



KESUBURAN TANAH

PUPUK DAN PEMUPUKAN


Dwi Priyo Ariyanto
 Email: dp_ariyanto@yahoo.com
 Phone: +628156708076

*Soil Science Department
 Faculty of Agriculture
 Sebelas Maret University*

LATAR BELAKANG

Ancaman Ketahanan Pangan (teknis & biofisik) :

- Produktivitas & Pelandaian Produksi → Inovasi Teknologi
- Degradasi Sumberdaya Lahan & Air → *Soil Sickness*, Kesuburan, Pencemaran, dll.
- Cekaman Iklim (B/K) & Ancaman OPT ← Stabilitas Hasil
- Alih Fungsi (Konversi) LSI, 1-1,5% /tahun, Ancaman (RTRW) Konversi LSI



@dwi priyo ariyanto

DEGRADASI SUMBER DAYA LAHAN

- *Soil Sickness (Mega Project)* → C-organik rendah (<2%) → Bisa Diperbaiki → Perlu Bahan/pupuk organik
- Eutrofikasi → pengkayaan hara → pendangkalan badan air

@dwi priyo ariyanto

BEBERAPA ISU

- **Isu Pupuk**
 - Peningkatan Kebutuhan & Penggunaan Berlebihan
 - Kelangkaan ← Harga BBM & Pasokan Gas → Harga dan Kemampuan Produksi/ Penyediaan Pupuk (Semua BUMN Pupuk Mengembangkan Pupuk Organik
 - Isu Lingkungan → Degradasi Lahan dan Residu



@dwi priyo ariyanto

- PADI SAWAH → konsumen pupuk terbesar (>75% konsumsi TP/H)
- Tingkat efisiensi rendah → (30-50%) → Rekomendasi Opt >55% (FAO)
- Rekomendasi pemupukan masih bersifat umum → Lokasi-2 penelitian/pengkajian & informasi/peta status hara tanah terbatas
- Keragaman Persepsi Terhadap Rekomendasi Pemupukan & Konsep Pemupukan Berimbang (Rasional)

@dwi priyo ariyanto

- Penggunaan Pupuk Kurang Rasional (dan dengan keragaman yang tinggi)
 - N (Urea) : 100 → 800 kg/ha
 - P (TSP) : 0 → 250 kg/ha
 - K (KCI) : 0 → 200 kg/ha
- Produktivitas Rendah, atau :
- Tidak Optimal & Mubazir → In-efisiensi & Merusak Lingkungan → (Suplai melebihi *demand* tanah)

@dwi priyo ariyanto

Kebutuhan Hara Tanaman

- C, H, O → udara
- N, P, K → makro primer
- S, Mg, Ca → makro sekunder
- Fe, Mn, Cu, Cl
Na, Si, Zn, Mo, B, Co } → unsur mikro


➔ 16 hara esensial bagi tanaman

@dwi priyo ariyanto

PENGERTIAN

UMUM
Bahan organik/anorganik, alami/sintesis yg memberikan satu atau lebih unsur kimia yg dibutuhkan tanaman → perlu ditetapkan kadar minimum

BUCKMAN (1994)
Bahan anorganik / organik, alami / buatan yg ditambahkan ke dalam tanah utk memberikan unsur esensial tertentu bagi pertumbuhan tanaman secara normal



@dwi priyo ariyanto


P U P U K

Pengertian lanjutan

THOMSON (1975): ➔ Sumber hara tanaman yg ditambahkan kedalam tanah utk meningkatkan kesuburan tanah

UU NO. 12 / 1992:
Bahan kimia atau organisme yang berperan dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman langsung / tidak langsung

PP NO. 8 / 2001:
Pupuk anorganik adalah pupuk hasil proses rekayasa kimia/ fisik/ biologis dan merupakan hasil industri/ pabrik



