

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedelai sebagai salah satu tanaman pangan ketiga yang potensial di Indonesia setelah padi dan jagung, dapat digunakan sebagai bahan makanan untuk manusia, pakan ternak maupun bahan baku industri. Meningkatnya jumlah penduduk dan kesadaran masyarakat akan makanan bergizi menyebabkan kebutuhan akan kedelai juga semakin meningkat, namun produksi dari tahun ke tahun tidak mencukupi kebutuhan dalam negeri. Kedelai banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan tahu dan tempe, tauco, kecap, makanan ringan, susu kedelai dan suplemen makanan lainnya, seperti bubur ayam, sup, dan lain – lain (Tatipata, 2010).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2020) impor kedelai pada tahun 2018-2019 mengalami peningkatan, pada tahun 2018 impor kedelai sebesar 2.585.809 kg dan pada tahun 2019 sebesar 2.670.086 kg, sementara panen kedelai hanya dapat memenuhi kebutuhan lokal, tetapi tidak untuk kebutuhan daerah lain. Kendala produksi kedelai banyak disebabkan oleh minat petani yang berkurang serta harga kurang kompetitif, kebutuhan kedelai di Indonesia setiap tahun selalu meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perbaikan pendapatan perkapita. Oleh karena itu, diperlukan suplai kedelai tambahan yang harus diimpor karena produksi dalam negeri belum dapat mencukupi kebutuhan tersebut, sehingga solusi yang akan ditempuh salah satunya dengan menambah luas tanam. Hal tersebut mengharuskan adanya ketersediaan benih kedelai bermutu baik dan unggul sehingga dapat memenuhi kebutuhan kedelai dalam negeri dengan kualitas dan kuantitas optimal.

Benih kedelai cepat mengalami deteriorasi atau penurunan viabilitas dan vigor terutama jika disimpan pada kondisi simpan yang kurang optimum. Benih kedelai memiliki masa simpan enam bulan dengan penyimpanan di suhu ruang dengan kadar air 8-12% (Sucahyono dkk., 2013). Namun, kedelai juga tanaman palawija dengan kadar protein yang tinggi yaitu 37% dan lemak cukup tinggi yaitu 16%. Kandungan protein dan lemak yang tinggi menyebabkan benih kedelai cepat mengalami kemunduran terutama pada lingkungan simpan kurang menguntungkan

sehingga proses deteriorasi benih semakin cepat (Tatipata 2010). Karakteristik lain dari benih kedelai ialah tidak adanya masa dormansi, cepat rusak, murah harganya benih dibandingkan dengan benih komoditas lainnya. Hal tersebut menurunkan minat pengusaha dalam perbenihan kedelai, sehingga benih kedelai berkualitas sulit untuk didapatkan (Sucahyono dkk., 2013).

Teknik Invigorasi merupakan upaya perlakuan sebelum tanam dengan menyeimbangkan tekanan potensial air untuk merangsang proses metabolisme didalam benih untuk siap berkecambah (Saryoko dkk., 2013). Teknik invigorasi adalah teknik perlakuan untuk memperbaiki vigor benih secara fisik maupun kimiawi dalam proses pengontrolan hidrasi benih (kondisi kelembaban). Adanya berbagai cara invigorasi benih kedelai yang bisa dilakukan diantaranya dengan *priming (hydro priming, solid matric priming)*, *hardening*, *matricconditioning*, *osmoconditioning*, *moisturizing*, dan *humidifying*. Dari berbagai cara invigorasi tersebut, *matricconditioning* adalah cara invigorasi yang paling sering dilakukan (Priyanto, 2017).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman kedelai yaitu dengan memperbaiki teknik budidaya seperti penggunaan pupuk organik. Perbedaan pupuk organik dan pupuk anorganik adalah pupuk organik merupakan pupuk yang terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses rekayasa dalam bentuk padatan atau cair yang dapat digunakan untuk menyuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi dalam tanah. Sedangkan pupuk anorganik merupakan pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik dan biologis dari hasil industri atau pabrik pembuat pupuk (Dewanto dkk., 2013).

