

## II. KERANGKA PEMIKIRAN

### A. Tinjauan Pustaka

#### 1. Klasifikasi dan Siklus Hidup Tanaman Kedelai Edamame

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

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

Kedelai di Jepang disebut dengan edamame termasuk ke dalam spesies yang sama dengan kedelai untuk pangan yaitu *Glycine Max* (L) Merrill. Berbeda dengan kedelai biasa yang ditujukan untuk produksi biji kering, kedelai sayur diproduksi untuk mendapatkan biji dan polong segar. Jenis sayur ini sangat dijumpai di wilayah Asia Timur (Jepang, Cina, Korea dan Taiwan), dan menjadi semakin populer di negara lain. Untuk mengimbangi respon positif konsumen, diperlukan kultivar unggul kedelai sayur yang berproduksi tinggi (Handayani dan Hidayat 2012).

Adapun morfologi dari tanaman kedelai adalah Daun kedelai terdiri daun “kepel” (daun keping biji) akan muncul pertama kali, fungsi daun ini sebagai cadangan makanan sebelum akar tanaman dapat berfungsi menyerap unsur hara. Pada umumnya setiap tanaman kedelai terdapat 2 daun tunggal. Pada keadaan normal pada daun tunggal akan tumbuh tunas yang merupakan cabang tanaman kedelai. Jenis daun yang lain adalah daun majemuk yang terdiri dari tiga helaian daun atau dikenal daun “trifoliar” yang tumbuh pada buku-buku batang, letak daun majemuk berselang-seling (Suharno, 2004).

Cabang akan muncul di batang tanaman. Jumlah cabang tergantung dari varietas dan kondisi tanah, tetapi ada juga varietas kedelai yang tidak bercabang. Jumlah batang tidak mempunyai hubungan yang signifikan dengan jumlah biji yang diproduksi. Artinya, walaupun jumlah cabang banyak, belum tentu produksi kedelai juga banyak (Aep, 2006). Bunga kedelai menyerupai kupu-kupu Bunga dibentuk pada tempat-tempat pertemuan antara tangkai daun dan batang utama (ketiak). Tanaman indetermit berbunga pertama kali pada buku ke-4 atau ke-5 yang berlanjut keatas. Tanaman determinit mulai berbunga pada buku ke-8 atau ke-10 yang berlanjut keatas maupun ke bawah. Pada kondisi normal pertumbuhan polong akan selesai dalam waktu 3 minggu. Kecepatan pertumbuhan polong dan perkembangan biji pada mulanya relatif lambat, kemudian meningkat dengan cepat setelah berakhirnya pembungaan, setelah daun kehilangan klorofil, biji terus menimbun bahan kering sampai daun berubah warnanya menjadi kuning. Akhirnya biji mencapai bahan kering maksimum pada waktu semua daun telah berwarna kuning dan separo dari daun luruh, sehingga kedelai siap dipanen (Mimbar, 1991).

Tahap perkembangan berkaitan dengan buku pada bunga pertama tanaman kedelai. Bunga pertama muncul pada buku kelima atau keenam dan atau buku diatasnya, Ketika buku kotiledon, daun primer dan daun bertiga berada pada fase vegetative. Bunga pada tanaman kedelai muncul kearah ujung batang utama dan kearah ujung cabang tanaman. Periode berlangsung selama 35 minggu yang dipengaruhi oleh waktu tanam kedelai. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tidak semua bunga kedelai berhasil membentuk polong dengan tingkat keguguran (Adie dan Krisnawati 2016).

Pembentukan polong kedelai terjadi sekitar 7-10 buah pada setiap ketiak tangkai daun. Polong muda memiliki Panjang sekitar 1 cm. Polong yang sudah tua memiliki warna yang beragam diantaranya yaitu coklat, coklat tua, coklat muda, coklat kekuning-kuningan dan coklat kehitaman. Tiap polong kedelai berisi antara 2-3 biji tergantung pada varietas kedelai, kesuburan tanah dan jarak tanam yang digunakan. Kedelai yang ditanam pada tanah yang subur dapat menghasilkan 100-200 polong/ pohon (Suhaeni 2007).

