

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) memiliki peran yang sangat strategis sebagai salah satu komoditas pangan di Indonesia di samping beras dan jagung. Pemerintah memberikan perhatian yang khusus pada kedelai melalui kebijakan pangan nasional dalam system pangan Indonesia. Organ yang bernilai ekonomis dari kedelai adalah biji yang terdapat di dalam polongnya yang memiliki kandungan protein cukup tinggi mencapai 35%. Di samping protein nabati yang dikandungnya, kedelai juga mengandung lemak, karbohidrat, sodium dan kalium, serta dapat dijadikan berbagai jenis makanan melalui pengolahan biji kedelai, produk olahan dimaksud antara lain tempe, tahu, taoco, kecap dan susu (Zakaria dan Amar, 2010).

Permintaan terhadap kedelai sebagai sumber protein nabati terus mengalami peningkatan seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan pendapatan masyarakat. Namun, peningkatan permintaan ini tidak diikuti dengan ketersediaan kedelai yang mencukupi. Pertumbuhan produksi kedelai dalam negeri belum mampu mengimbangi meningkatnya permintaan yang sangat pesat, sehingga mengakibatkan kesenjangan antara permintaan dan ketersediaan.

Konsumsi langsung kedelai di Indonesia tahun 2018 sekitar 1.990.000 ton, sementara produksi hanya sebesar 982.600 ton. Pada tahun 2022 kebutuhan kedelai dalam negeri meningkat menjadi 2.983.511 ton. Ketersediaan kedelai tanpa impor di dalam negeri hanya mencapai 391.285 ton, sehingga mengakibatkan peningkatan defisit mencapai 2.592.226 ton. Di tingkat Provinsi Jambi, konsumsi kedelai tahun 2014 – 2018 mengalami kenaikan rata-rata 11,43% per tahun (Wahyuningsih, 2019). Dengan demikian suplai dalam negeri belum mampu memenuhi kebutuhan konsumsi permintaan pasar dengan defisit yang cukup besar.

Untuk menghindari semakin melebarnya kesenjangan antara nilai konsumsi dan produksi maka Upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah adalah melalui kebijakan impor kedelai. BPS-Statistik Indonesia (2021) menyatakan bahwa volume impor kedelai tahun 2020 mencapai 2.475.286,7 ton dengan nilai USD 1.003.421.000,6. dimana 2.238.480,0 ton atau senilai USD 905.637,7 dari nilai tersebut berasal dari Amerika Serikat. Jika dilihat pada tahun-tahun sebelumnya,

impor kedelai Indonesia juga cukup tinggi dan fluktuatif, yaitu berkisar dari 2.261.803,3 ton (USD 959.041,1) hingga mencapai 2.671.914,1 ton (USD 1.150.766,0). Selanjutnya pada tahun 2022, impor kedelai yang dilakukan Indonesia mencapai 2,32 juta ton, sementara produksi kedelai nasional hanya mencapai 710 ton (Badan Pusat Statistik, 2023).

Ketergantungan impor untuk menuju swasembada perlu ditekan, untuk itu perlu dilakukan upaya peningkatan produksi dan produktivitas dalam rangka mengatasi permasalahan yang ada. Hasil kedelai per hektar yang ditanam di Jambi pada tahun 2018 adalah 15,04 kuintal/hektar yang bila dibandingkan dengan nasional ternyata hasil yang diperoleh di Jambi lebih tinggi sekitar 4,16% , namun bila dibandingkan dengan potensi hasil yang dimiliki kedelai masih lebih rendah. Hasil kedelai per hektar dapat mencapai 20,3 sampai 22,5 kuintal per hektar bila dikelola dengan baik. Dengan melihat dari produktivitas kedelai di Jambi pada tahun 2018, ternyata masih ada peluang untuk meningkatkan produktivitas kedelai sebesar 35 - 49,6%, dengan demikian peningkatan produksi melalui intensifikasi pertanian masih mungkin untuk dilakukan. Upaya lain untuk peningkatan produksi dapat dilakukan melalui ekstensifikasi pertanian, yaitu dengan melakukan perluasan lahan penanaman kedelai (Kementrian Pertanian, 2019).

Intensifikasi dan ekstensifikasi yang dilakukan di Provinsi Jambi dalam rangka untuk meningkatkan produksi kedelai menghadapi kendala, karena adanya keterbatasan lahan subur yang dimiliki. Alih fungsi lahan yang terjadi pada saat ini dan persaingan penanaman dengan komoditas lain menjadi faktor utama untuk melakukan perluasan areal tanam ke arah lahan optimal. Oleh karena itu, lahan-lahan sub optimal yaitu lahan kering masam yang didominasi oleh jenis ultisol merupakan arah perluasan areal penanaman kedelai.