Sebagian besar petani saat ini masih tergantung pada pupuk anorganik karena mengandung beberapa unsur hara dalam jumlah yang banyak, padahal jika pupuk anorganik digunakan secara terus-menerus akan menimbulkan dampak negatif terhadap kondisi tanah seperti menjadi cepat mengeras dan kurang menyimpan banyak air. Jika digunakan secara terus menerus menggunakan dosis pupuk anorganik yang berlebihan juga akan menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak optimal (Rahmah, 2014).

Penelitian ini diharapkan dapat mengatasi masalah yang terjadi di lapangan yaitu rendah nya daya tumbuh tanaman kedelai pada fase vegetatif akibat penggunaan benih kedelai yang telah mengalami kemunduran. Dengan mengkombinasikan bahan *matriconditioning* dengan agen hayati diharapkan dapat membantu pertumbuhan benih kedelai. Selain itu, dengan adanya kombinasi antara bahan *matriconditioning* dan agen hayati, penggunaan pupuk anorganik dapat ditekan atau dikurangi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan *bio-matriconditioning* dan pemupukan dalam meningkatkan pertumbuhan kedelai pada masa vegetatif.

1.3 Kerangka Pemikiran

Permintaan kedelai (*Glycine max* (L). Merr.) yang terus meningkat menjadi tantangan untuk meningkatkan produksi nasional. Upaya yang telah dan akan terus dilakukan untuk meningkatkan produksi kedelai adalah dengan menggunakan benih yang bermutu tinggi dari benih unggul. Hasil penelitian menunjukkan benih yang telah mengalami penurunan viabilitas dapat diperbaiki performanya melalui teknik invigorasi. Teknik invigorasi ialah upaya perlakuan sebelum tanam dengan menyeimbangkan tekanan potensial air untuk merangsang proses metabolisme didalam benih untuk siap berkecambah (Saryoko dkk., 2013).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman kedelai yaitu dengan memperbaiki teknik budidaya seperti penggunaan pupuk organik. Perbedaan pupuk organik dan pupuk anorganik adalah pupuk organik merupakan pupuk yang terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses rekayasa dalam bentuk padatan atau cair yang dapat digunakan untuk menyuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi dalam tanah. Sedangkan pupuk anorganik merupakan pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik dan biologis dari hasil industri atau pabrik pembuat pupuk (Dewanto dkk., 2013).

Pemberian pupuk anorganik berupa pupuk Urea, Sp-36, dan KCL juga diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai karena memiliki manfaat dalam meningkatkan ketersediaan unsur makro N, P dan K dalam tanah sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai(Firmansyah dkk., 2017).

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Diduga terdapat pengaruh perlakuan *bio-matriconditioning* terhadap pertumbuhan tanaman kedelai pada fase vegetatif.
2. Diduga terdapat pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan tanaman kedelai pada fase vegetatif.
3. Diduga terdapat interaksi antara *bio-matriconditioning* dan pemupukan terhadap pertumbuhan tanaman kedelai pada fase vegetatif.

1.5 Kontribusi Penelitian

Kontribusi yang ingin dicapai yaitu menambah pengetahuan bagi peneliti dalam penanganan peningkatan mutu benih sehingga dapat berguna bagi masyarakat yang bergerak dalam bidang pertanian dan perbenihan, khususnya memberikan wawasan terhadap petani bahwa melakukan *treatment* pada benih sebelum ditanam dengan perlakuan *bio-matriconditioning* dapat meningkatkan mutu benih, sehingga benih-benih yang sudah terlanjur mengalami penurunan mutu masih bisa digunakan dan tidak terbuang sia-sia.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi Kedelai

