

II. KERANGKA PEMIKIRAN

A. Tinjauan Pustaka

1. Tanah Ultisol

Di Indonesia terdapat berbagai jenis tanah, pada tanah tersebut mempunyai sifat dan cirinya masing-masing yang merupakan pembeda antara satu tanah dengan yang lainnya. Satu diantaranya adalah tanah Ultisol, yang sering disebut sebagai tanah bermasalah atau tanah marginal. Tanah ini relatif kurang subur, serta kandungan unsur haranya rendah dan bereaksi masam. Masalah pada tanah Ultisol, baik ditinjau dari segi fisika, kimia dan biologi tanah, seperti bahan organik yang rendah sampai sedang, kemasaman Al³⁺ tinggi, kandungan unsur hara , N, P, dan K rendah, Nilai KTK dan KB rendah dan sangat peka terhadap erosi. Meskipun tanah Ultisol ini memiliki sifat kimia yang kurang baik, namun jika dilakukan pengelolaan tanah yang baik dapat berproduksi secara optimal (Handayani dan Karnilawati, 2018). Lahan kering Ultisol potensial untuk perluasan areal kedelai, tersebar di Sumatera, Kalimantan, dan Papua (Sudaryono, dkk., 2011).

Kandungan hara pada tanah Ultisol rendah dikarenakan oleh pencucian basa yang berlangsung intensif, sedangkan kandungan bahan organik rendah diakibatkan oleh proses dekomposisi yang berjalan cepat dan sebagian terbawa erosi, oleh karena itu beberapa cara untuk meningkatkan produktivitas pada tanah Ultisol dapat dilakukan melalui perbaikan tanah (ameliorasi), pemupukan, dan pemberian bahan organik (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Bahan organik memiliki peran penting bagi Ultisol karena memiliki manfaat sebagai pembenah tanah yang dapat memperbaiki sifat fisika tanah, seperti agregasi tanah, rasio pori makro dan mikro tanah yang berperan mengatur imbalanced lengas dan udara tanah. Pemanfaatan limbah organik serta pupuk kandang sebagai pupuk organik, selain berfungsi meningkatkan bahan organik tanah juga menetralkan senyawa Al dan Fe agar tidak meracun dan mengurangi fiksasi P oleh Al dan Fe (Sudaryono, 2009).

2. Botani dan Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Klasifikasi Kedelai Menurut Adisarwanto, (2008) :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub-divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Polypetales
Famili	: Leguminosae
Sub-famili	: Papilionoideae
Genus	: Glycine
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merrill

Karakteristik kedelai yang dibudidayakan (*Glycine max* L. Merrill) di Indonesia merupakan tanaman semusim, tanaman tumbuh tegak dengan tinggi 40-90 cm, bercabang, memiliki daun tunggal maupun daun bertiga, serta bulu pada daun dan polong tidak terlalu padat dan umur tanaman antara 72-90 hari (Adie dan Krisnawati, 2007).

Menurut Dinas Pertanian Banten (2019), Tanaman kedelai dapat tumbuh diberbagai jenis tanah, asal lahan tersebut drainase serta aerasi tanah cukup baik, dengan curah hujan 100-400 mm/bulan, suhu udara 23⁰C–30⁰C, kelembaban 60% – 70%, pH tanah 5,8–7 serta ketinggian kurang dari 600 m dpl.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman kedelai, yaitu:

a. Iklim

Tanaman kedelai tumbuh baik di daerah yang memiliki curah hujan minimum sekitar 800 mm pada masa pertumbuhan selama 3–4 bulan, tanaman ini sebenarnya rentan terhadap daerah yang memiliki iklim kering kecuali selama masa pembungaan. Di Indonesia pada umumnya kondisi iklim yang paling cocok untuk pertumbuhan tanaman kedelai adalah daerah dengan suhu antara 25°- 27° C, kelembapan udara rata–rata 65 %, lama penyinaran matahari 12 jam per hari atau minimal 10 jam perhari serta curah hujan paling optimum antara 100–200 mm/bulan (Jayasumarta, 2012).