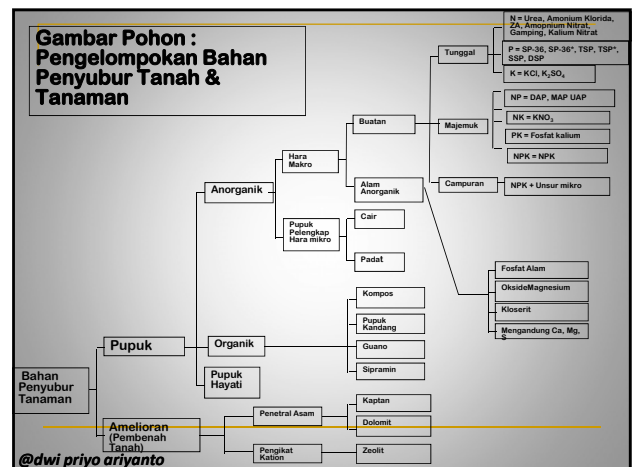
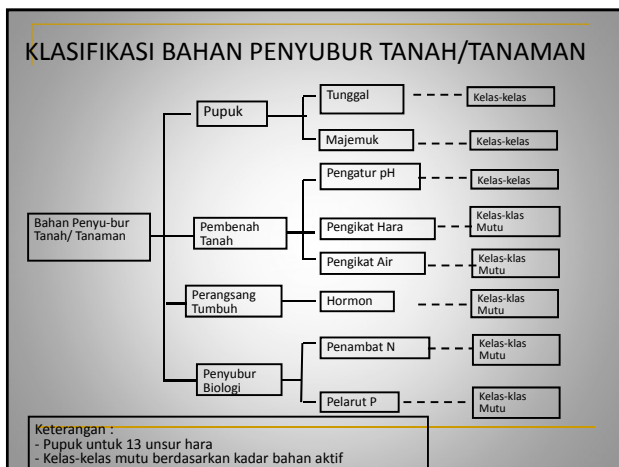
@dwi priyo ariyanto

K L A S I F I K A S I P U P U K

(Depperindag, April 1999)

- I. PUPUK MAKRO:
 - 1) MAKRO PRIMER : N, P DAN K :
 - Pupuk alam (organik, anorganik)
 - Buatan (tunggal, majemuk, campuran)
 - 2) MAKRO SEKUNDER (Ca, Mg, S)
- II. PUPUK MIKRO :
Boron (B), Khlor (Cl), Tembaga (Cu), Besi (Fe), Mangan (Mn), Molibdat (Mo), Seng (Zn).
- III. PUPUK PELENGKAP
- IV. AMELIORAN / PEMBENAH TANAH

@dwi priyo ariyanto



PROSPEK PUPUK ORGANIK & PUPUK HAYATI

Manfaat :

- **Pembenah Tanah**
 - Kimia Tanah (kapasitas tukar kation (KTK))
 - Fisika Tanah (struktur tanah, agregasi)
 - Biologi Tanah (jumlah dan jenis mikroba)
- **Penghematan Penggunaan Pupuk Anorganik**
 - Sumber hara
 - Pemanfaatan hara di tanah/udara

@dwi priyo ariyanto

Bahan pupuk selain mengandung hara tanaman umumnya mengandung bahan lain, yaitu:

1. **Zat pembawa atau karier (*carrier*)**. *Double superfosfat (DS)*: zat pembawanya adalah CaSO_4 dan hara tanamannya fosfor (P).
2. Senyawa-senyawa lain berupa kotoran (*impurities*) atau campuran bahan lain dalam jumlah relatif sedikit. Misalnya ZA (*zwavelzuure amoniak*) sering mengandung kotoran sekitar 3% berupa klor, asam bebas (H_2SO_4) dan sebagainya.

@dwi priyo ariyanto

Bahan pupuk(lanjutan):

3. **Bahan mantel (*coated*)** ialah bahan yang melapisi pupuk dengan maksud agar pupuk mempunyai nilai lebih baik misalnya kelarutannya berkurang, nilai higroskopisnya menjadi lebih rendah dan mungkin agar lebih menarik. Bahan yang digunakan untuk selaput berupa aspal, lilin, malam, wax dan sebagainya. Pupuk yang bermantel harganya lebih mahal dibandingkan tanpa mantel.
4. **Filler (pengisi)**. Pupuk majemuk atau pupuk campur yang kadarnya tinggi sering diberi filler agar ratio fertilizernya dapat tepat sesuai dengan yang diinginkan, juga dengan maksud agar mudah disebar lebih merata

