

# I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pemerintah terus mendorong pengembangan kedelai nasional, baik melalui ekstensifikasi maupun intensifikasi untuk menumbuhkan minat petani menanam kedelai pemerintah memberikan bantuan sarana produksi berupa benih unggul. Bahkan pemerintah mewacanakan wajib tanam bagi para importir kedelai. Bersamaan dengan itu, pemerintah juga akan terus melakukan upaya-upaya yang dilakukan baik melalui perluasan areal tanam maupun peningkatan produktivitas. Untuk mengatasi keterbatasan lahan, pengembangan kedelai diarahkan penanaman di lahan kering, integrasi dengan perkebunan, perhutanan dan budidaya tumpangsari (Kementrian Pertanian, 2022).

Kacang kedelai menjadi sumber gizi protein nabati utama di Indonesia. Selain itu, biji Kacang kedelai juga mengandung lemak dan vitamin yang dibutuhkan tubuh. Faktanya, banyak olahan makanan dan minuman yang bisa dilihat disekitar kita yang menggunakan kacang kedelai sebagai bahan utama, seperti tahu, tempe, tepung kacang kedelai, susu kacang kedelai, makanan ringan, dan juga minyak Kacang kedelai. Minyak kacang kedelai diolah dan dijadikan produk lain seperti sabun, plastik, tinta, resin, pelarut hingga kosmetik (Fai, 2021).

Pupuk adalah bahan yang mengandung satu atau lebih unsur hara tanaman yang jika diberikan ke tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, pupuk erat kaitanya dengan pemupukan. Pemupukan merupakan suatu cara pemberian unsur hara atau pupuk kepada tanah yang tujuannya agar dapat diserap olah tanaman (unsur hara adalah makanannya tanaman). Untuk

mendapatkan hasil yang optimal dibutuhkan pupuk berkualitas. Tingginya harga pupuk yang berkualitas menyebabkan diburunya pupuk bersubsidi oleh petani sehingga keberadaan pupuk bersubsidi menjadi langka. Kondisi tersebut juga disebabkan banyaknya petani yang menggunakan pupuk kimia berlebihan. Asupan bahan organik yang rendah, pemberian pupuk yang tidak tepat waktu, penempatan pupuk yang kurang sesuai serta tidak tepatnya jenis pupuk yang digunakan juga dapat mempengaruhi kesuburan tanah (Kementrian Pertanian, 2021).

Kementrian Pertanian, 2021 menyatakan dalam proses budidaya tanaman tidak semua unsur hara harus ditambahkan cukup tambahkan unsur hara yang kurang dan dibutuhkan, ilustrasi misalnya unsur N cukup P kurang K cukup berarti P yang ditambah. Sumbernya tidak harus pupuk anorganik kimia tetapi bisa menggunakan pupuk organik, seperti pupuk kandang petogranik dan kompos. Pupuk yang kadarnya tinggi adalah anorganik jika kecil tetapi punya manfaat lain yang banyak adalah pupuk organik ada juga pupuk hayati yang dapat membantu melarutkan P menangkap N.

Pupuk organik adalah nama kolektif untuk semua jenis bahan organik asal tanaman dan hewan yang dapat dirombak menjadi hara tersedia bagi tanaman. Definisi tersebut menunjukkan bahwa pupuk organik lebih ditujukan kepada kandungan C-organik atau bahan organik daripada kadar haranya; nilai C-organik itulah yang menjadi pembeda dengan pupuk anorganik. Bila C-organik rendah dan tidak masuk dalam ketentuan pupuk organik maka diklasifikasikan sebagai pembenah tanah organik (Balittanah, 2022).

Penggunaan pupuk organik mampu menjadi solusi dalam mengurangi aplikasi pupuk buatan yang berlebihan dikarenakan adanya bahan organik yang mampu memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Perbaikan terhadap sifat fisik yaitu menggemburkan tanah, memperbaiki aerasi dan drainase, meningkatkan ikatan antar partikel, meningkatkan kapasitas menahan air, mencegah erosi dan longsor, dan merevitalisasi daya olah tanah (Kelik, 2016).

