

## I. PENDAHULUAN

### 1.2. Latar Belakang

Tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan salah satu komoditas pangan bernilai gizi tinggi karena kandungan protein yang tinggi dan lemak yang rendah kolestrol. Tanaman ini cukup potensial untuk dikembangkan dan ditingkatkan produksinya karena memiliki banyak manfaat. Biji kedelai dapat diolah menjadi makanan seperti tempe, tahu dan susu kedelai atau diolah menjadi berbagai produk industri. Sisa pengolahan hasil biji kedelai dapat pula dimanfaatkan sebagai pakanternak (Pandiangan dan Rasyad, 2017).

Tanaman Kedelai (*Glycine max* Merr) merupakan salah satu jenis tanaman yang mengandung protein dan minyak nabati yang cukup tinggi, masing-masing 38 % dan 18 % yang sekarang digalakkan pembudidayaannya di Indonesia. Usaha budidaya tanaman kedelai selama ini belum dapat memenuhi kebutuhan penduduk yang kian meningkat (Sirenden, Anwar dan Damanik *et al.*, .2016).

Komoditas kedelai saat ini tidak hanya diposisikan sebagai bahan pangan dan bahan baku industri, namun juga ditempatkan sebagai bahan makanan sehat dan bahan baku industri non-pangan (Hanum, 2013).

Tanah mempunyai peranan penting terhadap pertumbuhan tanaman dan produksi tanaman. Dalam budidaya tanaman pangan, tanah mempunyai fungsi sebagai penyedia unsur hara dan air. (Tando, 2019). Unsur hara dan air yang ada dalam tanah ini dapat menurun, bahkan dapat menghilang. Hilangnya fungsi inilah yang menyebabkan produktivitas tanah tidak optimal untuk kebutuhan pertumbuhan tanaman dan menjadi tanah margina (Handayanto, 2017). Jika tanah ini diusahakan untuk budidaya tanaman, maka akan memerlukan teknologi yang

tepat, sehingga menambah biaya pada usahatani. Selain itu, tanah ini juga tidak mempunyai fungsi ekologis yang baik terhadap lingkungan (Sari *et al*, 2020).

Lahan marginal atau “suboptimal” merupakan lahan yang potensial untuk pertanian, baik untuk tanaman pangan, tanaman perkebunan maupun tanaman hutan. Secara alami, kesuburan tanah marginal tergolong rendah. Hal ini ditunjukkan oleh reaksi tanah yang masam, cadangan hara rendah, basa-basa dapat tukar dan kejenuhan basa rendah, sedangkan kejenuhan aluminium tinggi sampai sangat tinggi (Suharta, 2010). Namun, penilaian produktivitas suatu lahan bukan hanya berdasarkan kesuburan alami (*natural fertility*), tetapi juga respons tanah dan tanaman terhadap aplikasi teknologi pengelolaan lahan yang diterapkan (Purwaningsih, 2013) Melalui perbaikan teknologi pengelolaan lahan, produktivitas suatu lahan dapat ditingkatkan secara signifikan dibandingkan dengan kondisi kesuburan tanahnya yang secara alami rendah (Hakim *et al.*,1986).

Ketergantungan kita terhadap bahan-bahan kimia (pupuk kimia) apalagi bahan yang bersifat sebagai racun (insektisida, fungisida dan bakterisida) harus segera kita tinggalkan (Purba, Sujarningsih, Simarmata, Wati, Zakia, Arsi dan Sitawati.,2021). Kita harus menggali bahan-bahan disekitar kita yang bisa kita manfaatkan untuk mengganti bahan-bahan kimia tersebut. Sudah saatnya kita kembali ke alam. Banyak mikroorganismenya yang dapat kita manfaatkan untuk proses kelestarian lingkungan kita. Salah satu mikroorganismenya fungsional yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah dan biofungisida adalah jamur *Trichoderma* sp. Mikroorganismenya ini adalah jamur penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapangan (Zaman *et al.*,2021) Spesies

Trichoderma disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman (Sihombing, Yunisfi dan Utomo *et al.*, 2015). Berdasarkan uraian yang dikemukakan diatas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui “Pengaruh penggunaan dan waktu pemberian pupuk kandang terhadap pertumbuhan kacang kedelai (*Glycine max*) “.

