

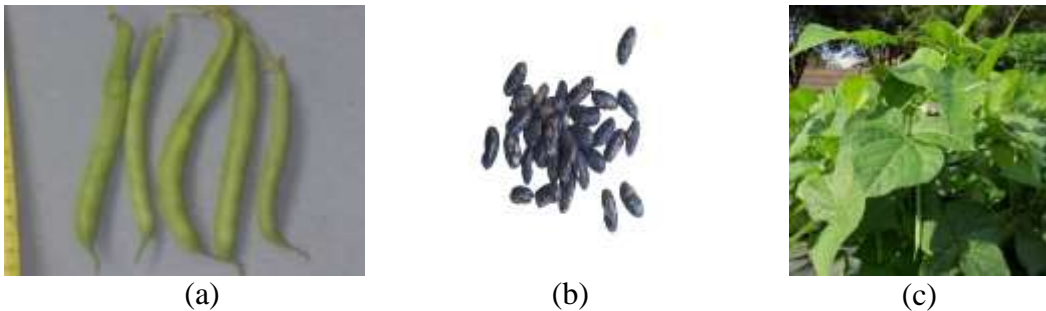
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Klasifikasi dan morfologi tanaman buncis tegak

Buncis tegak (*Phaseolus vulgaris* L.) varietas balitsa 3 adalah varietas unggul yang dilepas oleh Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Keunggulan varietas tersebut yaitu berproduksi tinggi, beradaptasi baik di dataran medium pada ketinggian 400 sampai 500 m dpl (Djuariah dkk., 2016).



Gambar 1. (a) polong buncis tegak; (b) biji polong buncis tegak; (c) tanaman buncis tegak

(Sumber: Balitsa.litbang.pertanian.go.id)

Menurut Rukmana (2014), tanaman kacang buncis dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan termasuk ke dalam klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Division : Spermatophyta
Sub division : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Sub kelas : Calyciflorae
Ordo : Fabales
Famili : Fabaceae
Genus : *Phaseolus*
spesies : *Phaseolus vulgaris* L.

Suku kacang-kacangan (Leguminosae) memiliki 690 genera dan 18.000 spesies. Spesies yang paling dekat dengan kacang buncis yaitu kacang hijau (*P. radiatus* L.) dan kratok (*P. lunatus* L.). Bentuk tanaman buncis yaitu semak atau perdu. Buncis tipe tegak memiliki tinggi sekitar 30 sampai 50 cm, sedangkan tipe merambat mencapai 2 meter (Rukmana, 2014).

Kacang buncis termasuk ke dalam tanaman semusim (*annual*) yang mempunyai dua tipe pertumbuhan yaitu tipe tegak dan tipe merambat. Morfologi tanaman kacang buncis yaitu berakar tunggang dan berakar serabut. Akar tunggang dapat mencapai kedalaman 11 hingga 15 cm dan tumbuh lurus ke dalam, sedangkan akar serabut mampu tumbuh menyebar secara horizontal dan tidak dalam (Cahyono, 2014).

Batang tanaman buncis lunak dan berbuku-buku. Buku-buku yang terletak dekat dengan permukaan tanah lebih pendek dibandingkan dengan buku-buku yang berada di atasnya. Buku-buku tersebut menjadi tempat melekatnya tangkai daun (Pitojo, 2004).

Daun tanaman buncis memiliki bentuk bulat lonjong, tepi daun rata, ujung daun meruncing, berambut atau berbulu dan memiliki tulang-tulang yang menyirip. Kedudukan daun agak mendatar tetapi tegak dan bertangkai pendek, cabang tanaman buncis terdapat tiga daun yang memiliki kedudukan berhadapan. Ukuran daun tanaman buncis bervariasi, untuk daun yang berukuran kecil memiliki ukuran lebar 6 hingga 7,5 cm dan panjang 7,5 hingga 9 cm, sedangkan pada daun yang berukuran besar memiliki lebar 10 hingga 11 cm dan panjang 11 hingga 13 cm (Cahyono, 2014).

