

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tulang Sapi

Struktur tulang sapi pada prinsipnya sama dengan tulang lainnya yaitu terbagi menjadi bagian *epiphysis* atau bagian sendi tulang dan *diaphysis* atau bagian tengah tulang yang berbentuk silinder. Komposisi tulang sapi yang terdiri dari 93% hidroksiapatit ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) dan 7%  $\beta$ -tricalcium phosphate ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\beta$ -TCP) (Ooi *et al.*, 2007). Komposisi kimia tulang sapi terdiri dari zat anorganik berupa Ca, P, O, H, Na dan Mg, dimana gabungan reaksi kimia unsur Ca, P, O, H merupakan senyawa apatite mineral sedangkan Na dan Mg merupakan komponen zat anorganik tambahan penyusun tulang sapi dengan suhu titik lebur tulang sapi sebesar  $1227^0 \text{ K}$  (Sontang, 2000).

Hidroksiapatit (HAp) adalah sebuah molekul kristalin yang intinya tersusun dari fosfor dan kalsium dengan rumus molekul  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  yang termasuk di dalam keluarga senyawa kalsium fosfat. Hidroksiapatit yang berasal dari tulang sapi telah secara luas dipelajari dalam bidang aplikasi medis seperti digunakan untuk mencangkok tulang, memperbaiki, mengisi atau penggantian tulang serta dalam pemulihan jaringan gigi. Hidroksiapatit digunakan di dalam dunia medis karena memiliki sifat yang dapat beradaptasi dengan baik pada jaringan keras dalam tulang, dapat membangun kembali jaringan tulang yang sudah rusak dan juga di dalam jaringan lunak meskipun memiliki laju degradasi yang rendah, sifat osteokonduktifitas yang tinggi, bersifat tidak beracun, non inflamasi dan imunogenik (Kusrini dan Sontang, 2012). Sifat fisika dan biokimia

dari hidroksiapatit sama dengan yang dimiliki oleh tulang dan gigi. Selain itu, struktur molekul hidroksiapatit juga sama dengan struktur molekul tulang dan gigi.

Abu tulang sapi adalah Trikalsium Fosfat yang berasal dari *Hydroxyapatit*  $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ . Memiliki komposisi abu tulang sapi, sebagian besar didominasi oleh senyawa Fosfat dengan komponen mineral utama Hidroksiapatit (Anonim, 2008). Menurut Carter *and* Spengler (1978) dalam Dairy (2004) umumnya pada tulang sapi yang masih basah, berdasarkan beratnya terdapat 20% air, 45% abu, dan 35% bahan organik. Abu tulang sapi mengandung Kalsium 37% dan Fosfor 18.5% pada berat tulang sapi.

## **B. Unsur Hara Fosfor**

### **1. Peranan unsur hara Fosfor pada tanaman**

Fosfor merupakan hara makro kedua setelah N yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang cukup banyak (hara makro). Fosfor dianggap sebagai kunci kehidupan (*Key of life*). Unsur ini merupakan komponen tiap sel hidup dan cenderung terkonsentrasi dalam biji dan titik tumbuh tanaman. Unsur P dalam Phospat adalah (Fosfor) sangat berguna bagi tumbuhan karena berfungsi untuk merangsang pertumbuhan akar terutama pada awal-awal pertumbuhan, mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah. Ketersediaan P dalam tanah ditentukan oleh bahan induk tanah serta faktor-faktor yang mempengaruhi seperti reaksi tanah (pH), kadar Al dan Fe oksida, kadar Ca, kadar bahan organik, tekstur dan pengelolaan lahan.