Lahan kering yang umumnya didominasi oleh jenis ultisol adalah merupakan lahan marginal yang apabila dikelola dengan baik akan dapat digunakan sebagai lahan untuk budidaya dan dapat digunakan untuk pengembangan tanaman pangan serta akhirnya akan memperluas pengembangan pertanian. Di Indonesia, Luas lahan kering cukup besar mencapai 144,47 juta ha atau sekitar 76,20%. Demikian pula di Provinsi Jambi, lahan kering berupa tanah ultisol juga memiliki jumlah yang cukup luas, sehingga memiliki potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan

sebagai areal pengembangan tanaman pangan termasuk kedelai. Lahan ini luasnya mencapai 1.956.162 ha atau 39,93% dari luas lahan yang ada yaitu 4.898.978 ha (Bappeda Jambi, 2013).

Kesuburan tanah yang rendah pada tanah ultisol menjadikan tanah ultisol tidak produktif. Peningkatan kebutuhan akan lahan produktif pada saat ini terus terjadi mengikuti kebutuhan pangan yang terus meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Melihat kondisi ini, maka perluasan lahan produktif melalui tindakan perbaikan khusus untuk mengoptimalkan tanah ultisol yang tergolong sebagai lahan marginal sangat dibutuhkan. Perbaikan yang dimaksud hendaknya tidak menggunakan input buatan dari luar yang dikenal dengan *High Eksternal Input Agriculture* (HEIA). Aplikasi budidaya HEIA akan mengancam ekologi dan sosial dari teknologi revolusi hijau dan bahaya ketergantungan produksi pada sumber daya energi yang tidak dapat diperbaharui lagi, sehingga perlu adanya upaya perbaikan melalui pendekatan yang dapat memberikan kontribusi pada *Low Eksternal Input Sustainable Agriculture* (LEISA) (Reijntjes *et al.*, 1999).

Sebagai lahan marginal, pemanfaatan tanah jenis Ultisol yang mendominasi lahan kering marginal untuk digunakan sebagai media tanam memerlukan perlakuan khusus. Perlakuan yang diberikan tidak sama dengan tahapan langkah yang dilakukan dalam melakukan budidaya di lahan subur. Beberapa ciri kemarginalan lahan yang dapat membatasi pertumbuhan dan hasil tanaman pada tanah ultisol adalah tingkat kesuburan tanah rendah, kapasitas tukar kation (KTK) rendah dan tingkat kemasaman tanah yang tinggi (pH tanah rendah), ketersediaan air sangat terbatas, kandungan C organik yang rendah, tingginya fiksasi P, memiliki kandungan besi dan mangan yang tinggi, kemantapan agregat rendah sehingga peka terhadap pengikisan tanah dan memiliki keterbatasan mikroorganisme tanah. (Adiningsih dan Sudjadi, 1993; Soepardi, 2001). Walaupun lahan marginal memiliki banyak kelemahan, namun lahan ini masih memiliki peluang yang besar untuk digunakan dalam menunjang pencapaian swasembada pangan khususnya kedelai. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memperbaiki tingkat kesuburan tanah.

Upaya untuk meningkatkan kualitas tanah dan menambahkan kandungan hara pada tanah ultisol dapat dilakukan melalui perbaikan sifat kimia tanah dengan

menggunakan pupuk anorganik. Penggunaan pupuk anorganik terbukti mampu meningkatkan produksi tanaman, namun penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dapat mengakibatkan terdegradasinya daya ikat dan kualitas tanah sehingga dapat merusak keseimbangan unsur hara di dalam tanah. Oleh karena itu, perlu adanya upaya pengelolaan yang baik terhadap pupuk anorganik dengan cara melakukan pengurangan pupuk anorganik dan penambahan pupuk organik melalui pemberian bahan organik ameliorant, yang lebih dikenal dengan istilah substitusi.

Bahan organik yang dimaksud adalah merupakan limbah pertanian yang diproses melalui kegiatan pembakaran dalam kondisi oksigen yang terbatas pada temperatur 300-500⁰C. Bahan organik olahan ini dikenal dengan nama biochar atau arang hayati. Bahan organik mempunyai kemampuan yang lama untuk bertahan di dalam tanah. Bahan ini akan berperan sebagai pembenah tanah setelah diproses dengan teknik phyrolisis. Pembenahan yang dilakukan adalah mampu meningkatkan kemampuan tanah menahan air. Biochar memiliki kemampuan yang lama untuk bertahan di dalam tanah sehingga berpotensi sebagai penyimpan karbon. Selain itu juga dapat memperbaiki tanah melalui kemampuannya memperbaiki kandungan C organik tanah, KTK tanah, retensi air dan hara serta meningkatkan stabilitas agregat tanah. (Mawardiana *et al.*, 2013).