Ukuran biji edamame lebih besar dari ukuran kedelai biasa yakni besar dari 30g per 100 biji, dipanen saat polong masih muda (stadia R6) dan dapat dipasarkan dalam bentuk segar maupun beku. Edamame berupa semak rendah dan berdaun lebat, dimana tinggi edamame mencapai 30 cm hingga lebih dari 50 cm tergantung dari varietas dan juga lingkungan hidupnya, cabang kedelai edamame bisa sedikit atau banyak tergantung varietas dan keadaan dari lingkungan hidupnya (Samsu, 2003). Berbagai varietas edamame yang pernah dikembangkan di Indonesia antara lain Ocumami, Tsuronoko, Tsurumidori, Taiso, Ryokkoh. Warna bunga varietas Ryokkoh adalah putih, sedangkan varietas yang lainnya ungu.

Kedelai lebih menyukai jenis tanah yang berstruktur lempung berpasir atau liat berpasir. Selain itu, faktor lingkungan tumbuh dan ketersediaan air juga berpengaruh terhadap produktivitas suatu tanaman. Edamame dapat tumbuh pada berbagai kondisi suhu, namun suhu yang optimal untuk perkecambahan kedelai adalah 30°C, serta curah hujan berkisar antara 350-450 mm selama masa pertumbuhannya (Fachruddin dan Lisdiana, 2000). Menurut Latif (2017), Kedelai memerlukan pengairan yang cukup, dengan volume air yang tidak terlalu banyak sehingga mencegah tanaman terserang busuk akar. Tanaman kedelai biasa dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 0.5-300 mdpl. Namun varietas kedelai berbiji besar cocok ditanam dilahan dengan ketinggian 300-500 mdpl.

## **2. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai Edamame**

Budidaya edamame membutuhkan persyaratan lahan yang kesuburan tanahnya tinggi. Edamame memiliki persyaratan tumbuh antara lain :

1. Cukup air, tidak tergenang dan tidak kekurangan air dari mulai tanam sampai mencapai 60 hari setelah tanam.
2. Tanah gembur, cukup BO ( $\geq 2,5\%$ ) dengan kedalaman lapis olah  $\geq 30$  cm
3. Ketinggian tempat tumbuh antara 300-600 m dpl (untuk pembibitan) dan 50-600 mdpl (untuk budidaya edamame segar).
4. Penyinaran matahari cukup (tidak ternaungi tanaman lain).
5. Dapat ditanam pada musim kemarau maupun musim penghujan asal air dapat dikendalikan, suhu udara antara 18-30°C dengan kelembaban udara 50-100% (Suyono, 1999).

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. Pada proses perkecambahan benih kedelai memerlukan suhu yang cocok sekitar 30°C. Tanaman dapat tumbuh pada tanah alluvial, 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 akibat keracunan aluminium. Pertumbuhan bakteri bintil dan proses nitrifikasi akan berjalan kurang baik (Suhaeni, 2007).

Tanaman kedelai sebenarnya dapat tumbuh di semua jenis tanah. Namun demikian untuk mencapai tingkat pertumbuhan dan produktivitas yang optimal, kedelai harus ditanam pada jenis tanah yang berstruktur lempur berpasir. Pada jenis tanah yang bertekstur remah dengan kedalaman olah lebih dari 50 cm, akar tanaman kedelai dapat tumbuh mencapai kedalaman 2 m (Ultriasratri 2016). Tanaman kedelai merupakan jenis tanaman heliofit yang membutuhkan intensitas cahaya penuh untuk tumbuh optimal. Penanaman agroforestry dan tumpangsari menyebabkan intensitas cahaya yang diterima tanaman kedelai berkurang akibat adanya tanaman tegakan (tahunan). Hal ini mempengaruhi aktifitas fisiologis kedelai seperti respirasi, fotosintesis, pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Sundari dan Wahyu 2012).