Tanaman menyerap Fosfor dalam bentuk ion Ortofosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) dan ion ortofosfat sekunder ( $\text{HPO}_4^-$ ). Menurut Tisdale (1985) dalam Rosmarkam

dan Yuwono (2002) unsur P masih dapat diserap dalam bentuk lain, yaitu bentuk Pirofosfat dan Metafosfat, bahkan menurut Thomson (1982) dalam Rosmarkam dan Yuwono (2002) bahwa kemungkinan unsur P diserap dalam bentuk senyawa anorganik yang larut dalam air, misalnya Asam Nukleat dan Phitin. Fosfor yang diserap tanaman dalam bentuk ion anorganik cepat berubah menjadi senyawa Fosfor organik. Fosfor ini mudah bergerak antar jaringan tanaman. Kadar optimal Fosfor dalam tanaman pada saat pertumbuhan vegetatif adalah 0.3% - 0.5% dari berat kering tanaman.

Karakteristik Fosfor yaitu, Fosfor bergerak lambat dalam tanah, pencucian bukan masalah, kecuali pada tanah yang berpasir. Fosfor lebih banyak berada dalam bentuk anorganik dibandingkan organik. Di dalam tanah kandungan F total bisa tinggi tetapi hanya sedikit yang tersedia bagi tanaman. Tanaman menambang Fosfor tanah dalam jumlah lebih kecil dibandingkan Nitrogen dan Kalium. Fungsi Fosfor pada tanaman yaitu:

- a. Pembentukan bunga dan buah
- b. Bahan pembentuk inti sel dan dinding sel
- c. Mendorong pertumbuhan akar muda dan pemasakan biji pembentukan klorofil
- d. Penting untuk enzim-enzim pernapasan, pembentukan klorofil
- e. Penting dalam cadangan dan transfer energi (ADP+ATP)
- f. Komponen Asam Nukleat (DNA dan RNA),
- g. Berfungsi untuk pengangkutan energi hasil metabolisme dalam tanaman.

Tanaman yang mengalami kekurangan P, akan mengalami gejala sebagai berikut:

- a. Reduksi pertumbuhan, kerdil
- b. Daun berubah tua agak kemerahan
- c. Cabang, batang, dan tepi daun berwarna merah ungu yang lambat laun berubah menjadi kuning
- d. Buah tampak kecil dan cepat matang
- e. Menunda pemasakan
- f. Pembentukan biji gagal
- g. Perkembangan akar tidak baik (Silvikultur.com, 2011)

## 2. Ketersediaan unsur hara Fosfor di dalam tanah

Beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediaan hara dalam tanah untuk dapat diserap tanaman antara lain adalah total pasokan hara, kelembaban tanah dan aerasi, suhu tanah dan sifat fisik maupun kimia tanah. Keseluruhan faktor ini berlaku umum untuk setiap unsur hara (Olson *and* Sander 1988). Ketersediaan Unsur P dalam tanah untuk tanaman sangat dipengaruhi oleh sifat dan ciri tanahnya sendiri. Tidak tersedia dan tidak larutnya P disebabkan fiksasi oleh mineral-mineral liat dan ion-ion Al, Fe yang membentuk senyawa kompleks yang tidak larut. Ada beberapa faktor yang turut mempengaruhi ketersediaan P tanah yaitu :

- a. Tipe liat
- b. pH tanah
- c. Waktu reaksi

d. Temperatur

e. Bahan organik tanah (Nyakpa, dkk, 1988).

Bentuk P pada tanah masam yaitu  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  lebih dominan dijumpai dan terus ke bentuk  $\text{HPO}_4^{2-}$ -dan  $\text{PO}_4^{2-}$ -, sedangkan P yang dapat diserap tanaman dalam bentuk OrthopHospat yaitu  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  pada umumnya dapat tersedia bagi tanaman (Nyakpa, dkk, 1988). Tanah dengan pH yang kurang dari 6,5 akan banyak terdapat Al dan Mn yang akan mengikat P dalam tanah dengan reaksi sebagai berikut :  $\text{Al}^{3++} \text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{Al}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{PO}_4$ . Fosfat jika berhubungan dengan suatu larutan asam akan menghasilkan monokalsium Fosfat yang mudah larut menjadi  $\text{Ca}_2+$  dan  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dengan reaksi sebagai berikut :  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  (Hidroksi Apatit) + 7  $\text{H}^+$  + 5  $\text{Ca}_2++$  + 3  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  +  $\text{H}_2\text{O}$   $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  (Fluorapatit) + 6  $\text{H}^+$  + 5  $\text{Ca}_2++$  + 3  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  +  $\text{F}^-$ . Cara mengurangi fiksasi P dalam tanah dapat dilakukan antara lain sebagai berikut :