b. Tanah

Kedelai akan tumbuh baik pada tanah dengan reaksi sedikit masam sampai mendekati netral, pada pH 5,5-7,0 dan pH optimal 6,0-6,5 pada kisaran pH tersebut hara makro dan mikro tersedia bagi tanaman kedelai, sedangkan pada tanah yang bereaksi masam (pH kurang dari 5,5), hara fosfat (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), dan sulfur (S) sulit untuk tersedia bagi tanaman kedelai. Umumnya tanaman kedelai tidak sesuai jika ditanam pada tanah yang memiliki tekstur lempung dengan struktur berat serta memiliki drainase yang buruk, dan juga tidak sesuai pada tanah berpasir dengan struktur ringan, dan sangat porous sehingga tidak akan mampu untuk menyimpan kelembaban tanah. Tanah yang sesuai untuk usahatani kedelai adalah tanah dengan tekstur liat berpasir, liat berdebu-berpasir, debu berpasir, memiliki drainase sedang-baik, mampu menahan kelembaban tanah, serta tidak mudah tergenang air. Kandungan bahan organik tanah sedang-tinggi (3-4%) sangat mendukung pertumbuhan tanaman, apabila hara tanahnya cukup (Sumarno dan Gozi, 2016).

Kedelai adalah tanaman legum yang tinggi protein nabati, karbohidrat dan lemak, selain itu biji kedelai memiliki kandungan fosfor, besi, kalsium, vitamin B dengan komposisi asam amino yang komplit, sehingga sangat potensial untuk pertumbuhan tubuh manusia (Fauzi dan Puspitawati, 2018). Kedelai merupakan bahan pangan yang kaya akan sumber protein yang sangat bermanfaat bagi kesehatan dan merupakan satu diantara komoditas pertanian yang penting di Indonesia. Kebutuhan akan kedelai ini meningkat dari tahun ke tahun sedangkan produksinya masih kurang, kebutuhan tersebut tidak hanya untuk di konsumsi secara langsung namun juga digunakan untuk bahan pangan olahan seperti tahu, tempe, susu kedelai, serta olahan pangan lainnya yang memerlukan kedelai (Setiko, dkk., 2021).

3. Pupuk Kandang Ayam

Pupuk kandang merupakan semua produk buangan dari hewan peliharaan. Pupuk kandang (pukan) padat merupakan kotoran hewan ternak yang berbentuk padat baik sebelum dikomposkan ataupun yang sudah dikomposkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber hara terutama hara nitrogen bagi tanaman serta

dapat memperbaiki sifat kimia, biologi, dan fisika tanah (Hartatik dan Widowati, 2006). Pupuk kandang merupakan kombinasi antara kotoran hewan dan sisa makanan serta alas tidur hewan, pada kombinasi ini terjadi pembusukan sehingga berbeda dengan bentuk asalnya serta memiliki kandungan unsur hara yang cukup untuk membantu pertumbuhan pada tanaman (Tamba, dkk., 2017)

Menurut Sari, dkk. (2016) kotoran ayam broiler mempunyai kandungan hara nitrogen (N) 2,44%, fosfor (P) 0,67%, kalium (K) 1,24%, dan C-Organik 16,10%. Kandungan N,P, dan K yang terkandung dalam kotoran ayam tersebut memiliki kadar hara yang tinggi, sehingga kotoran ayam ini bermanfaat untuk memperbaiki tingkat kesuburan pada tanah yang bermasalah seperti jenis tanah *Oxic Dystrudepts*, serta dapat meningkatkan produksi tanaman.

Pupuk kandang ayam merupakan sumber nitrogen tanah yang utama, serta berperan cukup besar dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologis tanah, sehingga pupuk kandang ayam diharapkan mampu untuk memenuhi kebutuhan hara pada tanah maupun tanaman (Purba, dkk., 2019). Pupuk kandang ayam yang diaplikasikan melalui media tanah dapat membantu kebutuhan ketersediaan unsur hara pada tanah serta dapat membantu memperbaiki struktur tanah sehingga dapat menjadi media tanam yang baik bagi tanaman. Kandungan hara dalam pupuk kandang yang penting untuk tanaman antara lain unsur nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K). ketiga unsur inilah yang paling banyak dibutuhkan oleh tanaman. Masing-masing unsur hara tersebut memiliki peran yang berbeda dan saling melengkapi bagi tanaman, dengan demikian pertumbuhan akan lebih optimal (Hamzah, 2014). Pengaplikasian pupuk kandang sebanyak 15 ton/ha pada tanaman kedelai dapat meningkatkan jumlah daun dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Jumlah daun bertambah sesuai dengan pertambahan cabang pada tanaman, tersedianya unsur N, P dan K yang meningkat sejalan dengan peningkatan dosis pupuk kandang ayam (Zainal, dkk., 2014).