Kedelai diduga berasal dari daratan pusat dan utara Cina. Hal ini didasarkan pada adanya penyebaran *Glycine ussuriensis*, spesies yang diduga sebagai tetua *Glycine max* (L.) Merr. Bukti sitogenetik menunjukkan bahwa *G.max* dan *G.usuriensis* tergolong spesies yang sama. Namun, bukti sejarah dan sebaran geografis menunjukkan Cina Utara sebagai daerah di mana kedelai dibudidayakan untuk pertama kalinya, sekitar abad 11 SM. Korea merupakan sentra kedelai dan diduga kedelai yang dibudidayakannya merupakan hasil introduksi dari Cina, yang kemudian menyebar ke Jepang antara 200 SM dan abad ke-3 Setelah masehi. Jalur penyebaran kedelai yang kedua dimungkinkan dari daratan Cina Tengah ke arah Jepang Selatan, di Kepulauan Kyushu, sejak adanya perdagangan antara Jepang dan Cina, sekitar abad ke 6 dan 8 (Adie dan Krisnawati 2013). Awalnya, kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *Soja max*. Namun, pada tahun 1948 telah disepakati bahwa nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah, yaitu *Glycine max* (L.) Merr.

Tanaman kedelai mempunyai klasifikasi taksonomi sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Fabales</i>
Famili	: <i>Fabaceae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merr. (Stefia 2017).

Karakteristik kedelai yang dibudidayakan di Indonesia merupakan tanaman semusim, tanaman tegak dengan tinggi 40-90 cm, bercabang, memiliki daun tunggal dan daun bertiga, bulu pada daun dan polong tidak terlalu padat dan umur tanaman antara 72-90 hari. Kedelai introduksi umumnya tidak memiliki atau memiliki sangat sedikit percabangan dan sebagian bertrikoma padat

baik pada daun maupun polong (Adie dan Krisnawati, 2013). Morfologi tanaman kedelai sebagai berikut :

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. 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 yang tergolong tanaman leguminosadiciirikan oleh kemampuannya untuk membentuk bintil akar, yang salah satunya adalah oleh *Rhizobium japonicum*, yang mampu menambat nitrogen dan bermanfaat bagi tanaman. Pembesaran bintil akar berhenti pada minggu keempat setelah terjadinya infeksi bakteri. Ciri bintil akar yang sudah matang adalah berwarna merah muda yang disebabkan adanya *leghemoglobin*, yang diduga aktif menambat nitrogen. Pada minggu keenam hingga ketujuh bintil akar telah lapuk.

Batang. Batang tanaman kedelai berasal dari poros embrio yang terdapat pada biji masak. Hipokotil merupakan bagian terpenting pada poros embrio yang berbatasan dengan bagian ujung bawah permukaan akar yang menyusun bagian kecil dari poros bakal akar hipokotil. Bagian atas embrio berakhir berakhir pada epikotil yang terdiri dari dua daun sederhana, yaitu primordia daun bertiga pertama dan ujung batang. Sistem perakaran diatas hipotokil berasal dari epikotil dan tunas aksiler. Pola percabangan akar dipengaruhi oleh varietas dan lingkungan, seperti : panjang hari, jarak tanam, dan kesuburan tanah.

Daun. Daun kedelai terbagi menjadi empat tipe, yaitu : (1) kotiledon atau daun biji, (2) dua helai daun primer sederhana, (3) daun bertigan, dan (4) profila. Daun primer berbentuk oval dengan tangkai daun sepanjang 1-2 cm, terletak bersebrangan pada buku pertama di atas kotiledon. Setiap daun memiliki sepasang stipula yang terletak pada dasar daun yang menempel pada batang. Tipe daun yang lain terbentuk pada batang utama, dan pada cabang lateral terdapat daun trifoliolate yang secara bergantian dalam susunan yang berbeda. Anak daun bertiga mempunyai bentuk yang bermacam-macam, mulai bulat hingga lancip.

Bentuk daun kedelai adalah lancip, bulat dan lonjong serta terdapat perpaduan bentuk daun misalnya antara lonjong dan lancip. Sebagian besar bentuk daun kedelai yang ada di Indonesia adalah berbentuk lonjong dan hanya terdapat satu varietas berdaun lancip. Daun tunggal mempunyai panjang 4-20 cm dan lebar 3-10 cm. Tangkai daun lateral umumnya pendek sepanjang 1 cm atau kurang.