Pupuk organik cair adalah larutan yang berasal dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Kelebihan dari pupuk organik cair adalah secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara, dan mampu menyediakan hara yang cepat. Pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan dengan sesering mungkin. Selain itu, pupuk organik cair juga memiliki bahan pengikat sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung digunakan oleh tanaman (Hadisuwito, 2017).

Berdasarkan uraian yang dikemukakan diatas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui **“Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) terhadap Dosis Pupuk Cair Asam Humat dan Jenis Pupuk Organik”**.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui respon penggunaan dosis pupuk cair asam humat dan jenis pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang kedelai.
2. Untuk mengetahui interaksi dosis pupuk cair asam humat dan jenis pupuk organik dan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang kedelai.

### **1.3 Hipotesis Penelitian**

1. Diduga pengaruh jenis pupuk organik pada pertumbuhan tanaman kedelai.
2. Diduga pengaruh jenis pupuk cair asam humat pada pertumbuhan tanaman kedelai.
3. Diduga interaksi jenis pupuk cair asam humat dan jenis pupuk organik pada pertumbuhan tanaman kedelai.

### **1.4 Kegunaan penelitian**

1. Sebagai bahan dasar dalam penyusunan skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh gelar sarjana S1 di Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara, Medan.
2. Sebagai bahan informasi bagi pihak yang berkepentingan dalam penggunaan pupuk cair asam humat dan jenis pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang kedelai.

## II TINJAUAN PUSTAKA

Varietas unggul kedelai dikembangkan sejak tahun 1916 dengan cara memasukan varietas kedelai dari luar negeri antara lain dari Cina, Taiwan, Manzhuria, dan Amerika Serikat. Kegiatan perbaikan varietas kedelai melalui hibridisasi baru dimulai pada tahun 1930-an (Widyawati, 2018). Pada tahun 2009 sebanyak 71 varietas unggul kedelai telah dilepas oleh pemerintah dari yang berbiji kecil hingga yang berbiji besar. Karakteristik tinggi tanaman, umur tanam, ukuran biji dan potensi hasil varietas unggul kedelai memiliki keragaman yang cukup besar.

Keunggulan suatu varietas dapat dinilai berdasarkan hasil, mutu hasil, ketahanan terhadap hama dan penyakit dan toleransi terhadap cekaman lingkungan abiotik. Pemilihan jenis tanaman yang tepat dan lokasi spesifik merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan produktivitas lahan, varietas berdaya hasil tinggi, berumur genjah sampai sedang, tahan terhadap serangan hama dan penyakit dan stabil terhadap keragaman lingkungan (Sirapa dan Susanto, 2018).

### **2.1 Morfologi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill)**

#### **2.1.1 Akar**

Sistem perakaran pada kedelai terdiri dari sebuah akar tunggang yang terbentuk dari calon akar, sejumlah akar sekunder yang tersusun dalam empat barisan sepanjang akar tunggang, cabang akar sekunder, dan 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 (Carlson 1973 dalam Adhi dan Krisnawati, 2016).

### **2.1.2 Batang**

Batang tanaman kedelai hipokotil pada proses perkecambahan merupakan bagian batang, mulai dari pangkal akar hingga kotiledon. Hipokotil dan dua keping kotiledon akan menerobos ke permukaan tanah. Bagian batang kecambah yang berada di atas kotiledon dinamakan epikotil. Kedelai berbatang semak dengan tinggi batang antara 30-100 cm. Ciri-ciri tanaman berbatang semak adalah memiliki banyak cabang dan tinggi yang lebih rendah, batang bertekstur lembut dan hijau, tumbuh cepat.

Pertumbuhan batang dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe *determinate* dan *indeterminate*. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe *determinate* ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Pertumbuhan batang tipe *indeterminate* dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga (Adisarwanto dan Wudianto, 2018).