Bunga tanaman buncis memiliki bentuk bulat panjang (silindris) yang panjangnya sekitar 1,3 cm dan lebar pada bagian tengah 0,4 cm. Bunga tanaman buncis memiliki ukuran yang kecil dan kelopak bunga tanaman buncis berjumlah 2 buah, pada pangkal bunga berwarna hijau dan panjang tangkai buncis sekitar 1cm. (Cahyono, 2014).

Polong tanaman buncis memiliki bentuk panjang-pipih dan panjang-bulat. Polong yang masih muda berwarna hijau muda, hijau tua dan kuning, pada polong tua berubah menjadi warna kuning atau coklat dan ada yang berwarna kuning

bintik merah. Panjang polong berkisar antara 12 hingga 13 cm dan setiap polong mengandung biji antara 2 sampai 6 butir polong, bahkan dapat mencapai 12 butir (Rukmana, 2014).

Biji terdapat pada polong, polong yang pendek berisi 2 hingga 6 butir dan pada polong yang berukuran panjang dapat berisi lebih dari 12 butir. Benih dapat dihasilkan dari biji buncis yang bersari bebas. Pada saat biji telah mencapai kematangan fisiologis, maka saat terbaik untuk memungut buah dan dijadikan benih. Biji yang telah masak fisiologis dapat ditandai dengan kulit polong yang mengering dan biji mengeras (Pitojo, 2004).

Tanaman buncis tumbuh baik di dataran medium dengan ketinggian 400 sampai 500 mdpl. Suhu udara ideal untuk pertumbuhan 20 sampai 25°C dengan kelembaban udara sedang. Jenis tanah yang cocok adalah andosol dan regosol, berdrainase baik, gembur, remah dan subur dengan kisaran pH tanah 6,0 sampai dengan 7,0 (Tahir dkk., 2021).

2.1.2 Lumpur tinja (*night soil*)

Limbah yang asalnya dari berbagai aktivitas rumah tangga disebut dengan limbah cair domestik. Limbah cair domestik dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu limbah cair domestik yang berasal dari air cucian dan limbah cair domestik yang berasal dari WC (*Water Closet*), seperti tinja. Tinja merupakan bahan sisa dan bahan buangan yang berasal dari proses pencernaan manusia pada sistem saluran pencernaan. Tinja dapat menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap kehidupan manusia dan lingkungan. Rata-rata dalam satu harinya seorang yang normal menghasilkan tinja sekitar 83 g. Kotoran manusia mengandung zat-zat organik seperti nitrogen, asam fosfat, sulfur dan sebagainya (Widowati dan Sutoyo, 2007).

Proses terbentuknya lumpur tinja diawali dengan masuknya lumpur tinja ke bak pemisah lumpur (*solid separation chamber/SSC*) di operasional IPLT sehingga akan terjadi proses filtrasi dan pengendapan zat pada (*solid*). Air resapan hasil filtrasi akan masuk ke kolam aerobik sedangkan bagian lumpur tinja akan mengendap pada dasar bak SSC. Pelimpahan air supernatan (cairan yang telah

terpisah dari padatan) melalui *Gutter* dan pengalirannya menuju kolam anaerobik terjadi ketika pengisian SSC sudah mencapai batas pelimpahan (*overflow*). Padatan (*solid*) yang telah mencapai batas tertentu dan kering di SSC, akan diangkut oleh operator menuju kolam pengering lumpur (*Drying area*) untuk dilakukannya proses pengeringan lebih lanjut melalui penguapan dan penyaringan. Setelah kurang lebih 10 hingga 15 hari pengeringan pada *drying area*, lumpur tinja sudah dapat dikombinasikan dengan limbah organik dan dimanfaatkan sebagai kompos untuk diaplikasikan pada tanaman (Mulyani dan Solikhin, 2018).