Kedelai edamame dapat dipanen pertama kali saat berumur 45 hari tergantung varietasnya. Tahap pertumbuhan reproduktif kedelai secara keseluruhan varietasnya. Tahap pertumbuhan reproduktif kedelai secara keseluruhan terdiri atas delapan tahap (R1-R8). Tahap R1 ditandai dengan munculnya bunga pertama, 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).

### **3. Tanah Aluvial**

Tanah aluvial disebut juga tanah endapan yang sifatnya dipengaruhi dari bahan induk dan tidak dipengaruhi iklim dan vegetasi (Darmawijaya, 1992). Tanah ini banyak mengandung pasir dan liat, tidak banyak mengandung unsur-unsur zat hara. Sifat dari tanah Aluvial ini kebanyakan diturunkan dari bahan-bahan yang diangkut dan diendapkan. Teksturnya berkaitan dengan laju air mendepositkan Aluvium. Oleh karenanya, tanah ini cenderung bertekstur kasar yang dekat aliran air dan bertekstur lebih halus di dekat pinggiran luar paparan banjir. Tanah aluvial mempunyai tingkat kesuburan yang dapat beragam atau bervariasi dari rendah sampai tinggi, tekstur dari sedang hingga kasar, serta kandungan bahan organik dari rendah sampai tinggi dan pH tanah berkisar asam, netral sampai alkalis, kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation juga bervariasi karena tergantung dari bahan induk (Tufaika dan Alam, 2014).

Tanah aluvial termasuk tanah mineral. Tanah mineral mengandung bahan organik yang bervariasi dari 15-20% (Buckman, H. O.; dan N., C. Brady, 1982). Tanah aluvial umumnya bertekstur liat, lembab, basah, keras (kering), berwarna kelabu tanpa horizon dengan batas yang jelas dan mempunyai permeabilitas rendah. Pengembangan pertanian di lahan kering seringkali menghadapi berbagai kendala antara lain miskin unsur hara seperti N, P, K, Ca dan nilai tukar kation (KTK) rendah sehingga unsur hara mudah lepas dan tercuci dimana bersamaan dengan itu terjadi peningkatan hara toksik seperti Al, Fe dan Mn. Hal ini menyebabkan penyerapan air dan unsur hara tanaman terhambat.

Tanah aluvial memiliki sifat fisika tanah yang kurang baik sampai sedang dan sifat kimia sedang sampai baik serta bahan organik tanah rendah (Sarief E. S., 1986). Tanah aluvial memiliki pH yang sangat rendah kurang dari 4, sehingga sulit dilakukan budidaya (Darmawijaya, 1992).

### **4. Pupuk Kandang Ayam**

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan. Pupuk kandang terdiri dari dua jenis yaitu padat dan cair (Lingga & Marsono, 2001). Hewan yang kotorannya sering digunakan untuk pupuk kandang adalah hewan yang bisa dipelihara oleh masyarakat, seperti kotoran sapi, kambing, dan ayam. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan

produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan. Disamping itu, dengan pemberian pupuk organik dalam jangka panjang mampu meningkatkan kandungan humus di dalam tanah. Dengan adanya humus tersebut air akan banyak terserap dan masuk ke dalam tanah, sehingga kemungkinan untuk terjadinya pengikisan tanah dan unsur hara yang ada di dalam tanah sangat kecil.

Pupuk organik juga memiliki fungsi kimia yang penting seperti penyediaan hara makro (karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, dan sulfur) dan hara mikro seperti zink, tembaga, kobalt, barium, mangan, dan besi meskipun dalam jumlah yang kecil, meningkatkan kapasitas tukar kation tanah, dan membentuk senyawa kompleks dengan ion 9 logam yang meracuni tanaman seperti aluminium, besi, mangan. Kandungan unsur hara dari kotoran ayam memiliki kandungan Nitrogen sebesar 1%, Fosfor 0,8%, dan Kalium 0,4% (Rendy, 2014).

