

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Klasifikasi Tanaman Kedelai Edamame

Menurut Tjitrosoepomo(2010), klasifikasi tanaman kedelai edamame adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisio	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisio	: <i>Angiospermae</i>
Classis	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Polypetales</i>
Familia	: <i>Leguminosa</i>
Subfamilia	: <i>Papilionoideae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Species	: <i>Glycine max (L.) Merrill</i>

Varietas edamame yang pernah dikembangkan di Indonesia seperti Ocunami, Tsurunoko, Tsurumidori, Taiso dan Ryokkoh adalah tipe determinit, dengan bobot biji relatif sangat besar.

1. Morfologi Tanaman Kedelai Edamame

Tanaman kedelai edamame memiliki warna kulit bervariasi dari hitam hijau hingga kuning. Bentuk tanaman, polong dan biji edamame lebih besar dibandingkan dengan kedelai biasa . Kedelai edamame dapat dipanen pertama kali saat berumur 45 hari tergantung varietasnya.

Tahap pertumbuhan reproduktif kedelai secara keseluruhan terdiri atas delapan tahap (R1-R8). Tahap R1 ditandai dengan munculnya bunga pertanaman, kemudian pada tahap R2 muncul bunga pada dua buku teratas. Sedangkan pada tahap R3 dan R4 merupakan tahap pembentukan dan perkembangan polong pada empat buku teratas yang dilanjutkan dengan tahap perkembangan biji yang mengisi sampai separuh bagian ruang polong (R5), dan biji memenuhi ruang polong (R6). Tahapan R7 dan R8 merupakan tahap pematangan polong dan biji (Handayani dan Hidayat 2012). Adapun morfologi tanaman kedelai edamame sebagai berikut:

a. Akar

Akar benih tanaman kedelai muncul dengan menembus mesofil atau kulit biji setelah proses imbibisi berlangsung. Calon akar tersebut akan tumbuh menuju daerah yang banyak mengandung mineral kemudian kotiledon terangkat ke permukaan tanah (Cahyono, 2007). Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Salah satu kekhasan dari sistem perakaran tanaman kedelai adalah adanya interaksi simbiosis antara bakteri nodul akar (*Rhizobium japonicum*) dengan akar tanaman kedelai yang menyebabkan terbentuknya bintil akar. Dalam bintil akar terjadi proses fiksasi nitrogen yang akan dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan tanaman (Sarwanto, 2008).

b. Batang

Batang tanaman kedelai dibedakan menjadi dua tipe pertumbuhan batang, yaitu determinate dan indeterminate. Batang determinate yaitu pertumbuhan batang yang berhenti setelah masa berbunga, sedangkan batang indeterminate yaitu pertumbuhan batang yang terus berlanjut meskipun tanaman sudah berbunga. Batang tanaman kedelai tidak berkayu, termasuk tanaman perdu (semak), berbulu halus dengan struktur bulu yang beragam, batang berbentuk bulat, berwarna hijau, dan memiliki panjang yang bervariasi dengan kisaran 30-100 cm. Umumnya tanaman kedelai memiliki 1-5 cabang produktif (Adisarwanto, 2002).

c. Daun

Daun yang dimiliki tanaman kedelai edamame ini ada dua macam, yakni saat stadia kotiledon yang tumbuh saat tanaman masih berkecambah dengan dua helai daun tunggal dan daun bertangkai tiga (trifoliate). Daun edamame mempunyai bulu dengan warna cerah serta jumlah yang bervariasi. Pada umumnya daun pada tanaman kedelai ada dua bentuk, yakni bulat serta lancip. Bentuk daun dipengaruhi oleh faktor genetik (Pambudi, 2013).

d. Bunga

Bunga kedelai berbentuk kupu-kupu serta merupakan bunga sempurna yaitu mempunyai alat kelamin jantan (benang sari) dan alat kelamin betina (putik) dalam satu tangkai bunga. Proses penyerbukan terjadi saat mahkota bunga masih tertutup sehingga kemungkinan terjadinya perkawinan silang akan sangat kecil. Kedelai

mulai berbunga saat memasuki umur 30-50 HST dan muncul pada ketiak daun pada setiap ruas batang dengan bunga berwarna putih atau ungu. Tiap tangkai bunga akan membentuk rangkaian yang terdiri atas 3-15 bunga pada tiap tangkainya (Suhaeni, 2007).

