

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pupuk

Pupuk merupakan suatu bahan yang diberikan pada tanah agar dapat menambah unsur-unsur atau zat makanan yang diperlukan tanah baik secara langsung ataupun tidak langsung. Dengan kata lain pemberian pupuk akan dapat mengubah keadaan fisik, kimiawi dan hayati dari tanah sesuai dengan kebutuhan tanaman^(1,2).

2.1.1 Klasifikasi Pupuk

Pupuk dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian yaitu^(1,2),

1. Berdasarkan kandungan unsur haranya dibedakan menjadi:

Pupuk tunggal (*single fertilizer*), yaitu pupuk yang hanya mengandung satu macam unsur hara dan pupuk majemuk (*compound fertilizer*), yaitu pupuk yang mengandung lebih dari satu macam unsur hara.

2. Berdasarkan kadar kandungan unsur haranya dibedakan menjadi:

Pupuk yang berkadar hara tinggi (lebih dari 30 %), pupuk yang berkadar hara sedang (20-30 %), pupuk yang berkadar hara rendah (lebih kecil dari 20 %).

3. Berdasarkan reaksi kimianya dibedakan menjadi:

Pupuk asam yaitu pupuk yang menyebabkan tanah menjadi asam, pupuk netral yaitu pupuk yang tidak menyebabkan tanah masam atau basa dan pupuk basa yaitu pupuk yang menyebabkan tanah menjadi basa.

4. Berdasarkan pembuatannya dibedakan menjadi:

Pupuk alam (organik) yaitu pupuk yang tidak dibuat di pabrik dan pupuk buatan yaitu pupuk yang merupakan hasil olahan industri atau yang dibuat oleh pabrik termasuk pula pupuk sintetis.

2.1.2. Unsur Hara Penyusun Tanaman.

Berdasarkan analisa diketahui bahwa tanaman mengandung 50 unsur sebagai penyusunnya. Namun yang dibutuhkan oleh tanaman selama masa pertumbuhan dan perkembangannya hanya 16 unsur saja, yang merupakan unsur hara esensial^(2,3).

Umumnya unsur hara esensial dibagi lagi menjadi unsur hara makro dan mikro. Unsur hara makro merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar antara lain: C, O, H, N, P, K, Ca, Mg dan S. Sedangkan unsur hara mikro juga sama pentingnya dengan unsur hara makro hanya kebutuhan tanaman terhadap unsur-unsur ini lebih sedikit. Unsur-unsur hara mikro tersebut antara lain: Fe, Bo, Mn, Cu, Zn, Mo dan Cl. Unsur hara mikro hanya berpengaruh baik bagi tanaman sampai batas-batas tertentu, jika melewati batas optimal unsur-unsur ini akan meracuni tanaman⁽⁴⁾.

Cara lain klasifikasi unsur hara esensial (Sillonppaa, 1972) yaitu⁽⁵⁾:

1. Unsur hara primer atau mayor nutrient (N, P dan K) karena diperlukan relatif dalam jumlah besar dan secara beraturan diberikan kedalam tanah melalui pemupukan.
2. Unsur hara sekunder (Ca, Mg, dan S) karena relatif banyak terdapat di dalam tanah dan tanaman.
3. Trace elements/ minor elements/ micro elements/ mikro nutrient. Elemen-elemen ini baik dalam tanah atau dalam tanaman jumlahnya sedikit, misalnya: Fe, Bo, Mn, Zn, Cu dan Mo.