Penelitian Hamzah (2014) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang ayam pada taraf 7,5 kg/plot berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, dan umur panen pada tanaman kedelai. Menurut Penelitian Pratama (2021) takaran pupuk kandang sapi yang dapat meningkatkan pertumbuhan

tanaman jagung tertinggi di tanah Ultisol pasca tambang bauksit adalah 125 ton/ha. Pemberian 3 kg *red mud*/bedeng + 40 kg pupuk kandang sapi/bedeng pada tanah ultisol pasca tambang dapat meningkatkan tinggi tanaman jagung dari 93,53 cm menjadi 144,64 cm atau setara 31,3%, meningkatkan diameter tanaman jagung sebesar 61,2%, serta meningkatkan N total sebesar 96,4%, P tersedia sebesar 366,8%, K tersedia sebesar 992,8%, pH sebesar 40,9% dan C organik tanah sebesar 188,3%.

4. Cangkang Telur

Jumlah konsumsi telur di Indonesia akan selalu berlimpah selama telur masih diproduksi dibidang peternakan, telur-telur tersebut bisa digunakan untuk berbagai keperluan seperti restoran, usaha rumahan, pabrik roti dan mie, serta pedagang kaki lima yang menjajakan martabak telur dan olahan lainnya yang menggunakan telur sebagai bahan baku pembuatan makanan. Telur yang sudah diolah menjadi bahan makanan, menyisakan cangkang atau kulit telurnya tentu sudah tidak terpakai lagi, sehingga sangat mudah untuk didapatkan dengan keadaannya yang berlimpah (Syam, dkk., 2014).

Cangkang telur ayam mengandung 95,1% bahan anorganik, 3,3% protein dan 1,6% air. Komposisi kimia dari cangkang telur terdiri dari 1,71% protein, 0,36% lemak, 0,93% air, 16,21% serat kasar, dan 71,34% abu. Selain itu, cangkang telur mengandung 3% fosfor dan 3% terdiri atas magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi dan tembaga (Nurjanah, dkk., 2017).

Cangkang telur merupakan limbah, namun jika digunakan dalam budidaya pertanian maka dapat mengurangi masalah terhadap lingkungan dan bermanfaat meningkatkan hasil produksi. Cangkang telur yang telah dihaluskan di dalam tanah mampu mempengaruhi atau memperbaiki beberapa sifat kimia tanah antara lain pH serta dapat meningkatkan jumlah unsur P, Ca dan Mg di dalam tanah. Aplikasi cangkang telur dapat peningkatan nilai derajat keasaman (pH) tanah, karena mengandung kalsium karbonat yang cukup tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai satu diantara alternatif untuk memperbaiki tingkat kesuburan tanah, terutama pada lahan-lahan marjinal. Penggunaan limbah cangkang telur dengan dosis 1,2 kg perpetak atau sama dengan 2000 kg dolomit mampu meningkatkan nilai pH tanah dari 4,15 menjadi 5,40 serta memberikan hasil

tertinggi pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai terutama pada jumlah cabang, berat biji kering pertanaman perpetak (Bimasari dan Murniati, 2017). Cangkang telur mengandung unsur Ca yang sangat diperlukan oleh tanaman legum pada fase pengisian polong. Tanaman yang kekurangan Ca akan mengakibatkan meningkatnya polong-polong hampa. Tingginya produksi bobot biji kering pertanaman terjadi karena terpenuhinya unsur Ca yang dibutuhkan oleh tanaman terutama dalam pembentukan polong (Saragih, dkk., 2016). Metode yang digunakan untuk menentukan kebutuhan kapur adalah metode Al-dd yang berdasarkan pada banyaknya Ca^{2+} dalam kapur yang dibutuhkan untuk menetralkan kandungan Al di dalam tanah. Perhitungan kebutuhan kapur berdasarkan pada hasil analisis Al-dd tanah permukaan, dimana jika diketahui kebutuhan kapur = 1 x Al-dd artinya 1 me Ca/100 g tanah untuk menetralkan 1 me Al/100 g tanah (Krisnawati dan Bowo, 2019).