@dwi priyo ariyanto

KEPMENTAN No.01/Kpts/TP.260/1/2003

■ PUPUK MAKRO ANORGANIK

- Makro tunggal padat
- Makro majemuk padat
- Makro tunggal cair
- Makro majemuk cair

■ PUPUK MIKRO ANORGANIK

- Mikro tunggal padat
- Mikro majemuk padat
- Mikro majemuk cair

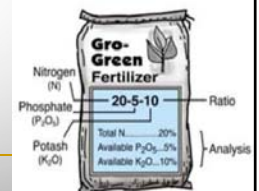


@dwi priyo ariyanto

Dalam praktek perlu diketahui istilah-istilah khusus yang sering digunakan dalam pupuk antara lain ialah:

- a. **Mutu pupuk** atau **grade fertilizer** artinya angka yang menunjukkan kadar hara tanaman utama (N,P, dan K) yang dikandung oleh pupuk yang dinyatakan dalam prosen N total, P_2O_5 dan K_2O . Misalnya pupuk Rustika Yellow 15-10-12 berarti kadar N 15%, P_2O_5 10% dan K_2O 12%.

- b. **Perbandingan pupuk** atau **ratio fertilizer** ialah perbandingan unsur N,P dan K yang dinyatakan dalam N total, P_2O_5 dan K_2O merupakan penyederhanaan dari grade fertilizernya. Misalnya grade fertilizernya 16-12-20 berarti ratio fertilizernya 4:3:5.



- c. **Mixed fertiliser** atau pupuk campur ialah pupuk yang berasal dari berbagai pupuk yang kemudian dicampur oleh pemakainya. Misalnya pupuk Urea, TSP dan KCl dicampur menjadi satu dengan perbandingan tertentu sesuai dengan mutu yang diinginkan. Hal ini berbeda dengan pupuk majemuk yaitu pupuk yang mempunyai dua atau lebih hara tanaman dibuat langsung dari pabriknya.

Berdasarkan **asalnya** dibedakan:

1. **Pupuk alam** ialah pupuk yang terdapat di alam atau dibuat dengan bahan alam tanpa proses yang berarti. Misalnya: pupuk kompos, pupuk kandang, guano, pupuk hijau dan pupuk batuan P.
2. **Pupuk buatan** ialah pupuk yang dibuat oleh pabrik. Misalnya: TSP, urea, rustika dan nitrophoska. Pupuk ini dibuat oleh pabrik dengan mengubah sumber daya alam melalui proses fisika dan/atau kimia.

Berdasarkan **senyawanya** dibedakan:

- a. **Pupuk organik** ialah pupuk yang berupa senyawa organik. Kebanyakan pupuk alam tergolong pupuk organik: pupuk kandang, kompos, guano. Pupuk alam yang tidak termasuk pupuk organik misalnya *rock phosphat*, umumnya berasal dari batuan sejenis apatit $[Ca_3(PO_4)_2]$.
- b. **Pupuk anorganik** atau mineral merupakan pupuk dari senyawa anorganik. Hampir semua pupuk buatan tergolong pupuk anorganik.

Berdasarkan **fasa-nya** dibedakan:

1. **Padat**. Pupuk padat umumnya mempunyai kelarutan yang beragam mulai yang mudah larut air sampai yang sukar larut.
2. **Pupuk cair**. Pupuk ini berupa cairan, cara penggunaannya dilarutkan dulu dengan air, Umumnya pupuk ini disemprotkan ke daun. Karena mengandung banyak hara, baik makro maupun mikro, harganya relatif mahal. Pupuk amoniak cair merupakan pupuk cair yang kadar N nya sangat tinggi sekitar 83%, penggunaannya dapat lewat tanah (injeksikan).