Selain unsur-unsur di atas kadang-kadang tanaman tertentu juga masih membutuhkan beberapa unsur lain seperti: Na, Si, Ni, Ti, Se, V, Ar dan I⁽²⁾. Penyerapan unsur-unsur hara oleh tanaman dari dalam tanah adalah dalam bentuk kation dan anion yang larut dalam air, yang disajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Unsur hara esensial ⁽²⁾

Unsur hara esensial	Penyerapan oleh tanaman dalam bentuk	
	Anion	Kation
1. Unsur hara makro		
N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	
K		K ⁺
Ca		Ca ²⁺
Mg		Mg ²⁺
S	SO ₄ ⁻	
2. Unsur hara mikro		
Fe		Fe ³⁺
Mn		Mn ²⁺
Bo	Bo ₃ ³⁻	
Mo	MoO ₄ ²⁻	
Co		Co ²⁺
Zn		Zn ²⁺
Cl	Cl ⁻	

2.2. Mineral Dolomit

Dolomit merupakan senyawa rangkap antara karbonat dari kalsium dan magnesium, dimana senyawa penyusun tersebut adalah kalsit (CaCO₃) dan magnesit (MgCO₃)^(5,6,7). Dolomit terbentuk karena adanya proses dolomitisasi yaitu proses pelindihan atau proses peresapan unsur-unsur Mg dari air laut ke dalam batu gamping. Terjadinya dolomit dipengaruhi oleh dua faktor yaitu: tekanan air laut yang banyak

mengandung Mg dan kurun waktu yang lama. Dengan demikian semakin tua unsur batu gamping dan semakin dalam letaknya di dalam tanah, maka semakin besar kemungkinannya untuk berubah menjadi dolomit^(6,8).

2.2.1. Sifat Fisik dan Kimia Dolomit

A. Sifat Fisik^(6,8)

- Warna putih kekuning-kuningan
- Kekerasan berkisar antara 3,4-4,0 pada skala Moh's
- Kristalnya berbentuk rhombohedral
- Berat jenis 2,8-2,9. Yang berbutir halus hingga kasar dan mudah dihancurkan

B. Sifat Kimia^(6,8)

- Rumus molekulnya $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ atau $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
- Secara teori dolomit murni mengandung 45,7 % MgCO_3 dan 54,3 % CaCO_3 dimana 30,4 % CaO, 21,8 % MgO dan 47,8 % CO_2 .
- Berat molekulnya 184,4
- Mudah menyerap air

2.2.2. Klasifikasi Dolomit

Dolomit diklasifikasikan berdasarkan kandungan magnesium oksida (MgO), kandungan mineral dolomit dan perbandingan unsur CaCO_3 dengan MgCO_3 . Klasifikasi tersebut disajikan pada tabel 2.2.

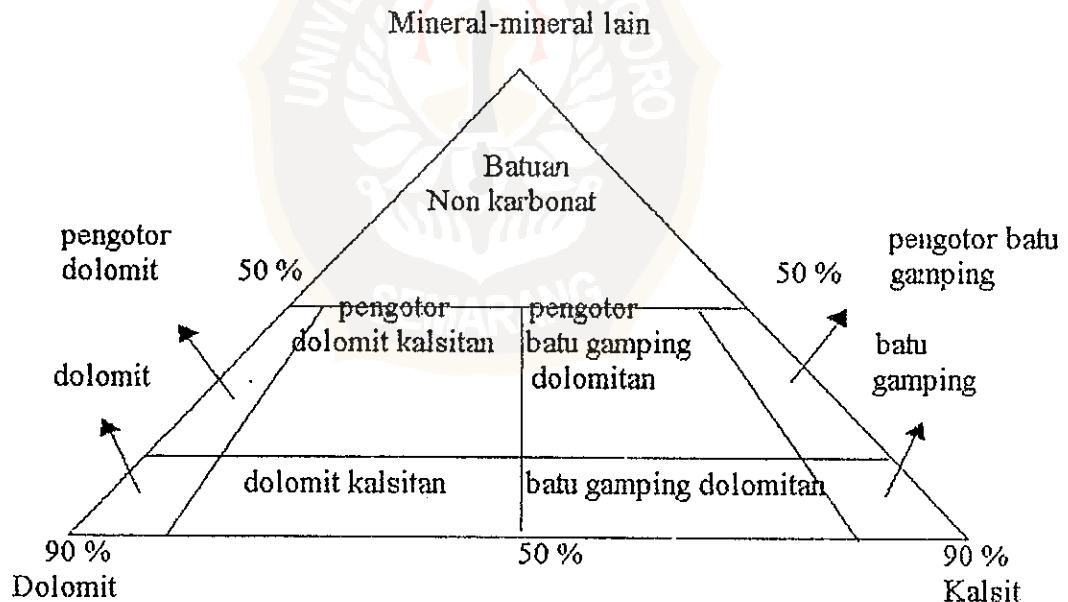
Tabel 2.2. Klasifikasi dolomit^{0,8}.