### **2.1.3 Daun**

Daun tanaman kedelai daun kedelai ada dua bentuk, yaitu bulat (oval) dan lancip (*lanceolate*). Bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Daerah yang mempunyai tingkat kesuburan tanah yang tinggi sangat cocok untuk varietas kedelai yang mempunyai bentuk daun yang lebar. Daun mempunyai stomata yang berjumlah antara 190-320 buah/m<sup>2</sup> (Adisarwanto, 2018). Daun kedelai mempunyai bulu dengan warna cerah dan jumlah yang bervariasi. Tebal tipisnya

bulu pada daun kedelai berkaitan dengan tingkat toleransi varietas kedelai terhadap serangan jenis hama tertentu.

#### **2.1.4 Bunga**

Bunga kedelai termasuk bunga sempurna (*hermaphrodite*), artinya dalam setiap bunga terdapat alat kelamin jantan dan alat kelamin betina. Penyerbukan terjadi pada saat mahkota bunga masih tertutup, sehingga kemungkinan terjadi kawin silang secara alami sangat kecil. Bunga terletak pada ruas-ruas batang, berwarna ungu atau putih dan tidak semua bunga menjadi polong walaupun telah terjadi penyerbukan sempurna (Rukmana, 2016).

#### **2.1.5 Polong**

Jumlah polong bervariasi mulai 2-20 dalam satu pembungaan dan lebih dari 400 dalam satu tanaman. Satu polong berisi 1-5 biji, namun pada umumnya berisi 2-3 biji per polong. Polong berlekuk lurus atau ramping dengan panjang kurang dari 2-7 cm. Polong masak berwarna kuning muda sampai kuning kelabu, coklat, atau hitam. Warna polong tergantung pada keberadaan pigmen *karoten* dan *xantofil*, warna *trikoma*, dan ada tidaknya pigmen *antosianin*. Ketika terjadi pembuahan, ovarium mulai berkembang menjadi buah, namun tangkai putik dan benang sari mengering, kelopak bunga kedelai tetap ada selama perkembangan buah dan kadang mahkota bunga kedelai juga masih tersisa ketika buah masak (Adhi dan Krisnawati, 2016).

#### **2.1.6 Biji**

Biji merupakan komponen morfologi kedelai yang bernilai ekonomis. Bentuk biji kedelai beragam dari lonjong hingga bulat, dan sebagian besar kedelai yang ada di Indonesia berkriteria lonjong. Pengelompokan ukuran biji kedelai

berbeda antar negara, di Indonesia kedelai dikelompokkan berukuran besar (berat >14 g/100 biji), sedang (10-14 g/100 biji), dan kecil (< 10 g/100 biji). Biji sebagian besar tersusun oleh kotiledon dan dilapisi oleh kulit biji (*testa*). Antara kulit biji dan *kotiledon* terdapat lapisan *endosperm* (Muchlish Dan Krisnawati, 2016).

## **2.2 Syarat Tumbuh**

Tanaman kacang kedelai pada tanah yang cocok dan sesuai dengan kondisi tanaman kedelai. Ciri-ciri tanah yang sesuai untuk kacang kedelai diantaranya pH tanah antara 4,5-5,5, bertekstur lempung, berpasir, ataupun liat berpasir. pilih lokasi dan tanah yang terbebas dari penyakit endemik.suhu tanah yang sesuai adalah sekitar 30°C, panjang hari (*photoperiode*) tanaman kedelai merupakan jenis tanaman hari pendek atau maksimal 15 jam per hari dan optimalnya 12 jam, kebutuhan air selama masa pertumbuhan kedelai rata-rata adalah antara 350 – 450 mm (Kementrian Pertanian, 2022).

## **2.3 Pupuk Cair Asam Humat (DSC)**

Pupuk organik cair mempermudah tanaman dalam menyediakan dan menyerap unsur-unsur hara yang terkandung di dalamnya serta tidak menyebabkan kerusakan pada tanah melainkan memperbaiki struktur tanah (Zahroh, 2018). Pupuk organik cair memiliki perbedaan dengan pupuk hayati (*biofertilizer*) yaitu dari segi komposisinya, dimana pupuk organik cair dari sisa-sisa makhluk hidup sedangkan pupuk hayati mengandung mikroorganisme hidup (Saraswati, 2012).