Sampai saat ini sudah banyak dikembangkan pupuk organik yang berkualitas dari hasil inovasi teknologi dengan memanfaatkan limbah yang mencemari lingkungan menjadi pupuk organik lengkap dengan unsur makro dan mikro yang langsung dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Hasil penelitian mengemukakan bahwa bahan/pupuk organik merupakan penyangga biologi yang mempunyai fungsi dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, sehingga tanah dapat menyediakan hara dalam jumlah berimbang. Perbaikan kondisi kesuburan tanah yang paling praktis adalah dengan penambahan pupuk ke tanah. Namun perlu diperhatikan keseimbangan kesuburan tanah sehingga pupuk yang diberikan dapat efektif dan efisien.

Penambahan pupuk anorganik yang menyediakan ion mineral siap saji saja akan merusak kesuburan fisik tanah, dimana tanah menjadi keras dan kompak. Dengan demikian, aplikasi pupuk organik akan sangat memperbaiki kondisi tanah. Namun pupuk organik lebih lambat untuk terurai menjadi ion mineral, apalagi jika aplikasinya hanya berupa penambahan bahan organik mentah saja. Maka dari itu kandungan mikroorganisme tanah juga perlu diperkaya untuk mempercepat dekomposisi, sehingga kesuburan tanah dapat terjaga (Syamsuddin, 2003).

Upaya dalam meningkatkan kesuburan tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman, yaitu dengan penggunaan *Trichoderma* sp sebagai agen hayati yang membantu mendegradasi bahan organik sehingga lebih tersedianya hara bagi pertumbuhan tanaman (Viterbo *et al.*, 2010).

Pupuk hayati adalah pupuk yang mengandung mikroba dan bermanfaat untuk membantu pertumbuhan tanaman. Kebutuhan tanaman akan nutrisi hara dalam tanah itu spesifik. Salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah adalah jamur *Trichoderma* sp. Spesies *Trichoderma* sp. disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. Beberapa spesies *Trichoderma* sp. telah dilaporkan sebagai agensia hayati seperti *T. Harzianum*, *T. Viridae*, dan *T. Konigii* yang berspektrum luas pada berbagai tanaman pertanian. Biakan jamur *Trichoderma* sp. diberikan ke areal pertanaman dan berlaku sebagai biodekomposer, mendekomposisi limbah organik (rontokan dedaunan dan ranting tua) menjadi kompos yang bermutu. Serta dapat berlaku sebagai biofungisida, yang berperan mengendalikan organisme patogen penyebab penyakit tanaman.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian Pupuk Hayati pada produksi tanaman kedelai (*Glicine max.* L) pada lahan marginal.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu pemberian Pupuk Hayati pada produksi tanaman kedelai (*Glicine max.* L) pada lahan marginal.
3. Untuk mengetahui pengaruh Interaksi waktu pemberian Pupuk Hayati pada produksi tanaman kedelai (*Glicine max.* L) pada lahan marginal.

### **1.3. Hipotesis Penelitian**

1. Ada pengaruh pemberian Pupuk Hayati pada produksi tanaman kacang kedelai (*Glicine max. L*) pada lahan marginal.
2. Ada pengaruh jenis Pupuk Hayati pada produksi tanaman kacang kedelai (*Glicine max. L*) pada lahan marginal.
3. Adanya Interaksi waktu pemberian Pupuk Hayati pada produksi tanaman kacang kedelai (*Glicine max. L*) pada lahan marginal.