Bunga. Kedelai merupakan tanaman menyerbuk sendiri yang bersifat kleistogami. Periode perkembangan vegetatif bervariasi tergantung pada varietas dan keadaan lingkungan, termasuk panjang hari dan suhu. Tanaman memasuki fase reproduktif saat tunas aksiler berkembang menjadi kelompok bunga dengan 2 hingga 35 kuntum bunga setiap kelompok. Ada dua tipe pertumbuhan batang dan permulaan pembungaan pada kedelai. Tipe pertama adalah indeterminat, yaitu tunas terminal melanjutkan fase vegetatif selama pertumbuhan. Tipe kedua adalah determinat dimana pertumbuhan vegetatif tunas terminal berhenti ketika terjadi pembungaan.

Periode berbunga dipengaruhi oleh waktu tanam, berlangsung 3-5 minggu. Berbagai penelitian menyebutkan bahwa tidak semua bunga kedelai berhasil membentuk polong, dengan tingkat keguguran 20-80%. Umumnya, varietas dengan banyak bunga per buku memiliki presentase keguguran bunga yang lebih tinggi daripada yang berbunga sedikit. Keguguran bunga dapat terjadi pada berbagai fase perkembangan, mulai dari pertunasan, selama perkembangan organorgan pembungaan, saat pembuahan, selama perkembangan awal embrio, atau pada berbagai tahapan perkembangan kotiledon.

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). Di Jepang dan Amerika, biji kedelai berukuran besar jika memiliki berat 30 g/100 biji. Biji sebagian besar tersusun oleh kotiledon dan dilapisi oleh kulit biji (testa). Antara kulit biji dan kotiledon terdapat lapisan endosperm.

Kulit biji kedelai terdiri dari tiga lapisan yaitu epidermis, hipodermis, dan parenkim. Lapisan epidermis terdapat sel-sel palisade diselubungi oleh lapisan kutikula yang memantulkan cahaya lebih kuat (*light line*). Lapisan hipodermis terdiri dari selapis sel yang berbentuk huruf I (*hourglass*), sedangkan lapisan parenkim terdiri dari 6-8 lapisan tipis pada keseluruhan kulit biji.

Morfologi penting pada bagian luar biji lainnya adalah hilum yang terdapat mikrofil dan hipokotil pada bagian ujung atas hilum dan kalaza di bagian ujung lainnya.

2.2 Viabilitas Benih

Benih bermutu tinggi dapat dicirikan dari viabilitas dan vigoritas yang tinggi. Sebagian besar ahli teknologi benih mengartikan viabilitas sebagai kemampuan benih untuk berkecambah dan menghasilkan kecambah secara normal. Viabilitas benih adalah daya hidup benih yang dapat ditunjukkan melalui gejala metabolisme dengan gejala pertumbuhan, selain itu daya kecambah juga merupakan tolak ukur parameter viabilitas potensial benih. Pada umumnya viabilitas benih diartikan sebagai kemampuan benih untuk tumbuh menjadi kecambah normal. Perkecambahan benih mempunyai hubungan erat dengan viabilitas benih dan jumlah benih yang berkecambah dari sekumpulan benih merupakan indeks dari viabilitas benih. Vigor benih adalah kemampuan benih untuk tumbuh normal dalam keadaan lapang suboptimum. Benih dengan vigoritas tinggi akan mampu memproduksi normal pada kondisi sub optimum dan di atas kondisi normal, memiliki kemampuan tumbuh serempak dan cepat. Menurut Leisol dalam (Ridha dkk., 2017) kecepatan tumbuh mengindikasikan vigor kekuatan tumbuh benih karena benih yang cepat tumbuh lebih mampu menghadapi kondisi lapang yang suboptimal.