Asam humat adalah asam humat hasil akhir dari proses humifikasi (proses bahan organik menjadi humus). *Humic Acid* juga bisa diartikan saripati / inti dari humus. *Humic Acid* berfungsi sebagai soil conditioner / pembenah tanah yang bersifat kimia organik. *Humic acid* juga menjadi nutrisi organik bagi pertumbuhan tanaman (Anonymous, 2019).

Asam Humat (*Humic Acid*) Kompos organik yang dikenal sebagai humus (*humic substance*) adalah hasil dari proses pembusukan sampah organik dan jaringan tubuh makhluk hidup yang sudah mati. Humus tersedia secara melimpah di alam: daratan, endapan maupun di air seperti : danau, bendungan, sungai, dll. Bahan ini tersusun dari karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen and sulfur. Mereka berwarna dari warna kekuningan sampai hitam; bersifat asam; memiliki komposisi molekul dan berat molekul yang berbeda-beda; dan memiliki struktur yang sangat kompleks. Umumnya, bahan ini dikelompokkan berdasarkan kelarutannya sebagai berikut : asam humat (*humic acid*) (HA), adalah bagian humus yang tidak larut pada media yang bersifat asam. Asam fulvic (*fulvic acid*) (FA), adalah bagian humus yang larut dalam media yang bersifat asam maupun basa. Humin (Hu) adalah bagian humus yang tidak larut dalam media yang bersifat asam maupun basa (Karen dan Heymann, 2015).

Asam humat adalah salah satu bagian penting dari humus. Asam humat tersusun dari molekul-molekul organik dengan struktur molekul sangat kompleks seperti gugus aromatik, gugus karbonil, gugus phenol dan alkohol (Arno Kaschl dan Eduarda, 2014). Asam humat mengandung unsur kromofor (*chromophore*), unsur yang bersifat menyerap berbagai warna, sehingga mampu menyerap spektrum radiasi elektromagnetik pada daerah yang cukup lebar seperti sinar-X,

ultraviolet (UV), cahaya tampak, and infra merah (IR). Hal ini dapat menyebabkan meningkatnya: proses fotokimia, produksi oksigen radikal (*reactive oxygen species*), dan superoksida, dimana proses-proses tersebut sangat berpengaruh terhadap berbagai aktivitas di permukaan air (Danuta dan Kui Zeng, 2020).

Asam humat adalah senyawa yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik (Humika, 2010). Sedangkan mikoriza adalah organisme yang bersimbiosis secara mutualisme dengan akar tanaman (Masria, 2015). Penelitian Tan (2014) serta Prayudyaningsih dan Sari (2016), menyebutkan asam humat dan mikoriza mampu memperbaiki sifat fisik tanah dan membantu tanaman lebih tahan berada pada lingkungan yang kritis. Penambahan asam humat berpengaruh terhadap aktivitas mikroba, yang mempunyai peranan penting dalam proses simbiosis dan perkembangan mikoriza yang bersimbiosis dengan akar tanaman, sehingga membantu dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Obreza dkk., 1989 dan Tatiana dkk., 2010).

Zat humat merupakan zat yang banyak ditemukan di alam. Zat ini terdiri dari tiga bahan dasar yaitu asam humat, asam fulvat dan humin. Ketiganya dibedakan berdasarkan kelarutannya terhadap asam kuat dan basa kuat, serta warnanya. Asam humat memiliki sifat larut baik di dalam basa kuat, sedangkan asam fulvat larut baik ke dalam basa kuat maupun asam kuat, berbeda halnya dengan humin yang hanya larut baik pada asam kuat. Warna asam humat adalah coklat gelap sampai abu abu hitam, sedangkan asam fulvat lebih coklat kekuningan dan humin berwarna hitam pekat (Wayan, 2017).