### **1.4. Kegunaan penelitian**

1. Sebagai bahan dasar dalam penyusunan skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh gelar sarjana di fakultas pertanian uisu.
2. Sebagai bahan informasi bagi pihak yang akan membudidayakan tanaman kedelai.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tanaman Kedelai

Kedelai dengan nama latin (*Glycine max*) kedelai kuning, (*Glycinesoja*) (kedelai hitam) merupakan tumbuhan serbaguna. Akarnya memiliki bintil pengikat nitrogen bebas, kedelai merupakan tanaman dengan kadar protein tinggi sehingga tanamannya dapat digunakan sebagai pupuk hijau dan pakan ternak. Pemanfaatan utama kedelai adalah dari bijinya. Biji kedelai kaya protein dan lemak serta beberapa bahan gizi penting lain, misalnya vitamin (asam fitat) dan lesitin (Purwanti et al., 2016).

Tanaman kedelai (*Glycine max.L*) merupakan salah satu tanaman pangan yang penting bagi penduduk Indonesia sebagai sumber protein nabati, bahan baku industri, pakan ternak dan bahan baku industri pangan. Protein yang tinggi pada kedelai berperan penting dalam kebutuhan gizi masyarakat Indonesia (Budiarti dan Hadi, 2006). Kedelai merupakan tanaman sumber protein yang murah, sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Kebutuhan terhadap kedelai semakin meningkat dari tahun ketahun sejalan dengan bertambahnya penduduk dan meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap makanan berprotein nabati. Kedelai merupakan tanaman legum yang kaya protein nabati, karbohidrat dan lemak.

Olahan biji dapat dibuat menjadi berbagai bentuk seperti tahu (tofu), bermacam-macam saus penyedap (salah satunya kecap, yang aslinya dibuat dari kedelai hitam), tempe, susu kedelai (baik bagi orang yang sensitif laktosa), tepung kedelai, minyak (dari sini dapat dibuat sabun, plastik, kosmetik, resin, tinta, krayon, pelarut, dan biodiesel), serta taosi atau tauco (Komalasari, WB. 2008)

## **2.2. Morfologi Tanaman Kedelai**

### **2.2.1. Akar**

Sistem perakaran pada kedelai terdiri dari sebuah akar tunggang yang terbetuk dari calon akar, sejumlah akar sekunder yang tersusun dalam empat barisan sepanjang akar tunggang, cabang akar sekunder, cabang akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Bintil akar pertama terlihat 10 hari setelah tanam. Panjang akar tunggang ditentukan oleh berbagai faktor, seperti kekerasan tanah, populasi tanaman, varietas, dan sebagainya. Akar tunggang dapat mencapai kedalaman 200 cm, namun pada pertanaman tunggal dapat mencapai 250 cm. Populasi tanaman yang rapat dapat mengganggu pertumbuhan akar. Umumnya sistem perakaran terdiri dari akar lateral yang berkembang 10-15 cm di atas akar tunggang. Kedelai memiliki akar tunggang, dan memiliki bintil-bintil akar yang merupakan koloni dari bakteri *Rhizobium japonicum*. Bakteri *Rhizobium* bekerja mengikat nitrogen dari udara yang kemudian dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Pada tanah gembur, akar tanaman kedelai dapat tumbuh sampai kedalaman 150 cm. Akar kedelai dapat mencapai kedalaman 150 cm dalam tanah, tetapi kebanyakan kedalaman perakaran hanya mencapai 60 cm. Sistem perakaran yang berada 15 cm lapisan atas tanah banyak berperan dalam mengabsorpsi air dan unsur hara (Sarwono, 2008).