e. Buah

Buah tanaman kedelai umumnya disebut dengan polong sama seperti tanaman kacang-kacangan lainnya. Polong kedelai berbentuk oval dan memanjang dengan ujung yang lancip. Setiap polong rata-rata terdiri dari 2-3 biji dan berwarna hijau saat polong masih muda dengan panjang polong kisaran 1 cm. Setelah tua, polong berubah warna menjadi kuning jerami, cokelat kekuning-kuningan, cokelat tua, cokelat keputih-putihan, dan putih kehitam-hitaman. Pada permukaan kulit luar polong terdapat bulu yang rapat maupun agak jarang. Setelah polong masak, ada yang bersifat mudah pecah, dan tidak mudah pecah, tergantung varietasnya (Darman, 2008). Polong pertama terbentuk ketika berumur 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama.

f. Biji

Tanaman kedelai memiliki biji berkeping dua yang terbungkus oleh kulit biji semipermeabel. Biji kedelai memiliki bentuk, ukuran, dan warna yang beragam, tergantung pada varietasnya. Biji kedelai ada yang berbentuk bulat lonjong, bulat, dan bulat pipih dengan warna putih, krem, kuning, hijau, cokelat, dan hitam. Biji berukuran kecil, sedang, hingga berukuran besar (Suprpto, 2002). Pada bagian utamanya, terbagi menjadi dua, yaitu kulit biji dan janin (embrio). Terdapat bagian yang disebut pusar (hilum) yang berwarna coklat, hitam, atau putih pada kulit bijinya. Kemudian, pada ujung hilum terdapat mikrofil, berupa lubang kecil yang terbentuk saat proses pembentukan biji (Padjar, 2010). Sedangkan untuk varietas kedelai edamame, merupakan jenis kedelai yang tergolong dalam kedelai berbiji besar dan berbentuk oval.

2. Syarat tumbuh kedelai edamame

Tanaman Kedelai beriklim tropis dan subtropis. Tanaman kedelai dapat tumbuh baik di daerah yang memiliki curah hujan sekitar 100-400 mm/bulan. Sedangkan untuk mendapatkan hasil optimal, tanaman kedelai membutuhkan curah hujan antara 100/200 mm/bulan. Volume air yang terlalu berlebihan tidak baik untuk

pertumbuhan akar karena akan menyebabkan akar membusuk sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman terganggu. Pada proses perkecambahan benih kedelai memerlukan suhu yang cocok sekitar 26-30°C. Tanaman dapat tumbuh pada tanah regosol, grumusol, latosol atau andosol. Toleransi keasaman tanah sebagai syarat tumbuh bagi kedelai adalah pH 5.8 – 7.0 tetapi pada pH 4,5 kedelai dapat tumbuh. Pada pH kurang dari 5,5 pertumbuhannya sangat lambat akrena keracunan aluminium. Pertumbuhan bakteri bintil dan proses nitrifikasi akan berjalan kurang baik (Suhaeni, 2007).

Kelembaban udara yang baik bagi tanaman kedelai berkisar antara RH 75% – 90% selama periode tanaman tumbuh hingga stadia pengisian polong, dan kelembaban udara rendah RH 60% - 75% pada waktu stadia pematangan hingga panen (Sundari dan Wahyu 2012).

Tanaman Kedelai dapat mengikat Nitrogen di atmosfer melalui aktivitas bakteri *Rhizobium* sp. Bakteri ini terbentuk di dalam akar tanaman yang diberi nama nodul atau bintil akar. Bintil akar tanaman kedelai umumnya dapat mengikat nitrogen dari udara pada umur 10-12 hari setelah tanam, tergantung kondisi lingkungan tanah dan temperature. Kelembaban tanah dan temperature yang cukup sangat mendukung pertumbuhan bintil akar tanaman. Proses pembentukan bintil akar terjadi mulai 4-5 hst, yaitu sejak terbentuknya akar tanaman. Saat itulah terjadi infeksi akar rambut yang merupakan titik awal dari proses pembentukan bintil akar (Aep, 2006).