Asam humat merupakan salah satu senyawa yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik. Proses terbentuknya asam humat di alam melalui proses fisika, kimia dan biologi dari bahan yang berasal dari makhluk hidup. Proses tersebut disebut proses humifikasi (Humika, 2010). Salah satu cara untuk mendapatkan asam humat adalah dengan melakukan pengomposan. Proses pengomposan akan menghasilkan asam humat dan asam fulvat yang kadarnya berbeda seiring dengan lamanya proses pengomposan. Semakin bertambah jumlahnya jika pengomposan semakin lama, berbanding terbalik dengan keberadaan asam fulvat yang akan berkurang kadarnya seiring semakin lamanya proses pengomposan. Susunan senyawa tersebut membuat asam humat memiliki kemampuan untuk menstimulasi dan mengaktifkan proses biologi dan fisiologi pada organisme hidup didalam tanah (Humika, 2010).

Fungsi dari asam humat diantaranya adalah membantu meningkatkan populasi organisme tanah seperti jamur, cendawan dan bakteri. Asam humat digunakan sebagai peyusun tubuh dan sumber energi organisme tanah tersebut, sehingga keberadaanya dapat membantu agregasi tanah. Caranya berbeda beda pada setiap organisme. Cendawan mampu menyatukan bulir tanah menjadi agregat, sedangkan bakteri berfungsi sebagai semen yang menyatukan agregat, sementara jamur dapat meningkatkan fisik dan butir butir prima. Hasil dari kegiatan tersebut adalah tanah yang lebih gembur, berstruktur ramah, lebih ringan (Humika, 2010).

Pemberian asam humat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Hal tersebut dikarenakan asam humat mendukung keberadaan mikoriza dalam meningkatkan serapan hara (Darwo dkk., 2006). Salah satu alternatif

memperbaiki sifat dan pembenah tanah pada media pembibitan adalah penggunaan asam humat atau humic acid (HA) yang bermanfaat sebagai bahan penggembur tanah karena terjadi dari hasil fermentasi dan perombakan mikroorganisme (Lestari dan Sukri, 2020). Selain sebagai pembenah tanah, HA juga berperan dalam pelepasan ikatan aluminium (Al) dan besi (Fe) yang mengakibatkan unsur fosfor (P) dalam kondisi tersedia (Setyawan, 2020). Selain sebagai bahan organik, HA dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi pada media tanam dengan meningkatnya absorpsi air dan memperbaiki aerasi media tanam (Djufry dkk., 2014).

Pemberian HA dapat berdampak langsung pada media tanam yaitu dapat memperbaiki metabolisme tanaman dan dapat meningkatkan laju fotosintesis (Lukmansyah dkk., 2020). Pemberian HA diduga berperan dalam efisiensi penggunaan pupuk organik dan berperan dalam aktivitas tukar kation pada media tanam (Supriyo dkk., 2013). Serta mampu meningkatkan rasio C-organik pada media tanam (Rasyid dkk., 2020). Pemanfaatan HA banyak dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman baik secara tunggal maupun kombinasi dengan bahan organik atau anorganik lainnya. HA mengandung unsur karbon (C) dan N yang jumlahnya masing-masing mencapai 40- 80% dan 0-0,3% (Firda dkk., 2016).

Pada HA juga terdapat hara kalium (K), fosfat (P), kalsium (Ca), mangan (Mn) dan seng (Zn) (Tahir dkk., 2011). Pemberian bahan organik seperti HA dalam bentuk cair dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena sifatnya yang mudah diserap, bersifat kolodial bagi tanah dan relatif resisten pada media tanam (Shaila dkk., 2019). Pemberian HA akan dapat meningkatkan nilai

kapasitas tukar kation (KTK) pada media tanam sehingga akan membuat hara tertentu seperti N akan bersifat slow release, akibatnya hara N akan lebih banyak tersedia bagi pertumbuhan bibit tanaman (Pranata dan Simanjuntak, 2020). Pemberian bahan organik pada tanah (termasuk penambahan HA) akan memberikan ruang bagi mikroorganisme dalam tanah untuk berkembang serta sebagai penahan kehilangan hara akibat pencucian (leaching) (Kusuma dkk., 2019). Pemberian HA memiliki dampak secara langsung bagi tanaman dengan memperbaiki proses metabolisme tanaman karena HA memiliki kandungan lain seperti asam amino dan auksin (Bagus dkk., 2019). Pemberian bahan organik (termasuk HA) yang berlebihan dapat meningkatkan pH terlampaui tinggi sehingga diduga akan mengakibatkan menurunnya aktivitas mikroorganisme pada media tanam (Sudirja dkk., 2018).