PUPUK TUNGGAL

KELEBIHAN :

- ❖ kadar hara tinggi
- ❖ dosis fleksibel
- ❖ mudah aplikasi
- ❖ mudah tersedia/ release
- ❖ bebas impuritis

KEKURANGAN :

- ❖ hanya mengandung satu jenis hara
- ❖ biaya transpor dan simpan tinggi
- ❖ peluang terjadi kelangkaan

@dwi priyo ariyanto

PUPUK MAJEMUK

KELEBIHAN :

- hara > satu unsur
- formula pupuk fixed/bervariasi
- hemat biaya dan waktu aplikasi
- hemat biaya simpan

KEKURANGAN :

- kandungan hara belum tentu sesuai dengan kebutuhan
- masih perlu tambahan pupuk tunggal
- harga per unit hara lebih tinggi dibanding pupuk tunggal
- tidak semua jenis pupuk dapat dicampur

@dwi priyo ariyanto

Pupuk buatan:

1. Pupuk Nitrogen (N)

- Amonium sulfat $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$
- Anhidrous amonia (NH_3)
- Amonium klorida (NH_4Cl)
- Amonium nitrat (NH_4NO_3)
- Urea (NH_2CONH_2)

2. Pupuk fosfor (P)

- Enkel superfosfat $[\text{ES} = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4]$
- Doubelsuperfosfat (DS)
- Tripel superfosfat (TSP)

Pupuk buatan:

3. Pupuk kalium

- Muriate (KCl)
- Kalium sulfat (zwavelzuure kali = ZK)
- Kalium-magnesium sulfat
- Kalium nitrat (Niter)

4. Pupuk Majemuk (*compound fertilizer*)

Pupuk Organik (C/N 10 – 15):

1. Pupuk kompos

2. Pupuk kandang

Pupuk Daun/hijau:

1. *Crotalaria juncea*.
2. *Crotalaria anagyroides*
3. *Crotalaria usaramensis*
4. *Tephrosia vogelii*, *tephrosia candida*.
5. *Sesbania sesban*, *janti turen (Jawa)*
6. *Sesbania esculatta*
7. *Glycine soya*, dll

Pupuk Hayati:

1. Mikrobia penambat nitrogen

2. Penambatan nitrogen oleh rhizobia

3. Mikrobia pelarut P

Dasar-dasar pemupukan ada yang perlu diperhatikan :

1. **Tanah:** kondisi fisik (kelerengan, jeluk mempan perakaran, retensi lengas dan aerasi), kondisi kimiawi (retensi hara tersedia, reaksi tanah, bahan organik tanah, sematan hara, status dan imbalanced hara), kondisi biologis (pathogen, gulma).
2. **Tanaman:** jenis, umur dan hasil panen yang diharapkan.
3. **Pupuk:** sifat, mutu, ketersediaan dan harga.
4. **Iklim:** temperatur, curah hujan, panjang penyinaran dan angin.

Cara Pemupukan:

1. Pemupukan lewat akar

- **Penyebaran (*broadcasting*)**
 - *Top dressing*
 - *Side dressing*
- **Penempatan (*placement*)**
- ***Fertigation (fertilizing-irrigation)***
- **Injection**

2. Pemupukan lewat daun (*foliar application*)

@dwi priyo ariyanto

Broadcasting



Broadcast TSP followed by "listing" (making beds)



Broadcasting Organic Fertilizer



Broadcasting



Slow-release fertilizer broadcast under microsprinkler-irrigated navel orange, Waddell, AZ

Band Application



Surface band near transplanted broccoli, sprinkler-irrigated Oregon



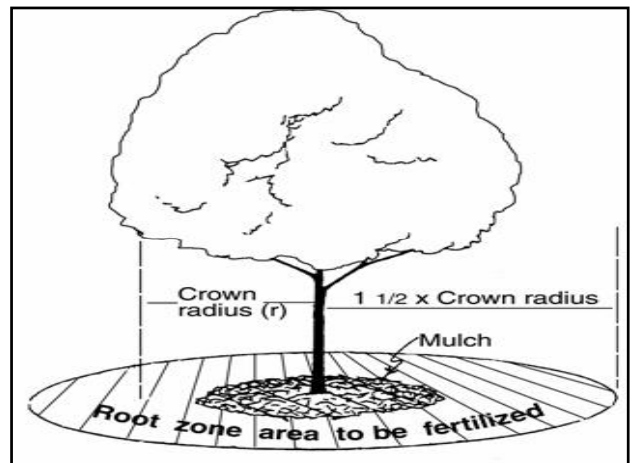
"Side-dressing" lettuce with liquid N fertilizer, Yuma

Band Application



<http://www.yellerco.com/PressRelease/TheLeafing.jpg>

http://www.noble.org/Press_Release/Ag/BandingFertilizer/PlacementTube.jpg



Fertigation



Fertigation of liquid N fertilizer onto flood-irrigated durum wheat Maricopa, AZ



Fertigation



Fertigation can be applied in flood-irrigated systems. Consider factors affecting efficiency. Yuma



Fertigation



Fertigation of citrus through microsprinklers, Yuma



Fertigation through a subsurface drip irrigation system.