3. Bokashi Limbah Sayuran

Pemberian pupuk organik dilakukan untuk meningkatkan kesuburan dan perbaikan sifat fisika, kimia dan biologi pada tanah. Selain itu penambahan pupuk organik dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menyediakan unsur hara ditanah. Pemberian bokasi dapat meningkatkan kapasitas tukar kation, meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah, meningkatkan pH dan tidak menyebabkan masalah pada terganggunya keseimbangan lingkungan (Simanungkalit, 2006). Bokasi ibarat multi-vitamin tanah pertanian.

Bokashi akan meningkatkan kesuburan tanah dan merangsang perakaran yang sehat. Bokashi memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan akan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan

kandungan air tanah. Aktifitas mikroba ini membantu bagi tanaman akan meningkatkan dengan penambahan bokasi. Aktifitas mikroba ini membantu tanaman menghadapi serangan penyakit. Tanaman yang dipupuk dengan bokasi juga cenderung lebih baik kualitasnya daripada tanaman yang dipupuk kimia, misal : hasil panen lebih tahan disimpan, lebih berat, lebih segar, (Sutedjo, 2002).

Pemupukan merupakan salah satu kegiatan utama dalam pemeliharaan tanaman untuk mendapatkan pertumbuhan dan produksi yang optimal. Berdasarkan penyusunnya kompos dibedakan menjadi dua yaitu kompos organik dan anorganik. Salah satu kompos organik yang sering digunakan oleh masyarakat atau petani adalah bokashi limbah sayuran. Menurut Putri, (2014), kompos hijau adalah kompos yang berasal dari sisa-sisa sortiran sayuran dan limbah rumah tangga yang berwarna hijau yang telah menjadi bokashi, kemudian dimasukkan kedalam tanah dengan tujuan agar bahan organik dan unsur hara dalam tanah seperti N, P, K, Si, Ca, Fe, Mg, Zn, dan Mn, serta sumber energi bagi mikroorganisme dapat bertambah. Salah satu bokashi limbah sayuran yang digunakan adalah limbah sayuran. Limbah sayuran merupakan sisa sayuran yang terbuang dan tidak layak jual di pasar khususnya pasar tradisional. Limbah sayuran berpeluang sebagai bahan pembuatan pupuk organik karena ketersediaannya yang melimpah serta mudah didapatkan.

Menurut hasil analisis laboratorium kimia dan kesuburan tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura (2022) Bokasi limbah sayuran memiliki kandungan Nitrogen total (N) sebanyak 2,36%, fosfor (P) sebanyak 4,02%, Kalium (K) sebanyak 2,00%. Hasil analisis dapat dilihat pada Lampiran 7.

4. Pupuk NPK

Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk dimana kandungan unsur hara dalam pupuk majemuk dinyatakan dalam tiga angka berturut-turut menunjukkan kadar N, P_2O_5 dan K_2O . Pupuk majemuk umumnya dibuat dalam bentuk butiran yang seragam sehingga memudahkan penaburan yang merata. Contoh pupuk majemuk yang mengandung tiga unsur sekaligus adalah NPK (Tindall, 1968). Keuntungan pemakaian pupuk majemuk yaitu dengan satu kali pemberian pupuk telah mencakup beberapa unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Pupuk majemuk memiliki bentuk butiran yang seragam dan tidak terlalu higroskopis sehingga tahan disimpan dan tidak mudah menggumpal. Fungsi pupuk majemuk untuk mempercepat perkembangan

bibit, sebagai pupuk pada awal penanaman dan pupuk susulan pada saat tanaman memasuki fase generatif. Keuntungan menggunakan pupuk majemuk adalah penggunaan lebih efisien baik dari segi pengangkutan dan maupun penyimpanan. Pupuk NPK sering digunakan dalam pertanian sebab memberikan keuntungan dalam hal penghematan tenaga kerja dan waktu mencapai 50% (Reinsema, 1993).

Nitrogen merupakan suatu unsur hara yang paling banyak mendapat perhatian dalam hubungannya dengan pertumbuhan tanaman. Menurut Hakim dkk., (1986), unsur ini terdapat pada seluruh bagian tanaman, juga merupakan bagian penyusunan enzim dan molekul klorofil. Peranan utamanya menurut Lingga dan Marsono (2001), adalah untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, khususnya batang, cabang dan daun. Nitrogen tidak tersedia dalam bentuk mineral alami seperti unsur hara lainnya. Jika terjadi kekurangan nitrogen, tanaman tumbuh lambat dan kerdil. Nitrogen juga dibutuhkan untuk senyawa penting seperti klorofil, asam nukleat dan enzim. Karena itu nitrogen dibutuhkan dalam jumlah besar pada tanaman.