Penelitian Saragih, dkk.(2016) menunjukkan bahwa penggunaan cangkang telur berpengaruh nyata terhadap jumlah bintil akar efektif, bobot bintil akar efektif dan bobot kering biji pertanaman. Peningkatan jumlah dan bobot bintil akar efektif dikarenakan tanah yang telah ditambahkan cangkang telur mampu meningkatkan pH tanah, sehingga tanaman kedelai tumbuh lebih baik di tanah yang memiliki pH yang sesuai untuk pertumbuhannya yaitu antara 5,8 – 7,0.

5. Ketersediaan Unsur Hara N, P, dan K Tanah

Nitrogen merupakan satu diantara unsur hara makro yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang tinggi, nitrogen tanah diserap tanaman dalam bentuk ion NH_4^+ dan NO_3^- . Nitrogen merupakan satu diantara unsur hara yang sangat diperhatikan, karena jumlah N yang tersedia di dalam tanah sangat sedikit, sedangkan tanaman membutuhkan N yang cukup tinggi serta kehilangan N pada tanah cukup besar (Barus, dkk., 2013). Unsur nitrogen baik yang berada di dalam tanah maupun tanaman bersifat sangat mobile, sehingga keberadaan unsur N di dalam tanah cepat berubah atau bahkan hilang. Kehilangan unsur N dapat melalui berbagai proses seperti denitrifikasi, volatilisasi, pengangkutan hasil panen serta pencucian dan erosi pada permukaan tanah. Hilangnya unsur N melalui pencucian sangat sering terjadi pada tanah yang memiliki tekstur kasar,

memiliki kandungan bahan organik yang rendah serta nilai kapasitas tukar kation (KTK) rendah. Kurangnya kandungan hara N serta unsur hara lainnya dapat juga terjadi pada tanah dengan tingkat kemasaman tinggi (pH 5.5), hal ini sering dialami oleh tanah yang diusahakan dalam bidang pertanian, seperti pada tanah Entisol, Inceptisol dan Ultisol (Nariratih, dkk., 2013).

Fosfor merupakan satu diantara unsur hara esensial yang dibutuhkan oleh tanaman, fungsinya tidak dapat digantikan oleh unsur hara lainnya di dalam tanaman, sehingga tanaman harus mengandung atau memiliki unsur P yang cukup agar dapat tumbuh secara optimal, oleh sebab itu unsur P dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang cukup. Unsur fosfor memiliki peran yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman yaitu membantu dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer serta penyimpanan energi, pembelahan maupun pembesaran sel serta proses-proses lain yang terdapat pada tanaman serta membantu mempercepat proses perkembangan akar dan perkecambahan (Lisdianti, dkk., 2018). Ketersediaan unsur P pada tanah masam umumnya sangat rendah sehingga harus dilakukan pemupukan P, untuk melakukan pemupukan P perlu untuk mengetahui kandungan P pada tanah, sehingga dapat meningkatkan efektivitas serta efisiensi pada pemupukan. Kebutuhan pupuk P pada tanaman dipengaruhi oleh faktor tanah serta faktor tanaman, setiap tanaman memiliki respon yang berbeda terhadap pemberian pupuk P. Unsur P diserap oleh tanaman dalam bentuk ion-ion monofosfat dan difosfat (Wijanarko dan Taufik, 2008). Pemupukan fosfat adalah satu diantara cara yang dapat dilakukan untuk mengelola tanah Ultisol, karena selain memiliki kandungan P rendah, juga terdapat faktor lain yang dapat meretensi fosfat yang ditambahkan. Kurangnya ketersediaan unsur P pada tanah Ultisol umumnya disebabkan oleh kandungan P dari bahan induk tanah yang memang sudah rendah, atau kandungan P sebenarnya tinggi tetapi tidak tersedia bagi tanaman karena terserap oleh unsur lain seperti Al dan Fe (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Kalium berperan sebagai hara esensial yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak, bahkan untuk tanaman padi dan ubi kayu melebihi kebutuhan terhadap unsur N, meskipun dibutuhkan dalam jumlah banyak, unsur K dalam tanaman bukan merupakan penyusun senyawa organik, namun sebagai ion yang