Nama batuan	Kadar (%)		
	MgO	Mineral	Ratio Kalsit dan Magnesit
Batu gamping Dolomitan	2,1 – 10,8	10 – 50	20,7 – 12,5
Dolomit kalsitan	10,9 – 19,7	50 – 90	12,4 – 3,5
Dolomit	19,8 – 20,4	91 – 97	3,4 – 1,1
Dolomit bermagnesium tinggi	20,5 – 21,8	98 – 100	1,0 – 0,6

Keterangan: Dengan menggunakan analisa kimia maka dapat dicari jumlah atau persentase mineral dolomit menggunakan persamaan berikut,

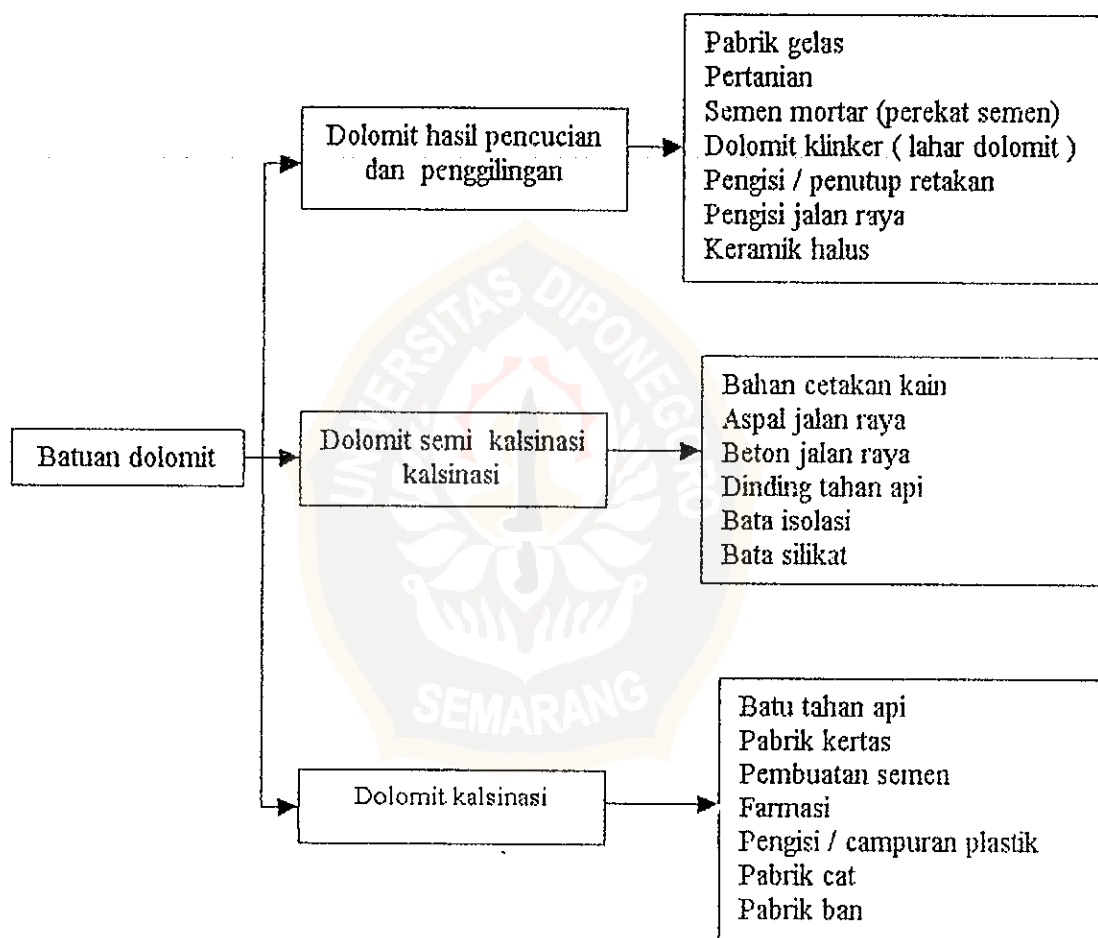
$$\text{Dolomit} = \frac{\text{MgO}}{21,8} \times 100 \%$$