DSC (*Dynamic Soil Conditioner*) *Humic Acid* / Asam Humat / Asam Humus merupakan inti atau saripati pupuk organik (kompos, pupuk kandang, dll), berasal dari sumber berkualitas tinggi dan mempunyai kandungan unsur hara yang kompleks (Anonymous, 2019). DSC adalah *Humic Acid* yang diekstrak dari mineral organik alami yang diambil dari lapisan *leonardite*, mengandung kalium tinggi dan unsur hara mikro yang lengkap. Lapisan *leonardite* adalah sumber terbaik penghasil *Humic acid* berkualitas tinggi diambil dan diekstrak dengan teknologi yang tinggi dari lapisan *leonardite*, dimana lapisan tersebut merupakan penghasil *Humic Acid* berkualitas tinggi karena terbentuk dari bahan organik yang telah mengalami proses oksidasi tinggi selama jutaan tahun (Novika, 2014).

Fungsi utama DSC adalah sebagai pupuk pembenah tanah sekaligus nutrisi organik untuk tanaman. DSC juga dapat digunakan untuk bahan campuran pupuk

kimia dan pupuk organik cair maupun padat. Karakter DSC yang paling utama adalah mempunyai KTK (Kapasitas Tukar Kation) yang tinggi dan tidak mudah mengalami proses biodegradasi, sehingga keberadaannya di dalam tanah sangat stabil. Karakter yang lain dari DSC yaitu mempunyai kemampuan mengikat air (*water holding capacity*) di dalam tanah yang tinggi, sehingga secara langsung kelembaban tanah akan selalu terjaga. DSC juga mempunyai sifat sebagai zat khelasi (*Chelating / Complexing Agent*) yaitu kemampuan untuk mengikat unsur logam yang ada di dalam tanah agar tidak meracuni tanaman (Hadisuwito, 2017).

Manfaat DSC, dari keunggulan karakter yang dimilikinya, berikut ini beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penggunaan DSC : untuk tanaman, merangsang pertumbuhan tanaman dan mempercepat pertumbuhan akar atau tunas sehingga tanaman lebih cepat tumbuh, melengkapi nutrisi organik untuk pertumbuhan tanaman, mengikat dan mengatur pelepasan hara (*slow release*) sesuai kebutuhan tanaman sehingga dapat meningkatkan efektivitas penggunaan pupuk kimia dan mengurangi kehilangan hara pada pupuk karena tercuci dalam tanah atau menguap, meningkatkan kekebalan atau daya tahan tanaman terhadap penyakit, meningkatkan hasil panen baik secara kuantitas maupun kualitas tanaman (Hadisuwito, 2017).

## **2.4 Pupuk Organik**

Pupuk organik sendiri merupakan pupuk yang tersusun dari materi makhluk hidup, seperti pelapukan sisa -sisa tanaman, hewan, dan manusia. Pupuk organik dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik mengandung banyak bahan organik daripada kadar haranya. Sumber bahan organik dapat berupakompos, pupuk hijau,

pupuk kandang, sisa panen (jerami, brangkasan, tongkol jagung, bagas tebu, dan sabut kelapa), limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, dan limbah kota (sampah) (Munanto, 2013).

Bahan organik dapat berperan sebagai “pengikat” butiran primer menjadi butir sekunder tanah dalam pembentukan agregat yang mantap. Keadaan ini besar pengaruhnya pada porositas, penyimpanan dan penyediaan air, aerasi tanah, dan suhu tanah. Bahan organik dengan C/N tinggi seperti jerami atau sekam lebih besar pengaruhnya pada perbaikan sifat-sifat fisik tanah dibanding dengan bahan organik yang terdekomposisi seperti kompos.