Kegunaan pupuk P adalah sebagai pembentukan daun. Menurut Mulyani (2002), fosfor berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman muda menjadi dewasa, mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji atau gabah serta meningkatkan produksi bijian. Fosfor merupakan penyusunan setiap sel hidup. Fosfor adalah penyusun fosfolipid, nukleoprotein dan fitin, yang selanjutnya akan menjadi banyak tersimpan didalam biji. Berperan aktif dalam mentransfer energi dalam sel dan juga meningkatkan efisiensi kerja kloroplast (Hakim, dkk., 1986).

Kadar P dalam pupuk dinyatakan dalam bentuk P_2O_5 . Pupuk P diserap tanaman dalam bentuk $H_2PO_4^-$ atau HPO_4^- . Penyerapan pupuk ini oleh tanaman memerlukan waktu cukup lama seperti pupuk alami yang lain. P berperan penting didalam transfer energi didalam sel tanaman, misalnya ADP, ATP berperan dalam pembentukan membran sel terutama terhadap stabilitas struktur dan informasi makro molekul.

Kalium berperan dalam efisiensi penggunaan air, meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit. Gejala kekurangan kalium adalah daun terlihat agak tua, batang dan cabang lemah (Hasibuan, 2008). Tanaman yang kekurangan unsur kalium akan memperlihatkan gejala seperti tumbuh tidak sempurna, mutunya jelek, hasilnya rendah dan tidak tahan simpan. Buah tumbuh tidak sempurna, kecil,

jelek, hasilnya rendah dan tidak tahan simpan. Kalau menemukan tanda-tanda seperti itu maka segeralah melakukan pemupukan kalium (Harjadi, 1996).

Kalium berperan membantu pembentukan protein dan karbohidrat, mengeraskan batang dan bagian kayu dari tanaman, meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit, meningkatkan kualitas biji/buah. Menurut penelitian Mulyani, (2002) kalium banyak terdapat pada sel-sel muda atau bagian tanaman yang banyak mengandung protein, inti-inti sel tidak mengandung kalium. Pada sel-sel zat ini terdapat sebagai ion didalam cairan sel dan keadaan demikian akan merupakan bagian penting dalam melaksanakan turgor, yang disebabkan oleh tekanan osmotis. Selain itu kalium mempunyai fungsi fisiologis yang khusus pada asimilasi zat arang, berarti apabila tanaman sama sekali tidak diberi kalium, maka asimilasi akan terhenti. Kalium diserap tanaman dalam bentuk K^+ , tanah mengandung 400 – 500 kg kalium untuk setiap 93 m².

Kebutuhan (K) ini sesungguhnya cukup tinggi dan dalam hal ini apabila K tidak tercukupi akan terjadi translokasi K dari bagian-bagian tanaman yang tua kebagian muda. Berbeda kebagian unsur-unsur N, S dan P (terdapat dalam protein) tetapi kalium tidak terdapat dalam protein. Protoplasma, selulosa, sehingga diduga bahwa K hanya bersipat sebagai katalisator. Terlepas dari kenyataan ini K mempunyai peranan penting dalam tanaman yaitu dalam peristiwa-peristiwa fisiologis (Marsono, 2007).

5. Tanah PMK

Tanah PMK merupakan bagian terluas dari lahan kering di Indonesia. Tanah PMK dikenal juga sebagai tanah ultisol. Ciri utama tanah PMK atau tanah ultisol adalah memiliki perkembangan profil, konsistensi teguh, bereaksi masam, dengan tingkat kejenuhan basa yang rendah. Tanah PMK merupakan segolongan tanah yang mengalami perkembangan profil dengan batas horizon yang jelas, berwarna merah kuning dengan kedalaman satu hingga 2 meter. Di Indonesia, umumnya tanah ini berkembang dari bahan induk tua dan banyak ditemukan di daerah dengan bahan induk batuan liat (Hardjowigeno, 1993).