Dolomit merupakan bagian dari mineral karbonat sehingga dolomit dapat juga diklasifikasikan bersamaan dengan klasifikasi batuan karbonat yang disajikan pada sebuah diagram (gambar 2.1). Klasifikasi selengkapnya disajikan pada lampiran G.

Gambar 2.2. Diagram komposisi mineral dari batuan karbonat^{0,10}.

2.2.3. Penggunaan Dolomit

Kegunaan utama dari dolomit adalah untuk industri batu tahan api magnesita, kapur bermagnesia tinggi, semen khusus, fluks pada campuran logam untuk pertanian dan sumber penghasil magnesium. Kadang-kadang dolomit juga digunakan dalam bidang metalurgi yaitu sebagai campuran pada pembuatan baja^(6,8). Penggunaan dolomit tersebut dapat diklasifikasikan sesuai dengan diagram berikut (gambar 2.2)⁽⁹⁾:



Gambar 2.3 Diagram kegunaan dolomit pada berbagai bidang⁽⁹⁾.

2.3. Batuan Fosfat

Batuan fosfat biasanya disebut juga batuan sedimen dengan kandungan utamanya mineral apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ dan kalsium fosfat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Batuan fosfat umumnya mempunyai sifat yang sama dengan batu gamping.

2.3.1. Klasifikasi Batuan fosfat

Batuan fosfat dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian yaitu,

1. Berdasarkan kandungan P_2O_5 nya dibedakan menjadi⁽⁶⁾:

High grade (kadar lebih besar dari 28 %); normal grade (kadar P_2O_5 sama dengan 28 %); interior grade (kadar P_2O_5 antara 18-28 %); woothleess grade (kadar P_2O_5 lebih rendah dari 18 %).

2. Berdasarkan tempat kejadiannya dibedakan menjadi⁽⁶⁾:

Endapan fosfat laut merupakan hasil pengendapan biogenik maupun kimia pada cekungan yang luas, endapan fosfat quano yang terbentuk dari kotoran-kotoran atau sisa binatang maupun tumbuhan yang terkubur disuatu daerah yang cukup kering sehingga pembusukkan oleh bakteri berjalan cukup lama dan endapan fosfat hidrotermal (igneous apatit) merupakan endapan fosfat alam yang berasal dari batuan beku dan ditemukan dalam mineral-mineral apatit yang bersumber dari terobosan batuan alkali yang terjadi didalam perut bumi.

3. Berdasarkan cara terjadinya dibedakan menjadi⁽⁶⁾:

Cara organik, dalam pembentukannya fosfat ini memerlukan bantuan dari zat-zat organik (binatang dan tumbuhan) dan cara anorganik, dalam pembentukannya tidak memerlukan peranan zat organik tetapi sama seperti pembentukan sedimen biasa, dan hanya mengalami reaksi-reaksi kimia yang umumnya terjadi.