Biochar yang terdapat di dalam tanah akan dapat menyediakan lingkungan hidup yang menguntungkan bagi mikroorganisme tanah, pengaplikasian biochar ke tanah mampu mengurangi kemasaman tanah dan Kation yang dapat ditukar. Selain itu juga mengurangi kemungkinan terjadinya kehilangan kation seperti K⁺ dan NH₄⁺ yang diakibatkan karena pencucian. Penambahan biochar dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mampu memperbaiki tanah yang telah terdegradasi dan mampu meningkatkan kualitasnya (Atkinson *et al.*, 2010). Solaiman *et al.*, (2015) menyatakan bahwa aplikasi biochar juga dapat digunakan untuk meningkatkan pH pada tanah masam. Nisa (2010) telah melakukan penelitian, dan memberikan hasil bahwa pH tanah yang pada mulanya 6,78 dapat meningkat menjadi 7,40 atau meningkat sebesar 9,14% setelah dilakukan penambahan biochar dengan dosis 10 ton ha⁻¹. Ditambahkan lagi bahwa peningkatan pH tanah juga akan terjadi sebesar 19,02%, yaitu dari pH 4,89 menjadi 5,82 setelah diberikan biochar sekam padi

(Heryani *et al.*, 2018). Meningkatnya pH tanah diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan Mo pada lahan, yang selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh enzim nitrogenase dalam aktivitas fiksasi nitrogen biologis melalui proses symbiosis mutualisma antara tanaman kedelai dengan bakteri *Rhizobium*.

Amelioran dengan menggunakan sumber bahan organik lainnya yang cukup potensial untuk dikembangkan adalah kotoran sapi. Hal ini disebabkan karena kandungan unsur yang dimiliki dan ketersediaannya yang berlimpah. Populasi sapi potong di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 18,61 juta ekor meningkat 3,56% dari tahun 2021 (BPS, 2023). Jambi menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Jambi pada tahun 2021 berjumlah 161.401 ekor dan feses segar yang dihasilkan setiap hari oleh setiap ekor ternak sapi potong dapat mencapai 10 – 15 kg (Sunarto *et al.*, 2008) dengan kandungan nitrogen sebesar 0,4 – 1,0%, fosfor sebesar 0,2 - 0,5%, kalium sebesar 0,1 – 1,5%, dan kadar air sebesar 85 – 92%, serta sejumlah unsur-unsur esensial lain, seperti Ca, Mg, Mn, Fe, Cu dan Zn (Dewi *et al.*, 2017). Menurut Roidah (2013) bahwa struktur tanah dan kemampuan tanah menahan air dapat diperbaiki dengan pemberian pupuk kandang, selain itu juga dapat memperbaiki reaksi tanah. Kondisi lingkungan mikroorganisme yang ada di dalam tanah akan menjadi lebih baik dengan adanya perbaikan sifat fisik tanah yang selanjutnya akan meningkatkan perkembangan mikroorganisme dan pertumbuhan tanaman. Kemudian ditambahkan bahwa permeabilitas tanah, porositas tanah, struktur tanah, daya menahan air, dan kation-kation tanah akan dapat diperbaiki dengan pemberian pupuk kandang. Penggunaan bahan organik pada lahan pertanian akan dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan bersifat ramah lingkungan. Keadaan ini akan sangat bermanfaat untuk menjaga lingkungan untuk tidak tercemar sehingga kualitas tanah akan mengalami peningkatan secara terus menerus .

Kemampuan sapi menghasilkan feses cukup banyak, namun kadar unsur hara yang dikandung ternyata tidak tinggi. Dengan demikian kompos yang dihasilkan juga akan memiliki kandungan unsur hara yang rendah. Untuk itu perlu adanya upaya yang dilakukan untuk menambah pengkayaan unsur yang dikandung, yaitu dengan melakukan penambahan bahan organik lainnya. Pilihan yang dilakukan adalah dengan menggunakan paitan. Paitan tergolong gulma tahunan dan sangat layak dimanfaatkan sebagai sumber hara, karena mengandung nitrogen sekitar 3,5

– 4,0%, fosfor 0,35- 0,38%, kalium 3,5 – 4,1%, kalsium 0,59% dan magnesium 0,27% (Jama *et al.*, 2000). Hal ini ditambahkan oleh hasil penelitian Purwani (2011) bahwa hara yang dikandung paitan adalah 2,7 – 3,59% nitrogen, 0,14 – 0,47% fosfor dan 0,25 – 4,10% kalium. Cara penggunaannya sebagai sumber unsur hara dapat diberikan sebagai pupuk cair, kompos maupun pupuk hijau dan bagian tanaman yang digunakan adalah batang dan daunnya (Hakim dan Agustian, 2012).