### **2.2.2. Batang**

Batang tanaman kedelai berasal dari proses embrio yang terdapat pada biji masak. Hipokotil merupakan bagian terpenting pada poros embrio, yang berbatasan dengan bagian ujung bawah permulaan akar yang menyusun bagian

kecil dari poros bakal akar hipokotil. Bagian atas poros embrio berakhir pada epikotil yang terdiri dari dua daun sederhana, yaitu primordial (bakal) daun bertiga pertama dan ujung batang. Pola percabangan akar dipengaruhi oleh varietas dan lingkungan, seperti panjang hari, jarak tanam, dan kesuburan tanah. Bila kondisi kelembaban dan suhu sesuai, calon akar akan muncul dari kulit biji yang retak di daerah mikrofil dalam 1-2 hari. Tanaman kedelai dikenal dua tipe pertumbuhan batang, yaitu determinit dan indetermit. Ciri tipe determinit apabila pada akhir fase generatif pada pucuk batang tanaman kedelai ditumbuhi polong, sedangkan tipe indetermit pada pucuk batang tanaman masih terdapat daun yang tumbuh. Jumlah buku pada batang akan bertambah sesuai penambahan umur tanaman, tetapi pada kondisi normal jumlah buku berkisar 15-20 buku dengan jarak antar buku berkisar 2-9 cm. Batang tanaman kedelai ada yang bercabang dan ada pula yang tidak bercabang, tergantung dari karakter variasi kedelai, akan tetapi umumnya cabang pada tanaman kedelai berjumlah antara 1-5 cabang (Adisarwanto, 2008).

### **2.2.3. Daun**

Daun pertama yang keluar dari buku sebelah atas kotiledon berupa daun tunggal berbentuk sederhana dan letaknya berseberangan. Daun-daun yang terbentuk kemudian adalah daun bertiga dan letaknya berselang-seling. Anak daun bertiga mempunyai bentuk yang bermacam-macam, mulai dari bulat hingga lancip. Adakalanya terbentuk 4-7 daun dan dalam beberapa kasus terjadi penggabungan daun lateral dengan daun terminal. Bentuk daun kedelai adalah lancip, bulat dan lonjong (oval) serta terdapat perpaduan bentuk daun, misalnya

antara lonjong dan lancip. Sebagian besar bentuk daun kedelai yang ada di Indonesia adalah berbentuk lonjong. Secara umumnya bentuk daun kedelai ini mempunyai bentuk daun lebar, memiliki stomata dan berjumlah 190-320 buah/m<sup>2</sup>. Daun memiliki bulu dengan warna cerah dan jumlahnya bervariasi. Panjang bulu ini mencapai 1 mm bahkan lebih dan memiliki lebar 0,0025 mm tergantung dengan varietes yang di gunakan (Yennita, 2002).

#### **2.2.4. Bunga**

Bunga kedelai termasuk bunga sempurna yaitu setiap bunga memiliki kelamin jantan dan betina. Bunga berkelompok dan tergantung dari kondisi lingkungan tumbuh dan varietas kedelai. Kedelai adalah tanaman menyerbuk sendiri dengan penyerbukan pada waktu bunga masih tertutup (kleistogami), sehingga kemungkinan terjadi penyerbukan silang sangat kecil. Penyerbukan sendiri terjadi karena polen berasal dari bunga yang sama atau bunga berbeda pada tanaman yang sama. Bunga tanaman kedelai memiliki 5 helai daun mahkota, 1 helai bendera, 2 helai sayap, dan 2 helai tunas. Benang sari pada tanaman kedelai berjumlah 10 buah, 9 buah diantaranya bersatu yang terdapat di bagian pangkal yang membentuk seludang yang mengelilingi putik. Bunga kedelai ini tumbuh di ketiak daun yang membentuk rangkaian bunga yang terdiri dari 3-15 buah bunga di setiap tangkainya. Bunga kedelai ini memiliki warna kemerahan, dan keunguan (Sumarnoet al, 2007).

