah-langkah mengatasi problem kesuburan :

1. Melakukan problem definisi sejas-jelasnya dan seawal mungkin → apakah problem tersebut problem tanah
2. Unsur mana yang kemungkinan terlibat → untuk menjawab dapat dilakukan :
  - Menggunakan lingkungan setempatMengumpulkan informasi petani & petugas
  - Informasi kondisi kesehatan ternak → *steely wool disease* pada ternak domba → indikator defisiensi Cu tanaman pakan
  - Tanah kahat P → tingkat fertilitas ternak tinggi
  - Indikasi → bekas pembakaran subur → defisiensi mineral tertentu
  - Di bawah kabel telepon → subur → indikasi kekurangan Cu
  - Dekat kawat berduri → indikasi defisiensi Zn

- Keadaan geologi dan tipe tanah
  - Tanah kapuran → defisiensi Mg
  - Tanah masam → defisiensi Mo
- Menyangkut keadaan vegetasi → dari tanaman indikator yang ada : tanaman *Brigalow* → suplay hara N tinggi
  - Mengamati gejala dari daun → sumber informasi konvensional → evaluasi kesuburan
  - *Leaf painting* : yaitu dengan mengoleskan larutan hara pada daun → dilihat responnya
  - Dilakukan dengan injeksi hara → pada tanaman pohon ==. Dilihat responnya
  - Dengan cara Biokimia (*Biochemical test*) → defisiensi Mo → dideteksi dengan *nitrat reductase* → belum banyak digunakan → rumit
  - Analisis tanah dan uji tanah kualitatif → kalibrasi dengan suatu tanaman → dibandingkan dengan nilai *Critical level*

- Analisis jaringan tanaman → sesudah tanaman tumbuh. Hasil yang diperoleh harus diperhatikan :
  - a. Jenis jaringan
  - b. Umur jaringan
  - c. Letak jaringan
  - d. Adanya kontaminasi dengan debu dan unsur kimia
- Percobaan pemupukan → percobaan dengan penambahan unsur
- *Nutrient Omission Trial* → percobaan penggunaan hara → menggunakan pemupukan lengkap sebagai kontrol → salah satu hara dikurangi sebagai perlakuan → dilihat gejalanya

Cara untuk evaluasi penentuan pupuk :

1. *Soil testing* (uji tanah)
2. *Plant analysis*
3. *Missing element technique* → sama dengan *omission*
4. Melalui percobaan takaran pemupukan

Dalam *soil testing* → yang perlu diperhatikan

- a. Pengambilan sampel (*sampling*) → letak, kedalaman, waktu & frekuensi analisis
- b. Analisis laboratorium → metode analisis
- c. Korelasi antara hasil dan tanggapan tanaman
- d. Interpretasi dan rekomendasi
- e. Penetapan rekomendasi
- f. Penelitian

Melalui analisis tanaman

→ cocok untuk tanaman tahunan

Kelemahan → pada waktu hasil analisis diperoleh → sudah terlambat untuk mengatasi penurunan hasil

Analisis tanaman ini digunakan untuk tiga tujuan :

1. Mengidentifikasi problema keharaan → menentukan cara mengatasinya
2. Untuk menentukan dan mengkalkulasi penyerapan hara
3. Memonitor status keharaan