

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kedelai Edamame

a. Klasifikasi dan Morfologi Kedelai

Tanaman kedelai dikenal dengan beberapa nama botani *Glycine soja* dan *Soja max*. Kedelai termasuk dalam kingdom *Plantae*, divisi *Spermatophyta*, subdivisi *Angiospermae*, kelas *Dicotyledoneae*, ordo *Rosales*, famili *Leguminosae*, sub-famili *Papilionaceae*, genus *Glycine*, spesies *Glycine max* (L.) Merr. (Adisarwanto, 2005). Berbagai varietas edamame yang pernah dikembangkan di Indonesia antara lain *Ocunami*, *Tsuronoko*, *Tsurumidori*, *Taiso* dan *Ryokkoh*. Warna bunga varietas *Ryokkoh* adalah putih, sedangkan varietas yang lainnya ungu. Saat ini varietas yang dikembangkan untuk produk edamame beku adalah *Ryokkoh* asal Jepang dan *R 75* asal Taiwan (Soewanto et al. 2007)

Edamame merupakan tanaman semusim, tumbuh tegak, daun lebat, dengan beragam morfologi. Tinggi tanaman edamame berkisar antara 30 sampai lebih dari 50 cm, bercabang sedikit atau banyak, bergantung pada varietas dan lingkungan hidupnya. Tanaman kedelai memiliki daun majemuk yang terdiri atas tiga helai anak daun (*trifoliolat*) dan umumnya berwarna hijau muda atau hijau kekuning-kuningan (Irwan, 2006). Bentuk daun kedelai ada yang bulat (*oval*) dan lancip (*lanceolate*). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik (Andrianto dan Indarto, 2004). Daun pertama yang keluar dari buku sebelah atas kotiledon berupa daun tunggal yang letaknya berseberangan (*anifoliolat*). Daun-daun yang terbentuk kemudian adalah daun-daun *trifoliolat* (Soewanto et al. 2007).

Tanaman kedelai memiliki sistem perakaran tunggang, yang bercabang membentuk akar sekunder. Selain itu kedelai juga seringkali membentuk akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Akar tunggang pada kedelai umumnya tumbuh mencapai kedalaman 30-50 cm, bahkan dapat mencapai 2 meter pada kondisi tanah yang optimal. Akar sekunder tumbuh mencapai 20-30 cm ke dalam tanah. Pada akar cabang terdapat bintil akar yang merupakan simbiosis bakteri *Rhizobium* dengan tanaman kedelai, bintil akar berfungsi untuk menambat N₂ dari udara bebas (Andrianto dan Indarto, 2004).

Pertumbuhan batang kedelai memiliki dua tipe yaitu determinate dan indeterminate. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe determinate dicirikan dengan tidak tumbuhnya lagi batang setelah tanaman mulai berbunga, sedangkan tipe indeterminate dicirikan dengan masih tumbuhnya batang dan daun setelah tanaman berbunga (Adisarwanto, 2005). Selain itu terdapat varietas tanaman kedelai hasil persilangan yang mempunyai tipe batang yang mirip keduanya sehingga dikategorikan sebagai semi-determinate atau semi-indeterminate (Irwan, 2006).

Kedelai berbunga sempurna, yaitu memiliki benang sari dan putik dalam satu bunga. Mahkota bunga akan rontok sebelum membentuk polong (Rukmana dan Yuniarsih, 1996). Bunga kedelai menyerupai kupu-kupu, berwarna putih atau ungu. Tangkai bunga umumnya tumbuh dari ketiak daun. Jumlah bunga pada setiap ketiak daun beragam antara 2-25 bunga bergantung pada kondisi lingkungan tumbuh dan varietas. Bunga kedelai pertama pada umumnya terbentuk pada buku

ke lima, ke enam, atau pada buku yang lebih tinggi. Periode berbunga pada tanaman kedelai cukup lama yaitu 3-5 minggu untuk daerah subtropik dan 2-3 minggu di daerah tropik (Departemen Pertanian, 1989). Tanaman kedelai di Indonesia mulai berbunga pada umur 30-50 hari setelah tanam (Fachruddin, 2000).

Polong kedelai terbentuk 7-10 hari setelah munculnya bunga mekar. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak daun beragam antara 1-10 polong. Jumlah polong pada setiap tanaman dapat mencapai lebih dari 50 bahkan ratusan. Kulit polong kedelai berwarna hijau, sedangkan biji bervariasi dari kuning, hijau sampai hitam. Pada setiap polong terdapat biji yang berjumlah 1, 2 dan 3 biji, polong kedelai berukuran 5,5 cm sampai 6,5 cm bahkan ada yang mencapai 8 cm. Biji berdiameter antara 5 mm sampai 11 mm (Andrianto dan Indarto, 2004).