Rendahnya vigor benih dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti genetis, fisiologis, morfologis dan mekanis. Faktor genetis disebabkan karena ada nya kultivar yang lebih peka terhadap keadaan lingkungan yang kurang menguntungkan. Faktor fisiologis dan morfologis dapat disebabkan karena kurang nya kemasakan benih pada saat panen atau terjadinya kemunduran benih pada masa penyimpanan yang menjadikan benih menjadi tidak sempurna seperti kerdil. Terdapat juga faktor mekanis yang disebabkan karena kerusakan benih yang terjadi pada saat benih di panen atau di prosesing. Penurunan kualitas benih (deteriorasi) dapat berdampak secara tidak langsung pada produksi tanaman, benih kedelai merupakan yang tidak memiliki masa dormansi dengan kandungan protein dan asam lemak bebas yang tinggi sehingga benih secara cepat akan mengalami penurunan mutu fisiologisnya. Benih vigor memiliki cadangan makanan banyak dengan kemampuan metabolisme tinggi, dan laju pertumbuhan tanaman tinggi untuk meningkatkan kecambah normal pada kondisi optimum maupun suboptimum, laju pertumbuhan tinggi, serta tahan penyakit.

2.3 *Bio-Matriconditioning*

Perlakuan invigorasi benih ditunjukkan untuk meningkatkan kinerja benih, termasuk perlakuan hidrasi melalui perendaman, pembasahan dan pengeringan. Perendaman benih dapat memicu respirasi benih sehingga tanaman akan dapat tumbuh lebih cepat. Beberapa invigorasi benih kedelai yang diantaranya: *priming (hydropriming, solid matric priming)*, *hardening*, *matriconditioning*, *osmoconditioning*, *moisturizing*, dan *humidifying* (Priyanto, 2017). Perlakuan invigorasi benih dapat meningkatkan aktivitas enzim amylase dan dehydrogenase serta memperbaiki integritas membrane. Enzim tersebut membantu memperbaiki organel sel penting yang mengalami kerusakan. Aktivitas enzim amylase dan dehydrogenase menunjukkan daya hidup benih (Saryoko dkk., 2013).

Usaha untuk meningkatkan mutu benih yang sudah mundur dapat dilakukan dengan teknik invigorasi (meningkatkan vigor benih). Cara yang paling sering dilakukan sehubungan dengan perlakuan invigorasi benih sebelum tanam yaitu *matriconditioning (conditioning)* dengan menggunakan media padat lembab). Perlakuan invigorasi *matriconditioning* menggunakan serbuk gergaji yang dikenakan pada benih kedelai menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap daya berkecambah, kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh dan laju pertumbuhan kecambah (Ruliansyah, 2011).

Matriconditioning ialah teknik dengan menggunakan media padat seperti arang sekam atau serbuk gergaji untuk memperbaiki fisiologi dan biokimia benih. Keuntungan penggunaan *matriconditioning* dibanding *osmoconditioning* adalah kemampuan mencampur yang baik dan penyerapan air yang dapat dikontrol (*predictable delivery system*) yang disebabkan oleh media padat lembab yang digunakan memiliki daya ikat air yang tinggi (Yullianida dan Murniati, 2005). Pengaplikasian *matriconditioning* sebelum tanam bertujuan untuk memobilisasi dan memanfaatkan sumber daya internal dan eksternal yang diberikan pada benih untuk memaksimalkan perbaikan pertumbuhan perkecambahan dengan mengatur proses imbibisi benih secara perlahan serta menyeimbangkan tekanan potensial air benih guna merangsang metabolisme benih agar siap berkecambah tetapi pemunculan radikula terhambat. Terhambatnya pemunculan radikula mengakibatkan perubahan fisiologi dan biokemis benih dapat dicapai dengan cepat sehingga proses perkecambahan terjadi dengan serentak (Khan dalam Sucahyono, 2017).