Pupuk kandang ayam memiliki kandungan hara yang lengkap, menambah kadar humus tanah, dan dapat mendorong kehidupan mikroba pengurai tanah, serta mengandung unsur N tiga kali lebih banyak dibandingkan pupuk kandang lainnya (Sitanggang et al., 2015). Kandungan unsur hara dalam pupuk kandang ayam paling tinggi karena bagian cair (urin) tercampur dengan bagian padat (Kartina et al., 2017). Selain itu, pupuk kandang ayam mempunyai kemampuan mengubah sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga menjadi faktor yang menjamin kesuburan tanah (Sitanggang et al., 2015).

## **5. 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 (Tindall, 1968).

Nitrogen merupakan suatu unsur hara yang paling banyak mendapat perhatian dalam hubungannya dengan pertumbuhan tanaman. Menurut Hakim et al., (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.

Kegunaan pupuk P adalah sebagai pembentukan daun. Kegunaan pupuk K adalah sebagai pembentukan akar, mengatur air dalam tanaman dan mendorong translokasi fotosintesis. 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 penyusun setiap sel hidup. Fosfor adalah penyusun fosfolipid, nucleoprotein 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).

Kalium berperan membantu pembentukan protein dan karbohidrat, mengeraskan jerami dan bagian kayu dari tanaman, meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit, meningkatkan kualitas biji/buah. Kalium diserap 10 dalam bentuk  $K^+$  (terutama pada tanaman muda), menurut penelitian 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 (Mulyani, 2002).

## **6. Mikroba Fungsional PGPR**

*Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) adalah kelompok bakteri menguntungkan yang mengkolonisasi rizosfer (lapisan tanah tipis antara 1-2 mm di sekitar zona perakaran). Aktifitas PGPR berpengaruh secara positif bagi pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebagai kumpulan bakteri tanah, PGPR mempengaruhi tanaman secara langsung melalui kemampuannya menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi fitohormon pemacu tumbuh tanaman sehingga memiliki ketahanan terhadap serangan penyebab penyakit. Sedangkan secara tidak langsung berkaitan dengan kemampuannya menekan aktivitas pathogen dengan menghasilkan berbagai

senyawa atau metabolit seperti antibiotik bagi penyebab penyakit terutama pathogen tular tanah (Widodo, 2006).

Kemampuan PGPR dalam mensintesis dan mengubah konsentrasi fitohormon mengakibatkan tanaman tahan terhadap serangan penyakit, sehingga menarik untuk dikaji. Untuk tujuan perlindungan tanaman akan sangat membantu dalam pengurangan penggunaan pestisida kimia sistesis yang diketahui dapat menurunkan kualitas produk pertanian akibat efek residu yang ditinggalkan. Formula PGPR yang diintroduksi ke pertanaman budidaya dapat bersumber dari perakaran bambu, rumput gajah atau putri malu. Dalam penggunaan produk ini telah ditentukan dosis penggunaan, guna memaksimalkan penggunaan PGPR yang berlebihan (Mulyaman, 2008 dan Murphy, 2003). PGPR dapat diaplikasikan ke tanaman sayuran, padi maupun palawija dan tanaman tahunan. Beberapa komoditas sayuran yang telah dicoba dengan hasil yang memuaskan, seperti bawang merah dan cabai merah (Widodo, 2006).

Untuk memperoleh hasil yang optimal dari aplikasi PGPR diperlukan dosis yang tepat. Untuk Tanaman hortikultura dianjurkan sebanyak 5ml/l air tiap 2 minggu sekali (Edy, 2009 dan Irmawan, 2008). Penggunaan dosis anjuran dari pengguna sebelumnya tidak dapat diterapkan begitu saja tanpa memperhatikan kondisi lingkungan setempat sebagai tempat dimana PGPR dihasilkan dan diaplikasikan termasuk formulasi perbanyakan serta teknik aplikasi.