Pada tanah PMK terdapat horizon tanah yang memiliki warna lebih gelap dibandingkan dengan horizon di atasnya, hal ini disebabkan oleh kandungan mineral primer fraksi ringan seperti kuarsa dan plagioklas yang memberikan warna putih

keabuan, serta oksida besi seperti goethit dan hematit yang memberikan warna kecoklatan hingga merah. Tanah PMK tergolong kedalam tanah mineral yang memiliki kandungan bahan organik kurang dari 20% atau tanah yang mempunyai lapisan organik dengan ketebalan kurang dari 30 cm (Utomo, dkk., 2016)

Kendala pemanfaatan PMK atau tanah ultisol untuk pengembangan pertanian adalah tekstur tanah yang keras dan pejal yang memiliki kandungan debu dan liat yang tinggi, kandungan bahan organik rendah, reaksi tanah masam hingga sangat masam (pH 3,1-5), kejenuhan Al yang tinggi, kandungan hara yang rendah terutama N, P, K, dan Ca, serta peka terhadap erosi. Berbagai kendala tersebut dapat diatasi dengan penerapan teknologi seperti pengapuran, pemupukan, dan pengelolaan bahan organik (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Menurut hasil analisis laboratorium kimia dan kesuburan tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura (2022) Tanah PMK memiliki kandungan unsur hara Nitrogen total 0,11%, Kalium 0,18% dan memiliki tekstur liat sebanyak 23,06%, debu sebanyak 32,32% dan pasir sebanyak 44,62%. Hasil analisis dapat dilihat pada Lampiran 5.

B. Kerangka Konsep

Penggunaan tanah PMK sebagai media untuk budidaya bawang merah dihadapkan dengan beberapa sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang kurang baik, yakni memiliki tekstur tanah yang beragam, pH relatif masam, memiliki kandungan bahan organik yang rendah dan tingginya kandungan Al. Agar tanah ini dapat berperan baik sebagai media tumbuh, usaha yang dapat dilakukan yakni dengan memperbaiki kondisi tanah tersebut dengan menambah bahan organik (pupuk organik dan pupuk anorganik).

Menurut Yaduvanshi (2003), penambahan pupuk hijau 10 ton dapat mensubstitusi setengah jumlah pupuk anorganik yang direkomendasikan dalam ketersediaannya penyuplai unsure N dan K di dalam tanah PMK.

Berdasarkan hasil penelitian Soverda dkk., (2018) dapat disarankan untuk menggunakan pupuk kompos ampas tebu sebanyak 10- ton ha-1 untuk menggantikan setengah dosis anjuran pupuk anorganik.

Berdasarkan hasil penelitian Nugroho dkk., (2013) Penambahan pupuk hijau 5 ton.ha-1 pada budidaya selada yang dipupuk urea dapat meningkatkan indeks luas

daun, bobot segar, bobot kering tanaman pada saat panen dan laju pertumbuhan tanaman. Hasil tertinggi dicapai pada penambahan *Tithonia* 15 ton.ha-1 yang meningkatkan hasil edamame. Selain itu penambahan pupuk hijau 5 ton.ha-1 pada budidaya selada yang dipupuk urea dapat meningkatkan KTK tanah dan C organik tanah setelah panen. Hasil tertinggi dicapai pada *Cromolaena* 15 ton.ha-1 yang dapat meningkatkan KTK tanah sebesar 4,4 me.100g-1 atau meningkat 14,75% dan C organik tanah sebesar 1,03% atau meningkat 53,1%.

Berdasarkan penelitian Panji dkk (2013) Pemberian dosis 100 kg ha-1 sampai dengan 300 kg ha-1 menunjukkan hasil yang tidak berbeda pada variabel indeks panen, laju pengisian biji, dan bobot 100 butir, sedangkan hasil kedelai meningkat secara linear seiring dengan peningkatan NPK majemuk.

Berdasarkan penelitian Akhmad dkk (2017) Penambahan dosis pupuk NPK 300 kg.ha-1 pada ketiga varietas kedelai menunjukkan nilai tertinggi pada parameter jumlah buku subur, bobot kering berangkasan, jumlah polong total, jumlah polong isi, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji, dan hasil panen.

Berdasarkan penelitian Lisyah dkk (2017) pemberian kompos jerami padi 20 ton/ha dapat meningkatkan jumlah bintil akar efektif, bobot bintil akar efektif, jumlah bunga, jumlah cabang primer dan bobot biji per m² kacang tanah di Inseptisol.

C. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini, diduga terdapat kombinasi dosis yang terbaik dari pemberian bokashi limbah sayuran dan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil edamame di tanah PMK.