Tanaman kedelai sebagai bagian dari leguminosa mempunyai kelebihan bila dibandingkan dengan tanaman jenis lain, yaitu kemampuannya menambat nitrogen di udara melalui aktivitas fiksasi nitrogen biologis. Proses ini dapat berlangsung karena adanya Kerjasama yang bersifat simbiosis mutualisme dengan bakteri penambat nitrogen yang pada tanaman kedelai yaitu *Bradyrhizobium* (Sanjuan *et al.*, 1992). Fiksasi Nitrogen Biologis merupakan proses penambatan dinitrogen menjadi ammonia yang terjadi di dalam tumbuh tanaman yang dikatalisis oleh enzim *Nitrogenase*, Proses ini adalah merupakan simbiosis mutualisme yang melibatkan bakteri *Bradyrhizobium* sebagai mikrosimbion. *Bradyrhizobium* yang terdapat pada tanaman kedelai akan tumbuh dan berkembang baik bila berada pada media dengan pH netral, sehingga bila berada pada tanah masam seperti pada lahan kering yang didominasi oleh jenis ultisol akan dapat mengakibatkan berkurangnya populasi *Bradyrhizobium* (Gardner *et al.*, 1985). Molibdenum dalam tumbuhan memiliki fungsi yang sudah sangat dikenal, yaitu merupakan bagian dari enzim nitrogenase dan berperan dalam mereduksi ion nitrat menjadi ion nitrit (Gardner *et al.*, 1985). Aktivitas enzim *nitrogenase*, *nitrat reduktase*, dan *xantine oksidase* sangat dipengaruhi oleh Mo dan keberadaan Mo dalam tanaman akan dapat mengaktifkan aktivitas enzim (Roesmarkam dan Yuwono, 2002).

Ketersediaan Molibdenum (Mo) di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Hakim *et al.* (1986) melaporkan bahwa pada tanah yang memiliki pH rendah, ketersediaan molibdenum hampir tidak ada. Selanjutnya dikemukakan oleh Roesmarkam dan Yuwono (2002) bahwa pH tanah sangat mempengaruhi kelarutan Mo. kelarutan Mo yang larut dalam air sangat sedikit (< 0,1 ppm), dimana makin rendah pH tanah, makin rendah pula tingkat kelarutannya dan sebaliknya. Dengan demikian dikatakan bahwa Ketersediaan Mo meningkat dengan meningkatnya pH, sehingga pemberian bahan organik yang dapat meningkatkan pH juga akan

memberikan pengaruh terhadap peningkatan ketersediaan Mo. (Gardner *et al.*, 1985).

Pemberian biochar dan kompos banyak dilaporkan meningkatkan pH, dan diketahui bahwa Mo akan meningkat dengan meningkatnya pH. Dengan demikian pemberian biochar dan kompos akan meningkatkan ketersediaan Mo. Meningkatnya pH tidak hanya meningkatkan ketersediaan Mo, tetapi juga akan meningkatkan unsur hara lainnya. Hal ini terjadi karena pada pH tinggi maka akan mengakibatkan kelarutan Al dan Fe rendah sehingga unsur hara terutama P akan tersedia, keadaan ini dapat menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik dan meningkatkan hasil tanaman. Berdasarkan kondisi ini maka penulis melakukan penelitian dengan judul “Strategi Optimasi Ultisol ; Substitusi Pupuk Anorganik dengan Amelioran Kompos dan Biochar untuk meningkatkan Biofertilisasi Nitrogen, Pertumbuhan dan Hasil kedelai “

1.2 Rumusan Masalah

Kedelai memiliki peran strategis sebagai komoditas di Indonesia, mengingat bahwa kedelai merupakan salah satu tanaman pangan yang penting setelah beras dan jagung. Kehadiran kedelai dalam sistem pangan Indonesia mendapat perhatian khusus dari pemerintah melalui kebijakan pangan nasional. Selain berfungsi sebagai sumber protein nabati, kedelai juga mengandung lemak, mineral, dan vitamin, serta dapat diolah menjadi berbagai jenis makanan seperti tahu, tempe, tauco, kecap, dan susu