#### **2.2.5. Buah**

Buah kedelai disebut buah polong seperti buah kacang-kacangan lainnya. Setelah tua, warna polong ada yang coklat, coklat tua, coklat muda, kuning

jerami, cokelat kekuning-kuningan, cokelat keputihan-putihan, dan putih kehitam-hitaman. Jumlah biji setiap polong antara 1 sampai 5 buah. Permukaan ada yang berbulu rapat, ada yang berbulu agak jarang. Setelah polong masak, sifatnya ada yang mudah pecah, ada yang tidak mudah pecah, tergantung varietasnya. Buah pada tanaman kedelai adalah buah polong (kacang-kacangan). Jumlah biji setiap polong 1-5 buah, dengan permukaan bulu yang rapat, dan ada juga yang berbulu jarang. Bentuk buah kedelai 1-2 cm dengan memiliki pembatas di bagian polong dan biji yang terdapat di buah kedelai (Gardnere, 2005).

#### **2.2.6. Biji**

Biji tanaman kedelai memiliki bentuk, ukuran dan warna yang sangat bervariasi tergantung dengan varietasnya. Bentuk biji bulat lonjong, bulat dan bulat agak pipih. Warna biji berwarna putih, kuning, hijau, cokelat hingga berwarna kehitaman. Ukuran biji kedelai memiliki ukuran kecil, sedang, dan besar. Namun, di beberapa negara memiliki ukuran sekitar 25 gram / 100 biji, sehingga di katakan biji dengan kategori berukuran besar. Menurut Adie dan Krisnawati (2007), sebagian besar biji tersusun oleh kotiledon dan dilapisi oleh kulit biji (testa). Antara kulit biji kotiledon terdapat lapisan endosperm. Pada kulit biji terdapat bagian yang disebut pusar (hilum) yang berwarna coklat, hitam atau putih, pada ujung hitam terdapat mikrofil, berupa lubang kecil yang terbentuk pada saat proses pembentukan biji (Hidayat, 2016).

## **2.3. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai**

### **2.3.1. Iklim**

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. Tanaman kedelai tumbuh di daerah khatulistiwa antara 55° LU-55° LS. Kedelai juga tumbuh pada ketinggian 2.000 meter di atas permukaan laut. Tanaman kedelai adalah tanaman berhari pendek. Beberapa kultivar menjadi tanaman berhari pendek secara kuantitatif dan beberapa hampir sepenuhnya tidak sensitif terhadap fotoperiode. Kedelai tumbuh sepanjang tahun baik di daerah tropis dan subtropis jika air tersedia (Suhaeni, 2007).

### **2.3.2. Tanah**

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 lempung berpasir atau liat berpasir. Hal ini tidak hanya terkait dengan ketersediaan air untuk mendukung pertumbuhan, tetapi juga terkait dengan faktor lingkungan tumbuh yang lain. Faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan pertanaman kedelai yaitu kedalaman olah tanah yang merupakan media pendukung pertumbuhan akar. Artinya, semakin dalam olah tanahnya maka tersedia ruang pertumbuhan akar yang lebih bebas sehingga akar tunggang yang terbentuk semakin kokoh dan dalam (Irwan, 2006).

### **2.3.3. Curah Hujan**

Hujan Tanaman kedelai memiliki kemampuan yang baik dalam memanfaatkan air yang berasal dari kelembaban tanah. Secara umum kebutuhan air tanaman kedelai, dengan umur panen 100-190 hari, berkisar antara 450-825 mm, atau rata-rata 4,5 mm per hari. Hal ini berarti untuk tanaman kedelai dengan umur panen 80-90 hari berkisar antara 360-405 mm, setara dengan curah hujan 120-1135 mm per bulan (Rukmana, 1996).

### **2.3.4. Suhu**

Suhu yang dikehendaki tanaman kedelai antara 21-34 0C, akan tetapi suhu optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai 23-27 0C. Pada proses perkecambahan benih kedelai memerlukan suhu yang cocok sekitar 30 0C. Interaksi antara suhu-intensitas radiasi matahari-kelembaban tanah sangat menentukan laju pertumbuhan tanaman kedelai. Suhu tinggi berasosiasi dengan transpirasi yang tinggi, defisit tegangan uap air yang tinggi dan suhu atmosfer berpengaruh terhadap pertumbuhan Rhyzobium, akar dan tanaman kedelai (Inawati, 2000).