- a. Mengatur pH yaitu dengan pengapuran
- b. Pemberian bahan organik, pemberian ini akan menghasilkan anion dan kation yang mengurangi fiksasi
- c. Mengurangi kontak langsung antara pupuk dengan tanah (Sutedjo dan Kartasapoetra, 1988).

Pemberian Fosfor di dalam tanah mempunyai sumber dari :

- a. Pupuk buatan
- b. Pupuk alam

- c. Senyawa alam lainnya baik senyawa organik maupun senyawa anorganik dari unsur-unsur P dan K yang sudah ada dalam tanah.

Permasalahan Fosfor (P) pada kesuburan tanah lapisan atas adalah sebagai berikut :

- a. Jumlah total P di dalam tanah relatif rendah, yaitu 200 - 2000 kg P/ha tanah di kedalaman 15 cm
- b. P yang ditemukan di lapisan atas tanah memiliki kelarutan yang rendah atau benar-benar tidak dapat larut sehingga sebagian besar tidak tersedia untuk diserap oleh tanaman.
- c. Sumber P yang berasal dari pupuk yang ditambahkan ke tanah, akan menyediakan unsur P untuk tanaman namun pada waktunya akan membentuk campuran yang tidak dapat larut (Brady dan Weil, 2008)

### **C. Tanaman Jagung Manis**

Jagung manis merupakan tanaman semusim, siklus hidupnya diselesaikan dalam 60-70 hari. Tanaman jagung ini dapat menyumbangkan hasil untuk keperluan konsumsi manusia. Hasil produksinya berupa jagung muda yang apabila direbus mempunyai rasa enak dan manis. Rasa manis tersebut disebabkan karena kandungan glukosa yang terdapat di dalam biji jagung. Jagung manis memiliki ciri biji yang masih muda becahaya dan berwarna cernih sedangkan biji yang sudah masak dan kering akan menjadi keriput atau berkerut. Jagung dapat ditanam di Indonesia mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi yaitu 1000–1.800 mdpl dengan temperatur antara 21<sup>0</sup>C hingga 30<sup>0</sup>C. Tanaman jagung

tumbuh dengan baik pada tanah yang subur, gembur dan kaya akan kandungan humus, dengan pH 5,5-6,5 (Aak, 2010). Budidaya jagung manis meliputi beberapa tahapan yaitu, sebagai berikut :

### **1. Persiapan bahan tanam**

Bahan yang digunakan dalam budidaya jagung manis berupa benih. Benih yang digunakan merupakan benih unggul yang telah teruji kemurnian benih terhadap kotoran maupun biji lain, daya tumbuh yang baik dapat mencapai 90% ke atas dan ketahanan terhadap penyakit. Disamping itu kemampuan berproduksi dalam umur yang relatif pendek, serta dapat beradaptasi dengan baik dalam berbagai lingkungan (Aak, 2010).

### **2. Pengolahan Lahan**

Pengolahan dilakukan dengan cara dibajak dan digaru, selanjutnya ditambahkan pupuk kandang sapi sebagai pupuk dasar. Menurut Firlana (2011) dalam Zulkifli dan Herman (2012), penggunaan pupuk kandang sapi pada tanaman jagung dengan dosis 20 ton/ha menunjukkan hasil tertinggi terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah tongkol, berat tongkol, berat basah dan berat pipilan kering. Tujuan pengolahan tanah adalah memperoleh media yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan akar, mengurangi keberadaan gulma serta memperbaiki sirkulasi udara dalam tanah. Kegiatan ini dilakukan minimal 15 hari sebelum tanam. (Faedah, 2015).