Menurut Direktorat Jendral Cipta Karya (2018), feses yang merupakan sisa proses pencernaan dari manusia mengandung 10% sampai 20% Nitrogen, 20% sampai 50% Fosfor, dan 10% sampai 20% Kalium, sedangkan hasil ekskresi manusia yang berupa urin mengandung 80% sampai 90% Nitrogen, 50% sampai 65% Fosfor, dan 50% sampai 80% Kalium.

Hasil penelitian Deselina (2008) menunjukkan bahwa pemberian pupuk tinja 240 g/kg tanah menghasilkan pertumbuhan terbaik semai jati putih pada variabel berat segar dan kering akar dan volume akar yang ditanam pada media subsoil ultisol. Deselina (2009) juga melaporkan bahwa pupuk tinja memberikan pengaruh nyata terhadap variabel luas daun, kekokohan semai dan jumlah klorofil total daun semai mahoni daun lebar (*Swietenia macrophylla King*). Pupuk tinja dosis 150 g/kg tanah memberikan pengaruh yang terbaik terhadap nilai rata-rata variabel luas daun (460.55 cm^2) dan kekokohan semai (11.3), sedangkan pada dosis 75 g/kg tanah, pupuk tinja memberikan pengaruh terbaik terhadap variabel jumlah klorofil total daun (118,08 butir/ mm^2).

2.1.3 Bakteri pelarut fosfat

Bakteri pelarut fosfat mampu membantu melarutkan fosfat dari yang tidak larut hingga menjadi larut (Elfiati, 2005). Fosfat tidak hanya penting untuk kehidupan tanaman tetapi juga bagi biota tanah, ketersediaan fosfat di dalam tanah dapat dipengaruhi oleh aktivitas mikroba tanah. Sebagian aktivitas mikroba tanah

dapat melarutkan fosfat dari ikatan fosfat tak larut yaitu melalui sekresi asam-asam organik atau mineralisasi fosfat dari bentuk ikatan fosfat organik menjadi fosfat anorganik. Pengikatan (imobilisasi) dapat terjadi karena aktivitas dan pembentukan sel-sel baru oleh fosfat anorganik terlarut (Santosa, 2007).

Bakteri pelarut fosfat diketahui mampu melarutkan P dengan melepaskan senyawa P melalui mekanisme pembentukan khelat dan reaksi pertukaran. Pengaruh mikroorganisme pelarut fosfat terhadap tanaman, tidak hanya disebabkan oleh kemampuannya dalam meningkatkan ketersediaan P tetapi juga karena kemampuannya dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh, terutama oleh mikroorganisme yang hidup pada permukaan akar (Asril dan Lisafitri, 2020).

Peranan penting bakteri pelarut fosfat yang berada di dalam tanah yaitu sebagai biokontrol yang dapat mempercepat pertumbuhan tanaman dan meningkatkan kesehatan akar melalui proteksinya terhadap penyakit (Suparnorampus, Pata'dungan dan Rois, 2020). Keberadaan bakteri pelarut fosfat juga dapat digunakan untuk mensubstitusi aplikasi pupuk anorganik sehingga mengurangi dampak dari residu pupuk tersebut (Lumbantobing, Hazra dan Anas, 2008).

Penggunaan bakteri pelarut fosfat sebagai pupuk hayati mempunyai keunggulan antara lain hemat energi, tidak mencemari lingkungan, mampu membantu meningkatkan kelarutan P yang terjerap, menghalangi terjerapnya P oleh unsur-unsur penjerap dan mengurangi toksisitas Al^{3+} , Fe^{3+} , dan Mn^{2+} terhadap tanaman pada tanah masam (Novriani, 2010).

2.1.4 Bakteri penambat nitrogen

Nitrogen merupakan unsur yang dibutuhkan dalam membentuk senyawa penting di dalam sel, seperti pada DNA dan RNA serta protein. Ketersediaan dan keberadaan senyawa nitrogen dalam tanah sangat terbatas, terlebih dari sifat senyawa nitrogen yang mudah hilang (*leaching*). Kandungan nitrogen (N_2) di atmosfer sekitar 78%, namun tidak secara langsung dapat digunakan oleh tanaman. Pemanfaatan nitrogen (N_2) bebas dari udara melalui penambatan atau

fiksasi menjadi hal penting untuk meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman (Sari dan Prayudyaningsih, 2015).