### **2.3.5. Kelembaban Udara**

Pengaruh langsung kelembaban udara terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak terlalu besar, tetapi secara tidak langsung berpengaruh terhadap perkembangan hama dan penyakit tertentu. Kelembaban udara terutama berpengaruh terhadap proses pematangan biji dan kualitas benih. Kelembaban udara yang optimal berkisar antara RH 75-90 % selama satu periode

tumbuh hingga stadia pengisian polong dan kelembaban udara rendah (RH 60-75 %) pada waktu pematangan polong hingga panen (Sutedjo, 2008).

#### **2.4. Lahan Marginal**

Lahan marginal dapat diartikan sebagai lahan yang memiliki mutu rendah karena memiliki beberapa faktor pembatas jika digunakan untuk suatu keperluan tertentu. Sebenarnya faktor pembatas tersebut dapat diatasi dengan masukan, atau biaya yang harus dibelanjakan. Tanpa masukan yang berarti budidaya pertanian di lahan marginal tidak akan memberikan keuntungan. Ketertinggalan pembangunan pertanian di daerah marginal hampir dijumpai di semua sektor, baik biofisik, infrastruktur, kelembagaan usahatani maupun akses informasi untuk miskin yang kurang mendapat perhatian.

Tanah di lahan marginal memang memiliki mutu rendah, karena adanya beberapa faktor pembatas. Faktor pembatas tersebut seperti topografi yang miring, dominasi bahan induk, kandungan unsur hara dan bahan organik yang sedikit, kadar lengas yang rendah, pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi. Bahkan terdapat akumulasi unsur logam yang bersifat meracun bagi tanaman (Handayani dan Prawito, 2006).

Salah satu usaha untuk meningkatkan kesuburan di lahan marginal adalah melakukan pemupukan. Tentu saja pemupukan dengan memperhatikan keberimbangan antara pupuk anorganik dan organik. Sebab jika memberikan pupuk anorganik saja, hanya akan meningkatkan kesuburan kimia tanah semata. Sedangkan kesuburan fisik tanah akan tetap rendah dan bahkan kesuburan biologi tanah akan tertekan.

Dengan pemberian pupuk anorganik yang berlebihan, aktivitas mikroorganisme tanah yang membantu peningkatan kesuburan tanah akan terhenti (Food and Fertilizer Technology Center, 2003). Seperti diketahui bahwa lahan marginal adalah lahan yang rendah potensi dan produktivitasnya. Dari sisi kesuburan tanah, baik kesuburan kimia, fisik maupun biologi tanah, juga rendah. Di samping itu, tanah marginal juga mempunyai tersedianya air yang rendah. Tapi bukan berarti lahan marginal tidak bisa dikembangkan untuk budidaya pertanian, khususnya tanaman pangan.

## **2.5. Peranan Pupuk Hayati**

Pupuk hayati adalah pupuk yang mengandung mikroba dan bermanfaat untuk membantu pertumbuhan tanaman. Kebutuhan tanaman akan nutrisi hara dalam tanah itu spesifik. Oleh karena itu, pembuatan pupuk yang terbuat dari tanaman ini sekarang dikembangkan dengan sifat yang spesifik. Kebutuhan utama nutrisi tanaman adalah nitrogen, fosfat, dan kalium yang mampu memacu pertumbuhan tanaman.

Salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah dan biofungisida adalah jamur *Trichoderma*, sp, mikroorganisme ini adalah jamur penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapangan. *Trichoderma*, sp disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. *Trichoderma*, sp dapat menghambat pertumbuhan serta penyebaran racun jamur penyebab penyakit bagi tanaman seperti cendawan *Rigidiforus lignosus*, *Fusarium oxysporum*, *Rizoctonia solani*, *Fusarium monilifome*, *sclerotium rolfsii* dan

cendawan *Sclerotium rolfsii*. Penggunaan pupuk biologis dan agen hayati *Trichoderma*, sp sangat efektif mencegah penyakit busuk pangkal batang, busuk akar yang menyebabkan tanaman layu, dan penyakit jamur akar putih pada tanaman (Listyorini, 2018).