sebagian besar terdapat dalam cairan sel. Kandungan K tanah pada lahan pertanian tanaman pangan sangat bervariasi namun, umumnya unsur K lebih banyak di lahan sawah dibandingkan dengan lahan kering. Hal ini sangat terpengaruh oleh jenis tanah serta proses alamiah yang menentukan pemasukkan dan pengeluaran unsur K ke lahan dan dari lahan. Kemampuan tanah untuk menyediakan K, yang dinyatakan dalam K-total dan K dapat ditukar (K-dd), umumnya sangat rendah (Subandi, 2013). Kekurangan kalium merupakan masalah yang sangat serius serta sering terjadi pada tanah Ultisol. Masalah tersebut bisa terjadi akibat bahan induk tanah yang miskin unsur K, hara kalium yang mudah tercuci akibat KTK tanah yang rendah, serta curah hujan yang tinggi di daerah tropika basah sehingga menyebabkan banyak unsur K yang tercuci (Nursyamsi, 2006). Tanaman yang diberi cukup unsur K akan lebih tahan terhadap serangan penyakit. Pada tanaman padi, jagung, ubi kayu, serta kedelai, tingkat serangan penyakit akan lebih sedikit jika hara K tercukupi. Pengaruh positif unsur K terhadap ketahanan tanaman akan penyakit terjadi melalui peningkatan pembentukan senyawa fenol yang bersifat fungisida dan menurunkan kadar N anorganik pada jaringan tanaman (Subandi, 2013).

B. Kerangka Konsep

Tanah Ultisol memiliki berbagai permasalahan yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, seperti memiliki pH yang rendah atau masam, memiliki kandungan Al yang tinggi, serta kesuburan tanahnya rendah. Reaksi tanah yang rendah dapat mengakibatkan tanaman tidak dapat tumbuh dengan optimal, kandungan Al dan Fe yang tinggi dapat menyebabkan keracunan pada tanaman, serta kandungan hara yang rendah dapat menghambat pertumbuhan serta produksi pada tanaman kedelai.

Tanaman kedelai merupakan tanaman semusim yang memerlukan kondisi tanah dan lingkungan tertentu untuk dapat tumbuh dan berproduksi dengan optimal. Tanaman kedelai memerlukan hara esensial seperti N, P, dan K dalam keadaan yang cukup untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, serta memerlukan pengolahan yang sesuai dengan kondisi tanaman kedelai.

Penambahan bahan organik dapat membantu untuk memperbaiki permasalahan pada tanah Ultisol karena bahan organik merupakan satu diantara sumber hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Bahan organik juga dapat mengikat Al dan Fe pada tanah masam sehingga dapat meminimalisir keracunan tanaman, membantu memperbaiki struktur tanah yang dapat membantu mengurangi erosi, serta meningkatkan daya serap air.

Penambahan cangkang telur pada tanah dapat membantu meningkatkan pH tanah, karena memiliki kandungan kalsium karbonat yang dapat berperan sebagai pengganti kapur, sehingga tanaman akan tumbuh lebih baik pada tanah yang memiliki pH tanah sesuai untuk proses pertumbuhannya.

C. Hipotesis

1. Terjadi interaksi antara pupuk kandang ayam dan cangkang telur terhadap ketersediaan hara N,P,K serta pertumbuhan tanaman kedelai di tanah Ultisol.
2. Pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis berbeda akan berpengaruh terhadap ketersediaan hara N,P,K serta pertumbuhan tanaman kedelai di tanah Ultisol.
3. Pemberian cangkang telur dengan dosis berbeda akan berpengaruh terhadap ketersediaan hara N,P,K serta pertumbuhan tanaman kedelai di tanah Ultisol.