2.3.2. Sifat umum batuan fosfat Indonesia

Batuan fosfat di Indonesia sangat banyak dan sifatnya juga akan berbeda sesuai dengan tempat pembentukan batuan tersebut. Secara umum sifat batuan fosfat yang ada di Indonesia adalah⁽¹⁾:

1. Berasal dari reaksi antara kotoran-kotoran kelelawar dengan senyawa-senyawa kimia lainnya yang terdapat digua-gua batu kapur.
2. Merupakan campuran antara kalsium fosfat, aluminium fosfat atau besi fosfat, mineral kapur, silikat dan oksida-oksida logam lainnya.
3. Lapisan atasnya banyak mengandung Al-fosfat dan Fe-fosfat. Lapisan bawahnya banyak mengandung kalsium fosfat.
4. Warna mineral fosfat sukar dibedakan baik antara mineral fosfatnya maupun mineral ikutannya.
5. Bentuk kristal dari mineralnya tidak tentu (non kristalin, kriptokristalin atau amorf).
6. Berat jenis antara mineral fosfat (Ca, Al dan Fe fosfat) atau mineral ikutannya tidak jauh berbeda, bahkan kadang-kadang sama.
7. Kekerasan mineral-mineral fosfat berkisar antara 2-5 skala Moh's sedangkan kekerasan mineral ikutannya terletak antara interval tersebut diatas sehingga waktu dilakukan penggilingan mineral-mineral ikutan tersebut akan berada pada fraksi yang sama yaitu sama-sama halus atau sama-sama kasar.
8. Tidak terdapatnya akumulasi endapan fosfat yang besar dan terdapat berpencar-pencar diseluruh Indonesia.

2.3.3. Mineral-mineral penyusun batuan fosfat

Mineral yang diketahui mengandung P_2O_5 lebih 1 % ada kira-kira 200 buah, namun mineral yang penting atau mempunyai nilai ekonomi hanya beberapa buah. Fosfor di alam terutama terdapat di dalam mineral-mineral dari anggota seri apatit dengan berbagai varietasnya. Seri apatit terdiri dari fluoroapatit, kloroapatit dan hidroksiapatit dengan rumus umum $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$. Beberapa contoh rumus umum untuk senyawa apatit lainnya adalah^(12,13):

- Dahlit $Ca_{10}(PO_4)_{6-x}(CO_3)_x(OH,F)_{2+x}$
- Fluoroapatit $Ca_{10}(PO_4)_6(F,OH)_2$
- Frankolit $Ca_{10}(PO_4)_{6-x}(CO_3)_x(F,OH)_{2+x}$
- Hidroksiapatit $Ca_{10}(PO_4)_{6-x}(CO_3)_x(OH)_{2+x}$

Mineral-mineral apatit pada umumnya berbentuk masif, kristalnya sangat halus sehingga seolah-olah tersamar atau diistilahkan kriptokristalin, sering opalin atau seperti zat tanduk, strukturnya berlapis, pelet dan warnanya putih keabu-abuan, kekuningan atau coklat. Berat jenis 2,5-2,9 dan kekerasannya 3-4 skala Moh's⁽¹²⁾.

2.3.4. Penggunaan batuan fosfat

Batuan fosfat mengandung unsur fosfor yang sangat vital bagi pertumbuhan tanaman, maka dari itu sekitar 90 % batuan fosfat digunakan sebagai bahan untuk pupuk. Karena fosfat tidak mudah larut, agar berguna bagi tanaman fosfat dialam diolah dulu menjadi pupuk buatan. Batuan fosfat yang digiling juga bisa langsung digunakan sebagai pupuk alam untuk tanaman jenis tahunan dan hortikultura. Selain itu fosfat juga digunakan dalam bidang metalurgi yaitu sebagai campuran baja, sebagai bahan kimia pembuat elemen fosfat dan lain-lain⁽¹²⁾, untuk lebih efektifkan

bahan kimia pembuat elemen fosfat dan lain-lain⁽⁹⁾, untuk lebih mengefektifkan penggunaan batuan fosfat maka harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan yang biasa dilakukan terhadap batuan fosfat disajikan pada lampiran I.

2.4. Metode analisa

Analisa yang sering dilakukan terhadap suatu contoh batuan meliputi komposisi kimia bahan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis, AAS dan Gravimetri, penentuan komposisi mineral penyusun suatu contoh dengan difraksi sinar-X.