Tanaman dan kebanyakan bakteri tidak mempunyai cara untuk mengikat nitrogen menjadi senyawa dalam selnya. Tanaman dan bakteri umumnya mendapatkan nitrogen dari senyawa seperti ammonium dan nitrat dalam tanah. Untuk memanfaatkan nitrogen dalam bentuk gas, pakar bioteknologi memusatkan perhatiannya pada hubungan antara tanaman dengan jenis bakteri tertentu yang dapat menambat nitrogen dari udara dan menyusun atom nitrogen ke dalam molekul ammonium, nitrat, atau senyawa lain yang dapat digunakan oleh tumbuhan. Beberapa keuntungan dapat diperoleh dengan memanfaatkan kelompok bakteri penambat nitrogen sebagai pupuk hayati (Sari dan Prayudyaningsih, 2015).

Bakteri yang dapat memfiksasi nitrogen secara simbiosis yaitu golongan *Cyanobacteria* yang terdiri dari genus *Rhizobium*, *Badryrhizobium*, *Azorhizobium*, *Allorhizobium*, *Sinorhizobium* dan *Mesorhizobium*. Pemanfaatan mikroba fiksasi N_2 berpotensi mengurangi kebutuhan pupuk N sintetis, mampu meningkatkan produksi dan pendapatan usahatani dengan masukan yang lebih murah (Saraswati dan Sumarno, 2008), sedangkan bakteri pemfiksasi nitrogen non simbiosis terdiri dari *Azospirillum*, *Enterobacter*, *Klebsiella* dan *Pseudomonas* yang telah menunjukkan dapat mengkolonisasi permukaan akar secara efisien (Hayat, Ali, dan Amara, 2006).

Menurut Simanungkalit, (2006) bakteri penambat nitrogen dapat menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh seperti sitokinin, asam indol asetat dan giberelin, sehingga bermanfaat dalam memacu pertumbuhan akar. Bakteri penambat nitrogen memiliki kemampuan untuk mempertahankan kesuburan ekosistem pada kondisi alami lahan pertanian.

Dalam upaya mencapai tujuan pertanian ramah lingkungan dan berkelanjutan, penggunaan bakteri penambat nitrogen berpotensi mengurangi kebutuhan pupuk N sintetis, meningkatkan produksi dan pendapatan usahatani dengan masukan yang lebih murah (Antralina, Kania, dan Santoso, 2015).

2.2 Kerangka berpikir

Pupuk organik yang ditambahkan ke dalam tanah akan mengalami beberapa kali fase perombakan oleh mikroorganisme tanah untuk menjadi humus. Bahan organik juga berperan sebagai sumber energi dan makanan bakteri tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas bakteri tersebut dalam penyediaan hara tanaman (Munanto, 2013). Sistem kerja pupuk organik *night soil* yang diberikan pada takaran yang berbeda akan meningkatkan ketersediaan unsur hara P di dalam tanah dan mampu mengurai hingga menghasilkan asam organik dan karbon dioksida (Burhan, 2016).

Mekanisme bakteri dalam memacu pertumbuhan tanaman dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Mekanisme secara langsung yaitu dengan memproduksi fitohormon (sitokinin, giberelin, *Indole Acetic Acid* (IAA), dan etilen), memfasilitasi pembaharuan sumber daya (memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, mereduksi besi), meningkatkan daya tahan terhadap stress atau cekaman dan menstabilkan agregat tanah. Sedangkan mekanisme secara tidak langsung yaitu menekan bakteri patogen dengan memproduksi antibiotik, enzim, siderofor, hidrogen sianida (HCN), dan etilen (Hayat, Ali, dan Amara, 2006).