Berdasarkan ukuran bijinya, kedelai dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok:

- a. Berbiji kecil, beratbiji 6-15 g/100 biji, umumnya dipanen dalam bentuk biji (grain soybean), pada saat tanaman berumur tiga bulan.
- b. Berbiji besar, dengan beratbiji 15-29 g/100 biji, ditanam di daerah tropik maupun subtropik, dipanen dalam bentuk biji. Hasil biji umumnya digunakan sebagai bahan baku minyak, susu dan makanan lain.
- c. Berbiji sangat besar, berat 30-50 g/100 biji, biasanya ditanam di daerah subtropik, seperti Jepang, Taiwan dan Cina. Kedelai dipanen dalam bentuk polong segar masih berwarna hijau, disebut juga kedelai sayur (*vegetable soybean*), dipanen pada umur dua bulan. Kelompok kedelai ini di Jepang disebut edamame (Chen et al. 1991).

Persyaratan kedelai edamame lebih ditekankan kepada ukuran polong muda (lebar 1,4-1,6 cm, dan panjang 5,5-6,5 cm), warna biji kuning hingga hijau, bentuk biji bulat hingga bulat telur dan warna hillum gelap hingga terang.

b. Syarat Tumbuh dan Budidaya Kedelai Edamame

Pertumbuhan tanaman kedelai sangat dipengaruhi oleh curah hujan, radiasi matahari dan suhu (Baharsjah, 1980). Tanaman kedelai cocok ditanam di lahan terbuka pada suhu 24-30 °C. Suhu yang optimal dalam proses perkecambahan kedelai sekitar 30 °C, sedangkan untuk pembungaan 24-25 °C. Kedelai termasuk tanaman hari pendek sehingga tidak akan berbunga bila panjang hari melebihi batas kritis yaitu 15 jam perhari. Jika varietas kedelai yang berproduksi tinggi dari daerah subtropik dengan panjang hari 14-16 jam, ditanam di daerah tropik dengan rata-rata panjang hari 12 jam maka varietas tersebut akan mengalami penurunan produksi, karena masa bunganya menjadi pendek yaitu dari umur 50-60 hari menjadi 35 hari sampai 40 hari setelah tanam (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Di Indonesia, tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah sampai daerah dengan ketinggian 1200 m dari atas permukaan laut (Fachruddin, 2000). Akan tetapi, umumnya pertumbuhan tanaman kedelai akan baik pada ketinggian tidak lebih dari 500 meter di atas permukaan laut. Kedelai dapat tumbuh baik pada tanah-tanah alluvial, regosol, grumosol, latosol, dan andosol. Selain itu kedelai menghendaki tanah yang subur, gembur dan kaya bahan organik, dengan keasamaan tanah (pH) yang cocok berkisar antara 5,8-7,0 (Nazzarudin, 1993).

Menurut Samsu (2001), budidaya tanaman kedelai edamame sebagai berikut :

a. Persiapan bahan tanam

Kualitas benih sangat menentukan keberhasilan usaha tani kedelai. Pada penanaman kedelai, biji atau benih ditanam secara langsung, sehingga apabila kemampuan tumbuhnya rendah, jumlah populasi persatuan luas akan berkurang. Di samping itu, kedelai tidak dapat membentuk anakan sehingga apabila benih tidak tumbuh, tidak dapat ditutup oleh tanaman yang ada. Oleh karena itu, agar dapat memberikan hasil yang memuaskan, harus dipilih varietas kedelai yang sesuai dengan kebutuhan, mampu beradaptasi dengan kondisi lapang, dan memenuhi standar mutu benih yang baik. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan varietas yaitu umur panen, ukuran dan warna biji, serta tingkat adaptasi terhadap lingkungan tumbuh yang tinggi.

b. Persiapan media tanam

Tanah yang digunakan untuk media tanam diambil dari lapisan atas dengan kedalaman 0-20 cm, lalu dikering anginkan selama 2-4 hari. Kemudian disaring dan dimasukkan kedalam polybag berukuran 30 x 25 cm. Penyaringan tanah dilakukan untuk mendapatkan media tanam yang bersih (dari ranting, akar tanaman, dan batu) sebelum dimasukkan ke dalam polybag.

c. Penanaman

Penanaman benih kedelai edamame dilakukan dengan cara ditugal, dengan kedalaman ± 3 cm. Benih kedelai edamame ditanam 3 biji/lubang tanam dan ditutup dengan tanah secara merata dan tidak dipadatkan. Penanaman yang dilakukan sesuai dengan pernyataan Susila (2006), bahwa benih cukup ditanam 3 biji/lubang tanam untuk setiap lubang. Penanaman kedelai edamame dengan jarak tanam 20 x 20 cm.

d. Pemeliharaan

1) Penyulaman

Penyulaman tanaman kedelai edamame dilakukan 1 minggu setelah tanam (MST). Tanaman kedelai yang tidak tumbuh atau kena hama dan penyakit dilakukan penyulaman. Penyulaman kedelai edamame dilakukan dengan mengganti benih yang tidak tumbuh dengan cara pindah tanaman dari tanaman kedelai edamame yang tumbuh dua tanaman per lubang. Penyulaman yang dilakukan sesuai pernyataan Mashar (2010) yaitu pindah tanam dari tanaman yang seumuran merupakan cara penyulaman terbaik. Dilakukan pada saat tanaman berumur 8 hari setelah tanam (HST).