Bahan organik memiliki fungsi kimia yang penting seperti : (1) penyediaan hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro seperti Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe, meskipun jumlahnya relatif sedikit. Penggunaan bahan organik dapat mencegah kahat unsur mikro pada tanah marginal atau tanah yang telah diusahakan secara intensif dengan pemupukan yang kurang seimbang : (2) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah : dan (3) dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang meracunitanaman seperti Al, Fe, dan Mn (Simanungkalit, Suriadikarta, Saraswati, Setyorini, dan Hartati, 2016).

## **2.5 Pupuk Putaganik**

Putaganik adalah pupuk organik yang bisa di gunakan untuk tanaman pertanian dan perkebunan. Pupuk ini bermanfaat untuk :

- a. Memperbaiki struktur tanah sehingga menjadi gembur.
- b. Meningkatkan kemampuan tanah untuk mengikat air.
- c. Memperbaiki keseimbangan ekosistem disekitar perakaran tanah sehingga mikroorganismenya dan bio tanah yang menguntungkan tanaman dapat hidup.

- d. Mengurangi tingkat keracunan tanah karena logam berat dan pestisida.
- e. Meningkatkan nilai kapasitas tukar kation sehingga dapat mengurangi sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik.
- f. Menyuburkan tanah sekaligus meningkatkan hasil panen.

## 2.6 Pupuk Trichoderma

*Trichoderma spp* dapat menghasilkan enzim-enzim pengurai yang dapat mendekomposisi lignin, selulosa dan kitin dari bahan organik sehingga melepas hara yang terikat dalam senyawa kompleks menjadi tersedia terutama unsur N, P, K dan S (Das, Suryanti, Lehar, Haryuni, Badar dan Qureshi, 2014). Produksi asam-asam organik, misalnya glukonat, sitrat dan fumarat oleh *Trichoderma spp* akan meningkatkan pH tanah dan menyebabkan pelarutan fosfat, hara mikro dan kation seperti besi juga mangan dan magnesium. Ketersediaan hara-hara tersebut meningkatkan pertumbuhan. Fosfor terutama sangat dibutuhkan pada saat pertumbuhan tanaman dan mempengaruhi hasil panen (Lestari dan Indaryati, 2017).

Fosfor berperan untuk pembentukan sejumlah protein tertentu yang digunakan dalam proses fotosintesis dan respirasi sehingga digunakan sebagai bahan penyusun biomassa tanaman yang terakumulasi sebagai fotosintat (Rosmarkam dan Yuwono 2020). Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa aplikasi *Trichoderma spp* dapat meningkatkan bobot tanaman yang diduga sebagai akibat aktivitas eksudasi senyawa pendukung pertumbuhan bagi tanaman. Hal ini disimpulkan dari beberapa pengamatan antara lain pada tanaman kelapa sawit, tanaman tebu dalam pot, kedelai, gandum (Sharma, 2012).



Beberapa penelitian menyimpulkan aplikasi *Trichoderma spp* dapat meningkatkan penumpukan biomassa pada tanaman cabai, lada, benih tebu dan sawi hijau (Wulandari, 2013). Meskipun bukan termasuk mikroorganisme simbiotik akar, namun aktivitas *Trichoderma spp* mampu mendukung pertumbuhan akar (Kubicak, Harman dan Reetha, 2014). Aplikasi agensia hayati *Trichoderma spp* mendukung pertumbuhan akar pada tanaman jagung dan kacang polong (Okoth dan Mwangi, 2016).

*Trichoderma spp* menghasilkan asam asetat yang memacu pertumbuhan akar lateral pada tanaman model *Arabidopsis thaliana*. *Trichoderma spp* mampu meningkatkan kelarutan fosfat dan hara mikro seperti zink, tembaga, besi, mangan, dan nutrisi lain bagi tanaman yang memiliki tingkat kelarutan rendah. Tersedianya hara ini memacu akar tumbuh lebih optimal, termasuk pembentukan biomassa yang dilihat dari bobot kering akar (Mwangi, 2016).