Kebutuhan akan protein dari kedelai terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan pendapatan. Namun, di sisi lain, penyediaan sumber protein di Indonesia masih belum mencukupi. Produksi yang tidak mencukupi disebabkan karena beralihnya fungsi lahan dan keterbatasan lahan subur. Rendahnya produktivitas dapat disebabkan karena aplikasi Teknik budidaya yang kurang tepat atau rendahnya kesuburan lahan penanaman. Seperti diketahui bahwa lahan pertanian di Provinsi Jambi didominasi oleh tanah ultisol yang memiliki sifat tidak sehat secara fisik, kimia dan biologi. Dengan demikian perlu adanya Upaya yang harus dilakukan untuk memperbaiki Kesehatan tanah ultisol. Upaya tersebut harus bersifat ramah lingkungan dan menerapkan prinsip LEISA.

Perbaikan kondisi fisik, kimia dan biologi tanah dapat dilakukan dengan penambahan ameliorant. Amelioran berupa bahan organik sangat direkomendasikan untuk digunakan pada lahan pertanian dalam upaya menuju pertanian berkelanjutan. Amelioran yang dimaksud diantaranya adalah kompos dan biochar. Beberapa penelitian telah dilakukan dan memberikan hasil bahwa kompos dan biochar dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Biochar telah terbukti dapat meningkatkan pH sehingga akan meningkatkan nodulasi dan efektivitas fiksasi nitrogen biologis yang selanjutnya akan memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Kemampuan ameliorant dalam memperbaiki tanah menjadikannya berpotensi untuk menggantikan peran pupuk anorganik sebagai penyedia hara tanaman, hanya saja perlu dikaji mengenai kemampuan ameliorant kompos dan biochar dalam menggantikan pengurangan pupuk anorganik.

Uraian yang telah dipaparkan di atas menjadikan dasar bagi peneliti untuk merumuskan pertanyaan **“Bagaimanakah kemampuan amelioran kompos dan biochar dalam meningkatkan aktivitas Fiksasi Nitrogen Biologis, pertumbuhan dan hasil serta menggantikan peran pupuk anorganik pada tanaman kedelai di lahan kering ultisol”**.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengkaji pengaruh bahan amelioran terhadap laju fiksasi nitrogen biologis, pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai yang ditanam di polybag dengan media tanah dari lahan kering ultisol,
2. Mengevaluasi ameliorant kompos dan biochar mensubstitusi pupuk anorganik dalam meningkatkan aktivitas fiksasi nitrogen biologis, pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.
3. Mendapatkan formulasi kombinasi pupuk anorganik dan ameliorant kompos dan biochar yang dapat mensubstitusi pupuk anorganik

1.4 Manfaat penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan, baik dari segi ilmiah maupun dari segi teknologis. Dari segi ilmiah hasil penelitian ini berguna dalam mengembangkan atau memperkaya khasanah ilmu tanaman, khususnya informasi fungsi fisiologis bahan amelioran dalam meningkatkan laju fiksasi nitrogen biologis, pertumbuhan dan hasil pada tanaman kedelai yang ditanam pada lahan marginal atau suboptimal. Sedangkan dari segi teknologis merupakan landasan yang lebih kuat dalam pengembangan penggunaan bahan amelioran pada budidaya kedelai di lahan kering ultisol yang memungkinkan tercapainya pertanian berkelanjutan. hasil yang tinggi.

1.5. Unsur Kebaharuan Penelitian

Penelitian mengenai upaya peningkatan produktivitas kedelai cukup banyak dilakukan, namun kajian mengenai upaya mengalihkan penggunaan pupuk anorganik ke pupuk organik dengan menyajikan berbagai alternatif pilihan belum banyak dilakukan. Penggunaan pupuk anorganik di lahan pertanian cukup tinggi, padahal disadari bahwa aktivitas ini berpotensi untuk merusak sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Mengubah sistem budidaya kimiawi pada petani yang merupakan dampak negatif revolusi hijau sangat sulit untuk dilakukan. Untuk itu diperlukan upaya menyakinkan petani bahwa pupuk organik dapat digunakan untuk menggantikan pupuk anorganik. Melalui penelitian ini telah didapat suatu formulasi kombinasi pupuk anorganik dan ameliorant kompos dan biochar yang dapat dipilih petani untuk diterapkan pada lahan kering Ultisol untuk menuju pertanian ramah lingkungan yang berkelanjutan.