Media *matriconditioning* yang baik harus memiliki sifat tidak larut dalam air dan tetap utuh selama *conditioning*, memiliki kapasitas pegang air yang tinggi, kemampuan mengalirkan air

tinggi, kerapatan ruang besar, luas permukaan besar, memiliki kemampuan melekat pada permukaan benih dan mudah tercampur dengan tanah ketika benih ditanam (Saryoko dkk., 2013). Dalam penelitian Sucahyono dkk. (2013) menyatakan bahwa *matricconditioning* menggunakan arang sekam (hasil pembakaran tidak sempurna dari sekam) bersifat porous, ringan dan dapat menahan air serta mampu meningkatkan mutu fisiologis benih kedelai. Arang sekam padi memenuhi syarat dijadikan sebagai bahan media *matricconditioning* karena memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, memiliki ruang pori yang besar serta kerapatan dan keteguhan tekanan air yang rendah. Penggunaan arang sekam juga dapat memperbaiki sifat fisik maupun kimia tanah, abu arang sekam padi memiliki fungsi mengikat logam dan juga berfungsi untuk menggemburkan tanah, sehingga bisa mempermudah akar tanaman menyerap unsur hara (Yunita, 2015).

2.4 Pupuk

Produksi tanaman kedelai sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti teknik budidaya, pengendalian hama penyakit dan pemupukan. Pemupukan merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan akan unsur hara dalam jumlah yang seimbang untuk menunjang pertumbuhan vegetatif dan generatif (Anindyawati, 2010). Pemupukan merupakan salah satu teknik budidaya yang harus diterapkan untuk mendapatkan produksi tanaman yang tinggi. Pemupukan digunakan untuk merangsang tanaman agar lebih cepat berbuah. Selain dilakukan melalui akar, pemberiannya dapat juga melalui daun dengan cara disemprotkan (Sitepu dkk., 2015).

Sebagian besar petani hingga saat ini masih tergantung pada pupuk anorganik karena mengandung beberapa unsur hara dalam jumlah yang banyak, padahal jika pupuk anorganik digunakan secara terus-menerus akan menimbulkan dampak negatif terhadap kondisi tanah seperti menjadi cepat mengeras dan kurang menyimpan banyak air. Jika digunakan secara terus menerus penggunaan dosis pupuk anorganik yang berlebihan juga akan menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak optimal (Rahmah, 2014). Pemberian pupuk anorganik berupa pupuk Urea, Sp-36, dan KCL juga diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai karena memiliki manfaat dalam meningkatkan ketersediaan unsur makro N, P dan K dalam tanah sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. N, P, dan K merupakan faktor penting dan harus tersedia bagi tanaman karena berfungsi sebagai proses metabolisme dan biokimia sel tanaman. Nitrogen digunakan sebagai pembangun asam nukleat, protein, bioenzim, dan klorofil. Fosfor

digunakan sebagai pembangun asam nukleat, fosforlipid, bioenzim, protein, senyawa metabolik yang merupakan bagian dari ATP penting dalam transfer energi. Kalium digunakan sebagai pengatur keseimbangan ion-ion sel yang berfungsi dalam mengatur berbagai mekanisme metabolik seperti fotosintesis. Untuk itu, dengan pemberian dosis pupuk N, P dan K akan memberikan pengaruh baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman (Firmansyah dkk., 2017).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman kedelai yaitu dengan memperbaiki teknik budidaya seperti penggunaan pupuk organik. Perbedaan pupuk organik dan pupuk anorganik adalah pupuk organik merupakan pupuk yang terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses rekayasa dalam bentuk padatan atau cair yang dapat digunakan untuk menyuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi dalam tanah. Sedangkan pupuk anorganik merupakan pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik dan biologis dari hasil industri atau pabrik pembuat pupuk (Dewanto dkk., 2013).

Pupuk organik merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik yang diurai oleh mikroba, yang hasil akhirnya dapat menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Tanaman akan tumbuh dengan baik dan subur apabila unsur hara yang dibutuhkan tersedia dengan cukup dan seimbang serta pembentukan pucuk atau daun baru akan lebih baik dengan tersedianya nutrisi bagi tanaman. Salah satu pupuk organik yang banyak digunakan adalah penggunaan pupuk kandang. Pupuk kandang merupakan hasil dari kotoran hewan ternak seperti sapi, unggas dan kambing dalam bentuk padat maupun cair. Pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan kandungan unsur hara yang ada didalam tanah dan memperbaiki sifat fisik tanah sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Kelemahan pemupukan bahan organik adalah pupuk organik perlu melalui proses yang lama sehingga keperluan unsur hara tanaman tidak langsung terpenuhi dan dapat memperlambat proses pertumbuhan tanaman (Dewi, 2016).