2.4.1. Spektrofotometri UV-Vis

Prinsip dari analisa kimia dengan metode spektrofotometri UV-Vis adalah dengan pembentukan suatu senyawa kompleks berwarna dari unsur yang akan dianalisa, kemudian senyawa kompleks berwarna tersebut diukur absorbansinya pada panjang gelombang yang sesuai (400-750 nm)⁽¹⁰⁾.

2.4.2. Spektroskopi Serapan Atom (AAS)

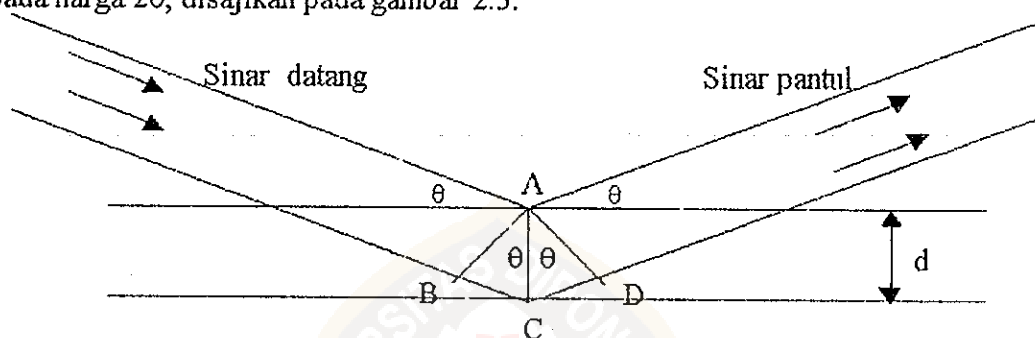
Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya pada unsur, karena unsur-unsur tersebut menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung pada sifat unsurnya (200-300 nm). Metode tersebut lebih sering digunakan karena sangat sederhana dan tidak memerlukan pemisahan pendahuluan⁽¹¹⁾.

2.4.3. Gravimetri

Gravimetri adalah metode penentuan jumlah atau kadar ion, unsur dan senyawa tertentu yang ada dalam contoh, dasar penentuannya adalah berat senyawa murni yang dapat diperoleh dari suatu cuplikan tersebut. Senyawa murni tersebut dapat diperoleh dari cuplikan dengan cara pengendapan, penguapan, pemanasan, elektrolisa dan lain-lain. Tetapi yang sering dilakukan adalah dengan cara pengendapan⁽¹²⁾.

Sinar-x merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang antara $0,5-2,5 \text{ \AA}$, dimana ordenya sama dengan jarak bidang atom dalam kristal. Oleh sebab itu sinar-x sangat berguna dalam analisis struktur kristal dan identifikasi mineral-mineral tanah yang berbentuk kristal.

Sinar-x akan menunjukkan gejala difraksi jika jatuh pada benda yang jarak antara bidangnya hampir sama dengan panjang gelombang (λ) sinar tersebut. Pola difraksi sinar-x yang lengkap akan memberikan sederet refleksi dengan intensitas yang berbeda pada harga 2θ , disajikan pada gambar 2.3.



Gambar 2.4. Pola difraksi sinar-x⁽¹⁹⁾

Garis-garis horizontal pada gambar menunjukkan bidang-bidang dalam kristal yang terpisah oleh jarak d , seberkas sinar-x yang paralel jatuh mengenai kristal dengan sudut θ terhadap bidang-bidang kristal tersebut. Jika gelombang yang direfleksi dari C memperkuat gelombang yang direfleksi dari A maka perbedaan hantaran antara ke dua gelombang tersebut sebanding dengan $n\lambda$. Pada gambar 2.3 juga ditunjukkan perbedaan lintasan adalah $BC + CD$ sehingga $BC + CD = n\lambda$ dimana $BC = CD$ dan $CD = d \sin \theta$. Persamaan terakhir menjadi $2d \sin \theta = n\lambda$ yang dikenal sebagai hukum Bragg, dengan n adalah order difraksi ≈ 1 , sehingga $\lambda = 2d \sin \theta$ ⁽¹⁹⁾.