Penggunaan bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat efektif dalam memacu pertumbuhan tanaman. Pada jenis-jenis tertentu, bakteri ini dapat memacu pertumbuhan tanaman karena menghasilkan zat pengatur tumbuh, serta menahan penetrasi patogen akar karena sifat bakteri yang cepat mengkolonisasi akar dan senyawa antibiotik serta menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara (Santosa, 2007).

Hidayat, Badal, dan Meriati (2021) menyatakan bahwa penggunaan *night soil* dengan perbandingan 6 : 4 menunjukkan pengaruh sangat berbeda nyata terhadap pertambahan tinggi, bobot segar bagian atas, bobot kering bagian atas, bobot segar akar dan bobot kering akar pada pertumbuhan bibit kelapa sawit fase main nursery. Penelitian Hidayat dkk., (2020) bahwa aplikasi bakteri penambat nitrogen (BPN) dan bakteri pelarut fosfat (BPF) secara umum menunjukkan biomassa tanaman yang lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan

perlakuan control atau tanpa bakteri penambat nitrogen (BPN) dan bakteri pelarut fosfat (BPF) pada tanaman jagung.

Penelitian Safuan dan Bahrin (2012) membuktikan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan kesuburan tanah sehingga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bibit kelapa sawit. Pada saat fase pertumbuhan tanaman kelapa sawit sangat membutuhkan unsur hara yang cukup banyak.

Widowati dan Sutoyo (2007) menyatakan bahwa tinja kering dapat membantu meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah karena mempunyai KTK yang tinggi dan rasio C/N yang rendah. Dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian tinja kering dapat meningkatkan KTK tanah sebanyak 67,09%. Selain itu, terjadi peningkatan kadar N, P dan K dalam tanaman yang diberi peningkatan takaran tinja kering sampai dengan 10 t/ha, yang mana peningkatan tersebut juga meningkatkan serapan N, P dan K sehingga pertumbuhan jagung menjadi semakin meningkat.

Penelitian yang dilakukan oleh Widowati dan Sutoyo (2007) menunjukkan hasil bahwa pemberian tinja kering berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman cabai besar yang berumur 7 dan 14 HST, serta perlakuan tinja kering sebanyak 15 t/ha memberikan hasil efisiensi pemupukan K tertinggi yaitu sebesar 133%.

Menurut Widyawati (2013) pemanfaatan bakteri *indigenous* secara teknis yaitu mampu mempercepat pertumbuhan tanaman dan dapat memperbaiki komponen sifat tanah baik fisik, kimia dan biologi tanah. Terjadinya modifikasi lingkungan fisik dan kimia disebabkan oleh mikroba yang mengkolonisasi daerah rizosfer.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Lekatompessy, Sylvia, dan Nurjana (2019), bahwa pemberian pupuk mikroorganisme hayati dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia sintetis sebanyak 50%. Penggunaan pupuk organik hayati yang dikombinasikan dengan penggunaan pupuk kimia dapat memberikan pengaruh yang lebih besar dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah.

Hasil penelitian Ramakrishan dan Selvakumar (2012) menunjukkan bahwa manfaat pupuk hayati berupa bakteri *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. 10 ml per tanaman mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah buah dan berat kering secara signifikan pada tanaman tomat. Peningkatan terjadi karena adanya peningkatan serapan nitrogen oleh tanaman yang diinokulasi oleh *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. tanaman mampu memanfaatkannya secara optimal jika dihubungkan dengan kemampuan dua isolat dalam melakukan penambatan N₂ yang mampu meningkatkan kandungan nitrogen sekitar perakaran.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, maka hipotesis yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Takaran *night soil* yang diinokulasi bakteri pelarut fosfat dan bakteri penambat nitrogen berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil buncis tegak (*Phaseolus vulgaris* L.).
2. Diketahui takaran *night soil* dengan jenis inokulasi bakteri yang berpengaruh baik terhadap pertumbuhan dan hasil buncis tegak (*Phaseolus vulgaris* L.).