## **B. Kerangka Konsep**

Untuk memenuhi permintaan pasar dunia (ekspor) dan kebutuhan dalam negeri pada komoditas edamame yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya populasi manusia, maka perlu adanya tindakan untuk meningkatkan produksi tanaman edamame khususnya wilayah berpotensi seperti di Kalimantan Barat. Pemanfaatan tanah aluvial sebagai media tumbuh tanaman kedelai dihadapkan pada berbagai kendala yaitu sifat fisik, kimia dan biologi yang tidak mendukung untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai.

Hasil penelitian yang dilakukan (Arnoldus dkk., 2020) Perlakuan pupuk kandang pada bobot polong tanaman edamame menunjukkan tidak ada beda nyata terhadap takaran yang diberikan, rerata tertinggi terdapat pada takaran 15 ton/ha.

Pemberian pupuk kotoran ayam 15ton/ha menghasilkan diameter batang, jumlah cabang, dan polong total serta polong berisi edamame tertinggi (Budiyati dkk., 2021). Hasil penelitian Dikinya dan Mufwanzala (2010) menunjukkan bahwa pemberian kotoran ayam pada tanah yang ditanami dengan bayam memberikan pengaruh yang positif dalam meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan kandungan N, P tanah, serta basa yang dapat dipertukarkan. Selanjutnya Pangaribuan et al. (2020) menyatakan bahwa pemberian kompos kotoran ayam meningkatkan aktivitas mikrobial tanah pada lahan yang ditanami dengan jagung manis. Pemberian pupuk kotoran ayam pada pertanaman edamame diduga dapat memperbaiki kesuburan tanah sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil edamame.

Pupuk NPK menunjukkan adanya beda nyata terhadap dosis yang diberikan, rerata tertinggi terdapat pada dosis 200 kg/ha berbeda nyata dengan dosis lainnya dan kontrol (Arnoldus dkk., 2020). Hasil penelitian yang dilakukan (Anisa dkk., 2015) Pemberian dosis 0,25 ton/ha pupuk majemuk NPK pada tanaman edamame mampu memperbaiki dan menambah unsur hara dalam tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, sehingga perkembangan akar akan menjadi lebih baik sehingga unsur hara yang diserap lebih banyak. Oleh karena itu kebutuhan tanaman akan unsur hara dapat dipenuhi sehingga pemberian pupuk majemuk NPK sangat diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif (Angga, 2008).

Pada perlakuan PGPR 10 ml/L meningkatkan 0,58 % jumlah polong per tanaman dan 2,66 % indeks panen (Fajar dkk., 2021). Penggunaan PGPR memberikan pengaruh terhadap indeks panen tanaman kedelai. Bakteri PGPR akan berkembang pada kondisi tanah tertentu dan faktor yang dapat memacu perkembangan populasi bakteri penambat N adalah ketersediaan bahan organik, kondisi pH tanah dan tanaman inang yang sesuai (Tsukanova et al. 2017).

Oleh sebab itu dalam upaya meningkatkan produktifitas tanaman kedelai edamame dilahan aluvial penggunaan kombinasi pupuk kandang ayam dan NPK yang diperkaya mikroba fungsional *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) merupakan suatu inovasi teknologi yang diharapkan mampu dalam mengatasi permasalahan pH, ketersediaan unsur hara dan produktifitas dilahan aluvial.

### C. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Diduga terjadi peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai edamame pada tanah aluvial dengan pemberian kombinasi pupuk kandang ayam + NPK yang diperkaya Mikroba Fungsional *Plant Growth Promoting Rhizoacteria* (PGPR).
2. Diduga terdapat dosis terbaik dari kombinasi pupuk kandang ayam + NPK yang diperkaya Mikroba Fungsional *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) bagi pertumbuhan dan hasil kedelai edamame di tanah aluvial.