Penggunaan pupuk biologis dan biofungisida *Trichoderma*, sp memang tidak memperlihatkan dampak manfaatnya secara langsung seperti pupuk ataupun fungisida kimia. Dengan penggunaan rutin secara berkala pupuk biologis dan biofungisida *Trichoderma*, sp akan memberikan manfaat yang lebih baik dari pada pupuk dan fungisida kimia.

Kini produk pupuk hayati ada yang berbentuk tunggal dan majemuk, yang terdiri atas dua atau lebih jenis mikroba yang umumnya disebut sebagai konsorsia mikroba. Pupuk terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan fungsinya, yaitu penambat nitrogen, peluruh fosfat, peluruh bahan organik, dan pemacu pertumbuhan serta pengendalian sakit.

### **1. Pupuk Hayati Penambat Nitrogen**

Pupuk hayati penambat nitrogen mengandung mikroba yang mampu mengikat senyawa nitrogen yang berasal dari udara, lalu akan diproses secara biologis di dalam tanah dan digunakan oleh tanaman. Mekanisme penambatan setiap mikroba berbeda-beda, bergantung pada sifat mikroba tersebut. Ada bakteri yang bersimbiosis dengan tanaman seperti bakteri *Rhizobium* dan *Azospirillum*.

Ada juga bakteri yang tidak bersimbiosis seperti bakteri *Azotobacter chroococcum* dan *Bacillus megatherium*. Saat ini paling banyak jenis pupuk hayati yang dikembangkan dengan nonsimbiosis karena

penggunaannya lebih luas dan tidak terbatas dengan jenis komoditas. Mikroba penambat nitrogen mampu menambat nitrogen 25-40 kg N/hektare/tahun.

## **2. Pupuk Hayati Peluruh Fosfat**

Produk pupuk kedua adalah pupuk peluruh fosfat yang mengandung mikroba. Mikroba tersebut memiliki kekuatan untuk meluruhkan unsur fosfat terikat yang berada di dalam tanah sebagai senyawa organik atau batuan mineral. Unsur fosfat yang sudah hancur akan lebih mudah diserap oleh tanaman. Namun, setiap mikroba memiliki mekanisme peluruhan yang berbeda-beda.

Pada umumnya mikroba tersebut akan mengeluarkan senyawa asam organik dan melepas ikatan fosfat sehingga dapat dengan mudah diserap oleh tanaman. Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan, inokulan mikroba dapat menyumbang sekitar 20-25 persen kebutuhan fosfat bagi tanaman.

## **3. Pupuk Hayati Peluruh Bahan Organik**

Pupuk ini mengandung mikroba yang mampu memecahkan senyawa organik kompleks yang berada di dalam tanah menjadi senyawa yang lebih sederhana dan membentuk senyawa lain. Fungsi lain dari pupuk hayati ini sebagai pembenah tanah, mengubah kondisi fisik tanah, menjadikan tanah agregat yang stabil, dan masih banyak lagi fungsi pupuk ini yang sangat berguna bagi tanah.

## **4. Pupuk Hayati Pemicu Pertumbuhan Dan Pengendali Penyakit**

Pupuk ini mengandung mikroba yang mampu menstimulasi pertumbuhan dan melindungi sistem perakaran tanaman serta meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit.

## 2.6. Waktu Pemberian Pupuk

Waktu pemberian pupuk hayati ini dengan interval perlakuan  $w_3$  yaitu dengan 2 minggu sebelum tanam,  $w_2$  dengan 1 minggu sebelum tanam dan untuk  $w_1$  dengan perlakuan pemupukan pada saat tanam. Guna melakukan interval perlakuan pupuk ini agar dapat mengetahui reaksi pada pupuk tersebut.