2) Penyiangan

Penyiangan dilakukan pada saat tanaman berumur 7 HST, penyiangan selanjutnya dilakukan sesuai kondisi pertanaman. Pada umur 6 HST tidak dilakukan penyiangan agar tidak menggugurkan bunga dan dilakukan setelah tanaman berhenti berbunga. Penyiangan dilakukan dengan cara membersihkan gulma yang berada disekitar tanaman.

3) Pemupukan

Pemupukan kedelai edamame meliputi, pupuk kandang, pupuk dasar dan pupuk susulan. Pemberian pupuk kandang dilakukan 7 hari sebelum tanam, disebar rata diatas permukaan bedengan atau dicampur rata dengan media tanam, dengan dosis 20 ton pupuk kandang /h. Pupuk dasar diberikan 3 hari sebelum tanam dengan cara ditaburkan secara merata di sekitar perakaran tanaman. Pupuk dasar yang digunakan adalah SP-36 200 kg/ha. Pemupukan susulan dilakukan pada saat tanaman berumur 10 HST terdiri dari KCl 50kg/ha dan Urea 150 kg/ha. Pemupukan susulan yang kedua pada saat tanaman berumur 21 HST terdiri dari KCl 100 kg/ha dan Urea 50 kg/ha (cybex.pertanian.go.id).

4) Penyiraman

Penyiraman dilakukan sampai air dalam kapasitas lapang, penyiraman dilakukan sehari sekali serta memperhatikan kondisi tanaman.

5) Pengendalian Hama dan Penyakit

Edamame tidak luput terkena serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) baik hama maupun penyakit. Pengendalian dilakukan secara terpadu sesuai dengan jenis hama maupun penyakitnya. Penggunaan pestisida dilakukan secara selektif dan terkendali. Jenis OPT yang menyerang edamame biasanya sama dengan OPT yang menyerang kedelai, sehingga pengendaliannya tidak jauh berbeda dengan pengendalian pada kedelai. Lalat pucuk, ulat grayak, penggerek batang, dan jamur dapat dikendalikan dengan Reegent 50 C dengan dosis 1 g/liter air dan Ingrofol 50 WP dengan dosis 1,5 l/ha.

e. Panen

Kedelai edamame umumnya dipanen pada umur 65-68 hari setelah tanam (HST) pada saat polongnya masih berwarna hijau, pengisian polong masih belum maksimal dan kadar air biji masih tinggi yaitu pada tahap pertumbuhan R6 (Adie dan Krisnawati, 2007).

B. Unsure Hara Fosfor

Fosfor (P) merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar atau yang biasa disebut sebagai unsur hara makro. Jumlah fosfor dalam tanaman sangat kecil dibandingkan Nitrogen dan Kalium. Tetapi fosfor dianggap sebagai kunci kehidupan (*key of life*). Unsur fosfor di dalam tanah berasal dari bahan organik, mikroorganisme tanah, pupuk buatan dan mineral-mineral dalam tanah (apatit) (www.silvikultur.com, 2016).

Tanaman menyerap fosfor dalam bentuk ion ortofosfat ($H_2PO_4^-$) dan ion ortofosfat sekunder (HPO_4^{2-}). Selain itu, unsur P masih dapat diserap dalam bentuk lain, yaitu bentuk pirofosfat dan metafosfat, bahkan ada kemungkinan unsur P diserap dalam bentuk senyawa organik 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 mobil atau mudah bergerak antar jaringan tanaman. Kadar optimal fosfor dalam tanaman pada saat pertumbuhan vegetatif adalah 0.3% - 0.5% dari berat kering tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

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 dari unsur Fosfor pada tanaman yaitu: untuk pembentukan bunga dan buah, bahan pembentuk inti sel dan dinding sel, mendorong pertumbuhan akar muda dan pemasakan biji, untuk enzim-enzim pernapasan, pembentukan klorofil, penting dalam cadangan dan transfer energi (ADP+ATP), komponen asam nukleat (DNA dan RNA), 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 (www.silvikultur.com, 2016)

Untuk pemupukan tanah, fosfat dapat langsung digunakan setelah terlebih dahulu dihaluskan (sebagai pupuk alam). Akan tetapi untuk tanaman pangan seperti padi, jagung, kedelai, dan lain-lain, pupuk alam ini tidak cocok, karena daya larutnya yang sangat kecil di dalam air sehingga sulit diserap oleh akar tanaman pangan tersebut. Untuk itu sebagai pupuk tanaman pangan, fosfat perlu diolah

menjadi pupuk buatan. Pupuk superfosfat terdiri dari : Single Super Phosphate (SSP), Triple Super Phosphate (TSP), Monoammonium Phosphate (MAP), Diammonium Phosphate (DAP), Nitro Phosphate (NP), Ammonium Nitro Phosphate (ANP).

C. 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% β -tricalcium phosphate ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, β -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 °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 Hidroksilapatit. 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.

D. Hipotesis

Perlakuan P2 dengan takaran abu tepung tulang sapi 3,9 gram/tanaman memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai edamame yang paling baik.