*Trichoderma sp* mempunyai sifat antogonistik terhadap patogen, terutama patogen tanah dan beberapa patogen udara. Antagonisme meliputi aktifitas suatu organisme dengan cara tertentu dan memberikan pengaruh yang merugikan organisme lain. Aktivitas antagonisme meliputi persaingan, parasitisme atau predasi dan pembentukan toksin termasuk antibiotik (Cornejo dkk., 2015). *Trichoderma* banyak dipelajari karena karakteristik yang dimiliki dan juga sifat kompetitornya yang menjadikannya berhasil menguasai habitatnya. Hal yang banyak dikaji secara rinci dari *Trichoderma* diantaranya adalah terkait distribusi dan filogeni, mekanisme pertahanan, interaksi yang menguntungkan sekaligus merusak dengan inang, produksi dan sekresi enzim, perkembangan seksual, dan respons terhadap kondisi lingkungan seperti nutrisi dan cahaya. Pengkajian

dilakukan dengan menggunakan banyak spesies dari genus ini, sehingga menjadikan *Trichoderma* salah satu jamur terbaik yang dipelajari dengan genom tiga spesies yang tersedia saat ini (Schuster dan Schmoll, 2010). Aplikasi *Trichoderma* dapat dilakukan pada tiga jenis tanaman yaitu tanaman pembibitan, tanaman hortikultura, dan tanaman tahunan. Dengan kata lain lain, *Trichoderma* dapat digunakan pada banyak spesies tanaman.

## **2.7 Pupuk Kandang Sapi**

Pupuk kandang merupakan kotoran padat dan cair dari hewan ternak baik ternak ruminansia ataupun ternak unggas. Sebenarnya, keunggulan pupuk kandang tidak terletak pada kandungan unsur hara karena sesungguhnya pupuk kandang memiliki kandungan hara yang rendah. Kelebihannya adalah pupuk kandang dapat meningkatkan humus, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan kehidupan mikroorganisme pengurai (Zulkarnain, 2019).

Pupuk kandang sebaiknya dipergunakan setelah mengalami penyimpanan yang cukup lama, paling tidak sekitar 3 bulan. Pupuk kandang yang masih baru bisa menghanguskan tanaman sebab kandungan unsur hara nitrogennya yang berasal dari urin ternak masih cukup tinggi. Selain itu zat organik yang ada di dalam pupuk yang masih baru tersebut belum seluruhnya terurai oleh bakteri sehingga tidak bisa langsung diserap akar tanaman, kotoran ternak yang bagus bentuk dan warnanya mirip dengan kompos dan juga tidak berbau. Pupuk kandang selain mengandung unsur-unsur zat hara serta mineral juga bisa memperbaiki struktur tanah seperti halnya pupuk kompos (Rahardi, 2015).

Pupuk kandang sapi adalah salah satu pupuk organik yang memiliki kandungan hara yang dapat mendukung kesuburan tanah dan pertumbuhan

mikroorganisme dalam tanah. Pemberian pupuk kandang sapi selain dapat menambah tersedianya unsur hara, juga dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme didalam tanah dan mampu memperbaiki struktur tanah. Pupuk kandang sapi memiliki sifat yang alami dan tidak merusak tanah. Pupuk kandang sapi menyediakan unsur makro bagi tanaman (nitrogen, fosfor, kalium, kalsium dan belerang) serta unsur mikro (besi, seng, boron, kobalt dan molibdenium) (Mayadewi, 2007).

Pupuk kandang sapi memiliki keunggulan dibanding pupuk kandang lainnya yaitu mempunyai kadar serat yang tinggi seperti selulosa, menyediakan unsur hara makro dan mikro bagi tanaman, mengemburkan tanah, aerasi dan komposisi mikroorganisme tanah, memudahkan pertumbuhan akar tanaman, serta daya serap air lebih lama pada tanah serta memperbaiki daya serap air pada tanah (Hartatik dan Widowati, 2010).