### 3. **Penanaman**

Penanaman jagung dilakukan dengan cara membuat lubang tanam menggunakan tugal dengan kedalaman 2,5-5 cm. Jarak tanam yang digunakan 60x15 cm, selanjutnya benih dimasukkan ke dalam lubang tanam sebanyak 1 butir dengan kebutuhan benih 110.000/ha, kemudian dilakukan penutupan dengan tanah secara tipis-tipis (Aak, 2010).

### 4. **Pemeliharaan**

#### a. **Penyulaman**

Penyulaman bertujuan untuk mengganti tanaman yang mati, dilakukan pada waktu 7-10 hari setelah tanam. Jumlah dan jenis benih serta perlakuan dalam penyulaman sama dengan sewaktu penanaman (Faedah, 2015).

#### b. **Penyiangan dan pembumbunan**

Penyiangan dan pembumbunan dilakukan setelah tanaman berumur 15 hari, penyiangan pada tanaman jagung yang masih kecil dilakukan secara manual menggunakan tangan atau cangkul kecil, sehingga diharapkan tidak merusak pertumbuhan jagung. Pembumbunan dilakukan bersamaan dengan penyiangan untuk memperkokoh posisi batang agar tanaman tidak mudah rebah dan menutup akar yang bermunculan di atas permukaan tanah karena adanya aerasi. Pembumbunan dilakukan saat tanaman berumur 4 minggu, bersamaan dengan waktu pemupukan. Tanah di sebelah kanan dan kiri barisan

tanaman ditimbun di barisan tanaman, dengan cara ini akan terbentuk guludan yang memanjang (Aak, 2010).

c. **Pemupukan**

Pemupukan dilakukan dengan cara penugalan di samping tanaman dengan jarak sekitar 5-7 cm dari batang tanaman. Dosis pupuk yang digunakan adalah 300 kg Urea, 200 kg SP-36, dan 50 kg KCl/ha sesuai dengan hasil analisis tanah. Pupuk Urea diberikan tiga kali, yaitu 100 kg pada waktu tanam, 100 kg pada saat tanaman berumur 30 hst dan 100 kg pada saat tanaman berumur 45 hst. Pupuk SP-36 dan KCl diberikan pada waktu tanam atau sebagai pupuk dasar (Suprpto, 1995).

d. **Pengairan**

Pengairan dilakukan setelah benih ditanam yaitu dengan cara penyiraman secukupnya, kecuali bila tanah telah lembab, tujuannya menjaga agar tanaman tidak layu. Namun menjelang tanaman berbunga, air yang diperlukan lebih besar sehingga perlu dialirkan air pada parit-parit di antara bumbunan tanaman jagung (Faedah, 2015).

5. **Panen**

Pemanenan dilakukan pada 70-75 hari setelah tanam, dengan cara memetik tongkol jagung yang berada pada ketiak daun. Hasil pemanenan jagung manis dalam satu hektar mencapai 8-10 ton (Faedah, 2015).

#### **D. Tanah Regosol**

Tanah regosol adalah tanah berbutir kasar dan berasal dari material gunung api. Tanah regosol berupa tanah aluvial yang baru diendapkan. Material jenis tanah ini berupa abu vulkan dan pasir vulkan. Tanah regosol merupakan tanah yang termasuk ordo entisol. Secara umum, tanah entisol adalah tanah yang belum mengalami perkembangan yang sempurna, dan hanya memiliki horizon A yang marginal. Secara spesifik, ciri regosol adalah berbutir kasar, berwarna kelabu sampai kuning, dan bahan organik rendah yaitu 3,72%. Sifat tanah yang demikian membuat tanah tidak dapat menampung air dan mineral yang dibutuhkan tanaman dengan baik. Kandungan bahan organik yang sedikit dan kurang subur dengan pH 6-7. Tanah regosol lebih banyak dimanfaatkan untuk tanaman palawija, tembakau, dan buah-buahan yang tidak banyak membutuhkan air. Regosol banyak tersebar di Jawa, Sumatera, dan Nusa Tenggara yang kesemuanya memiliki gunung berapi (Hedisasrawan, 2013).