Fertigation

Fertigation through pressurized irrigation systems requires specialized equipment:



Venturi injectors



Water-powered fertilizer pump

Foliar Fertilization

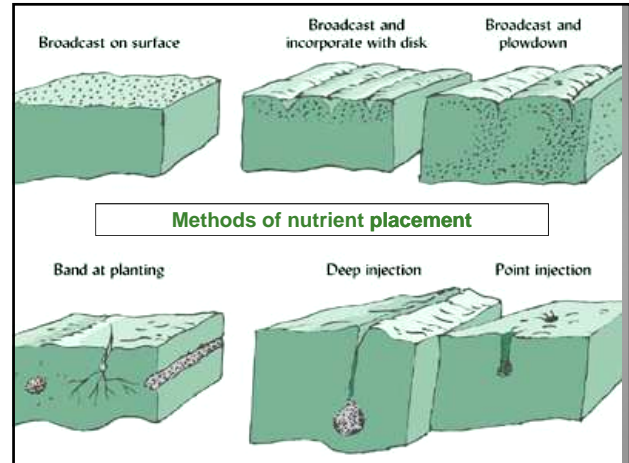


Foliar Fertilization

Plants are easily damaged by foliar applications - damage from cytokinins in foliar seaweed fertilizer on ginseng.



<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/hortmatt/2005/12hrt05a3.htm>



Conversions

K₂O to K:

$$\begin{array}{l} K_2=39 \quad K_2=78 \\ \quad \quad \quad O=16 \\ \quad \quad \quad K_2O=94 \quad 78/94=0.83 \\ \text{So } K_2O \times 0.83 = K \end{array}$$

P₂O₅ to P:

$$\begin{array}{l} P=31 \quad P_2=62 \\ O=16 \quad O_5=80 \\ P_2O_5=142 \quad 62/142=0.44 \\ \text{So } P_2O_5 \times 0.44 = P \end{array}$$

SERAPAN = kadar hara (%) x bobot kering (g)

Misalnya padi sawah memiliki kandungan K dalam jerami 1% dari bobot kering panen sejumlah: 2 ton/ha. Maka besarnya pengangkutan K dalam jerami = 0,01 x 2.000 kg/ha = 20 kg K/ha.

Manfaat dari angka serapan hara antara lain :

1. Mengetahui efisiensi pemupukan
2. Mengetahui agihan hara dalam tubuh tanaman
3. Mengetahui pengangkutan hara dalam tanaman
4. Mengetahui neraca hara di suatu lahan.
5. Pertimbangan dalam membuat rekomendasi pemupukan.

Efisiensi Serapan

$$Eh = \frac{Sp - Sk}{Hp} \times 100\%$$

Eh = efisiensi serapan hara

Sp = serapan hara pada tanaman yang dipupuk

Sk = serapan hara pada tanaman yang tidak dipupuk

Hp = kadar hara dalam pupuk yang diberikan

Perhitungan Pupuk

Suatu lahan padi sawah membutuhkan 35 kg P₂O₅ / hektar, sedangkan dari uji tanah didapatkan kadar P tersedia 20 P₂O₅ /hektar. Jika efisiensi serapan fosfat dari pupuk TSP (45% P₂O₅) yang diberikan sebesar 25%, maka jumlah pupuk yang diperlukan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan P}_2\text{O}_5 &= [(35 - 20) \times 100] / 25 \\ &= 60 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ kg/ha} \\ \text{Kebutuhan TSP} &= (100/45) \times 60 \\ &= 133 \text{ kg TSP/ha} \end{aligned}$$