2.5 Agen Hayati

Agensia Hayati adalah setiap organisme yang dapat digunakan untuk keperluan pengendalian hama penyakit hewan, ikan, atau organisme pengganggu tumbuhan, proses produksi, dan pengolahan hasil pertanian untuk keperluan industri, kesehatan, dan lingkungan. Prinsip utama penggunaan agen hayati pada budi daya kedelai adalah untuk membantu menyediakan unsur hara N dan atau P bagi tanaman, tanpa terjadi residu kimia pada lingkungan. Beberapa faktor yang perlu

diperhatikan pada introduksi agen hayati antara lain untuk mengetahui atau mengenal agen hayati yang akan dipakai dan bagaimana kompatibilitas dengan kondisi lahannya. Kedua hal ini sangat mutlak untuk diketahui, guna menjamin terjadinya pertumbuhan dan aktivitas sel-sel mikroba bermanfaat yang terkandung di dalamnya (Prihastuti dan Sudaryono, 2008).

Dalam kerangka PHT (pengendalian hama penyakit terpadu) maka pestisida nabati dan agens hayati dewasa ini kembali diperhatikan oleh para pakar ataupun petani, dan dikembangkan menjadi pestisida ramah lingkungan untuk mengendalikan hama penyakit tanaman. Agen Hayati terbukti mampu melindungi benih yang ditanam dari cendawan tular benih dan tular tanah. *Trichoderma spp.* menginduksi produksi senyawa fenolik selama perkecambahan biji dan senyawa fenolik yang dihasilkan oleh *Trichoderma spp.* menyebabkan peningkatan indeks vigor benih. *Harzianolide* yang diproduksi oleh *Trichoderma spp.* dapat mempengaruhi tahap awal perkembangan tanaman melalui peningkatan panjang akar (Mariani dan Wahditiya, 2021).

Trichoderma harzianum pada umumnya bersifat saprofit dalam tanah dan mempunyai daya antagonis terhadap jamur parasit. *Trichoderma spp.* menghasilkan sejumlah enzim pektinase, silanase, dan kitinase selulase yang dapat merusak dinding sel patogen. Beberapa manfaat *Trichoderma spp.* adalah menghasilkan toksin *Trichodermin*, toksin ini dihasilkan oleh jamur bila berada atau hidup pada tanaman atau bahan organik dan produk-produk yang tersimpan dalam gudang. Benang-benang hifa dari jamur patogenik akan terpotong karena terlilit oleh hifa *Trichoderma spp.* dan akhirnya mengeluarkan *antibiotic* yang dapat mematikan jamur patogenik. *Trichoderma spp.* merupakan kelompok agen biokontrol yang dapat menghambat pertumbuhan beberapa jamur dan bakteri patogen. Selain itu jamur ini juga memiliki kemampuan untuk memarasit hifa patogen tersebut (Mariani dan Wahditiya, 2021).

Pseudomonas fluorescens (Pf) adalah bakteri yang mampu menekan beberapa jenis mikroba patogen penyebab penyakit tanaman. Banyak hasil penelitian yang menunjukkan peran *Pf* sebagai penghambat pathogen dan efektif sebagai agens pengendali hayati untuk mengendalikan penyakit tanaman. Sebagai contoh interaksi *Pf* dengan jamur tular tanah *Sclerotium rolfsii*, menyebabkan pertumbuhan jamur tular tanah tersebut dihambat dan bentuk interaksinya adalah antagonism. *Pf* adalah bakteri penghuni tanah, hidup dan berkoloni secara agresif di dalam tanah di sekitar areal perakaran (Rahayu, 2012).